

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE  
REPETIÇÕES PARA AVALIAR A MASSA VERDE DE  
PARTE AÉREA DE MILHETO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Cláudia Burin**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE REPETIÇÕES  
PARA AVALIAR A MASSA VERDE DE PARTE AÉREA DE  
MILHETO**

**Cláudia Burin**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

**Orientador: Prof. Dr. Alberto Cargnelutti Filho**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Burin, Cláudia  
TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE REPETIÇÕES PARA AVALIAR  
A MASSA VERDE DE PARTE AÉREA DE MILHETO / Cláudia Burin.-  
2015.  
69 p. ; 30cm

Orientador: Alberto Cargnelutti Filho  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia, RS, 2015

1. Pennisetum glaucum (L). R. Brown 2. Ensaio de  
uniformidade 3. Planejamento experimental I. Cargnelutti  
Filho, Alberto II. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Cláudia Burin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: clauburin@gmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

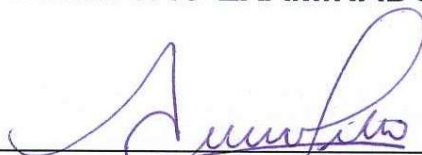
**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado**

**TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE REPETIÇÕES PARA  
AVALIAR A MASSA VERDE DE PARTE AÉREA DE MILHETO**

elaborada por  
**Cláudia Burin**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**



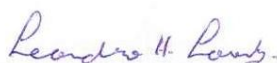
---

**Alberto Cargnelutti Filho, Dr. (UFSM)  
(Presidente/Orientador)**



---

**Lindolfo Storck, Dr. (UFSM)**



---

**Leandro Homrich Lorentz, Dr. (UNIPAMPA)**

Santa Maria, 11 de fevereiro de 2015.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, **Clarice e João**  
E aos meus irmãos, **Ângela e Jonas**

**Dedico este trabalho!**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, por iluminar meus passos e me dar forças para sempre seguir em frente.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo auxílio financeiro destinado ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Dr. Alberto Cargnelutti Filho, pela paciência, amizade, confiança, orientação e ensinamentos transmitidos.

A minha família que sempre me apoiou em todas minhas decisões e esteve presente nos momentos mais difíceis. Em especial, a minha mãe Clarice e ao meu pai João (*in memoriam*), meu sincero agradecimento pela educação, amor e conselhos. E aos meus irmãos Jonas e Ângela, pelo carinho e incentivo.

Ao meu namorado Michel Padoin pelo amor, carinho, compreensão e auxílio nas coletas de campo.

Ao meu cunhado Samuel Bianchi pelas palavras de apoio.

Aos meus “irmãos” de Santa Bárbara do Sul, Ivan Maldaner, Carla Maldaner e Ricardo Maldaner, e a amiga Fernanda Stamm e ao amigo Henrique Saldanha pelos anos de convívio, companheirismo, atenção e amizade.

Aos amigos e colegas do setor de experimentação Bruna Alves, Marcos Toebe, André Lavezo, Giovani Facco, Gustavo Santos, Éder da Silva, Ismael Neu, Jéssica Kleinpaul, Daniela Lixinski, Fernanda Simões, Letícia Medeiros, Ronaldo Spanholi, Cleiton Wartha, Anelise Varela e Lúcio Cintra, pela ajuda nos trabalhos de campo, empenho, amizade e pelos momentos de descontração.

Aos professores e funcionários do Departamento de Fitotecnia pelo auxílio e convívio durante a realização do trabalho.

Aos demais familiares, amigos e colegas que de alguma forma me auxiliaram nessa caminhada e acreditaram no meu trabalho, meu agradecimento.

## RESUMO GERAL

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE REPETIÇÕES PARA AVALIAR A MASSA VERDE DE PARTE AÉREA DE MILHETO

AUTORA: CLÁUDIA BURIN

ORIENTADOR: ALBERTO CARGNELUTTI FILHO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 11 de fevereiro de 2015.

O presente trabalho teve como objetivos determinar o tamanho de parcela e o número de repetições para avaliar a massa verde de parte aérea de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) em épocas de avaliação (Capítulo I) e determinar o tamanho de parcela e o número de repetições para avaliar a massa verde de parte aérea de milho em épocas de semeadura e cortes (Capítulo II). Foram realizados ensaios de uniformidade de 6m×4m (24m<sup>2</sup>), nos anos agrícolas 2012-2013 e 2013-2014, na área experimental do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria. Cada ensaio de uniformidade foi dividido em 24 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m×1m (1m<sup>2</sup>). Foi pesada a massa verde de parte aérea das plantas de cada UEB. Aos 52, 69 e 82 dias após a semeadura do ano agrícola 2012-2013, foram avaliados, respectivamente 18, 6 e 18 ensaios (Capítulo I). No ano agrícola 2013-2014, foram realizadas três épocas de semeadura e três cortes de massa verde na primeira e terceira épocas de semeadura, para avaliar a rebrota. Na segunda época de semeadura foi realizado um único corte (Capítulo II). O tamanho de parcela, para os dois anos agrícolas, foi determinado por meio do método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação e as comparações de médias, entre épocas de avaliação, entre cortes e entre as épocas de semeadura foram realizadas pelo teste t de *Student*. O número de repetições, para experimentos nos delineamentos inteiramente casualizado e 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 percentagem da média do experimento (d=10%, 12%, ..., 30%), foi determinado por processo iterativo até a convergência. No ano agrícola 2012-2013, o tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea de milho é de 4,46m<sup>2</sup>, para as três épocas de avaliação. Para avaliar até 50 tratamentos, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, quatro repetições são suficientes para identificar como significativas, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferenças entre médias de tratamentos de 28,75% da média do experimento (Capítulo I). No ano agrícola 2013-2014, o tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea de milho é de 4,97m<sup>2</sup>, para as três épocas de semeadura e cortes. Para avaliar até 50 tratamentos, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, cinco repetições são suficientes para identificar como significativas, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferenças entre médias de tratamentos de 28,66% da média do experimento (Capítulo II).

**Palavras-chave:** *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown. Ensaio de uniformidade. Planejamento experimental.

## GENERAL ABSTRACT

Master Dissertation  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### PLOT SIZE AND NUMBER OF REPETITIONS TO EVALUATE THE FRESH MASS OF AERIAL PART OF MILLET

AUTHOR: CLÁUDIA BURIN

ADVISOR: ALBERTO CARGNELUTTI FILHO

Local and Date: Santa Maria/RS, February 11<sup>th</sup>, 2015.

The present study aimed to determine the optimum plot size and number of repetitions to evaluate the fresh weight of aerial part of millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) in evaluation times (Chapter I) and to determine the optimum plot size and number of repetitions to evaluate the fresh weight of aerial part of millet in times of sowing and cuts (Chapter II). Were conducted uniformity trials of 6m×4m (24m<sup>2</sup>), in the agricultural years 2012-2013 and 2013-2014, at the experimental area of the Crop Science Department of the Federal University of Santa Maria. Each trial was divided in 24 experimental units basic (UEB) with 1m×1m (1m<sup>2</sup>). The fresh weight of aerial part of plants was weighed in each UEB. At 52, 69 and 82 days after sowing were evaluated, respectively, 18, 6 and 18 trials, in the agricultural year 2012-2013 (Chapter I). In the agricultural year 2013-2014, there were three times of sowing and three fresh weight cuts in the first and third times of sowing, to evaluate the regrowth. In the second time of sowing was conducted a single cut (Chapter II). The plot size, for two agricultural years, was determined by the method of maximum curvature of the model coefficient of variation and the means compared, among evaluation times, among cuts and among times of sowing by *Student's t* test. The number of repetitions, for experiments on completely randomized and randomized block designs, in scenarios of combinations of *i* treatments (*i*=3, 4, ..., 50) and *d* minimal differences between treatments means to be detected as significant, 5% probability by Tukey test, expressed in percentage of the average of the experiment (*d*=10%, 12%, ..., 30%), was determined by iterative process until convergence. In the agricultural year 2012-2013, the optimum plot size to evaluate the fresh weight of aerial part of millet is 4.46m<sup>2</sup>, to the three evaluation times. To evaluate up to 50 treatments, in completely randomized and randomized block designs, four replications are sufficient to identify as significant at 5% probability, by Tukey test, differences between treatment means of 28.75% of the average experiment (Chapter I). In the agricultural year 2013-2014, the optimum plot size to evaluate the fresh weight of aerial part of millet is 4.97m<sup>2</sup>, to the three times of sowing and cuts. To evaluate up to 50 treatments, in completely randomized and randomized block designs, five replications are sufficient to identify as significant at 5% probability, by Tukey test, differences between treatment means of 28.66% of the average experiment (Chapter II).

**Keywords:** *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown. Uniformity trials. Experimental design.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ , em  $m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_0}$ , em %), para massa verde de parte aérea (gramas  $m^{-2}$ ) de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), avaliada em 18 ensaios de uniformidade aos 52 dias após a semeadura (DAS) (primeira época de avaliação), seis ensaios de uniformidade aos 69DAS (segunda época de avaliação) e 18 ensaios de uniformidade aos 82DAS (terceira época de avaliação), no ano agrícola 2012-2013. ....38

Tabela 2. Número de repetições, para avaliar a massa verde de parte aérea de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), em 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 ( $d=10\%, 12\%, \dots, 30\%$ ), a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_0=4,46m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_0}=9,96\%$ ). ....39

Tabela 3. Número de repetições, para avaliar a massa verde de parte aérea de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), em 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 ( $d=10\%, 12\%, \dots, 30\%$ ), a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_0=4,46m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_0}=9,96\%$ ). ....40

Tabela 4. Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ , em  $m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_0}$ , em %), para massa verde de parte aérea ( $g m^{-2}$ ) de milho (*Pennisetum glaucum*

(L.) R. Brown), avaliada em três ensaios de uniformidade por época de avaliação, no primeiro corte em quatro épocas de avaliação aos 39, 46, 54 e 62 dias após a semeadura (DAS), no segundo corte em três épocas de avaliação aos 54, 62 e 80DAS e no terceiro corte em duas épocas de avaliação aos 69 e 82DAS, da primeira época de semeadura (18 de outubro de 2013) .....49

Tabela 5. Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ , em  $m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}$ , em %), para massa verde de parte aérea ( $g\ m^{-2}$ ) de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), avaliada em três ensaios de uniformidade por época de avaliação, no primeiro corte em quatro épocas de avaliação aos 43, 51, 58 e 64DAS, da segunda época de semeadura (26 de novembro de 2013) e no primeiro corte em quatro épocas de avaliação aos 36, 44, 51 e 57DAS, no segundo corte em duas épocas de avaliação aos 57 e 65DAS e no terceiro corte em duas épocas de avaliação aos 99DAS, da terceira época de semeadura (3 de dezembro de 2013) .....50

Tabela 6. Média do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ , em  $m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}$ , em %), da massa verde ( $g\ m^{-2}$ ) de parte aérea de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), avaliada em três épocas de semeadura, no agrícola 2013-2014 .....51

Tabela 7. 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 ( $d = 10, 12, \dots, 30\%$ ), para avaliar a massa verde de milho a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_o = 4,97\ m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o} = 11,10\%$ ) .....54

Tabela 8. 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 ( $d = 10, 12, \dots, 30\%$ ), para avaliar a massa verde de milho a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_o = 4,97 \text{ m}^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o} = 11,10\%$ ) .....56

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Cultura de milho (Pennisetum glaucum (L.) R. Brown).....	15
2.2 Planejamento experimental e ensaios de uniformidade .....	19
2.3 Métodos de estimação do tamanho de parcela e do número de repetições .....	21
<b>3 CAPÍTULO I - TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE REPETIÇÕES NA CULTURA DO MILHETO EM ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.....</b>	<b>24</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	25
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.4 CONCLUSÕES .....	34
3.5 REFERÊNCIAS.....	35
<b>4 CAPÍTULO II - TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE REPETIÇÕES NA CULTURA DO MILHETO EM ÉPOCAS DE SEMEADURA E CORTES.....</b>	<b>41</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	42
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.4 CONCLUSÕES .....	57
4.5 REFERÊNCIAS.....	57
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>61</b>

# 1 INTRODUÇÃO GERAL

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) possui importância mundial, pois é utilizado em regiões de clima tropical para as alimentações humana e animal (SCALÉA, 1998). É uma cultura anual de verão, de fácil implantação e manejo, que se adapta a diferentes condições de clima e solo, caracterizando-se por sua precocidade, seu alto potencial produtivo e nutritivo. Apresenta crescimento inicial rápido, principalmente nos 60 dias após a semeadura, com alta capacidade de cobertura do solo (CALVO et al., 2010). Quando semeado após as culturas de verão, o milheto pode ser utilizado na colheita de grãos ou como forragem em períodos secos, além de se adaptar melhor que outros cereais em solos arenosos e pouco férteis (TABOSA et al., 1999) e por mostrar-se tolerante a altas temperaturas e a períodos com déficit hídrico (PAYNE, 2000).

Com os avanços do melhoramento genético, novos genótipos de milheto são criados, principalmente os precoces e de alto potencial produtivo, e disponibilizados, principalmente, na região do Cerrado brasileiro. Nesse cenário, o milheto que era visto somente como planta de cobertura de solo no sistema de plantio direto, com elevado potencial produtivo de massa seca (NOZAKI; VENDRÚSCULO, 2010; RAMOS JUNIOR et al., 2013), passou a ser considerado como cultura de valor econômico importante para produção de forragem e silagem nessa região (DAN et al., 2009).

A cultura do milheto é uma excelente opção para a produção de palhada para cobertura de solos no sistema de plantio direto tanto no Cerrado como também para a região Sul, com produção de massa verde de até 44t ha<sup>-1</sup> (PRIESNITZ et al., 2011), elevado acúmulo de nutrientes, o que promove melhorias nos solos e benefícios às culturas subsequentes (PADOVAN et al., 2012). Na integração lavoura-pecuária, é utilizada em regiões tropicais, cultivada no outono/inverno, no período seco, para pastejo e no início do período chuvoso, suspende-se o pastejo, para rebrota e acúmulo de massa (QUEIROZ et al., 2012). Ainda, o milheto é muito utilizado na pecuária, tornando viável a sua utilização em diferentes sistemas de produção, pela elevada capacidade de suporte, aliada a satisfatórios ganhos de peso vivo dos animais (PACHECO et al., 2014).

Quando é realizado um experimento com uma cultura que não se tem conhecimento do tamanho de parcela, comumente são usados tamanhos de parcelas indicados para culturas semelhantes, ou o mesmo é determinado em função do tamanho da área experimental e do número de tratamentos. Sob o ponto de vista de estatística experimental esta prática não é a mais adequada, pois o tamanho de parcela depende da heterogeneidade da área experimental (STORCK et al., 2011) e das características específicas de cada cultura (BERTOLUCCI et al., 1991). Em um determinado local e tipo de solo, é importante que as estimativas de tamanho de parcela e número de repetições sejam obtidas a partir de banco de dados provenientes de distintas condições ambientais (anos agrícolas, épocas de semeadura e épocas de avaliação) para que a variabilidade presente na cultura seja contemplada e, para que as inferências possam ser extrapoladas com confiabilidade para outras condições ambientais.

No planejamento experimental, deve-se considerar que os recursos materiais, financeiros e humanos são, na maioria das vezes, restritos. Logo, além de se buscar resultados confiáveis, deve-se garantir experimentos e dados precisos (STORCK et al., 2006). Nesse sentido, o correto dimensionamento do tamanho de parcela, em qualquer cultura, é fundamental pois possibilita e apoia futuros trabalhos, e ainda é uma maneira de se aumentar a precisão experimental e maximizar as informações obtidas em um experimento. Experimentos com tamanho de parcela adequado possibilitam ao pesquisador maximizar os recursos utilizados, além de possibilitar maior controle e manejo do experimento, quando realizado em uma área de menor tamanho (SILVA et al., 2012).

Existem diversos métodos para estimar o tamanho ótimo de parcela. No entanto, um método recente e baseado no coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem e das estimativas da média e da variância, denominado método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (PARANAÍBA et al., 2009a), é considerado adequado para obter estimativas precisas do tamanho ótimo de parcela.

Juntamente com o tamanho de parcela apropriado, o dimensionamento de um experimento com número de repetições adequado implica em redução do erro experimental. O número de repetições de um experimento depende da área experimental, da cultura, do grau de precisão desejado, do delineamento experimental, dos tratamentos e do próprio tamanho de parcela (GOMEZ; GOMEZ,

1984). Por isso, a importância de determinar o tamanho de parcela adequado para estimar o número de repetições apropriado, pois um depende do outro, e ambos contribuem para diminuir o erro experimental e, conseqüentemente, aumentar a qualidade do experimento.

O planejamento de experimentos por meio da estimação do tamanho de parcela e do número de repetições visando diminuir o erro experimental e, conseqüentemente, obter informações confiáveis e fazer inferências precisas é importante em experimentos com culturas de cobertura de solo como o milheto. Estudos desta natureza, qualificam os resultados de pesquisas, possibilitando retorno econômico de quem se beneficia desses resultados, nas mais diversas áreas, devido a vasta aplicabilidade da cultura de milheto. Esses estudos também contribuirão para o planejamento de experimentos futuros com a cultura de milheto, devido a falta dessas informações para a cultura. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivos determinar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições, para avaliar a massa verde de parte aérea de milheto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultura de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown)

O milho pertence à família *Poaceae* (Gramineae), subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, subtribo *Panicenae* e gênero *Pennisetum* (BRUNKEN, 1977). É uma cultura originária da África, cultivada para a utilização de forragem na Austrália, sul da África, América do Sul e nos Estados Unidos (PONCET et al., 2000).

A cultura do milho foi introduzida no Brasil, no Estado do Rio Grande do Sul, como forrageira em 1929 (ARAÚJO, 1972). Já na década de 70, foi introduzida na região Nordeste, pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), como alternativa para a alimentação animal (MARTINS NETTO; ANDRADE, 2000). E, em meados dos anos 90, expandiu para as regiões de Cerrado, no sistema de plantio direto após os trabalhos de seleção iniciados em 1981, que resultaram no lançamento das variedades BN-1 e BN-2 em 1986 e 1991 respectivamente (MARTINS NETTO; DURÃES, 2005; KOLLET et al., 2006).

A espécie *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown apresenta ciclo vegetativo anual (150 a 160 dias), crescimento cespitoso, características morfológicas como porte ereto, com apenas um colmo, podendo atingir de 1 a 3m. Os caules, denominados colmos, são compactos, exceto abaixo da panícula. As folhas apresentam lâminas largas podendo medir de 20 a 100cm de comprimento e de 5 a 10mm de largura. A inflorescência é uma panícula densa ou contraída com 10 a 50cm de comprimento e 0,5 a 4,0cm de diâmetro (BOGDAN, 1977; ALCÂNTARA; BUFARAH, 1988). As panículas podem produzir de 500 a 2.000 sementes nas cores cinza, branca, amarela ou a mistura dessas cores (EMBRAPA, 1998).

A cultura do milho tem ampla versatilidade, sendo utilizada como planta forrageira, na forma de pastagem para o gado, principalmente na região Sul, na produção de grãos para fabricação de rações animais e como planta de cobertura de solo no sistema de plantio direto. Essa última prática trouxe a expansão da cultura, devido ao aumento do plantio direto nas regiões do Cerrado, onde a gramínea se desenvolve bem em situações adversas de clima e solo (PEREIRA FILHO et al.,



2003). Ainda, é uma alternativa para alimentação humana em áreas de baixa pluviosidade, como o Nordeste brasileiro (COSTA et al., 2005).

Devido a sua grande adaptação ao bioma dos Cerrados, o milho vem sendo utilizado com maior intensidade no período de safrinha (fevereiro a abril) e na primavera (agosto a outubro) (PADOVAN et al., 2012). Nos últimos anos a cultura vem ganhando destaque, principalmente os híbridos de alto potencial produtivo, oriundos do melhoramento genético. Isso tornou a espécie de cobertura ou de produção de palhada para o plantio direto, em cultura de valor econômico para produção de grãos e forragem, integrando a lavoura e a pecuária (DAN et al., 2009).

O milho é uma espécie forrageira alternativa para a pecuária no período de escassez de alimento, por ser resistente à seca, adaptado a solos de baixa fertilidade, por apresentar crescimento rápido e produção de massa considerável (AMARAL et al., 2008). No Rio Grande do Sul, é uma gramínea anual de estação quente mais utilizada em pastejo, visto que é uma planta atóxica aos animais em qualquer estágio vegetativo, apresenta boa palatabilidade, digestibilidade e potencial de produção de forragem de alta qualidade em um período reduzido, podendo suportar pesadas cargas animais (MOOJEN, 1999; SCHWARTZ et al., 2003; FARIA JÚNIOR et al., 2013).

O cultivo do milho em plantios de sucessão tem a finalidade de produção de forragens, na forma de pastagem e silagem (AMARAL et al., 2008). O primeiro pastejo deve ser iniciado antes do emborrachamento, permitindo estimular o perfilhamento, caso contrário, haverá redução na produção e na qualidade da forragem, reduzindo o período de pastejo (KICHEL; MIRANDA, 2000). É importante, após cada pastejo, fazer um corte de uniformização, para que os colmos não pastejados não atinjam o estágio de maturidade e rebrotem uniformemente (KICHEL; MACEDO, 1994). A altura das plantas após cortadas ou pastejadas não deve ser inferior a 20cm do solo. O ciclo de desenvolvimento das plantas aumenta de acordo com o regime de cortes, ou seja, quanto maior o número de cortes, maior será o ciclo da cultura (COIMBRA; NAKAGAWA, 2006).

Nos sistemas de produção animal a utilização de pastagens cultivadas visa manter altas produções de matéria seca e atender o desempenho animal a baixos custos. Nesse sentido, a pastagem de milho é uma alternativa para incrementar a carga animal e o ganho de peso em sistemas de recria de ovinos e quando comparada à pastagem natural, apresenta qualidade nutricional superior (BRUM et

al., 2008). A pastagem de milho também propicia melhor desempenho para bovinos em crescimento em relação à pastagem de grama estrela roxa e capim-Mombaça (PRADO et al., 2003).

A pastagem de milho utilizada em período de aproximadamente 90 dias, em novilhas de corte, promove ganhos individuais superiores, em torno de  $0,500\text{kg dia}^{-1}$ , aos potencialmente obtidos em campo nativo, tornando possível a intensificação do sistema de produção pecuário (MONTAGNER et al., 2008). Kichel; Miranda (2000) apontam que em animais de recria a pastagem de milho pode proporcionar ganhos de até  $600\text{kg ha}^{-1}$  de peso vivo, ou  $300\text{kg ha}^{-1}$  de carne em 150 dias de pastejo, equivalente a ganhos médios diários de  $0,95\text{kg/animal}$ , com 4,2 animais/ha.

A produção de grãos de milho no plantio em safrinha, pode chegar em torno de  $1.000$  e  $1.500\text{kg ha}^{-1}$  (PINHEIRO et al., 2003). Costa et al., 2005 avaliando cinco genótipos de milho em plantio realizado em janeiro, alcançaram produções de grãos de aproximadamente  $3.000\text{kg ha}^{-1}$ . Sob o ponto de vista da qualidade dos grãos e considerando seu baixo custo, a cultura serve de matéria-prima energética na formulação de dietas para animais, como suínos, aves, coelhos, bovinos e peixes (CATELAN, 2010; KAVATA et al., 2005). Se comparado ao milho, o milho apresenta valor próximo a 95% de seu valor energético, porém com teor e qualidade de proteína superior, variando de 12 a 14% (HIDALGO et al., 2004), sendo que os valores proteicos do sorgo e do milho são de 8,94% e 8,26%, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2005). Além disso, em situações que milho apresenta elevados preços, o milho contribui na redução de custos de rações e melhora a viabilidade econômica da produção (MURAKAMI et al., 2009).

A eficácia do sistema plantio direto está relacionada, dentre outros fatores, com a quantidade e a qualidade dos resíduos culturais deixados na superfície do solo pelas culturas antecessoras. O milho possui relação C:N elevada, o que propicia a decomposição lenta de seus resíduos, garantindo melhor cobertura do solo (LARA CABEZAS et al., 2004). A redução de N eleva a relação C:N do resíduo, podendo reduzir a taxa de mineralização. Resíduos culturais com relação C:N maior do que 30 têm decomposição lenta no solo e favorecem a imobilização e aqueles com relação C:N menor do que 30, apresentam rápida mineralização, aumentando a disponibilidade de N (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

O sistema radicular vigoroso e a alta capacidade de absorção de nutrientes são características que fazem com que o milho alcance melhor desempenho em

relação a outras coberturas verdes (MARCANTE et al., 2011). Além disso, o sistema radicular profundo permite a ciclagem de nutrientes (especialmente N e K) em quantidades apreciáveis, deixando-os disponíveis para as culturas subsequentes, pois as plantas de milho absorvem os nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, após a decomposição dos seus resíduos (PIRES et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2010).

Uma das principais vantagens do milho é a elevada capacidade de supressão de plantas daninhas, mesmo em condições de deficiência hídrica, favorecendo sobretudo o manejo em áreas de plantio direto (SUZUKI; ALVES, 2006). Trezzi; Vidal (2004) verificaram que o potencial de cobertura do solo oferecido pelo milho para a prática do plantio direto contribui em reduções médias de até 96% da infestação de algumas plantas daninhas.

Estudos realizados por Montagner (2004) revelaram alto potencial produtivo do milho para pastejo direto. A produção de matéria seca foi de 16,8 e 23,3t ha<sup>-1</sup>, avaliados em alturas de corte de 20-30 e 40-50cm, respectivamente, demonstrando também que à medida que o ciclo da cultura avança há aumento da produção e acúmulo de massa seca. Suzuki; Alves (2006) avaliando plantas de cobertura do solo, verificaram que milho alcançou produção de matéria seca de 11.834kg ha<sup>-1</sup> e massa verde de 48.542kg ha<sup>-1</sup>, contribuindo na proteção do solo contra erosão e perdas de nutrientes.

Resultados promissores tem sido verificados em estudos de desempenho de genótipos de milho. Costa et al. (2005) avaliando o potencial de genótipos de milho, verificaram que o ENA 1 produz mais biomassa na floração e apresenta potencial para utilização como planta de cobertura de solo, no sistema de plantio direto e o BRS 1501, pode ser utilizado para produção de biomassa e de grãos, principalmente em épocas de déficit hídrico. Já, os genótipos de milho ADR 500, LAB 1542 e LAB 1838 são indicados para pastejo e apresentam produção de massa seca e composição bromatológica semelhantes (LEÃO et al., 2012).

Em consórcio com plantas de cobertura ou em cultivo isolado, o milho se destaca em diversos trabalhos (OLIVEIRA et al., 2002; LIMA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2012), pelo seu bom desenvolvimento e perfilhamento, rusticidade, potencial de produtividade de massa verde e seca, rápida cobertura do solo e acúmulo de nutrientes, promovendo melhorias nas condições do solo e disponibilizando nutrientes para as culturas sucessoras.

## 2.2 Planejamento experimental e ensaios de uniformidade

Experimento é um procedimento planejado com base em uma hipótese, que tem por finalidade provocar fenômenos em condições controladas, observar e analisar os seus resultados e/ou efeitos. Um dos principais objetivos do planejamento experimental é maximizar as informações, com qualidade, em um menor período de tempo, para que os experimentos sejam menores e eficientes quanto à precisão e aos custos (STORCK et al., 2011).

Para que os resultados obtidos de experimentos apresentem conclusões consistentes e adequadas, é necessário que atendam aos princípios básicos da experimentação, como a repetição e a casualização, assim como o atendimento das pressuposições do modelo matemático, cujos efeitos devem ser aditivos, erros conjuntamente independentes, além de apresentarem variância homogênea e distribuição normal (STORCK et al., 2011).

A variação entre as parcelas ou unidades experimentais que recebem o mesmo tratamento, constitui uma estimativa do erro experimental, interferindo diretamente nos testes de hipóteses e nos procedimentos de comparações múltiplas de médias (STORCK et al., 2011; RAMALHO et al., 2012). À medida que aumenta o erro experimental, o valor da estatística F diminui, com isso, maior diferença entre as médias de tratamentos será necessária para ser considerada significativa (STORCK et al., 2011).

Para a execução de experimentos com precisão experimental de magnitude aceitável é importante conhecer a área e o material experimental, para determinação correta do delineamento experimental, do número de repetições e do tamanho de parcelas, e manter a uniformidade do manejo em toda área experimental (GOMEZ; GOMEZ, 1984; STEEL et al., 1997; BANZATTO; KRONKA, 2006; RAMALHO et al., 2012).

As fontes que interferem na magnitude de erro experimental estão contidas na heterogeneidade do solo e do material experimental, nas competições intraparcelar e interparcelar, amostragem na parcela, presença de plantas daninhas, pragas e doenças, entre outras, e podem ser minimizadas, mas não podem ser eliminadas totalmente (STORCK et al., 2011).

O tamanho e a forma das parcelas implicam no tamanho total da área a ser utilizada para o experimento, bem como, na quantidade de materiais experimentais, na utilização de recursos humanos, no manejo dos experimentos e nos recursos financeiros (MARTIN et al., 2007). Muitas vezes, os pesquisadores utilizam tamanhos de parcelas empíricos, baseados em tamanhos práticos no sentido da condução do experimento, da área disponível ou da própria experiência (LÚCIO et al., 2011).

A heterogeneidade do material experimental juntamente com a heterogeneidade do solo, influenciam diretamente no número de repetições necessário e no tamanho adequado da parcela experimental (STEEL et al., 1997). A heterogeneidade do solo ocorre devido às diferenças nas características físico-químicas, na textura e na fertilidade do solo, no relevo, drenagem, decomposição de resíduos culturais e aplicação de fertilizantes antes da implantação do experimento (GOMEZ; GOMEZ, 1984; STEEL et al., 1997; STORCK et al., 2011). Assim, a determinação dos mesmos deve ser feita para cada cultura e local em que as condições climáticas e de solo forem diferentes das que já tenham sido definidas (OLIVEIRA; ESTEFANEL, 1995). Outro fator é a espécie cultivada, pois as diferentes culturas possuem necessidades fisiológicas distintas e, por isso, respondem desigualmente às variações ambientais (BERTOLUCCI et al., 1991).

Uma das formas de se avaliar a heterogeneidade de uma área experimental é a implantação e a condução de ensaio de uniformidade (GOMEZ; GOMEZ, 1984). Ensaios de uniformidade ou ensaios em branco são experimentos conduzidos com um único tratamento, onde toda a área experimental é cultivada com a mesma espécie e tratos culturais uniformes. A partir desses ensaios são calculados a variância e o coeficiente de variação para diferentes dimensões de parcelas avaliadas. O tamanho de parcela pode ser estimado também, pelo uso de experimentos delineados (IGUE et al., 1991; DONATO et al., 2008).

A colheita das plantas em um ensaio de uniformidade é realizada em partes constituídas de áreas de dimensões preestabelecidas, chamadas de unidades experimentais básicas (UEB). Parcelas de tamanhos distintos podem ser estabelecidas. Esses ensaios são adequados para a obtenção de dados para estimar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições (STORCK et al., 2011; RAMALHO et al., 2012).

Ensaio de uniformidade têm sido realizados para a determinação do tamanho de parcela em plantas de cobertura de solo, como nas culturas de nabo forrageiro (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011a), de aveia preta (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014a), de feijão de porco (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014b), de mucuna cinza (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014c) e de tremoço branco (CARGNELUTTI FILHO et al., 2015). Não foram encontrados estudos referentes ao tamanho de parcela e número de repetições para a cultura do milheto. Utilizam-se tamanhos de parcelas empíricos para estimar massa verde e massa seca, tais como: 4m<sup>2</sup>, em consórcio com outros adubos verdes (FINHOLDT et al., 2009), 8m<sup>2</sup> (TEIXEIRA et al., 2011), 9m<sup>2</sup> (CARPIM et al., 2008; PEDRICO et al., 2010), 15 m<sup>2</sup> (MOREIRA et al., 2003), tamanhos de parcelas variáveis como 32m<sup>2</sup>, 40m<sup>2</sup> e 48m<sup>2</sup> em um mesmo experimento (SILVA et al., 2000) e tamanhos de parcelas relativamente grandes como de 675m<sup>2</sup> (PEDROSO et al., 2009). Em trabalhos avaliando a massa de forragem de milheto tamanhos ainda maiores de 1.350m<sup>2</sup> e 13.000m<sup>2</sup> foram utilizados por Jochims et al. (2010) e Pacheco et al. (2014), respectivamente.

O número de repetições utilizados nos experimentos com a cultura de milheto também é variável, sendo conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com duas repetições (JOCHIMS et al., 2010), quatro repetições (FINHOLDT et al., 2009; PEDROSO et al., 2009), cinco repetições (PACHECO et al., 2014) e em blocos ao acaso com quatro repetições (SILVA et al., 2000; CARPIM et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2011) e com seis repetições (MOREIRA et al., 2003).

### **2.3 Métodos de estimação do tamanho de parcela e do número de repetições**

A lei empírica de Smith (1938) é a precursora de vários outros métodos de determinação do tamanho de parcela, estabelecendo uma relação entre a variância de parcelas com o índice de heterogeneidade do solo. O método proposto por Federer (1955) é um método gráfico ou também chamado método da máxima curvatura. Esse método relaciona, num sistema de coordenadas, os tamanhos de parcela com as variâncias ou com coeficientes de variação, formando uma curva, sendo o tamanho ótimo indicado pela maior distância entre a curva e uma reta que

liga as extremidades. Após esses, surgiram os métodos algébricos, que estimam o tamanho ótimo de parcelas usando as estimativas dos parâmetros de funções que relacionam as variâncias com os tamanhos de parcelas planejados (LESSMAN; ATKINS, 1963; MEIER; LESSMAN, 1971; THOMAS, 1974), métodos que levam em consideração o uso de experimentos delineados (IGUE et al., 1991; DONATO et al., 2008) e métodos que consideram experimentos com aplicação de tratamentos (ROSSETTI, 2002; ALVES; SERAPHIN, 2004).

Mais recentemente, o tamanho de parcela tem sido estimado com base no método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, considerado adequado para estimar o tamanho ótimo de parcela em arroz (PARANAÍBA et al., 2009a), trigo e mandioca (PARANAÍBA et al., 2009b). Nesse método, a partir do ensaio de uniformidade, o pesquisador obtém estimativas da média, variância e autocorrelação espacial de primeira ordem (PARANAÍBA et al., 2009a). É um método bastante utilizado por ser simples, prático, que não depende de critérios específicos, nem da qualidade do ajuste de modelos, além da vantagem de não precisar agrupar as unidades experimentais básicas (PARANAÍBA et al., 2009a; PARANAÍBA et al., 2009b).

Em híbridos de milho, Cargnelutti Filho et al. (2011b), determinaram o tamanho ótimo de parcela de 5,04 unidades experimentais básicas para o híbrido simples ( $4,03\text{m}^2$ ), 5,24 para o híbrido triplo ( $4,19\text{m}^2$ ) e 5,53 para o híbrido duplo ( $4,42\text{m}^2$ ). Esses autores obtiveram as estimativas de tamanho de parcela pelos métodos da curvatura máxima modificada (LESSMAN; ATKINS, 1963) e da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (PARANAÍBA et al., 2009a). Ainda, em culturas de cobertura de solo, para avaliar a massa verde de nabo forrageiro (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011a) e de aveia preta (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014a) e caracteres de feijão de porco (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014b) e de tremoço branco (CARGNELUTTI FILHO et al., 2015), foi utilizado o método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (PARANAÍBA et al., 2009a), para obter estimativas precisas do tamanho ótimo de parcela.

Metodologias para determinar o número de repetições podem ser encontradas em Cochran; Cox (1957), Hatheway (1961), Gomes (1990) e Steel et al. (1997). Entretanto, algumas dependem de experimentos específicos e outras são pouco precisas (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009).

Hatheway (1961) propôs um método que não leva em consideração os custos para obtenção das informações, utilizados no método de Smith (1938), mas ainda é necessário determinar o índice de heterogeneidade do solo. No entanto, de modo mais simples e prático, com a fórmula da diferença mínima significativa do teste de Tukey, que em conjunto com a fórmula do coeficiente de variação experimental, resultam na fórmula para o cálculo do número de repetições. Essa metodologia tem sido utilizada nas culturas de aveia preta (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014a) e de feijão de porco (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014b) e permite ao pesquisador, a partir de um cenário de combinações de tratamentos e diferenças mínimas entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas em nível  $\alpha$  de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressas em porcentagem da média do experimento, utilizar o número de repetições necessário, com um tamanho de parcela estabelecido, em delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso.



### 3 CAPÍTULO I

## TAMANHO DE PARCELA E NÚMERO DE REPETIÇÕES NA CULTURA DO MILHETO EM ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO

### RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ) e o número de repetições para avaliar a massa verde de parte aérea de milho, em épocas de avaliação. Foram conduzidos 42 ensaios de uniformidade de  $6m \times 4m$  ( $24m^2$ ), sendo que cada ensaio foi dividido em 24 unidades experimentais básicas (UEB) de  $1m \times 1m$  ( $1m^2$ ). Aos 52, 69 e 82 dias após a semeadura, foram avaliados, respectivamente 18, 6 e 18 ensaios, nos quais foi pesada a massa verde das plantas de cada UEB. O  $X_o$  foi determinado pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação e as comparações de médias entre as épocas de avaliação foram realizadas pelo teste t de *Student*. O número de repetições, para experimentos nos delineamentos inteiramente casualizado e 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 ( $d=10\%, 12\%, \dots, 30\%$ ), foi realizado por processo iterativo até a convergência. O tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea de milho é de  $4,46m^2$ , para as três épocas de avaliação. Para avaliar até 50 tratamentos, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, quatro repetições são suficientes para identificar como significativas, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferenças entre médias de tratamentos de 28,75% da média do experimento.

**Palavras-chave:** *Pennisetum glaucum* L., ensaio de uniformidade, planejamento experimental, precisão experimental.

## PLOT SIZE AND NUMBER OF REPETITIONS IN EVALUATION TIMES IN MILLET CROP

### ABSTRACT

The objectives of this work were to determine the optimum plot size ( $X_o$ ) and number of repetitions, to evaluate the fresh weight of aerial part of millet, in evaluation times. Forty-two uniformity trials with  $6m \times 4m$  ( $24m^2$ ) were conducted. Each trial was divided in 24 experimental units basic (UEB) with  $1m \times 1m$  ( $1m^2$ ). At 52, 69 and 82 days after sowing were evaluated, respectively, 18, 6 and 18 trials, where the fresh weight of plants was weighed in each UEB. The  $X_o$  was determined by the method of maximum curvature of the model coefficient of variation and the means compared, among evaluation times, by *Student's t* test. The number of repetitions for experiments on completely randomized and randomized block designs, in scenarios of combinations of  $i$  treatments ( $i=3, 4, \dots, 50$ ) and  $d$  minimal differences between treatments means, to be detected as significant, 5% probability by Tukey test, expressed in percentage of the average of the experiment ( $d=10\%, 12\%, \dots, 30\%$ ), was determined by iterative process until convergence. The optimum plot size to evaluate the fresh weight of aerial part of millet is  $4.46m^2$ , to the three evaluation times. To evaluate up to 50 treatments, in completely randomized and randomized block designs, four replications are sufficient to identify, as significant at 5% probability, by Tukey test, differences between treatment means of 28.75% of the average experiment.

**Key words:** *Pennisetum glaucum* L., uniformity trials, experimental design, experimental precision.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) é uma gramínea anual que apresenta potencial de cobertura de solo e lenta decomposição dos resíduos vegetais (BOER et al., 2008), destacando-se pela capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio (CAZETTA et al., 2005). A cultura tem ampla aplicabilidade, sendo utilizada como forragem de alto valor nutritivo, na produção de grãos, como pastagem e na produção de silagem (BUSO et al., 2014).

Como planta de cobertura de solo, o milho alcançou produção de massa seca de 11,83 t ha<sup>-1</sup> e massa verde de 48,54 t ha<sup>-1</sup>, em sucessão de culturas (SUZUKI & ALVES, 2006). Estudos revelam ainda o alto potencial de produção de massa verde da cultura quando colhida em épocas de avaliação e em diferentes estádios fenológicos, visando diferentes formas da sua utilização (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2009; PRIESNITZ et al., 2011). Em consórcio com leguminosas, o milho apresentou quantidade de massa verde semelhante ao seu cultivo exclusivo, com produção de massa seca de 14,18 t ha<sup>-1</sup> e massa verde de 45,76 t ha<sup>-1</sup>, confirmando o alto potencial na cobertura de solo, proporcionando proteção ao solo e maior retenção de umidade, o que favorece os cultivos subsequentes (OLIVEIRA et al., 2002).

A massa verde de plantas é um caractere importante a ser avaliado, pois revela o potencial e o desempenho de plantas de cobertura de solo e seus benefícios para o solo e para as culturas sucessoras. O planejamento de experimentos em culturas de cobertura de solo, principalmente na mensuração de massa verde, por meio de adequado tamanho de parcela e o número de repetições, é importante para minimizar o erro experimental, e, conseqüentemente, aumentar a precisão experimental e a confiabilidade dos resultados. Dentre as metodologias utilizadas para a determinação do tamanho ótimo de parcela, o método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (PARANAÍBA et al., 2009), é considerado adequado. Para que seja possível a utilização dessa metodologia é necessário ter ensaios de uniformidade, a partir dos quais são obtidos dados para estimar o tamanho ótimo de parcela. Esses ensaios não apresentam tratamentos e os tratamentos culturais são homogêneos em toda área experimental (STORCK et al., 2011; RAMALHO et al., 2012). Para a realização de avaliações de caracteres da cultura em estudo, a área experimental é dividida em unidades experimentais básicas (UEB) de menor dimensão possível.

Estudos com a cultura de milho, nas diversas áreas em que a espécie é utilizada mostram que não há padronização no tamanho de parcela e no número de repetições utilizados nos experimentos. Nesse sentido, FINHOLDT et al. (2009), utilizaram parcelas experimentais de 5m<sup>2</sup> (2,5m×2m), com área útil de 4m<sup>2</sup> e quatro repetições, para a avaliação da produção de biomassa e cobertura de solo proporcionada pelos principais adubos verdes, entre eles, o milho. Já PRIESNITZ et al. (2011), estudando a relação do espaçamento entre linhas com o rendimento de biomassa verde e seca, utilizaram parcelas de 12m<sup>2</sup> (4,8m×2,5m), em diferentes

espaçamentos e com quatro repetições. Para a avaliação de caracteres agrônômicos, entre eles a massa verde, de três genótipos de milho, GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2009) utilizaram parcelas constituídas por quatro linhas com cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,90m e área útil de 18m<sup>2</sup>, com quatro repetições. Em experimento com semeadura a lanço, MARCANTE et al. (2011) utilizaram parcelas de 20m<sup>2</sup> (5m×4m) e cinco repetições, para avaliar a fitomassa seca. Também em semeadura a lanço, TIMOSSÍ et al. (2007) utilizaram parcelas de 300m<sup>2</sup> (6m×50m) e oito repetições, para a avaliação do desenvolvimento de culturas de cobertura de solo, como capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), braquiário (*Brachiaria brizantha*) e milho (*Pennisetum glaucum*). Nos trabalhos supracitados, foi utilizado o delineamento blocos ao acaso, com exceção do trabalho realizado por FINHOLDT et al. (2009), no qual foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado.

Estudos para a determinação do tamanho de parcela, avaliando a massa verde, têm sido realizados em plantas de cobertura de solo. Nas culturas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), o tamanho ótimo de parcela foi de 1,20m<sup>2</sup> (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011), 4,14m<sup>2</sup> (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014a) e 5,85m<sup>2</sup> (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014b), respectivamente. No entanto, na cultura do milho, estudos referentes ao tamanho de parcela e o número de repetições para avaliar a massa verde de parte aérea não foram encontrados na literatura. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições, para avaliar a massa verde de parte aérea de milho, em épocas de avaliação.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos 42 ensaios de uniformidade com a cultura milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), cv. comum (conforme descrição do lote de sementes), em área experimental de 28m×60m (1.680m<sup>2</sup>), localizada a 29°42'S, 53°49'W e a 95m de altitude, no ano agrícola 2012-2013. A semeadura de milho foi realizada a lanço, em 26 de outubro de 2012, na densidade de 20 kg ha<sup>-1</sup>. A emergência ocorreu em 02 de novembro de 2012. A adubação de base foi de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e em 12 de novembro de 2012 foram aplicados, em cobertura, 90 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6m×4m (24m<sup>2</sup>) foi dividido em 24 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m×1m (1m<sup>2</sup>), resultando em uma matriz de seis linhas e quatro colunas. Foram avaliados 18 ensaios aos 52 dias após a semeadura (primeira época de avaliação), seis ensaios aos 69 dias após a semeadura (segunda época de avaliação) e 18 ensaios aos 82 dias após a semeadura (terceira época de avaliação), totalizando 42 ensaios de uniformidade e 1.008UEB de 1m<sup>2</sup>. As avaliações, em cada UEB de cada ensaio, consistiram no corte da parte aérea das plantas, junto à superfície do solo e a sua pesagem para a obtenção da massa verde, em gramas m<sup>-2</sup>.

Conforme a metodologia de PARANAÍBA et al. (2009), para cada um dos 42 ensaios de uniformidade, com os dados de massa verde de parte aérea das 24UEB, foram determinados o coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), a variância ( $s^2$ ), a média ( $m$ ) e o coeficiente de variação (CV, em %) do ensaio. A estimativa de  $\rho$  foi obtida no sentido das linhas. Para isso, iniciou-se o caminhar na matriz a partir da 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 caminhar na UEB localizada na linha 6, coluna 1. Posteriormente para um dos 42 ensaios, foi calculado o tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ , em m<sup>2</sup>) pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, pela expressão  $X_o = \frac{10\sqrt[3]{2(1-\rho^2)s^2m}}{m}$  e determinado o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}$ , em %), pela expressão  $CV_{X_o} = \frac{\sqrt{(1-\rho^2)s^2/m^2}}{\sqrt{X_o}} \times 100$  (PARANAÍBA et al., 2009).

Para as estimativas de  $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ , CV,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ , em cada época de avaliação, foram calculadas a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e o valor-p do teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*. A comparação de médias, das estatísticas  $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ , CV,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ , entre as épocas de avaliação, foi realizada pelo teste t de *Student* para amostras independentes, a 5% de probabilidade de erro. Essas comparações de médias foram realizadas duas a duas.

Para o cálculo do número de repetições partiu-se da diferença mínima significativa ( $d$ ) do teste de Tukey, em percentagem da média geral do

experimento, estimada pela expressão  $d = \frac{q_{\alpha(i;GLE)} \sqrt{\frac{QME}{r}}}{m} \times 100$ , sendo  $q_{\alpha(i;GLE)}$  o valor crítico do teste de Tukey em nível  $\alpha$  de probabilidade de erro ( $\alpha=0,05$ ),  $i$  o número de tratamentos, GLE o número de graus de liberdade do erro, no caso, utiliza-se  $i(r-1)$  para o delineamento inteiramente casualizado e  $(i-1)(r-1)$  para o delineamento blocos ao acaso, QME o quadrado médio do erro,  $r$  o número de repetições e  $m$  a média do experimento. Substituindo a expressão do coeficiente de variação experimental  $\left( CV = \frac{\sqrt{QME}}{m} \times 100 \right)$ , em percentagem, na expressão de  $d$  e isolando  $r$ , calcula-se o número de repetições pela expressão  $r = \left( \frac{q_{\alpha(i;GLE)} CV}{d} \right)^2$ . O coeficiente de variação experimental da expressão corresponde ao  $CV_{X_0}$  e é expresso em percentagem, pois é o CV esperado para o experimento com  $X_0$  determinado (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014a). Posteriormente, com base na média de  $CV_{X_0}$ , entre as três épocas de avaliação, foi determinado o número de repetições ( $r$ ), por processo iterativo até a convergência (parte-se de um valor inicial de repetições e a cada resultado gerado o mesmo é inserido na fórmula e novamente recalculado um novo número de repetições até o mesmo alcançar um valor constante), para experimentos nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, em cenários formados pelas combinações de  $i$  ( $i=3, 4, \dots, 50$ ) e  $d$  ( $d=10\%, 12\%, \dots, 30\%$ ). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel<sup>®</sup> e do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatada variabilidade das estatísticas: coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV), tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_0}$ ), obtidos a partir da massa verde de parte aérea de milho, nos 18 ensaios da primeira época de avaliação ( $12,99\% \leq CV \leq 170,61\%$ ), nos seis ensaios da segunda época de avaliação ( $6,50\% \leq CV \leq 521,66\%$ ) e nos 18 ensaios da

terceira época de avaliação ( $6,46\% \leq CV \leq 112,11\%$ ) (Tabela 1). Ampla variabilidade das estimativas entre os ensaios, em cada época de avaliação, também foi constatada em estudo de CARGNELUTTI FILHO et al. (2014a). Segundo os autores, esse cenário de variabilidade é importante em estudos de tamanho ótimo de parcela e de número de repetições, pois expressa condições reais da cultura a campo, ao longo do seu ciclo.

De acordo com a normalidade dos dados, verificada por meio do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, todas as estatísticas ( $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ ,  $CV$ ,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ ) apresentaram boa aderência à distribuição normal na primeira ( $p \geq 0,115$ ), na segunda ( $p \geq 0,524$ ) e na terceira época de avaliação ( $p \geq 0,633$ ) (Tabela 1). Como os dados se ajustaram a distribuição normal, existe maior concentração de ensaios com os valores das estatísticas  $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ ,  $CV$ ,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$  próximas ao valor central e poucos ensaios com valores extremos (altos e baixos). Com isso, é possível utilizar as informações centrais dessa distribuição. E como não houve diferença significativa entre as épocas de avaliação para as estatísticas  $\rho$ ,  $s^2$ ,  $CV$ ,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$  (Tabela 1), os valores médios de  $\rho=0,11$ ,  $s^2=1.613.363,37$ ,  $CV=21,90\%$ ,  $X_o=4,46m^2$  e  $CV_{X_o}=9,96\%$  são apropriados para representar as três épocas de avaliação.

A média de massa verde dos ensaios foi maior na terceira época de avaliação ( $58,83 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi maior e diferiu estatisticamente da segunda época de avaliação ( $55,25 \text{ t ha}^{-1}$ ), que obteve a menor média de massa verde. A média de massa verde da primeira época de avaliação ( $57,29 \text{ t ha}^{-1}$ ) não diferiu estatisticamente da segunda e da terceira época (Tabela 1). Os valores médios de massa verde foram superiores aos verificados por GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2009), que avaliaram três genótipos de milho, em épocas de avaliação, e obtiveram médias de  $28,87 \text{ t ha}^{-1}$ ,  $29,22 \text{ t ha}^{-1}$  e  $30,45 \text{ t ha}^{-1}$ , aos 52, 67 e 82 dias após a semeadura (DAS), respectivamente. Ainda, um dos genótipos (CMS-1) apresentou comportamento semelhante ao presente estudo, com maior produção de massa verde aos 82DAS e menor produção de massa verde aos 67DAS. Contudo, os autores verificaram que as épocas de avaliação não tiveram efeito significativo para os três genótipos.

A massa verde de parte aérea de milho oscilou entre  $3.576,25 \text{ gramas m}^{-2}$  no ensaio 5 da primeira época de avaliação e  $6.687,75 \text{ gramas m}^{-2}$  no ensaio 4 da terceira época de avaliação. A média dos 42 ensaios nas três épocas de avaliação foi de  $5.712,75 \text{ gramas m}^{-2}$  ou  $57,12 \text{ t ha}^{-1}$  (Tabela 1). Em estudo desenvolvido por FINHOLDT et al. (2009), foram obtidas  $58,10 \text{ t ha}^{-1}$  de massa verde de milho aos

50DAS. Dessa forma, a média de massa verde dos ensaios da primeira época de avaliação (52DAS) e a média geral foram semelhantes às obtidas por FINHOLDT et al. (2009), em experimento realizado em Uberaba, Estado de Minas Gerais. Em trabalho desenvolvido por COSTA et al. (2013), também foram obtidos valores semelhantes aos do presente estudo, com massa verde de 57,18 e 55,95 t ha<sup>-1</sup>, em pleno florescimento, na densidade de semeadura de 25 e 50 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, utilizando uma cultivar comum. Valor inferior de massa verde de 44,16 t ha<sup>-1</sup>, foi obtido em estudo de PRIESNITZ et al. (2011) em uma cultivar comum, em estágio de maturação fisiológica. Valores inferiores também foram verificados por SUZUKI & ALVES (2006) e OLIVEIRA et al. (2002). Em relação à primeira época de avaliação (52DAS), valor superior de massa verde de 63,52 t ha<sup>-1</sup>, foi obtido por BOER et al. (2008), aos 53DAS, utilizando a variedade ADR 500. Isso pode ser explicado pela utilização de uma variedade melhorada geneticamente para a produção de biomassa. Essas diferenças de massa verde constatadas podem estar relacionadas às variedades utilizadas, às condições edafoclimáticas predominantes em cada local e aos períodos de avaliação e tempo de manejo da cultura (BOER et al., 2008). Portanto, pode-se destacar que, em geral, a cultura teve desenvolvimento adequado e elevado potencial produtivo nas três épocas de avaliação, o que confere credibilidade aos resultados obtidos.

Deve ser considerado ainda que, dependendo da variedade, a produção das plantas de milho tem desempenho distinto, principalmente se o manejo ocorrer em diferentes estádios fenológicos (PIRES et al., 2007). Nesse sentido, SILVA et al. (2002) também ressaltam que a época de corte de plantas de cobertura de solo, no caso, o milho, deve ser de preferência após o florescimento e antes da frutificação, para garantir a adição de uma boa quantidade de material vegetal ao solo. Expressivas produções de massa verde promovem uma cobertura de solo eficiente, podendo até favorecer a supressão de plantas daninhas, reduzindo os custos para o seu controle (PIRES et al., 2007) e ainda, melhorando as condições do solo para as culturas sucessoras. Por isso, a importância do estudo com a cultura do milho em épocas de avaliação para verificar a influência da variabilidade de produção de massa verde no tamanho de parcela, ao longo das épocas.

A média dos coeficientes de variação (CV) de massa verde oscilou entre 21,64% na terceira época de avaliação e 22,36% na segunda época de avaliação (Tabela 1). Coeficientes de variação dessa magnitude estão acima do valor



observado de CV de 10,62%, em trabalho realizado por GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2009), mensurando a massa verde de parte aérea de três genótipos de milho, em épocas de avaliação. E também estão acima do valor verificado em trabalho realizado por PRIESNITZ et al. (2011), que obtiveram CV de 17,67% e 16,40%, avaliando a massa verde de duas cultivares de milho, em estágio de grão pastoso e na maturação fisiológica, respectivamente. Esses valores são considerados aceitáveis pelo fato de que os experimentos conduzidos a campo geralmente apresentam estimativas de coeficientes de variação mais elevadas, devido ao menor controle do erro experimental (SMIDERLE et al., 2014).

Nem todos os tamanhos de parcela estimados são operacionalmente viáveis, devido ao custo para condução de experimentos, demanda de mão de obra, tempo e as limitações da área experimental. Os tamanhos ótimos de parcela, estimados pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, para avaliar a massa verde de parte aérea de milho não apresentaram diferenças entre as três épocas de avaliação. Esses resultados indicam que as mudanças ambientais ocorridas ao longo das épocas de avaliação não foram suficientes para alterar as estatísticas estudadas ( $\rho$ ,  $s^2$ , CV,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ ), com exceção da média, que apresentou diferenças significativas nas épocas de avaliação, porém praticamente estabilizou sua produção de massa verde aos 52DAS. Logo, o valor médio de tamanho ótimo de parcela para as três épocas de avaliação, no ano agrícola 2012-2013, foi de 4,46UEB de  $1m^2$  ( $4,46m^2$ ) e o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela foi de 9,96% (Tabela 1). Nos estudos de TIMOSI et al. (2007), GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2009), MARCANTE et al. (2011) e PRIESNITZ et al. (2011) foram utilizadas parcelas de tamanho superior ao  $X_o$  do presente estudo, o que pode indicar que as informações obtidas nesses estudos apresentam credibilidade.

Em cenários formados pelas combinações de três tratamentos variando até 50 tratamentos e 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 ( $d=10\%$ ,  $12\%$ , ...,  $30\%$ ), para avaliar a massa verde de parte aérea de milho no delineamento inteiramente casualizado (DIC), o número de repetições oscilou entre 2,63 (três tratamentos e  $d=30\%$ ) e 31,76 (50 tratamentos e  $d=10\%$ ) (Tabela 2) e no delineamento blocos ao acaso (DBA) variou de 2,35 (três tratamentos e  $d=30\%$ ) a 31,76 (50 tratamentos e  $d=10\%$ ) (Tabela 3).

Em um experimento com 50 tratamentos e maior precisão experimental ( $d=10\%$ ), são necessárias 31,76 repetições, nos delineamentos DIC e DBA, não sendo viável a realização de experimentos com esse elevado número de repetições (Tabelas 2 e 3). Com as informações disponíveis nas tabelas 2 e 3 e utilizando o tamanho de parcela de  $4,46\text{m}^2$ , o pesquisador pode fazer a combinação de tratamentos, diferenças mínimas entre médias de tratamentos e número de repetições que julgar necessário, conforme a disponibilidade de área experimental, de tempo e de recursos humanos e financeiros.

Em um experimento utilizando DIC ou DBA e fixando o  $X_0$ , o  $CV_{X_0}$  e  $d$ , com o acréscimo do número de tratamentos, o número de repetições aumenta (Tabelas 2 e 3), assim como foi comprovado por CARGNELUTTI FILHO et al. (2014a) e CARGNELUTTI FILHO et al. (2014b). E, conforme aumenta o número de tratamentos, o número de repetições para DBA e para DIC se aproxima. Logo, para avaliar 50 tratamentos e  $d=30\%$ , são necessárias 3,69 repetições em DIC e DBA (Tabelas 2 e 3). Na prática, em experimentos a campo não é possível utilizar 3,69 repetições, então, o correto é utilizar quatro repetições. Esse número de repetições ( $r=4$ ), também foi utilizado em trabalhos realizados por FINHOLDT et al. (2009), GUIMARÃES JÚNIOR et al. (2009) e PRIESNITZ et al. (2011).

A dimensão adequada da parcela e o número de repetições adequado confere maior precisão experimental, e qualifica a inferência dos resultados, pois a finalidade de um experimento é detectar a existência de diferenças significativas entre tratamentos testados (DONATO et al., 2008). Com base na fórmula da diferença mínima significativa ( $d$ ) do teste de Tukey, expressa em percentagem da média do experimento, utilizando  $i=50$ ,  $\alpha=0,05$ ,  $CV_{X_0}=9,96\%$  e  $r=4$ , obtém-se  $d=28,74\%$ , para o delineamento inteiramente casualizado e  $d=28,75\%$ , para o delineamento blocos ao acaso. Então, pode-se inferir que, para avaliar massa verde de parte aérea de milho em experimentos nos delineamentos DIC e DBA com até 50 tratamentos, quatro repetições são suficientes para identificar pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferenças significativas entre médias de tratamentos de 28,75% da média do experimento.

### **3.4 CONCLUSÕES**

O tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea de milho é de 4,46 unidades experimentais básicas de  $1\text{m}^2$  ( $4,46\text{m}^2$ ), para as três épocas de avaliação. Para avaliar até 50 tratamentos, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, quatro repetições são suficientes para identificar como significativas, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferenças entre médias de tratamentos de 28,75% da média do experimento.

### **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), pela concessão de bolsas aos autores. Aos alunos bolsistas e voluntários pelo auxílio na coleta de dados.

### 3.5 REFERÊNCIAS

- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.843-851, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n2/38.pdf>
- BUSO, W.H.D.; FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E.S. Bromatological composition and dry matter digestibility of millet cultivars subjected to nitrogen doses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, p.887-893, 2014. <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v66n3/0102-0935-abmvz-66-03-00887.pdf>
- 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, p.1732-1739, 2014a. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n10/0103-8478-cr-44-10-01732.pdf>
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; ALVES, B.M.; NEU, I.M.M.; CASAROTTO, G.; FACCO, G. Tamanho de parcela e número de repetições em feijão de porco. **Ciência Rural**, v.44, p.2142-2150, 2014b. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n12/0103-8478-cr-44-12-02142.pdf>
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; FICK, A.L.; CASAROTTO, G. Tamanhos de parcela e de ensaio de uniformidade em nabo forrageiro. **Ciência Rural**, v.41, p.1517-1525, 2011. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n9/a9911cr5182.pdf>
- CAZETTA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, p.575-580, 2005. <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1298/1090>
- COSTA, A.C.T.; ERIG, M.C.; REGINATTO, J.R.; DOMUKOSKI, J.F.; ECCO, M.; DUARTE JÚNIOR, J.B.; VASCONCELOS, E.S. Comportamento do milho na safra de verão em função do espaçamento entrelinhas e densidade de semeadura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, p.347-353, 2013. <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/9556>
- DONATO, S.L.R.; SIQUEIRA, D.L.; SILVA, S.O.; CECON, P.R.; SILVA, J.A.; SALOMÃO, L.C.C. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de

- descritores fenotípicos em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.957-969, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n8/v43n8a03.pdf>
- FINHOLDT, R.S.; ASSIS, A.M.; BISINOTTO, F.F.; AQUINO JÚNIOR, V.M.; SILVA, L.O. Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes. **FAZU em Revista**, p.11-14, 2009. <http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/view/36/30>
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; JAYME, D.G.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. Avaliação agrônômica de genótipos de milho (*P. glaucum*) plantados em período de safrinha. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.629-632, 2009. [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19\\_14\\_17\\_37NotaAvaliacaoGuimaraes.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19_14_17_37NotaAvaliacaoGuimaraes.pdf)
- MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A.; PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v.27, p.196-204, 2011. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7564/7224>
- OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1079-1087, 2002. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/108305/1/pab1126.pdf>
- PARANÁIBA, P.F.; FERREIRA, D.F.; MORAIS, A.R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v.27, p.255-268, 2009. [http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v27/v27\\_n2/Patricia.pdf](http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v27/v27_n2/Patricia.pdf)
- PIRES, F.R.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; SANTOS, S.C.; VIEIRA NETO, S.A.; SOUSA, J.P.G. Desempenho agrônômico de variedades de milho em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, v.23, p.41-49, 2007. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6695>
- PRIESNITZ, R.; COSTA, A.C.T.; JANDREY, P.E.; FRÉZ, J.R.S.; DUARTE JÚNIOR, J.B.; OLIVEIRA, P.S.R. Espaçamento entre linhas na produtividade de biomassa e de grãos em genótipos de milho pérola. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.485-494, 2011. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/3394/8408>

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. <<http://www.R-project.org>>.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2012. 305p.

SILVA, J.A.A.; VITTI, G.C.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.225-230, 2002. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v24n1/9930.pdf>

SMIDERLE, E.C.; BOTELHO, F.B.S.; GUILHERME, S.R.; ARANTES, S.A.C.M.; BOTELHO, R.T.C.; ARANTES, K.R. Tamanho de parcelas experimentais para a seleção de genótipos na cultura do feijoeiro. **Comunicata Scientiae**, v.5, p.51-58, 2014. <http://comunicata.ufpi.br/index.php/comunicata/article/view/218>

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 200p.

SUZUKI, L.E.A.S.; ALVES, M.C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, v.65, p.121-127, 2006. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052006000100016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052006000100016&script=sci_arttext)

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v.66, p.617-622, 2007. <http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n4/12.pdf>

Tabela 1. Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média (m), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ , em  $m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}$ , em %), para massa verde de parte aérea (gramas  $m^{-2}$ ) de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), avaliada em 18 ensaios de uniformidade aos 52 dias após a semeadura (DAS) (primeira época de avaliação), seis ensaios de uniformidade aos 69DAS (segunda época de avaliação) e 18 ensaios de uniformidade aos 82DAS (terceira época de avaliação), no ano agrícola 2012-2013.

Ensaio <sup>(1)</sup>	$\rho$	$s^2$	m	CV (%)	$X_o$ ( $m^2$ )	$CV_{X_o}$ (%)
Primeira época de avaliação = 52 dias após a semeadura						
1	0,08	989.293,67	5.805,75	17,13	3,88	8,67
2	0,04	1.239.379,61	5.786,29	19,24	4,20	9,39
3	-0,27	1.102.409,04	6.290,08	16,69	3,73	8,33
4	0,44	2.227.891,03	4.917,38	30,35	5,30	11,84
5	0,72	2.646.996,11	3.576,25	45,49	5,86	13,11
6	0,01	744.076,42	4.364,38	19,76	4,27	9,56
7	0,06	667.662,32	6.289,17	12,99	3,23	7,22
8	0,19	2.424.435,04	6.363,46	24,47	4,87	10,89
9	0,29	1.423.522,43	5.915,21	20,17	4,20	9,40
10	0,06	3.294.982,87	5.879,46	30,87	5,75	12,85
11	0,08	1.326.165,74	5.821,50	19,78	4,27	9,55
12	0,32	1.442.113,99	5.928,58	20,26	4,20	9,38
13	0,15	2.249.513,73	6.314,58	23,75	4,79	10,72
14	0,05	2.172.434,93	6.338,33	23,25	4,76	10,65
15	0,16	677.067,43	5.621,71	14,64	3,47	7,76
16	-0,18	1.541.693,39	6.336,46	19,60	4,20	9,40
17	-0,09	680.901,99	5.736,42	14,38	3,45	7,71
18	0,30	1.075.946,78	5.840,92	17,76	3,86	8,62
Média <sup>(2)</sup>	0,13 a	1.551.471,47 a	5.729,22 ab	21,70 a	4,35 a	9,72 a
Desvio padrão	0,23	774.914,30	743,94	7,68	0,75	1,68
CV (%)	170,61	49,95	12,99	35,39	17,27	17,27
Valor-p <sup>(3)</sup>	0,804	-	0,115	0,246	0,429	0,429
Segunda época de avaliação = 69 dias após a semeadura						
1	0,13	732.958,86	5.261,42	16,27	3,73	8,35
2	0,11	928.753,12	5.231,08	18,42	4,06	9,09
3	-0,02	1.278.886,78	5.140,79	22,00	4,59	10,27
4	-0,30	2.934.114,43	6.013,50	28,48	5,29	11,82
5	0,14	2.305.742,41	5.749,83	26,41	5,15	11,52
6	0,14	1.690.536,22	5.754,29	22,60	4,64	10,38
Média <sup>(2)</sup>	0,03 a	1.645.165,30 a	5.525,15 b	22,36 a	4,58 a	10,24 a
Desvio padrão	0,17	846.089,53	359,23	4,62	0,60	1,35
CV (%)	521,66	51,43	6,50	20,65	13,16	13,16
Valor-p <sup>(3)</sup>	0,524	-	0,780	0,999	0,993	0,993
Terceira época de avaliação = 82 dias após a semeadura						
1	0,11	1.249.659,04	5.965,42	18,74	4,11	9,19
2	-0,07	1.221.312,17	6.057,00	18,25	4,05	9,05
3	0,36	2.228.808,14	5.820,33	25,65	4,86	10,86
4	-0,06	2.147.487,59	6.687,75	21,91	4,57	10,23
5	0,33	2.339.375,98	5.595,38	27,34	5,10	11,41
6	0,38	1.503.167,78	5.403,29	22,69	4,45	9,95
7	-0,05	853.512,78	6.210,00	14,88	3,53	7,90
8	0,05	2.390.318,22	5.758,96	26,85	5,24	11,71
9	0,04	1.001.091,36	6.378,83	15,69	3,66	8,19
10	-0,08	2.373.751,39	6.272,00	24,56	4,93	11,03
11	0,37	2.048.712,03	5.804,88	24,66	4,72	10,55
12	0,15	1.398.391,80	5.415,67	21,84	4,53	10,13
13	0,21	916.958,82	6.363,96	15,05	3,51	7,85
14	0,37	1.805.834,37	5.926,75	22,67	4,46	9,98
15	-0,05	1.719.724,02	5.514,25	23,78	4,83	10,81
16	0,26	1.684.552,95	5.367,92	24,18	4,78	10,69
17	0,15	1.458.743,17	5.674,96	21,28	4,46	9,97
18	0,32	1.240.758,70	5.692,50	19,57	4,10	9,16
Média <sup>(2)</sup>	0,16 a	1.643.453,35 a	5.883,88 a	21,64 a	4,44 a	9,93 a
Desvio padrão	0,17	517.003,38	380,37	3,88	0,52	1,16
CV (%)	112,11	31,46	6,46	17,92	11,64	11,64
Valor-p <sup>(3)</sup>	0,727	-	0,952	0,917	0,633	0,633

<sup>(1)</sup> Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6m×4m (24m<sup>2</sup>) foi dividido em 24 unidades experimentais básicas de 1m×1m (1m<sup>2</sup>), formando uma matriz de seis linhas e quatro colunas. <sup>(2)</sup> Para cada estatística ( $\rho$ ,  $s^2$ , m, CV,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ ) as médias não seguidas por mesma letra na coluna (comparação de médias entre as épocas de avaliação) diferem a 5% de probabilidade pelo teste t de Student para amostras independentes. <sup>(3)</sup> Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 2. Número de repetições, para avaliar a massa verde de parte aérea de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), em 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 porcentagem da média do experimento ( $d=10\%, 12\%, \dots, 30\%$ ), a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_o=4,46m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}=9,96\%$ ).

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



Tabela 3. Número de repetições, para avaliar a massa verde de parte aérea de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), em experimentos no delineamento blocos ao acaso, em cenários formados pelas combinações de  $i$  tratamentos ( $i=3, 4, \dots, 50$ ) e  $d$  diferenças mínimas entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressas em porcentagem da média do experimento ( $d=10\%, 12\%, \dots, 30\%$ ), a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_o=4,46m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}=9,96\%$ ).

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

## 4 CAPÍTULO II

### **Tamanho de parcela e número de repetições na cultura do milheto em épocas de semeadura e cortes**

**Resumo:** Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ) e o número de repetições para avaliar a massa verde de parte aérea de milheto em épocas de semeadura e cortes. Foram conduzidos ensaios de uniformidade de 6 x 4 m (24 m<sup>2</sup>), em três épocas de semeadura, no ano agrícola 2013-2014. Cada ensaio de uniformidade foi dividido em 24 unidades experimentais básicas (UEB) de 1 x 1 m (1 m<sup>2</sup>) e foi pesada a massa verde de parte aérea das plantas de cada UEB. O  $X_o$  foi determinado por meio do método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação. O número de repetições, para experimentos nos delineamentos inteiramente casualizado e 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 ( $d = 10, 12, \dots, 30\%$ ), foi realizado por processo iterativo até a convergência. O tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea de milheto é de 4,97 m<sup>2</sup>, para as três épocas de semeadura e cortes. Para avaliar até 50 tratamentos, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, cinco repetições são suficientes para identificar como significativas, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferenças entre médias de tratamentos de 28,66% da média do experimento.

**Palavras-chave:** *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown, curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, planejamento experimental

#### **Plot size and number of repetitions in times of sowing and cuts in millet**

**Abstract:** The objectives of this work were to determine the optimum plot size ( $X_o$ ) and number of repetitions, to evaluate the fresh weight of aerial part of millet in times

of sowing and cuts. Were conducted uniformity trials of  $6 \times 4 \text{ m}$  ( $24 \text{ m}^2$ ), in three times of sowing, in the agricultural year 2013-2014. Each uniformity trials was divided in 24 basic experimental units (UEB) of  $1 \times 1 \text{ m}$  ( $1 \text{ m}^2$ ) and the fresh weight of plants was weighed in each UEB. The  $X_0$  was determined by the method of maximum curvature of the model coefficient of variation. The number of repetitions for experiments on completely randomized and randomized block designs, in scenarios of combinations of  $i$  treatments ( $i = 3, 4, \dots, 50$ ) and  $d$  minimal differences between treatments means, to be detected as significant, 5% probability by Tukey test, expressed in percentage of the average of the experiment ( $d = 10, 12, \dots, 30\%$ ), was determined by iterative process until convergence. The optimum plot size to evaluate the fresh weight of aerial part of millet is  $4.97 \text{ m}^2$ , to the three times of sowing and cuts. To evaluate up to 50 treatments, in completely randomized and randomized block designs, five replications are sufficient to identify, as significant at 5% probability, by Tukey test, differences between treatment means of 28.66% of the average experiment.

**Keywords:** *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown, maximum curvature of the model coefficient of variation, experiment planning

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) é uma espécie anual de clima tropical, da família das Poaceas, que se adapta em diversas condições de clima e solo. A cultura se destaca pelo alto potencial de produção de forragem tanto para silagem quanto para pastagem, devido a sua qualidade nutritiva e pela capacidade de rebrota (Kollet et al., 2006; Costa et al., 2011; Pinho et al., 2013), intensificando a produção pecuária no Rio Grande do Sul. Ainda, é uma cultura que apresenta diferença de desempenho em seu desenvolvimento, em função das épocas de semeadura e a produção de fitomassa é influenciada pelo regime de cortes (Lemos et al., 2003; Coimbra & Nakagawa, 2006).

Trabalhos conduzidos com o milheto na forma de pastagem trouxeram desempenhos satisfatórios na alimentação animal (Roman et al., 2008; Jochims et al., 2010; Pacheco et al., 2014). Nesses trabalhos foi utilizada a massa verde para a determinação da massa da forragem. Segundo Montagner et al. (2011), o consumo voluntário de forragem pelos animais e, conseqüentemente, o seu desempenho é

influenciado pela quantidade de forragem e, mais precisamente, pela massa de folhas verdes.

O milheto, pelo seu elevado potencial de produção de biomassa e por suas diversas formas de utilização é uma alternativa interessante que pode integrar a agricultura e a pecuária (Priesnitz et al., 2011). Em experimentos a campo com a cultura do milheto, é importante dimensionar, corretamente, o tamanho de parcela e do número de repetições. A sua determinação de forma adequada confere maior precisão e valida a extrapolação dos resultados, pois, independentemente dos objetivos dos experimentos, a finalidade é detectar diferenças significativas entre os tratamentos testados (Donato et al., 2008).

Uma maneira de contribuir para a melhoria da qualidade dos experimentos é aplicar métodos adequados, baseados em regras práticas que minimizem o erro experimental e maximizem as informações que podem ser obtidas em um experimento (Brito et al., 2012). Diante disso, é imprescindível a utilização de métodos adequados que proporcionem a determinação do tamanho ótimo de parcela e do número de repetições. O método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação é indicado para a obtenção do tamanho ótimo de parcelas experimentais (Paranaíba et al., 2009) e já foi utilizado na estimação do tamanho ótimo de parcelas em gramíneas como o milho (Cargnelutti Filho et al., 2011) e a aveia preta (Cargnelutti Filho et al., 2014).

Em experimentos com a cultura de milheto, em que foi avaliada a massa verde, foram utilizados tamanhos de parcelas e número de repetições variáveis, como parcelas de 6 m<sup>2</sup> (1,5 m de largura por 4,0 m de comprimento), com cinco repetições (Pinho et al., 2013), parcelas de 12 m<sup>2</sup> (2,5 m de largura por 4,8 m de comprimento) e quatro repetições (Priesnitz et al., 2011) e parcelas de 15 m<sup>2</sup>, com seis repetições (Moreira et al., 2003), sendo os experimentos conduzidos no delineamento experimental de blocos ao acaso. Já, em experimentos utilizando a massa verde para a determinação da massa de forragem, em pastagem de milheto, foram utilizados tamanhos de parcelas maiores, de 1.350 m<sup>2</sup>, com duas repetições (Jochims et al., 2010) e 13.000 m<sup>2</sup>, com cinco repetições (Pacheco et al., 2014), em delineamento experimental inteiramente casualizado.

Diante da expressiva importância que a cultura do milheto alcança na alimentação animal, estudos de planejamento experimental visando estimar o tamanho de parcela e o número de repetições para avaliar a massa verde de parte

aérea de milho são essenciais e ainda desconhecidos. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ ) e o número de repetições para a massa verde de parte aérea de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) em épocas de semeadura e cortes.

#### 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos ensaios de uniformidade com a cultura de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), na área experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul (29°42' S, 53°49' W e 95 m de altitude), no ano agrícola 2013-2014. Ensaios de uniformidade, também denominados experimentos em branco são conduzidos sem tratamentos e os tratamentos culturais são homogêneos em toda área experimental (Storck et al., 2011).

A semeadura de milho, cv. BRS 1501, foi realizada a lanço, em três épocas de semeadura (18 de outubro de 2013, 26 de novembro de 2013 e 3 de dezembro de 2013), na densidade de 50 kg ha<sup>-1</sup>, em área experimental de 500, 800 e 750 m<sup>2</sup>, respectivamente. A adubação de base foi de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Foram aplicados, em cobertura, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em toda área experimental, em cada época de semeadura.

Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6 × 4 m (24 m<sup>2</sup>) foi dividido em 24 unidades experimentais básicas (UEB) de 1 × 1 m (1 m<sup>2</sup>), formando uma matriz de seis linhas e quatro colunas. Em cada época de semeadura foi realizada a colheita da massa verde de parte aérea de milho de três ensaios, em cada época de avaliação, e as plantas foram cortadas a 10 cm da superfície do solo para avaliar a rebrota.

Na primeira época de semeadura, foi realizado o primeiro corte de massa verde em três ensaios aos 39 dias após a semeadura (DAS), em três ensaios aos 46 DAS, em três ensaios aos 54 DAS e em três ensaios aos 62 DAS. O segundo corte de massa verde foi realizado aos 54, 62 e 80 DAS, respectivamente, nos ensaios com o primeiro corte realizado aos 39, 46 e 54 DAS. O terceiro corte de massa verde foi realizado aos 69 e 82 DAS, respectivamente, nos ensaios com segundo corte realizado aos 54 e 62 DAS.

Na segunda época de semeadura foi realizado apenas um corte por ensaio, sendo este realizado em três ensaios aos 43 DAS, em três ensaios aos 51 DAS, em três ensaios aos 58 DAS e em três ensaios aos 64 DAS.

Na terceira época de semeadura, foi realizado o primeiro corte de massa verde em três ensaios aos 36 DAS, em três ensaios aos 44 DAS, em três ensaios aos 51 DAS e em três ensaios aos 57 DAS. O segundo corte de massa verde foi realizado aos 57 e 65 DAS, respectivamente, nos ensaios com o primeiro corte realizado aos 36 e 44 DAS. O terceiro corte de massa verde foi realizado aos 99 DAS, tanto nos ensaios com segundo corte realizado aos 57 DAS, quanto nos ensaios com segundo corte realizado aos 65 DAS.

Para cada ensaio de uniformidade, com os dados de massa verde das 24 UEB, foram determinados o coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), no sentido das linhas, a variância ( $s^2$ ), a média ( $m$ ) e o coeficiente de variação do ensaio (CV), em percentagem. Para a estimativa de  $\rho$  iniciou-se o caminharmento a partir da 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 caminharmento na UEB localizada na linha 6, coluna 1.

Posteriormente, para cada época de semeadura, em cada época de avaliação dos ensaios e cortes, foi determinado o tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ ) pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, pela fórmula:

$$X_0 = \frac{10\sqrt[3]{2(1-\rho^2)s^2m}}{m} \quad (1)$$

sendo:

$\rho$  - coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem

$s^2$  - variância

$m$  - média

e determinado o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_0}$ ), em percentagem, pela fórmula descrita por Paranaíba et al. (2009):

$$CV_{X_0} = \frac{\sqrt{(1-\rho^2) s^2/m^2}}{\sqrt{X_0}} \times 100 \quad (2)$$

Para as estimativas das estatísticas  $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ ,  $CV$ ,  $X_0$  e  $CV_{X_0}$ , foram calculadas a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e o valor-p do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. A comparação das médias das estatísticas ( $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ ,  $CV$ ,  $X_0$  e  $CV_{X_0}$ ) foi realizada entre cortes na mesma época de semeadura e entre as épocas de semeadura, pelo teste t de Student para amostras independentes, a 5% de probabilidade de erro. Essas comparações de médias foram realizadas duas a duas.

Para o cálculo do número de repetições partiu-se da diferença mínima significativa (d) do teste de Tukey, expressa em percentagem da média do experimento, estimada pela fórmula:

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

em que:

$q_{\alpha(i;GLE)}$  - valor crítico do teste de Tukey em nível  $\alpha$  de probabilidade de erro ( $\alpha=0,05$ )

i - número de tratamentos

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

QME - quadrado médio do erro

r - número de repetições

m - média do experimento

Substituindo a fórmula do coeficiente de variação experimental:

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

em percentagem, na Eq. 4 e isolando r, obtém-se:

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

O CV, em percentagem, corresponde ao  $CV_{X_0}$  (Cargnelutti Filho et al., 2014).

Posteriormente, com base na média dos maiores valores de  $CV_{X_0}$ , entre as épocas de semeadura, determinou-se o número de repetições (r), por processo iterativo até a convergência, para experimentos nos delineamentos inteiramente casualizado (DIC) e blocos ao acaso (DBA), em cenários formados pelas combinações de i (i = 3, 4, ..., 50) e d (d = 10, 12, ..., 30%). As análises estatísticas foram realizadas por meio do aplicativo Microsoft Office Excel<sup>®</sup>.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um cenário com três épocas de semeadura, 21 avaliações, três cortes de massa verde de milheto por época de semeadura (com exceção da segunda época de semeadura que teve apenas um corte), em 63 ensaios e 1.512 unidades experimentais básicas (63 ensaios × 24 unidades experimentais básicas), confere um banco de dados adequado para o estudo proposto.

O conjunto de resultados apresentada ampla variabilidade das estimativas de todas estatísticas avaliadas: coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média (m), coeficiente de variação do ensaio (CV), tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_0}$ ), obtidos a partir da massa verde de parte aérea de milheto nos ensaios da primeira época de semeadura ( $6,68 \leq CV \leq 85,30\%$ ), da segunda época de semeadura ( $12,21 \leq CV \leq 48,99\%$ ) e da terceira época de semeadura ( $8,40 \leq CV \leq 70,53\%$ ) (Tabelas 4 e 5). A variabilidade das estatísticas entre os ensaios também foi contatada no estudo de Cargnelutti Filho et al. (2014), e é considerada



importante, pois reflete as condições reais da cultura a campo e confere consistência ao estudo de tamanho de parcela e número de repetições, juntamente com o amplo banco de dados.

De acordo com a normalidade dos dados, verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, todas as estatísticas estimadas ( $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ ,  $CV$ ,  $X_0$  e  $CV_{X_0}$ ) apresentaram boa aderência à distribuição normal ( $P \geq 0,35$ ) (Tabelas 4 e 5). Isso demonstra que as inferências com base na média dos ensaios são apropriadas para o estudo de tamanho de parcela e ainda, confere credibilidade às demais inferências realizadas.

A produção total de massa verde foi de 5.764,19, 3.726,19 e 5.840,23 g m<sup>-2</sup> para a primeira, segunda e terceira épocas de semeadura, respectivamente (Tabelas 4 e 5). Já, a média de massa verde obtida nos cortes da primeira, segunda e terceira épocas de semeadura foi de 1.999,35, 3.726,19 e 2.058,89 g m<sup>-2</sup>, respectivamente (Tabela 6). De maneira geral, houve decréscimos da massa verde de parte aérea de milho com o aumento dos cortes, dentro das épocas de semeadura (Tabelas 4 e 5). No entanto, visando à maximização da produção de milho para a alimentação animal em diferentes épocas, verificou-se elevação da produção total de massa verde quando houve cortes. Ainda, esses resultados confirmam que a produção de fitomassa tem influência da época de semeadura e do número de cortes, independentemente do estágio vegetativo em que plantas se encontram (Coimbra & Nakagawa, 2006).

Tabela 4. Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ , em  $m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}$ , em %), para massa verde de parte aérea ( $g\ m^{-2}$ ) de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), avaliada em três ensaios de uniformidade por época de avaliação, no primeiro corte em quatro épocas de avaliação aos 39, 46, 54 e 62 dias após a semeadura (DAS), no segundo corte em três épocas de avaliação aos 54, 62 e 80DAS e no terceiro corte em duas épocas de avaliação aos 69 e 82DAS, da primeira época de semeadura (18 de outubro de 2013)

Época de semeadura	Corte	Ensaio <sup>(1)</sup>	$\rho$	$s^2$	$m$	CV (%)	$X_o$ ( $m^2$ )	$CV_{X_o}$ (%)
Primeira época de avaliação = 39 dias após a semeadura								
1	1	1	0,37	112.463,69	963,04	34,82	5,94	13,28
1	1	2	0,24	57.002,56	896,29	26,64	5,12	11,44
1	1	3	0,47	119.451,85	989,13	34,94	5,75	12,86
Segunda época de avaliação = 46 dias após a semeadura								
1	1	1	0,20	197.996,95	1.051,79	42,31	7,00	15,66
1	1	2	0,09	179.330,98	1.406,13	30,12	5,65	12,63
1	1	3	0,41	91.123,04	1.137,92	26,53	4,89	10,94
Terceira época de avaliação = 54 dias após a semeadura								
1	1	1	0,24	271.771,85	2.155,75	24,18	4,79	10,72
1	1	2	0,51	639.425,13	3.125,00	25,59	4,59	10,27
1	1	3	0,24	455.754,00	3.212,50	21,01	4,37	9,77
Quarta época de avaliação = 62 dias após a semeadura								
1	1	1	0,05	397.867,64	3.824,58	16,49	3,79	8,46
1	1	2	-0,03	321.399,68	4.112,88	13,78	3,36	7,51
1	1	3	-0,07	449.605,82	4.086,92	16,41	3,77	8,43
Média <sup>(2)</sup>			0,23 b	274.432,77 a	2.246,83 a	26,07 a	4,92 a	11,00 a
Desvio padrão			0,19	180.969,55	1.331,02	8,53	1,05	2,35
CV(%)			84,69	65,94	59,24	32,74	21,33	21,33
Valor-p <sup>(3)</sup>			0,99	-	0,51	0,97	1,00	1,00
Primeira época de avaliação = 54 dias após a semeadura								
1	2	1	0,50	172.092,26	1.303,21	31,83	5,34	11,94
1	2	2	0,68	276.295,28	1.714,67	30,66	4,66	10,42
1	2	3	0,65	386.906,17	1.624,50	38,29	5,53	12,37
Segunda época de avaliação = 62 dias após a semeadura								
1	2	1	0,19	160.552,16	2.021,38	19,82	4,23	9,47
1	2	2	0,25	165.480,22	2.123,04	19,16	4,10	9,16
1	2	3	0,35	172.480,74	1.848,96	22,46	4,46	9,97
Terceira época de avaliação = 80 dias após a semeadura								
1	2	1	0,45	952.677,99	2.794,58	34,93	5,79	12,94
1	2	2	0,62	1.006.039,71	2.356,67	42,56	6,08	13,59
1	2	3	0,60	281.861,24	1.962,25	27,06	4,56	10,19
Média <sup>(2)</sup>			0,48 a	397.153,97 a	1.972,14 a	29,64 a	4,97 a	11,12 a
Desvio padrão			0,18	338.772,97	432,92	8,22	0,72	1,62
CV (%)			37,66	85,30	21,95	27,72	14,54	14,54
Valor-p <sup>(3)</sup>			0,88	-	0,99	0,99	0,77	0,76
Primeira época de avaliação = 69 dias após a semeadura								
1	3	1	0,35	168.165,12	1.197,42	34,25	5,90	13,19
1	3	2	0,53	216.364,61	1.327,46	35,04	5,61	12,55
1	3	3	0,54	182.304,37	1.147,25	37,22	5,80	12,97
Segunda época de avaliação = 82 dias após a semeadura								
1	3	1	0,47	363.268,68	1.834,38	32,86	5,52	12,33
1	3	2	0,54	483.324,03	2.304,88	30,16	5,04	11,27
1	3	3	0,33	154.360,95	1.459,92	26,91	5,06	11,31
Média <sup>(2)</sup>			0,46 a	261.297,96 a	1.545,22 a	32,74 a	5,49 a	12,27 a
Desvio padrão			0,10	132.711,60	446,03	3,69	0,37	0,82
CV (%)			21,24	50,79	28,87	11,28	6,68	6,68
Valor-p <sup>(3)</sup>			0,79	-	0,87	0,99	0,95	0,95

<sup>(1)</sup> Cada ensaio de uniformidade de tamanho  $6 \times 4\ m$  ( $24\ m^2$ ) foi dividido em 24 unidades experimentais básicas de  $1 \times 1\ m$  ( $1\ m^2$ ), formando uma matriz de seis linhas e quatro colunas. <sup>(2)</sup> Para cada estatística ( $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ , CV,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ ) as médias não seguidas por mesma letra na coluna (comparação de médias entre os cortes) diferem a 5% de probabilidade pelo teste t de Student para amostras independentes. <sup>(3)</sup> Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov

Tabela 5. Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ , em  $m^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}$ , em %), para massa verde de parte aérea ( $g\ m^{-2}$ ) de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), avaliada em três ensaios de uniformidade por época de avaliação, no primeiro corte em quatro épocas de avaliação aos 43, 51, 58 e 64DAS, da segunda época de semeadura (26 de novembro de 2013) e no primeiro corte em quatro épocas de avaliação aos 36, 44, 51 e 57DAS, no segundo corte em duas épocas de avaliação aos 57 e 65DAS e no terceiro corte em duas épocas de avaliação aos 99DAS, da terceira época de semeadura (3 de dezembro de 2013)

Época de semeadura	Corte	Ensaio <sup>(1)</sup>	$\rho$	$s^2$	$m$	CV (%)	$X_o$ ( $m^2$ )	$CV_{X_o}$ (%)
Primeira época de avaliação = 43 dias após a semeadura								
2	1	1	0,31	219.564,17	3.030,46	15,46	3,51	7,84
2	1	2	0,28	305.290,35	2.963,54	18,64	4,00	8,94
2	1	3	0,55	704.711,65	2.801,46	29,97	5,01	11,21
Segunda época de avaliação = 51 dias após a semeadura								
2	1	1	0,38	625.623,22	3.772,46	20,97	4,22	9,44
2	1	2	0,34	1.070.665,17	4.474,04	23,13	4,56	10,20
2	1	3	0,55	460.732,17	3.478,50	19,51	3,76	8,40
Terceira época de avaliação = 58 dias após a semeadura								
2	1	1	0,49	479.470,95	3.547,79	19,52	3,87	8,66
2	1	2	0,32	1.388.023,10	4.213,17	27,96	5,20	11,63
2	1	3	0,36	479.476,61	4.064,79	17,04	3,70	8,27
Quarta época de avaliação = 64 dias após a semeadura								
2	1	1	0,41	667.299,30	3.901,54	20,94	4,18	9,36
2	1	2	0,60	898.060,42	4.043,38	23,44	4,14	9,25
2	1	3	0,28	884.907,01	4.423,17	21,27	4,37	9,76
Média			0,40	681.985,34	3.726,19	21,49	4,21	9,41
Desvio padrão			0,11	334.126,15	567,64	4,19	0,51	1,15
CV (%)			27,76	48,99	15,23	19,49	12,21	12,21
Valor-p <sup>(3)</sup>			0,78	-	0,97	0,79	0,92	0,93
Primeira época de avaliação = 36 dias após a semeadura								
3	1	1	0,49	165.611,30	1.740,21	23,39	4,36	9,75
3	1	2	0,19	138.373,30	1.495,42	24,88	4,92	11,01
3	1	3	0,31	169.753,77	1.837,88	22,42	4,50	10,06
Segunda época de avaliação = 44 dias após a semeadura								
3	1	1	0,42	184.350,09	2.432,54	17,65	3,72	8,31
3	1	2	0,37	184.472,61	2.337,46	18,37	3,87	8,66
3	1	3	0,48	237.636,25	2.022,58	24,10	4,48	10,01
Terceira época de avaliação = 51 dias após a semeadura								
3	1	1	-0,21	663.666,75	3.338,67	24,40	4,85	10,84
3	1	2	0,32	413.758,38	2.716,88	23,68	4,65	10,40
3	1	3	0,40	261.641,48	2.470,00	20,71	4,17	9,31
Quarta época de avaliação = 57 dias após a semeadura								
3	1	1	-0,01	309.106,25	3.040,42	18,29	4,06	9,08
3	1	2	0,39	735.727,19	2.801,17	30,62	5,41	12,10
3	1	3	0,41	411.330,82	2.510,96	25,54	4,77	10,67
Média <sup>(2)</sup>			0,30 b	322.952,35 a	2.395,35 a	22,84 a	4,48 a	10,02 a
Desvio padrão			0,21	198.731,91	546,60	3,68	0,48	1,08
CV (%)			70,53	61,54	22,82	16,13	10,76	10,76
Valor-p <sup>(3)</sup>			0,35	-	0,99	0,96	1,00	1,00
Primeira época de avaliação = 57 dias após a semeadura								
3	2	1	0,39	229.707,28	1.675,33	28,61	5,18	11,59
3	2	2	0,57	296.203,64	2.058,42	26,44	4,55	10,18
3	2	3	0,50	276.700,89	2.006,25	26,22	4,70	10,51
Segunda época de avaliação = 65 dias após a semeadura								
3	2	1	0,62	207.273,69	1.143,29	39,82	5,82	13,01
3	2	2	0,56	163.861,74	1.390,79	29,11	4,88	10,92
3	2	3	0,33	207.586,59	1.439,38	31,65	5,63	12,59
Média <sup>(2)</sup>			0,49 a	230.222,31 a	1.618,91 a	30,31 a	5,13 a	11,47 a
Desvio padrão			0,11	48.901,54	362,45	5,07	0,51	1,14
CV (%)			22,68	21,24	22,39	16,72	9,97	9,97
Valor-p <sup>(3)</sup>			0,90	-	0,98	0,81	0,99	0,99
Primeira época de avaliação = 99 dias após a semeadura								
3	3	1	0,50	473.930,43	1.922,21	35,81	5,78	12,92
3	3	2	0,45	490.688,41	2.469,83	28,36	5,04	11,27
3	3	3	0,28	440.912,90	2.002,88	33,15	5,87	13,13
Segunda época de avaliação = 99 dias após a semeadura								
3	3	1	0,30	166.267,80	1.302,67	31,30	5,63	12,60
3	3	2	0,31	179.637,16	1.740,88	24,35	4,75	10,62
3	3	3	0,27	171.891,90	1.517,38	27,32	5,17	11,57
Média <sup>(2)</sup>			0,35 b	320.554,76 a	1.825,97 a	30,05 a	5,37 a	12,02 a

Desvio padrão	0,10	162.922,39	407,78	4,18	0,45	1,01
CV (%)	27,99	50,83	22,33	13,90	8,40	8,40
Valor-p <sup>(3)</sup>	0,56	-	1,00	1,00	0,94	0,94

<sup>(1)</sup> Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6 x 4 m (24 m<sup>2</sup>) foi dividido em 24 unidades experimentais básicas de 1 x 1 m (1 m<sup>2</sup>), formando uma matriz de seis linhas e quatro colunas. <sup>(2)</sup> Na terceira época de semeadura, para cada estatística ( $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ , CV,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ ) as médias não seguidas por mesma letra na coluna (comparação de médias entre os cortes) diferem a 5% de probabilidade pelo teste t de Student para amostras independentes.

<sup>(3)</sup> Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov

Tabela 6. Média do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem ( $\rho$ ), variância ( $s^2$ ), média ( $m$ ), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ , em m<sup>2</sup>) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o}$ , em %), da massa verde (g m<sup>-2</sup>) de parte aérea de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), avaliada em três épocas de semeadura, no agrícola 2013-2014

	Época de semeadura 1 (18 de outubro de 2013)	Época de semeadura 2 (26 de novembro de 2013)	Época de semeadura 3 (3 de dezembro de 2013)
$\rho$	0,36 a	0,40 a	0,36 a
$s^2$	312.420,99 b	681.985,34 a	299.170,44 b
$m$	1.999,35 b	3.726,19 a	2.058,89 b
CV (%)	28,74 a	21,49 b	26,51 a
$X_o$ (m <sup>2</sup> )	5,06 a	4,21 b	4,87 a
$CV_{X_o}$ (%)	11,32 a	9,41 b	10,88 a

<sup>(1)</sup> Para cada estatística ( $\rho$ ,  $s^2$ ,  $m$ , CV,  $X_o$  e  $CV_{X_o}$ ) as médias não seguidas por mesma letra na linha (comparação de médias entre épocas de semeadura) diferem a 5% de probabilidade pelo teste t de Student para amostras independentes

Os cortes realizados na primeira e terceira época de semeadura tiveram a finalidade de avaliar a capacidade de rebrota, já que o milheto tem grande importância na alimentação animal. Trabalho realizado por Guimarães Júnior et al. (2009), demonstrou a capacidade de rebrota da cultura quando manejada corretamente. Os valores de massa verde dos cortes realizados oscilaram de 1.545,22 a 2.395,35 g m<sup>-2</sup> ou, 15,45 a 23,95 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabelas 4 e 5). Para a mesma cultivar (BRS-1501), valores inferiores de aproximadamente 12 t ha<sup>-1</sup> em dois cortes foram encontrados por Pinho et al. (2013) e valores oscilando de 6,28 a 28,98 t ha<sup>-1</sup> por Guimarães Júnior et al. (2009), em cinco épocas de corte. O desempenho satisfatório da cultura e o bom desenvolvimento da rebrota também estão aliados a altura de corte (10 cm da superfície do solo). Nesse sentido Kollet et al. (2006) recomendam corte entre 6 e 10 cm para apresentar boa rebrota e maior produção de massa verde das plantas.

Os valores médios do coeficiente de variação (CV) dos ensaios oscilaram de 21,49 a 32,74% (Tabelas 4 e 5), aumentando ao longo dos cortes. Coeficientes de variação dessa magnitude estão abaixo do valor observado em estudo avaliando a massa verde de milheto, realizado por Pinho et al. (2013), que verificaram valores de CV = 51,95% e CV = 52,62%, nos cortes 1 e 2, respectivamente. Em estudo

realizado por Priesnitz et al. (2011), avaliando a biomassa verde de duas cultivares de milho, foram verificados valores de CV de 17,67%. Já, Guimarães Júnior et al. (2009) encontraram valores de CV inferiores a 10,62%, para massa verde de parte aérea de três genótipos de milho, em cinco épocas de corte. Em relação a estudos de tamanho de parcela, utilizando o método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, valores semelhantes de CV de 19,99 e 21,66% foram verificados em estudo na cultura da aveia preta em duas épocas de avaliação (Cargnelutti Filho et al., 2014).

Os tamanhos ótimos de parcela ( $X_o$ ) e o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela, não apresentaram diferença significativa dentro de cortes realizados na mesma época de semeadura (Tabelas 4 e 5). Já entre épocas de semeadura, houve diferença significativa entre os tamanhos de parcela, apresentando-se como valor médio de  $X_o$  de 4,97 unidades experimentais básicas de  $1 \text{ m}^2$  ( $4,97 \text{ m}^2$ ), sendo esse valor obtido pela média dos dois maiores valores que não diferiram estatisticamente (Tabela 6). Nos trabalhos realizados por Pinho et al. (2013); Priesnitz et al. (2011); Moreira et al. (2003); Jochims et al. (2010); Pacheco et al. (2014), foram utilizadas parcelas maiores que  $4,97 \text{ m}^2$  e, por isso, esses estudos conferem credibilidade às informações que estão na literatura. Em experimentos futuros com a cultura de milho, utilizando o tamanho ótimo de parcela é possível aumentar a precisão experimental, reduzir custos, mão de obra e se ter maior controle do experimento já que pode ser conduzido em área menor que os trabalhos supracitados.

Além do  $X_o$ , para as demais estimativas das estatísticas, com exceção do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem, também houve diferenças significativas entre as épocas de semeadura (Tabela 6). Portanto, de modo geral, as épocas influenciam na variabilidade das estatísticas e o planejamento experimental, quanto ao  $X_o$ , deve levar em conta a época de semeadura.

O número de repetições para avaliar a massa verde de milho oscilou de 2,79 (três tratamentos e  $d = 30\%$ ) a 39,41 (50 tratamentos e  $d = 10\%$ ) (Tabela 7) no delineamento inteiramente casualizado (DIC) e de 2,29 (três tratamentos e  $d = 30\%$ ) a 39,42 (50 tratamentos e  $d = 10\%$ ) (Tabela 8) no delineamento blocos ao acaso (DBA), em cenários formados pelas combinações de tratamentos, variando de três até 50, e diferenças mínimas entre médias de tratamentos detectadas como

significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressas em percentagem da média geral do experimento ( $d = 10, 12, \dots, 30\%$ ).

Tabela 7. 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 ( $d = 10, 12, \dots, 30\%$ ), para avaliar a massa verde de milho a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_o = 4,97 \text{ m}^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o} = 11,10\%$ )

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

Nem todos os números de repetições estimados são operacionalmente viáveis, devido ao alto custo para condução de experimentos, demanda de tempo e mão de obra. Deve-se considerar que quanto maior a precisão desejada, mais repetições são necessárias. Então com as informações geradas (Tabelas 7 e 8), usando  $X_0 = 4,97 \text{ m}^2$ , o pesquisador pode fazer a combinação de tratamentos, diferenças mínimas entre médias de tratamentos e número de repetições que julgar necessário em experimentos futuros.

Como não é possível realizar experimentos a campo com 4,53 repetições, recomenda-se utilizar cinco repetições nos delineamentos DIC e DBA. Esse número de repetições ( $r = 5$ ), também foi utilizado em experimentos realizados em DIC por Pacheco et al. (2014) e em DBA por Pinho et al. (2013). Utilizando a fórmula da diferença mínima significativa do teste de Tukey, expressa em percentagem da média do experimento, com 50 tratamentos, cinco repetições,  $\alpha$  de 5% e  $CV_{X_0}$  de 11,10%, obtém-se  $d = 28,65\%$  para DIC e  $d = 28,66\%$  para DBA. Então, pode-se inferir que, para avaliar massa verde de parte aérea de milho nos delineamentos DIC e DBA com até 50 tratamentos, cinco repetições são suficientes para identificar diferenças significativas entre médias de tratamentos de 28,66% da média do experimento, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nos estudos realizados por Moreira et al. (2003); Priesnitz et al. (2011); Pinho et al. (2013), aproximadamente 30% da massa verde é massa seca. A massa seca também é um caractere bastante utilizado e de grande importância na alimentação animal. Logo, se é mantido esse percentual em todas as unidades experimentais básicas, é possível utilizar o mesmo tamanho de parcela e número de repetições da massa verde para o caractere massa seca.



Tabela 8. 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 ( $d = 10, 12, \dots, 30\%$ ), para avaliar a massa verde de milho a partir de tamanho ótimo de parcela ( $X_o = 4,97 \text{ m}^2$ ) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ( $CV_{X_o} = 11,10\%$ )

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

#### 4.4 CONCLUSÕES

1. O tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea de milho é de 4,97 unidades experimentais básicas de 1 m<sup>2</sup> (4,97 m<sup>2</sup>), para as três épocas de semeadura e cortes.
2. Para avaliar até 50 tratamentos, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, cinco repetições são suficientes para identificar como significativas, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, diferenças entre médias de tratamentos de 28,66% da média do experimento.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas aos autores. Aos alunos bolsistas e voluntários pelo auxílio na coleta de dados.

#### 4.5 REFERÊNCIAS

- Brito, M. C. M.; Faria, G. A.; Morais, A. R. de; Souza, E. M. de; Dantas, J. L. L. Estimação do tamanho ótimo de parcela via regressão antitônica. *Revista Brasileira de Biometria*, v.30, p.353-366, 2012.
- Cargnelutti Filho, A.; Toebe, M.; Burin, C.; Casarotto, G.; Fick, A. L. Tamanho ótimo de parcela em milho com comparação de dois métodos. *Ciência Rural*, v.41, p.1890-1898, 2011.
- Cargnelutti Filho, A.; Alves, B. M.; Toebe, M.; Burin, C.; Santos, G. O. dos; Facco, G.; Neu, I. M. M.; Stefanello, R. B. Tamanho de parcela e número de repetições em aveia preta. *Ciência Rural*, v.44, p.1732-1739, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131466>
- Coimbra, R. de A.; Nakagawa, J. Época de semeadura e regimes de corte na produção de fitomassa e grãos de milho forrageiro. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, p.89-100, 2006.
- Costa, K. A. de P.; Assis, R. L. de; Perim, R. C.; Guimarães, K. C.; Paludo, A.; Privado, C. J. T.; Vieira, T. P. Quality and nutritional value of pearl millet genotypes silage produced with and without inoculants. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.12, p.286-295, 2011.

- Donato, S. L. R.; Siqueira, D. L. de; Silva, S. de O.; Cecon, P. R.; Silva, J. A. da; Salomão, L. C. C. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.957-969, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000800003>
- Guimarães Júnior, R.; Gonçalves, L. C.; Rodrigues, J. A. S.; Pires, D. A. A.; Jayme, D. G.; Rodriguez, N. M.; Saliba, E. O. S. Avaliação agrônômica de genótipos de milho (*P. glaucum*) plantados em período de safrinha. *Archivos de Zootecnia*, v.58, p.629-632, 2009.
- Jochims, F.; Pires, C. C.; Griebler, L.; Bolzan, A. M. S.; Dias, F. D.; Galvani, D. B. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milho recebendo ou não suplemento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.572-581, 2010.
- Kollet, J. L.; Diogo, J. M. da S.; Leite, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1308-1315, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000500008>
- Lemos, L. B.; Nakagawa, J.; Crusciol, C. A. C.; Chignoli Júnior, W.; Silva, T. R. B. da; Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milho sobre a soja em sucessão em plantio direto. *Bragantia*, v.62, p.405-415, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052003000300007>
- Montagner, D. B.; Rocha, M. G.; Genro, T. C. M.; Bremm, C.; Santos, D. T. dos; Roman, J.; Roso, D. Ingestão de matéria seca por novilhas de corte em pastagem de milho. *Ciência Rural*, v.41, p.686-691, 2011.
- Moreira, L. B.; Malheiros, M. G.; Cruz, B. B. G. da; Alves, R. E. de A.; Oliveira, K. R. S. de. Efeitos da população de plantas sobre as características morfológicas e agrônômicas de milho pérola (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) cv. ENA 1. *Agronomia*, v.37, p.05-09, 2003.
- Pacheco, R. F.; Alves Filho, D. C.; Brondani, I. L.; Nornberg, J. L.; Pizzuti, L. A. D.; Callegaro, A. M. Características produtivas de pastagens de milho ou capim sudão submetidas ao pastejo contínuo de vacas para abate. *Ciência Animal Brasileira*, v.15, p.266-276, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v15i324387>
- Paranaíba, P. F.; Ferreira, D. F.; Moraes, A. R. de. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. *Revista Brasileira de Biometria*, v.27, p.255-268, 2009.

- Pinho, R. M. A.; Santos, E. M.; Rodrigues, J. A. S. Macedo, C. H. O.; Campos, F. S.; Ramos, J. P. de F.; Bezerra, H. F. C.; Perazzo, A. F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, p.426-436, 2013.
- Priesnitz, R.; Costa, A. C. T. da; Jandrey, P. E.; Fréz, J. R. da S.; Duarte Júnior, J. B.; Oliveira, P. S. R. de. Espaçamento entre linhas na produtividade de biomassa e de grãos em genótipos de milho pérola. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, p.485-494, 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p485>
- Roman, J.; Rocha, M. G. da; Genro, T. C. M.; Santos, D. T. dos; Freitas, F. K. de; Montagner, D. B. Características produtivas e estruturais do milho e sua relação com o ganho de peso de bezerras sob suplementação alimentar. *Revista Brasileira de Zootenia*, v.37, p.205-211, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000200005>
- Storck, L.; Garcia, D. C.; Lopes, S. J.; Estefanel, V. *Experimentação vegetal*. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 200p.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições na cultura do milho possui pouca variabilidade em relação às demais plantas de cobertura de solo já estudadas, pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação.

No planejamento de experimentos futuros com a cultura de milho, o pesquisador poderá utilizar as informações geradas com o presente trabalho, a fim de obter maior precisão experimental e qualidade nos resultados gerados. Diante disso, recomenda-se a utilização de tamanho de parcela de  $5\text{m}^2$ , com cinco repetições, para os delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, independentemente da época de avaliação, da época de semeadura e cortes.

As tabelas do número de repetições elaboradas nesse estudo podem ser utilizadas da seguinte maneira: baseando-se na tabela 8, em um experimento com três tratamentos ( $i=3$ ) e cinco repetições ( $r=5$ ), no delineamento de blocos ao acaso, obtém-se diferença mínima entre médias de tratamentos a ser detectada como significativa a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressa em porcentagem da média do experimento de 20%. Supondo que a média de massa verde do experimento foi de  $3.000\text{kg ha}^{-1}$ , são necessários no mínimo  $600\text{kg ha}^{-1}$ , para se obter diferenças significativas entre os tratamentos. Nesse sentido, as demais tabelas podem ser interpretadas conforme descrito acima, dependendo dos objetivos do pesquisador.

A forma da parcela (retangular, quadrada) para a cultura do milho não foi avaliada, pois não foi o foco do estudo. Porém, aliada ao tamanho ótimo de parcela, a forma da parcela é uma informação importante no planejamento experimental que pode ser investigada em futuros trabalhos.

Outra investigação que poderá ser realizada a partir desse trabalho é a influência do tamanho do ensaio de uniformidade nas estimativas do tamanho ótimo de parcela na cultura do milho.

## REFERÊNCIAS GERAIS

ALVES, S. M. F.; SERAPHIN, J. C. Coeficiente de heterogeneidade do solo e tamanho de parcela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 105-111, 2004.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 162 p.

AMARAL, P. N. C. et al. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 611-617, 2008.

ARAÚJO, A. A. Forragens de verão e outono. In: ARAÚJO, A. A. (ed). **Forrageiras para ceifa, capineira, pastagens, fenação e ensilagem**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 1972. p. 79-136.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P.; DUARTE, G. S. Alternativas de tamanho e forma da parcela para avaliação de progênies do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, v. 15, p. 295-305, 1991.

BOGDAN, A. V. **Tropical pasture and fodder plants: Grasses and legumes**. Tropical Agricultural Series. London: Longman, 1977. 241 p.

BRUNKEN, J. N. A systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Graminea). **American Journal of Botany**, v. 64, p. 161-176, 1977.

BRUM, M. S. et al. Sistemas de alimentação para a recria de ovinos a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. **Ciência Rural**, v. 38, p. 191-198, 2008.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, p. 77-86, 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; STORCK, L. Número de repetições para a comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2419-2424, 2009.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanhos de parcela e ensaio de uniformidade em nabo forrageiro. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1517-1525, 2011a.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho ótimo de parcela em milho com comparação de dois métodos. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1890-1898, 2011b.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de parcela e número de repetições em aveia preta. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1732-1739, 2014a.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de parcela e número de repetições em feijão de porco. **Ciência Rural**, v. 44, p. 2142-2150, 2014b.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de parcela para avaliar a massa de plantas de mucuna cinza. **Comunicata Scientiae**, v. 5, p. 196-204, 2014c.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de parcela para avaliar caracteres de tremço branco em épocas de avaliação. **Ciência Rural**, v. 45, p. 206-214, 2015.

CARPIM, L. K. et al. Avaliação da liberação de nutrientes na palhada de milheto em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2813-2819, 2008.

CATELAN, F. **Avaliação de grãos de milheto (*Pennisetum glaucum*) na alimentação de coelhos em crescimento**. 2010. 52f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá (PR), 2010.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental design**. 2. ed. New York: John Wiley, 1957. 611 p.

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura e regimes de corte na produção de milheto forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, p. 89-100, 2006.

COSTA, A. C. T. et al. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milheto semeados em duas épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1171-1177, 2005.

DAN, H. A. et al. Seletividade de herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milheto (*Pennisetum glaucum*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, p. 297-306, 2009.

DONATO, S. L. R. et al. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 957-969, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). A Cultura do Milheto. **Circular Técnica**, n. 11, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 6. 1998.

FARIA JÚNIOR, O. L. et al. Protein fractions of pearl millet submitted to different nitrogen doses and cutting ages. **Journal of Agricultural Studies**, v. 1, p. 30-40, 2013.

FEDERER, W. T. **Experimental design**. New York: McMillan, 1955. 544 p.

FINHOLDT, R. S. et al. Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes. **FAZU em Revista**, p. 11-14, 2009.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: São Paulo: Nobel 1990. 468 p.

GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2. ed. New York: John Wiley, 1984. 680 p.

HATHEWAY, M. H. Convenient plot size. **Agronomy Journal**, v. 53, p. 279-280, 1961.

HIDALGO, M. A. et al. Use of whole pearl millet in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, p. 229-234, 2004.

IGUE, T. et al. Tamanho e forma de parcela experimental para cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 50, p. 163-180, 1991.

JOCHIMS, F. et al. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 572-581, 2010.



KAVATA, L. C. B. et al. Substituição do milho *Zea mays* por milheto *Pennisetum americanum* em rações para alevinos de carpa-capim *Ctenopharyngodon idella*. **Acta Scientiarum**, v. 27, p. 91-94, 2005.

KICHEL, A.; MACEDO, M. C. Milheto: a opção forrageira para alimentar animais na época seca. **A Lavoura**, v. 617, p. 20-21, 1994.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso do milheto como planta forrageira** . 2000. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD46.html>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2015.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1308-1315, 2006.

LARA CABEZAS, W. A. R. et al. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1005-1013, 2004.

LEÃO, H. F. et al. Production and bromatological composition of pearl millet genotypes for pasture manded in different cutting heights. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 903-912, 2012.

LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. **Crop Science**, v. 3, p. 477-481, 1963.

LIMA, E. V. et al. Espécies para cobertura e qualidade dos resíduos vegetais na implantação do sistema de plantio direto em região de inverno seco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, p. 180-194, 2005.

LÚCIO, A. D. et al. Estimativa do tamanho de parcela para experimentos com alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 510-515, 2011.

MARCANTE, N. C.; CAMACHO, M. A.; PAREDES, F. P. J. Teores de nutrientes no milheto como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 196-204, 2011.

MARTIN, T. N. et al. Metodologia experimental para rendimento de grãos de soja em condições de restrição de espaço. **Bragantia**, v. 66, p. 521-526, 2007.

MARTINS NETTO, D. A.; ANDRADE, R. V. **Recursos fitogenéticos de milho, sorgo e milheto**. EMBRAPA Milho e Sorgo, Documentos 2, Sete Lagoas, 2000, 20 p.

MARTINS NETTO, D. A. M.; DURÃES, F. O. M. **Milheto: Tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 215 p.

MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abssinica*. **Crop Science**, v. 11, p. 648-650, 1971.

MONTANGNER, D. P. **Estrutura da pastagem, comportamento ingestivo e consumo voluntário de forragem de novilhas de corte em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leake)**. 2004. 133f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria-RS, 2004.

MONTAGNER, D. B. et al. Manejo da pastagem de milheto para recria novilhas de corte. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2293-2299, 2008.

MOOJEN, E. L. et al. Produção animal em pastagem de milheto sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2145-2149, 1999.

MOREIRA, L. B. et al. Efeitos da população de plantas sobre as características morfológicas e agrônômicas de milheto pérola (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) cv. ENA 1. **Agronomia**, v. 37, p. 05-09, 2003.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 729 p.

MURAKAMI, A. E. et al. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milheto em substituição ao milho. **Acta Scientiarum**, v.31, p.31-37, 2009.

NOZAKI, M. H.; VENDRÚSCULO, M. Características químicas e densidade global de um latossolo vermelho eutrófico cultivado com plantas de cobertura em Toledo-PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1245-1252, 2010.

OLIVEIRA, P. H.; ESTEFANEL, V. Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata. **Ciência Rural**, v. 25, p. 205-208, 1995.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1079-1087, 2002.

PACHECO, R. F. et al. Características produtivas de pastagens de milheto ou capim sudão submetidas ao pastejo contínuo de vacas para abate. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, p. 266-276, 2014.

PADOVAN, M. P. et al. Dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes pelo milheto para fins de adubação verde em sistemas de produção sob bases ecológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, p. 95-103, 2012.

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, p. 255-268, 2009a.

PARANAÍBA, P. F.; MORAIS, A. R.; FERREIRA, D. F. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: comparação de métodos em experimentos de trigo e mandioca. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 27, p. 81-90, 2009b.

PRIESNITZ, R. et al. Espaçamento entre linhas na produtividade de biomassa e de grãos em genótipos de milheto pérola. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 485-494, 2011.

PAYNE, W. A. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. **Crop Science**, v. 92, p. 808-814, 2000.

PEDRICO, A. et al. Desenvolvimento e produtividade do milheto em função de diferentes espaçamentos e níveis de fósforo na Região Norte do Estado do Tocantins. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 5, p. 143-152, 2010.

PEDROSO, C. E. S. et al. Características morfogênicas de milheto sob lotação rotacionada com diferentes períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2311-2319, 2009.

PEREIRA FILHO, I. A. et al. Manejo da Cultura do Milheto. **Circular Técnica**, n. 29, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 17 p.

PINHEIRO, M. S. M. et al. Milheto moído em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, p. 99-109, 2003.

PIRES, F. R. et al. Desempenho agrônômico de variedades de milheto em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 41-49, 2007.

PONCET, V. et al. Genetic control of domestication traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L., Poaceae). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 100, p. 147–159. 2000.

PRADO, I. N. et al. Sistemas para crescimento e terminação de bovinos de corte a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 955-965, 2003.

QUEIROZ, D. S. et al. Cultivares e épocas de semeadura de milheto para produção de forragem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 318-329, 2012.

RAMOS JUNIOR, E. U. et al. Crescimento de plantas de cobertura sob déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 47-56, 2013.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2012. 305p.

RODRIGUES, G. B. et al. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, v. 59, p. 380-385, 2012.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186 p.

ROSSETTI, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 433-438, 2002.

SCALÉA, M. J. Perguntas & respostas sobre o plantio direto. **Informações Agrônômicas**, n. 83, p. 1-8. 1998.

SCHWARTZ, F. et al. Manejo de milheto (*Pennisetum americanum* Leeke) sob pastejo de ovinos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, p. 151-155, 2003.

SILVA, F. N.; BRAGA, A. P.; VASCONCELOS, S. H. L. Milheto (*Pennisetum americanum* L.) uma alternativa forrageira para a alimentação animal no município de Mossoró. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 2, p. 41-46, 2000.

SILVA, L. F. O. et al. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com rabanetes. **Revista Ceres**, v. 59, p. 624-629, 2012.

SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal Agricultural Science**, p. 1-23, 1938.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3. ed. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666 p.

STORCK, L.; BISOGNIN, D. A.; OLIVEIRA, S. J. R. Dimensões dos ensaios e estimativas do tamanho ótimo de parcela em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 903-909, 2006.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 200 p.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, v. 65, p. 121-127, 2006.

TABOSA, J. N. et al. Perspectivas do milheto no Brasil - Região Nordeste. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DO MILHETO, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Jica-Embrapa, p. 169-185, 1999.

TEIXEIRA, C. M. et al. Liberação de macronutrientes das palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 497-505, 2010.

TEIXEIRA, M. B. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milheto e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 867-876, 2011.

THOMAS, E. J. Relationship between plot size and plot variance. **Agricultural Research Journal of Kerala**, v. 12, p. 178-189, 1974.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II - Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v. 22, p. 1-10, 2004.