

Tamanho de parcela e número de repetições para avaliação de caracteres vegetativos em centeio

Gabriela Görgen Chaves¹, Alberto Cargnelutti Filho², Fernanda Carini¹,
Jéssica Andriara Kleinpaul¹, Ismael Mario Marcio Neu¹, Andréia Procedi¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Fitotecnia, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: gabrielachaves94@gmail.com (ORCID: 0000-0001-9461-0288); alberto.cargnelutti.filho@gmail.com (ORCID: 0000-0002-8608-9960); carini.fc@gmail.com (ORCID: 0000-0001-6000-7747); kleinpauljessica@gmail.com (ORCID: 0000-0001-7550-6012); ismaelmmneu@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-9186-2532); deiaprocedi123@gmail.com (ORCID: 0000-0002-3018-2947)

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela (X_o) e o número de repetições para avaliar as massas de matéria fresca e seca de centeio (*Secale cereale* L.), e investigar a variação do X_o entre duas cultivares e cinco épocas de semeadura. Foram conduzidos 30 ensaios de uniformidade. Cada ensaio com dimensões de 6 × 4 m foi dividido em 24 unidades experimentais básicas (UEB) de 1 × 1 m. Foram avaliadas as massas de matéria fresca e seca de centeio nas 720 UEB. O X_o foi determinado pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação. O número de repetições foi determinado em cenários formados por combinações de tratamentos, delineamentos experimentais e níveis de precisão. Os tamanhos ótimos de parcela para avaliar as massas de matéria fresca e seca de centeio são, respectivamente, 3,43 e 3,82 m². Seis repetições são suficientes para avaliar as massas de matéria fresca e seca, em delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso com até 50 tratamentos, e possibilitam obter diferença mínima significativa menor ou igual a 20% da média do experimento.

Palavras-chave: cultura de cobertura de solo; dimensionamento experimental; ensaio de uniformidade

Plot size and number of repetitions for evaluation of vegetative traits in rye

ABSTRACT: The objectives of this work were to determine the optimum plot size (X_o) and number of repetitions to evaluate the fresh and dry matter of rye (*Secale cereale* L.), and to investigate the variation of X_o between two cultivars and five sowing times. Thirty uniformity trials were conducted. Each trial with dimensions of 6 × 4 m was divided into 24 basic experimental units (BEU) of 1 × 1 m. Fresh and dry matter of rye were evaluated in the 720 BEU. The X_o was determined by the method of maximum curvature of the coefficient of variation model. The number of repetitions was determined in scenarios formed by combinations of treatments, experimental designs, and levels of precision. The optimal plot sizes to evaluate fresh and dry matter of rye are, respectively, 3.43 and 3.82 m². Six repetitions are sufficient to evaluate fresh and dry matter in completely randomized and randomized block design with up to 50 treatments and make it possible to obtain a least significant difference less than or equal to 20% of the experiment mean.

Key words: soil cover crop; experimental dimension; uniformity trial

Introdução

O centeio (*Secale cereale* L.) é um cereal com ampla adaptabilidade por ser resistente ao frio extremo e por crescer em solos marginais (Schlegel, 2013). Cultivado, de forma isolada ou em consórcio com outras plantas de cobertura, apresenta resultados expressivos para a produção precoce de forragem (Bortolini et al., 2004; Ferrazza et al., 2013) destacando-se em quantidade de matéria seca e produção de biomassa ensilável (Fontaneli et al., 2009; Meinerz et al., 2011; Lehmen et al., 2014).

No Sul do Brasil, a recomendação de semeadura de centeio é a partir de março, quando o objetivo for formação de pastagens ou cobertura de solo (Nascimento Junior, 2014). Esses autores mencionam que a semeadura é indicada nos meses de abril e maio, no norte do Paraná, em São Paulo, em Minas Gerais e no Mato Grosso do Sul quando a finalidade for para a produção de grãos, e nos meses de junho e julho, no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no sul do Paraná.

Estudos relacionados ao planejamento experimental são primordiais para a realização de pesquisas e obtenção de informações científicas da cultura. Em experimentos, é importante reduzir o erro experimental, isto é, a variância existente entre as unidades experimentais (Storck et al., 2016), a fim de elevar a precisão experimental. Assim, resultados confiáveis necessitam o correto planejamento do experimento, que pode ser alcançado por meio da utilização adequada do tamanho de parcela, números de repetições e de amostras, atendimento dos princípios básicos da experimentação e escolha do delineamento experimental (Masood & Raza, 2012; Storck et al., 2016).

Experimentos com a cultura de centeio foram realizados com distintos tamanhos de parcela e número de repetições. Foram utilizados tamanhos de parcela com dimensões de 5 m² (Fontaneli et al., 2009; Lehmen et al., 2014), 5,1 m² (Bortolini et al., 2004), 5,5 m² (Auinger et al., 2016), 6 m² (Ferrazza et al., 2013), 7 m² (Fontaneli et al., 2009), 15 m² (Meinerz, et al., 2011), 25 m² (Souza et al., 2013) e 35 m²

(Hovary et al., 2016). Esses estudos têm sido realizados com duas (Haffke, et al., 2014; Auinger et al., 2016), três (Bortolini et al., 2004; Fontaneli et al., 2009; Meinerz et al., 2011; Ferrazza et al., 2013; Lehmen et al., 2014) e oito repetições (Souza et al., 2013).

O tamanho ótimo de parcela e/ou o número de repetições têm sido investigados para culturas agrícolas, tais como a alfafa (Freitas et al., 2011), o arroz (Masood & Raza, 2012), trigo (Al-Feel & Abdulaah, 2013), aveia-preta (Cargnelutti Filho et al., 2014), ervilha forrageira (Cargnelutti Filho et al., 2015), milho (Burin et al., 2016), feijão guandu (Santos et al., 2016), aveia branca (Lavezo et al., 2017), crotalaria juncea (Facco et al., 2017), ervilhaca (Cargnelutti Filho et al., 2017) e centeio (Chaves et al., 2018).

O dimensionamento experimental é importante para gerar informações que possam ser utilizadas como referência em futuras pesquisas com a cultura de centeio. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições para avaliar as massas de matéria fresca e seca de centeio (*Secale cereale* L.), e investigar a variação do tamanho ótimo de parcela entre duas cultivares e cinco épocas de semeadura.

Material e Métodos

Foram conduzidos 30 ensaios de uniformidade (experimentos em branco) com a cultura de centeio, distribuídos em cinco épocas de semeadura, localizado na latitude 29°42'S, longitude 53°49'W e 95 m de altitude, no ano agrícola de 2016. O clima da região é do tipo Cfa subtropical úmido, conforme classificação de Köppen, com verões quentes e sem estação seca (Heldwein et al., 2009) e o solo do local é classificado como Argissolo vermelho distrófico arênico (Santos et al., 2013). As temperaturas do ar e a precipitação pluviométrica foram registradas (Figura 1).

A análise física e química do solo, na profundidade de 0 - 20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH_{H₂O} 1:1: 5,8;

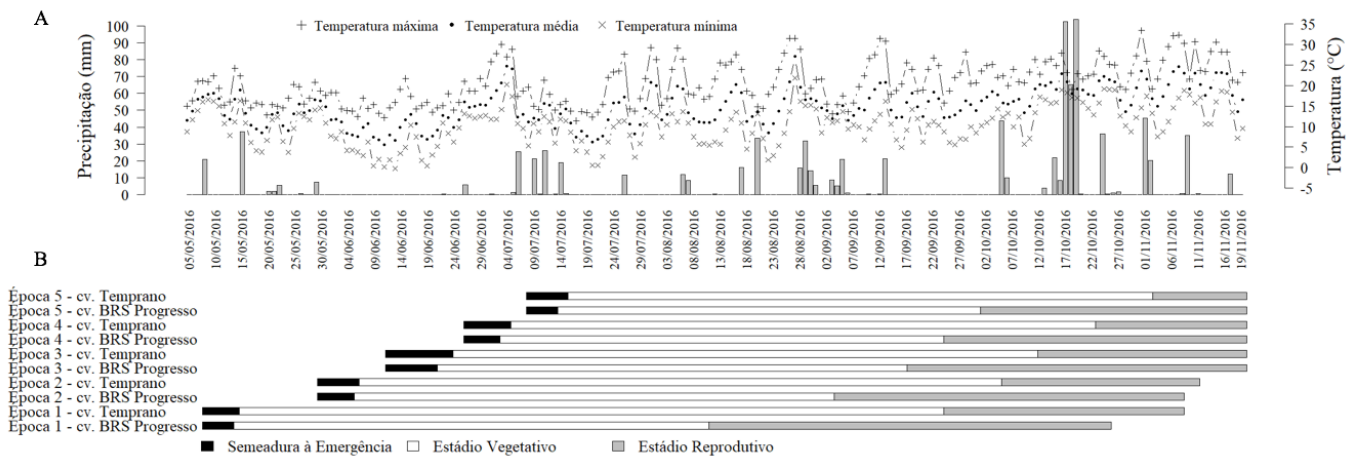


Figura 1. Temperaturas máxima, média e mínima do ar diárias e precipitação pluviométrica diária (A), e períodos de desenvolvimento de duas cultivares de centeio em cinco épocas de semeadura (B) durante os meses de maio a novembro de 2016, em Santa Maria, RS.

Ca: 5,7 cmol_c dm⁻³; Mg: 2,4 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al: 3,5 cmol_c dm⁻³; índice SMP: 6,2; matéria orgânica: 2,4%; teor de argila: 29,0%; S: 13,3 mg dm⁻³; P (Mehlich): 25,7 mg dm⁻³; K: 0,696 cmol_c dm⁻³; CTC_{pH7}: 12,4 cmol_c dm⁻³; Cu: 1,28 mg dm⁻³; Zn: 0,753 mg dm⁻³ e B: 0,1 mg dm⁻³.

O solo da área experimental foi preparado em sistema convencional por meio de gradagem leve. Para adubação de base foram aplicados 500 kg ha⁻¹ de NPK com formulação comercial 05-20-20. Em cada época de semeadura, foram conduzidos três ensaios de uniformidade com a cultivar BRS Progresso e três com a cultivar Temprano, totalizando 30 ensaios de uniformidade.

A semeadura das cultivares BRS Progresso (destinada à produção de grãos) e Temprano (destinada à produção de forragem) foi realizada a lanço, com densidade de 455 sementes m⁻² nas seguintes datas: 03/05/2016 (época 1); 25/05/2016 (época 2); 07/06/2016 (época 3); 22/06/2016 (época 4); e 04/07/2016 (época 5).

Quando as plantas atingiram o estágio V3 e V4, foi aplicado 25 kg de N ha⁻¹. Em cada ensaio de uniformidade foram realizados os mesmos tratos culturais em todas as unidades experimentais básicas.

Cada ensaio de uniformidade apresentou dimensões de 24 m² (6 m × 4 m). Esses, foram divididos em 24 unidades experimentais básicas (UEB) de 1 m² (1 m × 1 m), formando uma matriz de seis linhas e quatro colunas (Figura 2).

Foram registradas as datas de emergência e florescimento a fim de observar as variações no ciclo de cultivo das cultivares entre as distintas épocas de semeadura. No florescimento da cultura, em cada ensaio, as plantas foram cortadas rente ao solo em cada UEB (1 m²). A massa de matéria fresca, em g m⁻², foi mensurada em balança digital (exatidão: 1 g), logo após o corte das plantas. A massa de matéria seca, foi

estimada em percentagem de massa de matéria seca em cada UEB. Para isso, foram separadas amostras de massa de matéria fresca e mensurada a sua massa, acondicionadas em pacotes de papel identificados por UEB e secas em estufa com ventilação forçada de ar 65 ± 3 °C, até obterem peso constante, método convencional predominantemente utilizado em espécies forrageiras (Lacerda et al., 2009). A massa de matéria seca, de cada UEB, foi determinada pelo produto entre a massa de matéria fresca e a percentagem de massa matéria seca, em g m⁻².

Para cada ensaio de uniformidade, a partir dos dados das massas de matéria fresca e seca obtidos nas 24 UEB, foram estimadas as estatísticas: média (m), variância (s²), coeficiente de variação do ensaio (CV_{ensaio}, em %) e coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (ρ). A estimativa de ρ foi obtida com o caminhamento no sentido das linhas, conforme metodologia de Paranaíba et al. (2009). Foi iniciado na UEB localizada na linha 1, coluna 1, até a linha 1, coluna 4, retornando a partir da linha 2, coluna 4, até a linha 2, coluna 1, e assim, sucessivamente, até concluir o caminhamento na UEB da linha 6, coluna 1.

Para os caracteres massas de matéria fresca e seca, o tamanho ótimo de parcela (X_o) foi determinado, em cada um dos 30 ensaios de uniformidade, por meio da expressão (Eq.1) do método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (Paranaíba et al., 2009).

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

em que:

- ρ - coeficiente de autocorrelação de primeira ordem;
- s² - variância;
- m - média.

Em seguida foi determinado o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o}), em percentagem, por meio da expressão (Eq. 2) (Paranaíba et al., 2009). O CV_{X_o} corresponde ao CV esperado para o experimento com o tamanho ótimo de parcela determinado (Cargnelutti Filho et al., 2014).

$$CV_{X_o} = \frac{\sqrt{(1-\rho^2)s^2}}{\sqrt{X_o}} \cdot 100 \quad (2)$$

Assim, para cada cultivar em cada época de semeadura, foram obtidas 3 estimativas de m, s², CV_{ensaio}, ρ, X_o e CV_{X_o}. As comparações de médias das estatísticas m, s², CV_{ensaio}, ρ, X_o e CV_{X_o}, entre cultivares e entre épocas de semeadura, foram realizadas a 5% de probabilidade por meio do teste Scott-Knott, via *bootstrap* com 20.000 reamostragens.

Para o cálculo do número de repetições, partiu-se da diferença mínima significativa (d) do teste de Tukey, expressa

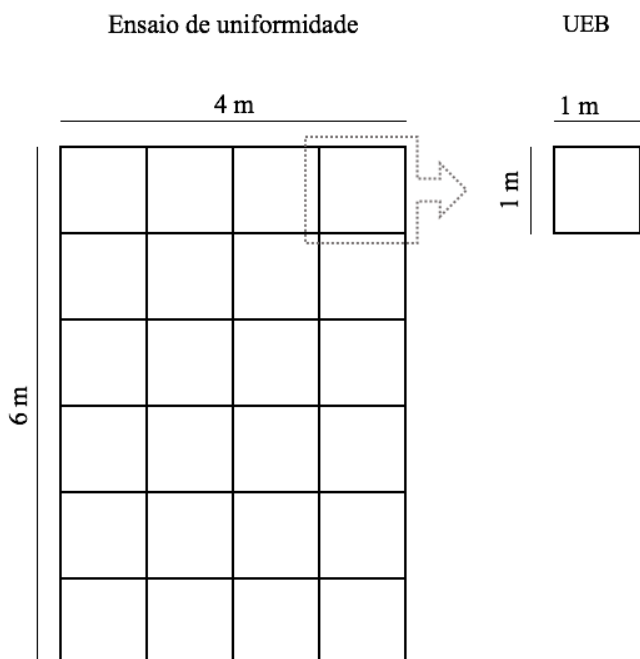


Figura 2. Representação de um ensaio de uniformidade e a subdivisão em unidades experimentais básicas (UEB) de 1 m².

em percentagem da média geral do experimento, estimada pela expressão (Eq. 3).

$$d = \frac{q_{\alpha(i;GLE)} \sqrt{\frac{QME}{r}}}{m} 100 \quad (3)$$

onde:

$q_{\alpha(i;GLE)}$ - valor crítico do teste de Tukey em nível α de probabilidade de erro;

i - número de tratamentos;

GLE - número de graus de liberdade do erro, sendo $GLE = i(r - 1)$ para o delineamento inteiramente casualizado e $GLE = (i - 1)(r - 1)$ para o delineamento blocos ao acaso;

QME - quadrado médio do erro;

r - número de repetições;

m - média do experimento.

Substituindo a expressão (Eq. 4) do coeficiente de variação (CV) experimental, em percentagem, na expressão (Eq. 3), tem-se a expressão (Eq. 5) para determinar o número de repetições.

$$CV = \frac{\sqrt{QME}}{m} 100 \quad (4)$$

$$r = \left(\frac{q_{\alpha(i;GLE)} CV}{d} \right)^2 \quad (5)$$

O número de repetições (r) para avaliar as massas de matéria fresca e seca, foi determinado a partir da média do CV_{x_0} entre as duas cultivares e as cinco épocas de semeadura, por processo iterativo até a convergência, para experimentos nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso. Para isso, foram formados distintos 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 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressas em percentagem da média do experimento ($d = 10, 11, \dots, 20\%$). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel® e do software Sisvar® (Ferreira, 2014).

Tabela 1. Época e data de semeadura, data de emergência, número de dias até a emergência, data de florescimento e número de dias até o florescimento, em ensaios de uniformidade compostos por duas cultivares de centeio (*Secale cereale* L.), BRS Progresso e Temprano, na safra de 2016, em Santa Maria - RS.

| Época | Semeadura | Emergência | | Dias até a emergência | | Florescimento | | Dias até o florescimento | |
|-------|-----------|---------------|----------|-----------------------|----------|---------------|----------|--------------------------|----------|
| | | BRS Progresso | Temprano | BRS Progresso | Temprano | BRS Progresso | Temprano | BRS Progresso | Temprano |
| 1 | 03/05/16 | 09/05/16 | 10/05/16 | 6 | 7 | 08/08/16 | 22/09/16 | 97 | 142 |
| 2 | 25/05/16 | 01/06/16 | 02/06/16 | 7 | 8 | 26/08/16 | 03/10/16 | 93 | 131 |
| 3 | 07/06/16 | 17/06/16 | 20/06/16 | 10 | 13 | 15/09/16 | 10/10/16 | 100 | 125 |
| 4 | 22/06/16 | 29/06/16 | 01/07/16 | 7 | 9 | 22/09/16 | 21/10/16 | 92 | 121 |
| 5 | 04/07/16 | 10/07/16 | 12/07/16 | 6 | 8 | 29/09/16 | 01/11/16 | 87 | 120 |

Resultados e Discussão

No decorrer da condução dos ensaios de uniformidade com a cultura de centeio, as épocas de semeadura proporcionaram condições meteorológicas distintas. As temperaturas absolutas mínimas do ar oscilaram entre 0 e 23 °C e as temperaturas máximas absolutas, entre 12,2 e 35,2 °C. As ocorrências de temperatura mínima e máxima, para o período da condução dos ensaios, foram em 13/06/2016 e 27/08/2016, e 17/07/2016 e 31/10/2016, respectivamente. A precipitação pluviométrica para o período foi de forma homogênea, com registro de máxima do período equivalente a 94,2 mm em 18/10/2016 (Figura 1).

Além de condições meteorológicas distintas, também foram observadas variações no ciclo de cultivo das cultivares entre as distintas épocas. O número de dias da emergência até o florescimento diferiu entre as cultivares BRS Progresso e Temprano em 45, 38, 25, 29 e 33 dias, respectivamente, para as épocas 1, 2, 3, 4 e 5 (Tabela 1). Foi constatado dentro de cada cultivar, redução do número de dias até o florescimento. Estudos em ensaios com espécies forrageiras de inverno, entre elas o centeio, Ferrazza et al. (2013) encontraram redução no número de dias em épocas de semeadura mais tardias, quando comparadas às semeaduras precoces. Ao descreverem aspectos da cultura de centeio, De Mori et al. (2013) relataram o uso de cultivares que apresentam menor ciclo de cultivo no Brasil e, conseqüentemente, menor tempo para acúmulo de reservas durante a fase vegetativa, pelo fato do número de horas de frio ser insuficiente para o desenvolvimento e crescimento das cultivares invernais.

Em relação aos dados de massas de matéria fresca e seca de centeio, houve variação nas estimativas de média (m), variância (s^2) e coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (ρ) nos ensaios de uniformidade (Tabela 2). Essa variação é importante para o estudo do tamanho ótimo de parcela e do número de repetições (Cargnelutti Filho et al., 2015).

Pode-se concluir a partir da análise dos caracteres massas de matéria fresca e seca, que a cultivar Temprano apresentou maior produção de massa de matéria seca entre épocas de semeadura quando comparada com a cultivar BRS Progresso (Tabela 2). O mesmo não foi possível ser detectado para a massa de matéria fresca.

Os valores médios de massa de matéria fresca de centeio obtidos no florescimento, oscilaram de 17.153,6 (Temprano

Tabela 2. Média (m), variância (s^2), coeficiente de variação do ensaio (CVensaio, em %), coeficiente de autocorrelação de primeira ordem (ρ), tamanho ótimo de parcela (X_o , em m^2) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o} , em %), para o caractere massa de matéria fresca, em gramas, por unidade experimental básica de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ (1 m^2) em ensaios com as cultivares BRS Progresso (PROG) e Temprano (TEMP) de centeio (*Secale cereale*), realizadas em cinco épocas de semeadura, safra 2016, em Santa Maria - RS.

| Massa de matéria fresca | | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|-----------------|--------------|----------------|----------|
| Época de Semeadura | m (g) | | s^2 | | CVensaio (%) | |
| | PROG | TEMP | PROG | TEMP | PROG | TEMP |
| 1 | 2035,93 Da | 1994,17 Ba | 70285,41 Ba | 106091,11 Ba | 13,07 Aa | 16,02 Aa |
| 2 | 3570,90 Aa | 2637,21 Ab | 264379,92 Aa | 224831,61 Aa | 14,34 Aa | 17,91 Aa |
| 3 | 3082,29 Ba | 3146,15 Aa | 182745,31 Aa | 146418,84 Aa | 13,81 Aa | 12,16 Aa |
| 4 | 2703,71 Ca | 2535,13 Aa | 201964,96 Aa | 196470,43 Aa | 16,33 Aa | 17,83 Aa |
| 5 | 3042,22 Ba | 1715,36 Bb | 202054,86 Aa | 54083,67 Bb | 14,67 Aa | 13,46 Aa |
| Média | 2887,01 | 2405,60 | 184286,09 | 145579,13 | 14,44 | 15,47 |
| Época de Semeadura | ρ | | X_o (m^2) | | CV_{X_o} (%) | |
| | PROG | TEMP | PROG | TEMP | PROG | TEMP |
| 1 | 0,21 Aa | 0,19 Aa | 3,18 Aa | 3,45 Aa | 7,10 Aa | 7,72 Aa |
| 2 | -0,27 Bb | 0,28 Aa | 3,35 Aa | 3,85 Aa | 7,49 Aa | 8,61 Aa |
| 3 | -0,04 Ab | 0,18 Aa | 3,34 Aa | 3,05 Aa | 7,48 Aa | 6,83 Aa |
| 4 | 0,08 Aa | 0,33 Aa | 3,73 Aa | 3,71 Aa | 8,33 Aa | 8,29 Aa |
| 5 | 0,14 Aa | 0,09 Aa | 3,47 Aa | 3,18 Aa | 7,77 Aa | 7,11 Aa |
| Média | | | 3,41 | 3,45 | 7,63 | 7,71 |
| Massa de matéria seca | | | | | | |
| Época de Semeadura | m (g) | | s^2 | | CVensaio (%) | |
| | PROG | TEMP | PROG | TEMP | PROG | TEMP |
| 1 | 475,26 Da | 561,83 Ba | 4209,18 Cb | 11652,49 Aa | 13,62 Aa | 18,94 Aa |
| 2 | 594,87 Cb | 844,66 Aa | 9671,28 Ba | 26879,95 Aa | 16,45 Aa | 19,01 Aa |
| 3 | 720,64 Ab | 847,77 Aa | 16205,89 Aa | 17526,39 Aa | 17,49 Aa | 15,38 Aa |
| 4 | 663,50 Ba | 717,19 Aa | 16551,22 Aa | 18252,73 Aa | 19,25 Aa | 19,11 Aa |
| 5 | 742,55 Aa | 520,35 Bb | 19504,82 Aa | 6231,28 Ab | 18,67 Aa | 14,99 Aa |
| Média | 639,37 | 698,36 | 13228,48 | 16108,57 | 17,10 | 17,48 |
| Época de Semeadura | ρ | | X_o (m^2) | | CV_{X_o} (%) | |
| | PROG | TEMP | PROG | TEMP | PROG | TEMP |
| 1 | 0,16 Aa | 0,18 Aa | 3,29 Ab | 3,93 Aa | 7,35 Ab | 8,78 Aa |
| 2 | -0,07 Aa | 0,23 Aa | 3,69 Aa | 4,03 Aa | 8,25 Aa | 9,02 Aa |
| 3 | 0,10 Aa | 0,10 Aa | 3,88 Aa | 3,55 Aa | 8,67 Aa | 7,94 Aa |
| 4 | 0,12 Aa | 0,19 Aa | 4,17 Aa | 4,07 Aa | 9,34 Aa | 9,10 Aa |
| 5 | 0,06 Aa | 0,10 Aa | 4,10 Aa | 3,45 Aa | 9,17 Aa | 7,72 Aa |
| Média | | | 3,83 | 3,81 | 8,56 | 8,51 |

Para cada estatística (m, s^2 , CVensaio, ρ , X_o e CV_{X_o}) as médias que não são seguidas pela mesma letra, minúscula na linha (comparação de médias entre cultivares em cada época) e maiúsculas na coluna (comparação de médias entre as épocas em cada cultivar), diferem com probabilidade de 5% pelo teste Scott-Knott via análise de *bootstrap* com 20.000 reamostragem.

- Época 5) a 35.709,0 kg ha⁻¹ (BRS Progresso - Época 2). Já os valores médios de massa de matéria seca de centeio obtidos no florescimento, oscilaram de 4.752,6 (BRS Progresso - Época 1) a 8.477,7 kg ha⁻¹ (Temprano - Época 3). Ao estudar cereais de inverno submetidos ao corte no sistema duplo propósito, Bortolini et al. (2004) observaram rendimento de matéria seca em centeio de 1.906,5 kg ha⁻¹ com um corte e 2.738,6 kg ha⁻¹ com dois cortes. Lehmen et al. (2014) observaram rendimento de biomassa ensilável em centeio igual a 13.448 kg ha⁻¹. Fontaneli et al. (2009) ao trabalharem com cereais de inverno de duplo propósito obtiveram rendimento de matéria seca total (forragem + silagem) para as cultivares BR 1 e BRS Serrano de 7.725 e 10.773 kg ha⁻¹, respectivamente. Em estudo semelhante, Meinerz et al. (2011) verificaram rendimento de matéria seca igual a 12.136 e 9.058 kg ha⁻¹ para as cultivares BR 1 e BRS Serrano, respectivamente. Com o objetivo de avaliar o potencial de

plantas de cobertura de ciclo hibernal na proteção do solo, Ziech et al. (2015) observaram produção de matéria seca em centeio igual a 4.067 kg ha⁻¹ e 4.563 kg ha⁻¹, respectivamente no primeiro e segundo ano agrícola.

Os valores médios do CVensaio apresentaram uma pequena variação, de 12,16 a 17,91% e de 13,62 a 19,25%, respectivamente, para os caracteres massa de matéria fresca e seca. Esses valores médios de coeficientes de variação dos ensaios não diferiram estatisticamente entre épocas de semeadura e entre cultivares. Também não foi verificado diferença estatística entre as médias de CV_{X_o} entre épocas de semeadura e entre cultivares, exceto para o caractere massa de matéria seca, onde foi observado diferença entre as cultivares BRS Progresso e Temprano na época 1.

A redução significativa nos valores referentes aos coeficientes de variação do ensaio para os coeficientes de variação no tamanho ótimo de parcela comprova os ganhos

em precisão experimental na utilização do tamanho ótimo de parcela (Tabela 2).

O comportamento observado de aumento nos valores médios de variância tem reflexo direto no aumento de X_o . Deste modo, é possível observar a relação direta entre o tamanho ótimo de parcela, a variância e a média. De forma semelhante, o

comportamento de CV_{X_o} , está relacionado com o comportamento de aumento ou redução de ρ , s^2 , m , X_o . Os valores médios de X_o observados para as estimativas de massa de matéria fresca oscilaram de 3,05 m² (Temprano - Época 3) a 3,85 m² (Temprano - Época 2) e para a massa de matéria seca, de 3,29 m² (BRS Progresso - Época 1) a 4,17 m² (BRS Progresso - Época 4).

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 ($d = 10, 11, \dots, 20\%$), para avaliar a massa de matéria fresca de centeio (*Secale cereale*), a partir de tamanho ótimo de parcela ($X_o = 3,43$ m²) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ($CV_{X_o} = 7,67\%$).

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

As estimativas de X_0 para avaliar o caractere massa de matéria fresca de centeio não diferiram significativamente entre os ensaios. Já para o caractere massa de matéria seca, foi observado diferença significativa entre as cultivares, com superioridade Temprano sobre BRS Progresso na Época 1. Deste modo, sugere-se utilizar o valor médio de

X_0 para avaliar os caracteres massas de matéria fresca e seca para as duas cultivares e em épocas de avaliação. Sendo assim, os valores determinados de X_0 são 3,43 e 3,82 m^2 para os caracteres massas de matéria fresca e seca, respectivamente. Avaliando a produtividade de grãos em centeio, Chaves et al. (2018) determinaram X_0

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 percentagem da média do experimento ($d = 10, 11, \dots, 20\%$), para avaliar a massa de matéria fresca de centeio (*Secale cereale*), a partir de tamanho ótimo de parcela ($X_0 = 3,43 m^2$) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ($CV_{X_0} = 7,67\%$).

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

de 6,08 m² e observaram variabilidade no tamanho ótimo de parcela para avaliar a produtividade de grãos entre cultivares e entre as épocas de semeadura. Segundo os autores, essa variação pode ser atribuída ao fato da cultura apresentar maior desuniformidade quanto ao espigamento e maturação final (Nascimento Junior, 2014).

Em culturas pertencentes à família Poaceae, os resultados obtidos quanto ao tamanho ótimo de parcela são variáveis. Na cultura do arroz, Masood & Raza (2012) estimaram o tamanho ótimo de parcela com dimensões 6 m × 3 m (18 m²). Em trigo, Al-Feel & Abdulaah (2013) não recomendam avaliar o rendimento com parcelas

Tabela 5. Número de repetições, para experimentos no delineamento inteiramente casualizado, 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 percentagem da média do experimento (d = 10, 11, ..., 20%), para avaliar a massa de matéria seca de centeio (*Secale cereale*), a partir de tamanho ótimo de parcela (X_o = 3,82 m²) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o} = 8,53%).

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

menores que 42 m². Para avaliar a massa verde de aveia preta, Cargnelutti Filho et al. (2014) encontraram tamanho ótimo de parcela de 4,14 m², semelhante aos obtidos nesse estudo. Já em aveia branca, o tamanho ótimo de parcela de 1,57 m² é suficiente para avaliar a produtividade de grãos (Lavezo et al., 2017).

Os tamanhos de parcela utilizados nos estudos conduzidos com centeio por Bortolini et al. (2004), Fontaneli et al. (2009), Meinerz, et al. (2011), Ferrazza et al. (2013), Souza et al. (2013), Lehmen et al. (2014), Auinger et al. (2016) e Hovary et al. (2016), foram superiores aos obtidos no presente trabalho, sugerindo confiabilidade nas informações

Tabela 6. Número de repetições, para experimentos no delineamento blocos ao acaso, 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, 11, ..., 20%), para avaliar a massa de matéria seca de centeio (*Secale cereale*), a partir de tamanho ótimo de parcela ($X_o = 3,82 \text{ m}^2$) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ($CV_{X_o} = 8,53\%$).

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

publicadas pelos autores. Este fato mostra a importância de dimensionar o tamanho de parcela na cultura de centeio uma vez que os autores citados anteriormente poderiam ter economizado recursos financeiros, mão de obra e tempo na condução de seus experimentos, sem comprometer a precisão de seus resultados com a redução do tamanho de parcela.

O número de repetições para avaliar a massa de matéria fresca de centeio, 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 ($d = 10, 11, \dots, 20\%$), oscilou entre 2,96 (3 tratamentos e $d = 20\%$) e 18,90 (50 tratamentos e $d = 10\%$) para experimentos no delineamento inteiramente casualizado (DIC) (Tabela 3), e entre 2,57 (3 tratamentos e $d = 20\%$) e 18,90 (50 tratamentos e $d = 10\%$), para experimentos no delineamento blocos ao acaso (DBA) (Tabela 4).

Já para avaliação da massa de matéria seca de centeio, o número de repetições variou entre 3,23 (3 tratamentos e $d = 20\%$) e 23,35 (50 tratamentos e $d = 10\%$), e entre 3,40 (3 tratamentos e $d = 20\%$) e 23,35 (50 tratamentos e $d = 10\%$), respectivamente, para experimentos no delineamento inteiramente casualizado (DIC) (Tabela 5) e delineamento blocos ao acaso (DBA) (Tabela 6). Deste modo, para experimentos utilizando os delineamentos DIC ou DBA, com d fixo, há acréscimo no número de repetições necessárias com o aumento do número de tratamentos. A medida que aumenta-se o número de tratamentos, a diferença observada no número de repetições necessárias para experimentos em DIC e DBA é pouco expressiva, até o momento em que o número de repetições para experimentos utilizando os delineamentos inteiramente casualizados e blocos ao acaso se igualam.

Por meio da expressão $d = (q_{\alpha(i;GLE)} CV/vr)$ é possível calcular a diferença mínima significativa (d) do teste Tukey, expressa em percentagem da média do experimento. Supondo um experimento com $i = 50$ tratamentos, $\alpha = 0,05$, $CV_{x_0} = 7,67\%$ e $8,53\%$ para as massas de matéria fresca e seca de centeio, respectivamente e $r = 6$ repetições. Nessas condições foi obtido para massa de matéria fresca $d = 17,92\% \cong 18\%$ e para massa de matéria seca $d = 19,94\% \cong 20\%$. Vale ressaltar que menores valores de d indicam maior precisão experimental, ou seja, menores diferenças entre médias de tratamentos são consideradas significativas e vice-versa (Cargnelutti Filho et al., 2014).

Para avaliar a produtividade de grãos de centeio, Chaves et al. (2018) recomendam utilizar sete repetições, identificando diferenças significativo ($\alpha = 0,05$) entre médias de tratamentos de 29,65% da média do experimento para ambos os delineamentos experimentais. Em estudo realizado por Souza et al. (2013) foi utilizado número de repetições superior ao obtido no presente estudo. No entanto, Bortolini et al. (2004), Fontaneli et al. (2009), Meinerz et al. (2011), Ferrazza et al. (2013), Haffke et al. (2014), Lehmen et al.

(2014) e Auinger et al. (2016), realizaram seus trabalhos utilizando número de repetições inferior ($r \leq 3$). Cabe ao pesquisador a escolha do número de repetições com base na precisão desejada e na disponibilidade de recursos, como por exemplo: área, mão de obra e tempo.

Conclusões

Não há variabilidade no tamanho ótimo de parcela para avaliar as massas de matéria fresca e seca entre as cultivares BRS Progresso e Temprano e entre épocas de semeadura na cultura de centeio.

Os tamanhos ótimos de parcela para avaliar as massas de matéria fresca e seca de centeio são, respectivamente, 3,43 e 3,82 m².

Seis repetições são suficientes para avaliar massas de matéria fresca e seca de centeio em experimentos com até 50 tratamentos, e possibilitam identificar, como significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, diferenças entre médias de tratamentos de 18 e 20% da média do experimento, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, respectivamente.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 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), pelas bolsas concedidas.

Literatura Citada

- Al-Feel, M.A.; Abdullah, S.K.M. The impact of plot-size on the estimation of wheat yield in Sudan: The Case of New-Halfa Agricultural Scheme. Shambat: University of Khartoum, 2013. 9p. (Agricultural Economics Working Paper Series, 2). <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/152828/2/The%20impact%20of%20plot-size%20on%20the%20estimation%20of%20wheat%20yield-AgEPS.pdf>. 12 Jun. 2017.
- Auinger, H.; Schönleben, M.; Lehermeier, C.; Schmidt, M.; Korzun, V.; Geiger, H.H.; Piepho, H.; Gordillo, A.; Wilde, P.; Bauer, E.; Schön, C. Model training across multiple breeding cycles significantly improves genomic prediction accuracy in rye (*Secale cereale* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, v.129, n.11, p.2043-2053, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00122-016-2756-5>.
- Bortolini, P.C.; Sandini, I.; Carvalho, P.C.F.; Moraes, A. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema duplo propósito. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.45-50, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100007>.
- Burin, C.; Cargnelutti Filho, A.; Alves, B.M.; Toebe, M.; Kleinpaul J.A. Plot size and number of replicates in times of sowing and cuts of millet. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, n.2, p.119-127, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n2p119-127>.

- Cargnelutti Filho, A.; Alves, B.M.; Burin, C.; Kleinpaul, J.A.; Neu, I.M.M.; Silveira, D.L.; Simões, F.M.; Spanholi, R.; Medeiros, L.B. Plot size and number of repetitions in forage pea. *Ciência Rural*, v.45, n.7, p.1174-1182, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141043>.
- Cargnelutti Filho, A.; Alves, B.M.; Follmann, D.N.; Bem, C.M.; Schabarum, D.E.; Stefanelo, L.S.; Wartha, C.A.; Kleinpaul, J.A.; Chaves, G.G.; Uliana, D.B.; Pezzini, R.V. Plot size and number of repetitions in vetch. *Bragantia*, v.76, n.2, p.178-188, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.084>.
- Cargnelutti Filho, A.; Alves, B.M.; Toebe, M.; Burin, C.; Santos, G.O.; Facco, G.; Neu, I.M.M.; Stefanello, R.B. Tamanho de parcela e número de repetições em aveia preta. *Ciência Rural*, v.44, n.10, p.1732-1739, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131466>.
- Chaves, G.G.; Cargnelutti Filho, A.; Bem, C.M.; Bandeira, C.T.; Silveira, D.L.; Thomasi, R.M. Plot size and number of replications for evaluation of the yield of grains in cultivars and dates of sowing of rye. *Journal of Agricultural Science*, v.10, n.1, p.122-132, 2018. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n1p122>.
- De Mori, C.; Nascimento Junior, A.; Miranda, M. Z. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura do centeio no mundo e no Brasil. *Embrapa Trigo, Passo Fundo*, 2013. 26p.
- Facco, G.; Cargnelutti Filho, A.; Alves, B.M.; Lavezo, A.; Follmann, D.N.; Bem, C.M.; Schabarum, D.E.; Kleinpaul, J.A.; Chaves, G.G.; Silveira, D.L.; Simões, F.M.; Uliana, D.B.; Wartha, C.A. Basic experimental unit and plot sizes with the method of maximum curvature of the coefficient of variation in sunn hemp. *African Journal of Agricultural Research*, v.12, n.6, p.415-423, 2017. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11814>.
- Ferrazza, J.M.; Soares A.B.; Martin, T.N.; Assmann, A.L.; Migliorini, F.; Nicola, V. Dinâmica de produção de forragem de gramíneas anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. *Ciência Rural*, v.43, n.7, p.1174-1181, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000086>.
- Ferreira, D.F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, n. 2, p.109-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- Fontaneli, R.S.; Fontaneli, R.S.; Santos, H.P.; Nascimento Junior, A.; Minella, E.; Caierão, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.11, p.2116-2120, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001100007>.
- Freitas, A.R.; Santos, A.R.; Ferreira, R.P.; Moreira, A. Estimativa do tamanho de parcelas e número de unidades em experimentos com alfafa. *Revista de Ciências Agrárias*, v.54, n. 3, p.202-207, 2011. <https://doi.org/10.4322/rca.2012.015>.
- Haffke, S.; Kustererf, B.; Fromme, F.J.; Roux, S.; Hackauf, B.; Miedaner, T. Analysis of covariation of grain yield and dry matter yield for breeding dual use hybrid rye. *Bioenergy Research*, v.7, n. 1, p.424-429, 2014. <https://doi.org/10.1007/s12155-013-9383-7>.
- Heldwein, A.B.; Buriol, G.A.; Streck, N.A. O clima de Santa Maria. *Ciência e Ambiente*, v.38, n. 1, p.43-58, 2009.
- Hovary, C.; Danehower, D.A.; Ma, G.; Reberg-Horton, C.; Williamson, J.D.; Baerson, S.R.; Burton, J.D. Phytotoxicity and benzoxazinone concentration in field grown cereal rye (*Secale cereale* L.). *International Journal of Agronomy*, v.2016, Article ID 6463826, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/6463826>.
- Lacerda, M.J.R.; Freitas, K.R.; Silva, J.W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. *Bioscience Journal*, v.25, n.3, p.185-190, 2009. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6901/4569>. 03 Jun. 2017.
- Lavezo, A.; Cargnelutti Filho, A.; Bem, C.M.; Burin, C.; Kleinpaul, J.A.; Pezzini, R.V. Plot size and number of replications to evaluate the grain yield in oat cultivars. *Bragantia*, v.76, n.4, p.512-520, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016.410>.
- Lehmen, R.I.; Fontaneli, R.S.; Fontaneli, R.S.; Santos, H.P. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. *Ciência Rural*, v.44, n.7, p.1180-1185, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130840>.
- Masood, M.A.; Raza, I. Estimation of optimum field plot size and shape in paddy yield trial. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, v.7, n.6, p.264-269, 2012. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejr.2012.7.6.1926>.
- Meinerz, G.R.; Olivo, C.J.; Viégas, J.; NöRnberg, J.L.; Agnolin, C.A.; Scheibler, R.B.; Horst, T.; Fontaneli, R.S. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.10, p.2097-2104, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001000005>.
- Nascimento Junior, A. Cultivo de centeio. 3.ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoof6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3702&p_r_p_-996514994_topicoid=3014. 22 Jun. 2017.
- Paranaíba, P.F.; Ferreira, D.F.; Morais, A.R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. *Revista Brasileira de Biometria*, v.27, n.2, p.255-268, 2009. http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v27/v27_n2/Patricia.pdf. 02 Jul. 2017.
- Santos, G.O.; Cargnelutti Filho, A.; Alves, B.M.; Burin, C.; Facco, G.; Toebe, M.; Kleinpaul, J.A.; Neu, I.M.M.; Stefanello, R.B. Tamanho de parcela e número de repetições em feijão guandu. *Ciência Rural*, v.46, n.1, p.44-52, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150124>.
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumberas, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Cunha, T.J.F.; Oliveira, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- Schlegel, R.H.J. Rye: genetics, breeding and cultivation. Boca Raton: CRC Press, 2013. 387p.
- Souza, M.; Comin, J.C.; Leguizamón, E.S.; Kurtz, C.; Brunetto, G.; Júnior, V.M.; Ventura, B.; Camargo, A.P. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. *Ciência Rural*, v.43, n.1, p.21-27, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000150>.
- Storck, L.; Garcia, D.C.; Lopes, S.J.; Estefanel, V. Experimentação vegetal. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2016. 198p.
- Ziech, A.R.D.; Conceição, P.C.; Luchese, A.V.; Balin, N.M.; Candiotto, G.; Garmus, T.G. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernal na região Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.50, n.5, p.374-382, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500004>.