

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

**TAMANHO DE AMOSTRA PARA A AVALIAÇÃO DE
DOENÇAS EM EXPERIMENTOS COM ARROZ E
TRIGO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Bruno Giacomini Sari

**Santa Maria, RS, Brasil,
2015**

TAMANHO DE AMOSTRA PARA A AVALIAÇÃO DE DOENÇAS EM EXPERIMENTOS COM ARROZ E TRIGO

Bruno Giacomini Sari

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. Alessandro Dal'Col Lúcio

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

Sari, Bruno Giacomini

Tamanho de amostra para a avaliação de doenças em experimentos com arroz e trigo / Bruno Giacomini Sari.- 2015.

65 f.; 30cm

Orientador: Alessandro Dal'Col Lúcio

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

1. Precisão experimental 2. Amostragem 3. Brusone do arroz 4. Mancha amarela do trigo I. Lúcio, Alessandro Dal'Col II. Título.

Ficha catalográfica gerada através do programa de geração automática da biblioteca central da UFSM

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Bruno Giacomini Sari. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante autorização do autor.

Endereço: Rua Sete de Setembro, n. 764, Centro, Faxinal do Soturno, RS. CEP: 97220-000

Endereço eletrônico: brunosari@hotmail.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 AMOSTRA PARA A AVALIAÇÃO DE DOENÇAS EM
EXPERIMENTOS COM ARROZ E TRIGO**

elaborada por
Bruno Giacomini Sari

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Alessandro Dal'Col Lúcio, Dr.
(Presidente/Orientador)

Ivan Francisco Dressler da Costa, Dr. (UFSM)

Ana Lúcia de Paula Ribeiro, Dr. (IFF/São Vicente do Sul)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2015.

Dedico:

À minha esposa Ivete e minha filha Julia.
Aos meus pais Darci Carlos e Maria Inês.
O amor de vocês me fez chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À DEUS por tudo.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA pelo acolhimento durante todos estes anos e ao PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA pela oportunidade de cursar o mestrado.

À COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO, por me receber de braços abertos em seu grupo de pesquisa, pela oportunidade de convivência e por sua dedicação, ensinamentos e compreensão, agradeço de forma especial.

Ao professor IVAN FRANCISCO DRESSLER DA COSTA pela co-orientação, pelos anos de convivência e por ter aberto as portas da iniciação científica.

À toda a minha família, especialmente aos meus pais DARCI CARLOS SARI e MARIA INÊS GIACOMINI, que desde pequeno me ensinaram que o conhecimento é o bem mais valioso que existe, e que ninguém o tira de nós. À minha esposa IVETE STRECK SARI pela força, compreensão, amor incondicional e por me dar no meio desta caminhada o maior de todos os presentes, a nossa filha JULIA STRECK SARI.

Aos colegas, amigos e funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária e do Departamento de Fitotecnia, pelos anos de convivência e amizade!

Aos colegas e amigos do grupo de pesquisa EXPERIMENTAÇÃO pela acolhida e amizade.

Um agradecimento especial aos amigos de longa data ADRIANO ARRUÉ, CEZAR CORADINI, FERNANDO PICCININI, FERNANDO SACCOL GNOCATO, GUILHERME ROSSATO AUGUSTI, JOELTON DOS SANTOS RODRIGUES, MAIQUEL PIZZUTI PES, e MAURÍCIO STEFANELO. Aos mais recentes, mas também especiais CLERISON RÉGIS PERINI, DEISE CAGLIARI, GLAUBER RENATO STÜRMER, LEONARDO MOREIRA BURTET, LUCAS DA SILVA STEFANELO e RÉGIS FELIPE STACKE.

À todos, meu MUITO OBRIGADO!

RESUMO

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

TAMANHO DE AMOSTRA PARA A AVALIAÇÃO DE DOENÇAS EM EXPERIMENTOS COM ARROZ E TRIGO

AUTOR: BRUNO GIACOMINI SARI

ORIENTADOR: ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO

Local e Data: Santa Maria, RS, 25 de fevereiro de 2015

A brusone da folha e a mancha amarela são as principais doenças do arroz e do trigo, respectivamente, tanto por serem comumente encontradas quanto pelo seu potencial destrutivo. Devido a isso, a comprovação da eficiência de métodos de controle através de experiências é de suma importância, uma vez que estes resultados serão usados como referência por técnicos e produtores. A precisão experimental está relacionada com a escolha adequada do delineamento (controle local), do número de repetições, do tamanho da amostra na parcela, entre outros. No caso de experimentos de controle envolvendo fungicidas, que é o principal método de controle de ambas as doenças, a amostragem de folhas nas parcelas é necessária, pois mensurar toda a população torna-se inviável. A amostragem gera um novo erro (amostral) dentro da parcela, e este deve ser minimizado através de um dimensionamento amostral adequado. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo determinar tamanhos de amostra necessários para avaliar a severidade da brusone da folha do arroz e da mancha amarela do trigo. Para isso, foram utilizados resultados de experimentos de controle químico realizados durante as safras 2009/2010 e 2010/2011. O procedimento de coleta e análise dos dados foi idêntica em todos os experimentos, independente da cultura. Em todos eles, as doenças foram mensuradas aos sete, 14 e 21 dias após a aplicação dos fungicidas através da amostragem de 10 folhas nas parcelas. As variáveis estudadas foram a severidade das doenças e a área abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD). Os dados foram submetidos a análise de variância para a obtenção dos erros experimental e amostral, e assim, através do teste de hipótese, verificar se o dimensionamento amostral e o número de repetições foram adequados. O afastamento da aleatoriedade da variável severidade foi testado com o objetivo de determinar se a metodologia utilizada no cálculo do tamanho da amostra foi adequada. O teste de afastamento da aleatoriedade mostrou que ambas as doenças comportaram-se de forma distintas, tanto entre os tratamentos quanto entre as avaliações, ora distribuindo-se de forma aleatória no campo, ora não. Desse modo, a associação de distribuições teóricas (que indicam distribuição aleatória ou agregada da doença no campo) à fórmula utilizada no cálculo do tamanho da amostra é inadequado. O tamanho de amostra necessário para mensurar a média da severidade das doenças nas parcelas não foi o mesmo em todos os tratamentos e entre as avaliações. Este resultado era esperado, uma vez que, na grande maioria dos experimentos, a média das doenças foi distinta entre os tratamentos e entre as avaliações. Este resultado levou a uma constante mudança na relação entre a variância e a média, que é um indicativo da dispersão da doença no campo, dispersão esta que está relacionada com a intensidade amostral. Por fim observou-se que, para mensurar a média da variável AACPD, é necessário avaliar menos folhas nas parcelas. Deste modo, recomenda-se que, sempre que possível, utiliza-se a variável AACPD como forma de comparação entre os tratamentos.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. *Drechslera tritici-repentis*. *Oryza sativa* L.. *Pyricularia oryzae*. Amostragem. Precisão experimental.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Federal University of Santa Maria

SAMPLE SIZE FOR ASSESSMENT OF DISEASES IN EXPERIMENTS WITH RICE AND WHEAT

AUTHOR: BRUNO GIACOMINI SARI
SUPERVISOR: ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO
Date and Location: Santa Maria, RS, 25 February 2015

The blast and the yellow leaf spot are the major rice and wheat, respectively, both are commonly found as for its destructive potential. Because of this, proving the efficiency of control methods through experiences is of paramount importance, since these results will be used as reference for technicians and producers. The precision is related to the choice of suitable design (local control), the number of repetitions, the sample size in the field, among others. In the case of control experiments involving fungicides, which is the main method of controlling both diseases, leaf sampling in installments is necessary because measuring the entire population becomes unviable. Sampling generates a new error (sampling) within the plot, and this should be minimized by appropriate sampling strategy. Thus, this study aimed to determine sample sizes needed to assess the severity of rice leaf blast and the yellow spot of wheat. For this reason, results of chemical control experiments performed during harvests and 2009/2010 2010/2011 were used. The procedure for collection and analysis of data was identical in all experiments, regardless of culture. In all, the diseases were measured at seven, 14 and 21 days after application of fungicides by sampling 10 leaves in the plots. The variables were disease severity and area under the disease progress curve (AUDPC). Data were subjected to analysis of variance to obtain the experimental and sampling errors, and so, by hypothesis test to check whether the sample dimension and the number of repetitions were adequate. The departure from randomness of variable severity was tested in order to determine whether the methodology used to calculate the sample size was adequate. The departure from randomness test showed that both diseases behaved were distinct, both among treatments between assessments, sometimes distributing randomly in the field, sometimes not. Thus, the combination of theoretical distributions (indicating random or clustered distribution of the disease in the field) to the formula used to calculate the sample size is inadequate. The sample size necessary to measure the average disease severity in the plots was not the same in all treatments and between assessments. This result is expected since, in most of the experiments, the average of the disease was different between treatments and between evaluations. This result leads to a constant change in the relationship between the variance and the mean, which is indicative of the disease in the field of dispersion, this dispersion that is related to the sample intensity. Finally it was observed that, to measure the average AUDPC variable, it is necessary to evaluate fewer leaves in the plots.

Keywords: *Triticum aestivum* L. *Drechslera tritici-repentis*. *Oryza sativa* L. *Pyricularia oryzae*. Sampling. Experimental precision.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1. Ano de condução, cultivares e doses dos fungicidas utilizadas nos três experimentos.....	20
Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) dos três experimentos analisados para as variáveis severidade da brusone e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....	23
Tabela 3. Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de variação (CV), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I \bar{d}) da severidade da brusone e da área abaixo da curva de progresso da doença no primeiro experimento.....	25
Tabela 4. Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de variação (CV%), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I \bar{d}) da severidade da brusone e da área abaixo da curva de progresso da doença no segundo experimento.....	26
Tabela 5. Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de variação (CV%), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I \bar{d}) da severidade da brusone e da área abaixo da curva de progresso da doença no terceiro experimento.....	27
Tabela 6. Tamanho de amostra, em número de folhas por parcela, para estimação da média da severidade e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da brusone nos três experimentos analisados.	30

ARTIGO 2

Tabela 1 - Cultivares, número de folhas avaliadas, equipamentos de pulverização e volumes de aplicação utilizados nos dois experimentos.	38
Tabela 2 – Resumo da análise de variância (ANOVA) dos dois experimentos analisados para as variáveis severidade da mancha amarela do trigo e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....	42
Tabela 3 – Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de variação (CV), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I \bar{d}) da severidade da mancha amarela do trigo e da área abaixo da curva de progresso da doença no primeiro experimento.	44
Tabela 4 – Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de variação (CV), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I \bar{d}) da severidade da mancha amarela do trigo e da área abaixo da curva de progresso da doença no segundo experimento.	45
Tabela 5 – Tamanho de amostra, em número de folhas por parcela, para estimação da média da severidade e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da mancha amarela do trigo nos dois experimentos analisados.	47

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Descrição dos estádios de desenvolvimento reprodutivo da cultura do arroz irrigado proposta por Counce et al. (2000).....	61
Anexo B – Descrição dos estádios de desenvolvimento reprodutivo da cultura do trigo irrigado proposta por Zadoks et al. (1974).....	62
Anexo C – Escala diagramática utilizada na avaliação da severidade de brusone do arroz, proposta por IRRRI (2002).....	64
Anexo D – Escala diagramática utilizada na avaliação da severidade de mancha amarela do trigo, proposta por James (1971).....	65

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
ARTIGO 1 - PLANO AMOSTRAL PARA A AVALIAÇÃO DE BRUSONE DA FOLHA EM EXPERIMENTOS COM ARROZ IRRIGADO	16
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	31
ARTIGO 2 - TAMANHO DE AMOSTRA NA PARCELA PARA AVALIAÇÃO DE MANCHA AMARELA EM EXPERIMENTOS COM TRIGO	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	48
DISCUSSÃO	52
CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS	56
ANEXOS	60

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) e o trigo (*Triticum aestivum* L) são culturas extremamente importantes no Rio Grande do Sul. Na safra 2012/2013 o arroz foi semeado em 1,06 milhões de hectares, o que corresponde 52% da área cultivada no Brasil. Nesta área foram produzidos 8,03 milhões de toneladas de grãos, ou seja, 67,2% da produção brasileira. Em relação ao trigo, a área cultivada no Rio Grande do Sul foi de 976,2 mil hectares onde foram produzidos 1,81 milhões de toneladas de grãos do cereal (CONAB, 2013).

O potencial produtivo destas culturas esta relacionada a diversos fatores, tanto bióticos como, por exemplo, a incidência ou não de pragas e doenças, quanto abióticos, como a chuva, a temperatura, a umidade, etc. Entre os fatores relacionados ao potencial produtivo das culturas destaca-se a incidência de doenças, principalmente as manchas foliares, como um fator limitante a produção. Este tipo de doença é classificado como do Grupo V, uma vez que afeta a capacidade fotossintética das plantas (MCNEW, 1960), resultado do comprometimento da área foliar devido à necrose do tecido causado pelos patógenos.

A brusone da folha, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*, é a principal doença do arroz irrigado (REUNIÃO..., 2012). Os sintomas podem ser observados tanto na panícula como nas folhas (LAMB, 2006; SANTOS et al., 2009), sendo que as lesões nas folhas caracterizam-se por apresentar lesões elípticas de centro cinza e bordos marrons avermelhados (BEDENDO, 1997). O dano provocado pela brusone é severo, podendo causar levar a perdas de 100% na produtividade (FILIPPI et al., 2007). Há outros relatos de perdas na produtividade de até 2,7% quando há incidência de 1% da brusone nas folhas ou panículas no arroz cultivado em terras altas (PRABHU et al., 1989).

Já a mancha amarela, causada por *Drechslera tritici-repentis*, é uma das principais doenças foliares do trigo (BOHATCHUK et al., 2008). Os sintomas provocados pela doença podem ser observados desde a emergência do trigo e caracterizam-se por apresentar pequenas manchas cloróticas, que evoluem para lesões elípticas circundadas por um halo amarelado e região central necrosada

(REIS et al., 1997). A incidência de manchas foliares (entre elas a mancha amarela) podem causar perdas de produtividade de até 1,9% a cada um 1% de incidência segundo as indicações técnicas da cultura (REUNIÃO..., 2013), porém outros trabalhos indicam que esta perda pode chegar até a 5,3% (BOHATCHUK et al., 2008).

O controle de doenças deve seguir preferencialmente o manejo integrado de doenças, contemplando os mais diversos métodos de controle. No caso do arroz, a época de semeadura, o uso de cultivares menos susceptíveis e a irrigação adequada, via a manutenção da lâmina d'água, no caso do arroz irrigado, são ferramentas fundamentais no manejo da brusone (REUNIÃO...,2012). Já em relação à mancha amarela, além da utilização de cultivares menos susceptíveis, a rotação de culturas é muito importante no manejo da doença (REUNIÃO...,2013). Porém, o método mais utilizado do controle de doenças no arroz e trigo é o químico (DARIO et al., 2005, CELMER et al., 2007, SCHEUERMANN; EBERHARDT, 2011, NAVARINI; BALARDIN, 2012, TORMEN et al., 2013).

A comprovação da eficácia de fungicidas é, portanto, fundamental, uma vez que o controle químico é amplamente utilizado no manejo destas doenças. Para testar a eficácia de fungicidas, a maioria dos pesquisadores opta pela execução de experimentos a campo. Para que o efeito dos tratamentos seja estimado de forma confiável o experimento deve ser o mais preciso possível e, para que isso ocorra, o erro experimental deve ser minimizado (CATAPATTI et al., 2008; CARGNELUTTI FILHO et al., 2008). A precisão experimental pode ser melhorada pelo dimensionamento adequado do número de repetições (CATAPATTI et al., 2008), a escolha adequada do delineamento experimental (STORCK et al., 2006) e pelo tamanho e forma de parcela (PARNAÍBA et al., 2009).

Em experimentos de eficácia de fungicidas, assim como ocorre em muitos outros casos, a amostragem de toda a população na parcela é inviável, devido a demanda excessiva por trabalho, tempo e recursos financeiros (MARTIN et al., 2005; CATAPATTI et al., 2008; CARGNELUTTI FILHO et al., 2008; CARGNELUTTI FILHO et al., 2009; KRAUSE et al., 2013). Quando uma amostra é retirada de uma parcela, um novo erro é gerado (erro amostral), além do erro experimental já existente, o que torna o dimensionamento amostral essencial para a melhoria da precisão experimental.

O erro amostral refere-se à existência de uma variabilidade dentro das parcelas (amostras), além daquele já existente entre as parcelas (erro experimental). Deste modo, o teste de hipótese da análise de variância faz inferências quanto à variabilidade dos dados dentro e entre as parcelas. A rejeição da hipótese H_0 para a fonte de variação erro experimental ($\sigma^2=0$) indica que a variabilidade existente dentro das parcelas é maior que a variação entre as parcelas, ao passo que quando a hipótese não é rejeitada, podemos inferir que a variância existente deve-se a variância amostral (STORCK et al., 2006). Deste modo, a rejeição da hipótese H_0 indica a prioridade de dimensionar o experimento quanto ao tamanho da amostra em relação ao número de repetições, ocorrendo o inverso quando a hipótese é rejeitada (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008, CARGNELUTTI FILHO et al., 2009).

A redução do erro amostral por parte do pesquisador pode ser realizada com uma intensidade amostral adequada (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009). O tamanho da amostra tem como característica ser inversamente proporcional ao erro de estimação escolhido *a priori* pelo pesquisador, ou seja, quando menor ele for maior será a intensidade amostral. Deste modo, o pesquisador deve dimensionar o seu tamanho de amostra de acordo com a sua disponibilidade de tempo, mão de obra, recursos financeiros e finalidade do estudo (TOEBE et al., 2011). O tamanho da amostra também sofre interferência da variabilidade dos dados, sendo ela afetada por fatores genéticos e ambientais (MARTIN et al., 2005; CARGNELUTTI FILHO et al., 2008), pela aplicação de tratamentos (TOEBE et al., 2011) e, no caso de pragas e doenças, pela sua distribuição espacial no campo (MICHEREFF et al., 2007; LÚCIO et al., 2009; MICHEREFF et al., 2011; STÜRMER et al., 2013). Deste modo, todas estas características devem ser levadas em conta pelo pesquisador quando ele estabelecer o tamanho de amostra adequado para seu estudo.

No caso de doenças, a sua forma de distribuição no campo é importante na definição do tamanho da amostra (AMORIM, 1997). Um número maior de amostras é necessário para mensurar doenças que se distribuem de forma agregada no campo, enquanto que em doenças que se distribuem de forma aleatória, a intensidade amostral tende a ser menor. O padrão de distribuição da doença também é reflexo da forma dispersão dos seus propágulos. Muitas doenças radiculares são monocíclicas e tendem a se propagar a curtas distâncias, distribuindo-se de forma agregada no campo. Já as doenças policíclicas que tem

seus propágulos dispersados pelo vento a longas distâncias apresentam uma distribuição mais aleatória. Porém, não raramente, a distribuição da doença pode variar ao longo da epidemia (MAFFIA; MIZUBUTI, 2005; JUNIOR, 2007), o que pode interferir na intensidade amostral ao longo do tempo.

A distribuição espacial das doenças não está relacionada apenas a variabilidade dos dados, mas também na fórmula utilizada no cálculo do tamanho da amostra. Normalmente as fórmulas utilizadas no cálculo do tamanho da amostra estão associadas à distribuições que representam a forma de dispersão aleatória (Poisson) ou agregada (binomial negativa). Em casos em que a dispersão da doença varia ao longo da epidemia, não há necessidade de associação destas distribuições. Estudando a incidência de podridão mole na alface e na couve-chinesa, SILVA et al. (2008) estimou o tamanho de amostra associando o parâmetro k da distribuição binomial negativa à fórmula utilizada, descritiva do arranjo espacial de plantas doentes. Já MICHEREFF et al. (2007) e MICHEREFF et al. (2011), estudando a severidade queima das folhas do inhame e da cercospora em pimentão, respectivamente, verificaram que a distribuição das doenças variou entre idades de cultivo e as áreas avaliadas e, por isso, não associaram nenhum parâmetro que indicasse a forma de dispersão da doença à fórmula utilizada no cálculo do tamanho da amostra.

A amostragem de doenças em plantas tem sido amplamente estudada. Trabalhos para dimensionar o tamanho de amostra para a quantificação da mancha-aquosa (*Acidovorax avenae* subsp. *Citrulli*) na cultura do melão (SILVA et al., 2003), da podridão-mole (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*) nas culturas da alface e couve-chinesa (SILVA et al., 2008), da queima das folhas (*Curvularia eragrostidis*) na cultura do inhame (MICHEREFF et al., 2007) e da mancha de cercospora (*Cercospora capsici*) na cultura do pimentão (MICHEREFF et al., 2011) já foram realizados. Estimativas do tamanho da amostra para a identificação da severidade da brusone do arroz e a mancha amarela do trigo não foram encontrados na literatura.

Portanto, o presente trabalho não foi realizado através de amostragens-piloto, mas buscou determinar a intensidade amostral necessária para amostrar as doenças em parcelas experimentais de experimentos de controle químico. O tamanho da amostra foi calculado ao longo de três avaliações, representando os

mais diversos níveis de severidade. Além disso, a dispersão de cada doença nas parcelas experimentais foi estudada ao longo das avaliações, com o intuito de determinar a forma mais adequada de se calcular o tamanho da amostra para cada doença.

O trabalho está organizado em dois artigos, sendo que no primeiro buscou-se determinar o tamanho da amostra para estimar a severidade de brusone do arroz irrigado e no segundo pretende-se determinar o tamanho da amostra para estimar a severidade da mancha amarela do trigo. Os artigos estão escritos conforme as normas da revista Caatinga e Ciência Agronômica, respectivamente.

ARTIGO 1 - PLANO AMOSTRAL PARA A AVALIAÇÃO DE BRUSONE DA FOLHA EM EXPERIMENTOS COM ARROZ IRRIGADO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra necessário para avaliar a severidade da brusone da folha no arroz irrigado em experimentos com diferentes tratamentos fungicidas. Foram utilizados dados de severidade da brusone e área abaixo da curva de progresso da doença de três experimentos de controle químico realizados no Rio Grande do Sul. A avaliação do dimensionamento dos experimentos quanto ao número de repetições e de amostras foi realizado através da análise de variância dos experimentos. A dispersão das doenças foi verificada através da razão variância/média e do índice de Morisita e teve como objetivo verificar se a metodologia utilizada para o cálculo do tamanho de amostra foi adequado. A dispersão da doença não foi a mesma ao longo dos experimentos, variando entre tratamentos e avaliações. Diante deste comportamento, a metodologia utilizada neste estudo para o cálculo do tamanho da amostra foi adequado. O tamanho de amostra para a estimação da severidade média da brusone varia entre os tratamentos e as avaliações. Para avaliar a área abaixo a curva de progresso da doença é necessário avaliar menos folhas.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Precisão experimental. Tamanho da amostra.

33 **SAMPLING PLAN FOR THE ASSESSMENT OF LEAF BLAST IN EXPERIMENTS**
34 **WITH RICE**

35

36 **ABSTRACT**

37

38 The objective of this work was to verify the sample size necessary to assess the severity
39 of rice leaf blast in experiments with different fungicide treatments. Data of rice leaf blast
40 severity and area under the disease progress curve of three chemical control experiments
41 conducted in Rio Grande do Sul were used in this study. The evaluation of the number of
42 replication and sample size of the experiments was performed by analysis of variance. The
43 dispersion of disease was measured by the variance/mean ratio and Morisita index and this
44 aimed to verify the methodology used to calculate the sample size was adequate. The
45 dispersion of the disease has not been the same throughout the experiments, varying between
46 treatments and assessments. Given this behavior, the methodology used to calculate the
47 sample size was adequate. Four replications are considered inappropriate of these
48 experiments. The sample size for the estimation of average rice leaf blast severity was
49 variable among treatments and assessments. To evaluate the area under the disease progress
50 curve is necessary to assess less leaf.

51

52 **Keywords:** *Oryza sativa*. Experimental precision. Sample size.

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67 INTRODUÇÃO

68

69 A brusone da folha, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* (Cooke) Sacc. = *P. oryzae*
70 Cavara, é uma doença comumente encontrada na cultura do arroz irrigado. Os sintomas
71 característicos da doença nas folhas são lesões elípticas de centro cinza e bordos marrons
72 avermelhados, sendo que no centro necrosado são encontradas as estruturas reprodutivas do
73 patógeno (BEDENDO, 1997). A doença é encontrada em todas as regiões produtoras de arroz
74 e perdas na produtividade podem chegar a 100% (FILIPPI et al., 2007).

75 Devido ao elevado potencial de dano causado pela brusone no arroz a constatação da
76 eficácia de fungicidas, através da pesquisa, é fundamental para que se possa manejar de forma
77 correta a doença, uma vez que o controle químico é um dos principais métodos de controle de
78 doenças foliares em arroz (CELMER et al., 2007; SANTOS et al., 2008). Na experimentação
79 agrícola, a qualidade dos resultados obtidos nestas pesquisas dependerá da precisão
80 experimental. Por isso, o erro experimental, que é a variação entre as repetições que recebem
81 o mesmo tratamento, deve ser minimizado de modo que o efeito dos tratamentos seja
82 estimado de forma confiável (CATAPATTI et al., 2008).

83 A precisão experimental pode ser melhorada via o dimensionamento adequado do
84 número de repetições (CATAPATTI et al., 2008) e escolha adequada do delineamento
85 experimental (STORCK et al., 2006). Porém, inúmeras variáveis devem ser obtidas através de
86 amostragens nas parcelas experimentais (KRAUSE et al., 2013), uma vez que toda a
87 população não pode ser mensurada devido a demanda excessiva por trabalho, tempo e
88 recursos financeiros. A amostragem na parcela gera uma nova variância dentro da parcela,
89 sendo que esta deve ser minimizada por um tamanho de amostra adequado (CARGNELUTTI
90 FILHO et al., 2009).

91 A estimativa do tamanho de amostra sofre interferência da variabilidade dos dados, que
92 é afetado por fatores genéticos e ambientais (MARTIN et al., 2005; CARGNELUTTI FILHO
93 et al., 2008), pela aplicação de tratamentos (TOEBE et al., 2011) e, no caso de pragas e
94 doenças, pela sua distribuição espacial no campo (LÚCIO et al., 2009; MICHEREFF et al.,
95 2011). A distribuição da doença no campo, além de estar relacionada com a variabilidade dos
96 dados, interfere na escolha da metodologia utilizada no cálculo do tamanho da amostra. Para
97 doenças distribuídas de forma aleatória a distribuição de Poisson é utilizada associada à
98 fórmula do cálculo do tamanho de amostra. Já no caso de distribuição agregada, associa-se o

99 parâmetro k da distribuição binomial negativa (MICHEREFF et al., 2008; MICHEREFF et
100 al., 2011)

101 A amostragem de doenças em plantas tem sido amplamente estudada. Trabalhos para
102 dimensionar o tamanho de amostra para a quantificação da mancha-aquosa (*Acidovorax*
103 *avenae* subsp. *Citrulli*) na cultura do melão (SILVA et al., 2003), da podridão-mole
104 (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones)) nas culturas da alface e couve-
105 chinesa (SILVA et al., 2008), da queima das folhas (*Curvularia eragrostidis* (Henn.) Meyer)
106 na cultura do inhame (MICHEREFF et al., 2008) e da mancha de cercospora (*Cercospora*
107 *capsici*) na cultura do pimentão (MICHEREFF et al., 2011) já foram realizados. Contudo, não
108 foram encontrados na literatura trabalhos que estimem o tamanho de amostra para a
109 quantificação da brusone da folha do arroz irrigado.

110 O objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra necessário para avaliar a
111 severidade da brusone da folha no arroz irrigado em experimentos com diferentes tratamentos
112 fungicidas.

113

114 MATERIAL E MÉTODOS

115

116 Os dados utilizados neste estudo são oriundos de três experimentos de controle químico
117 de brusone em arroz irrigado, um conduzido na safra agrícola 2009/2010 e dois na safra
118 2010/2011. Todos os experimentos foram realizados à campo no município de Santa Maria-
119 RS, distrito da Palma, com altitude 95 m, latitude 29°43'42,9"S e longitude 53°33'42,6"W. Na
120 safra agrícola 2009/2010, a semeadura foi realizada no dia 06/01/10, enquanto na safra
121 agrícola 2010/2011 foi realizada no dia 23/12/2010. A semeadura tardia teve como objetivo
122 potencializar a severidade da brusone, submetendo as plantas de arroz a condições favoráveis
123 ao desenvolvimento da doença. A densidade de semeadura, adubação e o controle de plantas
124 daninhas e pragas seguiram a recomendação técnica da cultura (SOSBAI, 2007).

125 Os tratamentos e cultivares de cada experimento estão descritos na Tabela 1. Os
126 fungicidas foram aplicados com auxílio de um pulverizador costal de precisão pressurizado
127 por gás carbônico, composto por uma barra com 4 bicos espaçados por 0,5m cada. A ponta de
128 pulverização utilizada foi a XR 110015, sendo que as pulverizações foram calibradas para um
129 volume de aplicação de 150L ha⁻¹. Em todos os experimentos foram realizadas duas
130 aplicações de fungicidas, sendo a primeira realizada no estágio fenológico de antese (R4)
131 (COUNCE et al., 2000) e a segunda 14 dias após a primeira.

132 **Tabela 1.** Ano de condução, cultivares e doses dos fungicidas utilizadas nos três
 133 experimentos.

134

Trat. ¹	Cultivar (Ano)	Fungicidas (doses) ²
-----Experimento 1-----		
T1	IRGA 422 CL (2009/2010)	Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Nitro LL (2L ha ⁻¹)
T2		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Nitro LL (4L ha ⁻¹)
T3		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Nimbus (0,75L ha ⁻¹)
T4		Brio (0,75L ha ⁻¹) + Nitro LL (2L ha ⁻¹)
T5		Brio (0,75L ha ⁻¹) + Nitro LL (4L ha ⁻¹)
T6		Brio (0,75L ha ⁻¹) + Assist (0,75L ha ⁻¹)
T7		Nativo (0,75L ha ⁻¹) + Aureo (0,375L ha ⁻¹)
T8		Testemunha
-----Experimento 2-----		
T1	INIA Olimar (2010/11)	Kasumin (1L ha ⁻¹) + Eminent (0,5L ha ⁻¹)
T2		Kasumin (1L ha ⁻¹) + Eminent (0,5L ha ⁻¹) + K-tionic (0,2L ha ⁻¹)
T3		Kasumin (1L ha ⁻¹) + Eminent (0,5L ha ⁻¹) + K-tionic (0,3L ha ⁻¹)
T4		Kasumin (1L ha ⁻¹) + Eminent (0,5L ha ⁻¹) + K-tionic (0,4L ha ⁻¹)
T5		Nativo (0,75L ha ⁻¹)
T6		Brio (0,75L ha ⁻¹)
T7		Priori (0,4L ha ⁻¹) + Score (0,2L ha ⁻¹)
T8		Folicur (0,75L ha ⁻¹) + Bim (250g ha ⁻¹)
T9		Testemunha
-----Experimento 3-----		
T1	INIA Olimar (2010/11)	Approach Prima (0,3L ha ⁻¹)
T2		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + NitroLL (4L ha ⁻¹)
T3		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Mo (17,7g ha ⁻¹)
T4		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Zn (186g ha ⁻¹)
T5		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Mo (17,7g ha ⁻¹) + Zn (186g ha ⁻¹)
T6		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Mo (17,7g ha ⁻¹) + NitroLL (4L ha ⁻¹)
T7		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Zn (186g ha ⁻¹) + NitroLL (4L ha ⁻¹)
T8		Approach Prima (0,3L ha ⁻¹) + Mo (17,7g ha ⁻¹) + Zn (186g ha ⁻¹) + NitroLL (4L ha ⁻¹)
T9		Nativo (750 ml ha ⁻¹)
T10		Brio (750 ml ha ⁻¹)
T11		Priori Xtra (300 ml ha ⁻¹)
T12		Testemunha

135 ¹ Tratamentos. ²Approach Prima = Pycoxistrobina + Ciproconazol; Assist = Adjuvante do
 136 grupo dos hidrocarbonetos alifáticos; Aureo = Éster etílico de óleo de soja; Bim =
 137 Tricyclazole; Brio= Epoxiconazole + Kresoxim-Metilico; Eminent = Tetraconazol; Folicur =
 138 Tebuconazol; Kasumin = Casugamicina; K-tionic = Fertilizante organomineral composto por
 139 N (5%) + K₂O (7,5%) + C (10%); Nativo = Trifloxistrobina + Tebuconazol; Nimbus =
 140 Adjuvante do grupo dos hidrocarbonetos alifáticos; Nitro LL = adjuvante nitrogenado; Priori
 141 = Azoxistrobina; Priori Xtra = Azoxistrobina + Ciproconazol. Score = Difenconazol.

142

143 As variáveis estudadas foram a severidade da brusone e a área abaixo da curva de
 144 progresso da doença (AACPD). O delineamento utilizado para analisar a variável severidade
 145 foi o blocos ao acaso, em um bifatorial com parcelas subdivididas no tempo e amostragem na
 146 subparcela, com quatro repetições. Neste caso, a parcela principal foi composta pelos
 147 diferentes tratamentos com fungicidas e a subparcela composta por três avaliações de
 148 severidade da brusone. Já para a análise da variável AACPD utilizou-se o delineamento

149 blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas experimentais mediam dois metros de
150 largura e cinco metros de comprimento.

151 Para obter a variável severidade, realizaram-se avaliações de severidade da doença aos
152 sete, 14 e 21 dias após a aplicação dos fungicidas. Em cada repetição (parcela) foram
153 escolhidas aleatoriamente 10 folhas bandeiras (totalizando 40 folhas por tratamento), e para
154 cada uma foi atribuída um valor correspondente a porcentagem de área foliar com sintomas da
155 doença. Para atribuir os valores de severidade de brusone nas folhas, foi utilizada um escala
156 diagramática proposta pelo Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz (IRRI, 2002).

157 Para o cálculo da variável AACPD, utilizaram-se os valores de severidade nas três
158 avaliações, e com eles calculou-se o índice para cada tratamento pela equação:

$$159 \text{ AACPD} = \sum [((Y_i + Y_{i+1})/2) \times (T_{i+1} - T_i)]$$

160 Na equação acima, Y é a porcentagem de área foliar afetada pela brusone na i-ésima
161 observação, T_i é o tempo da avaliação i em números de dias após a aplicação dos fungicidas e
162 T_{i+1}: tempo da avaliação i+1.

163 Os dados de severidade da doença e AACPD foram submetidos à análise de variância,
164 com o intuito de se obter o erro amostral e experimental de cada ensaio. Após, foi
165 determinado se o dimensionamento quanto ao tamanho da amostra e o número de repetições
166 foram adequados através da interpretação do teste de hipóteses entre o erro experimental e o
167 erro amostral. Posteriormente, foi retirado o efeito de blocos dos dados das variáveis
168 severidade da brusone e AACPD. O valor de porcentagem de área foliar atacada pelo
169 patógeno é subjetivo, uma vez que para uma mesma folha a porcentagem atribuída pode ser
170 diferenciada entre os avaliadores. Por isso que cada avaliador, que geralmente eram mais de
171 um, foi responsável pela avaliação de um bloco inteiro. Devido a isso, para que a dispersão da
172 doença no campo não fosse afetada por esta subjetividade, ele foi suprimido.

173 A partir dos valores de severidade e AACPD das 40 folhas amostradas (ou seja, para
174 cada tratamento), sem o efeito de bloco, foram calculadas as estatísticas mínimo, máximo,
175 média, desvio padrão, variância, coeficiente de variação da média e o tamanho da amostra. A
176 homogeneidade da variância dos dados de severidade da brusone foi testada nas seguintes
177 situações: entre os tratamentos em cada experimento e entre as avaliações em cada
178 tratamento. Já para a variável AACPD, verificou-se a homogeneidade das variâncias entre os
179 tratamentos. Por fim, tanto para a variável severidade da brusone quanto para a variável
180 AACPD, testou-se a homogeneidade das variâncias entre as parcelas que receberam o mesmo
181 tratamento, de modo que quando estas foram heterogêneas, neste caso, o maior valor foi

182 utilizado para o cálculo do coeficiente de variação da média e do tamanho da amostra das
183 duas variáveis. Para estes cálculos, utilizou-se o teste de Levene, com nível de significância
184 de 5%.

185 Para a variável severidade nas três avaliações, também foi calculado o Razão
186 variância/média (I) e o Índice de Morisita ($I_δ$). Posteriormente foi verificada o afastamento da
187 aleatoriedade pelo teste qui-quadrado (χ^2) com n-1 graus de liberdade. O objetivo destes testes
188 foi verificar se a metodologia utilizada para o cálculo do tamanho de amostra é adequada,
189 uma vez que esta é dependente da forma de distribuição da doença no campo (MICHEREFF
190 et al, 2011).

191 Os tamanhos ideais de amostra (n) foram determinados para cada tratamento em cada
192 avaliação, utilizando-se a seguinte expressão:

$$193 n = S^2 / (\bar{x} \cdot CV_{\bar{x}}^2)$$

194 Na equação acima, S^2 é a variância amostral, \bar{x} corresponde a severidade média da
195 doença nas 40 folhas avaliadas por tratamento e $CV_{\bar{x}}$ corresponde aos coeficientes de variação
196 da média, considerando-se erros aceitáveis pré-estabelecidos de 5, 10, 15, 20, 25 e 30%.

197 Todas as análises estatísticas dos dados foram realizadas com auxílio do software SOC-
198 NTIA (AMBIENTE DE SOFTWARE NTIA, 1997) e Microsoft Excel[®].

199

200 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

201

202 Houve interação significativa entre os fatores tratamentos e avaliações realizadas aos
203 sete, 14 e 21 dias após a aplicação dos fungicidas, mostrando que a severidade da brusone
204 variou entre as três avaliações, e que esta variação foi diferenciada entre os tratamentos
205 (Tabela 2). Também foi observada diferença entre os tratamentos para a variável AACPD. Em
206 relação ao erro experimental e amostral, observa-se que sua significância variou entre os
207 experimentos e entre as duas variáveis. As variâncias entre os tratamentos foram
208 heterogêneas, tanto para a variável severidade quanto para a variável AACPD em todos os
209 experimentos. Já a heterogeneidade das variâncias da severidade da brusone entre as
210 avaliações foi observada em 79,41% dos tratamentos.

211

212

213

214 **Tabela 2.** Resumo da análise de variância (ANOVA) dos três experimentos analisados para as
 215 variáveis severidade da brusone e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).
 216

FV ²	GL	QM	GL	QM	GL	QM
-----Severidade de brusone-----						
	----Experimento 1 ¹ ----		----Experimento 2-----		----Experimento 3-----	
Bloco (B)	3	21,18 ^{ns}	3	50,53 ^{ns}	3	14,17*
Tratamentos (A)	7	64,07*	8	527,23*	11	218,37*
Erro (a)	21	19,34	24	140,23	33	2,40
Avaliações (D)	2	1194,99*	2	5810,04*	2	570,64*
AxD	14	24,12*	16	344,29*	22	65,11*
BxD	6	3,55 ^{ns}	6	206,46*	6	6,61 ^{ns}
Erro experimental	42	7,23 ^{ns}	48	82,29*	66	6,26*
Erro amostral	864	7,87	972	14,76	1296	2,88
CVe (%)		85,91		82,45		116,84
CVa (%)		89,66		34,92		79,38
-----AACPD-----						
	----Experimento 1-----		----Experimento 2-----		----Experimento 3-----	
Bloco (B)	3	1336,45 ^{ns}	3	2801,34 ^{ns}	3	1835,87*
Tratamentos (A)	7	3662,83*	8	33626,43*	11	43995,28*
Erro experimental	21	990,41*	24	9059,58*	33	363,88 ^{ns}
Erro amostral	288	516,07	324	970,94	432	320,80
CVe (%)		81,89		44,18		46,10
CVa (%)		59,11		14,46		43,28

217 *Efeito significativo pelo teste F com 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Efeito não significativo
 218 pelo teste F com 5% de probabilidade de erro. ¹Experimentos descritos detalhadamente na
 219 tabela 1; ²FV = Fontes de variação; GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio.; CVa =
 220 coeficiente de variação do erro amostral; CVe = coeficiente de variação do erro experimental.
 221

222 Nos experimentos 2 e 3, para a variável severidade da brusone, e nos experimentos 1 e 2
 223 para a variável AACPD, as variâncias residual e amostral são heterogêneas entre si e a
 224 variabilidade entre as parcelas (residual) foi maior que a variabilidade dentro das parcelas
 225 (amostral), indicando que o erro experimental foi maior que o erro amostral (Tabela 2). Os
 226 valores do coeficiente de variação dos erros amostrais mais elevados reforçam que a
 227 variabilidade entre as parcelas é maior que dentro da parcela, e revela a necessidade de
 228 redimensionar os experimentos quanto ao número de repetições. Nos casos em que o erro
 229 experimental não foi significativo, o número de repetições tem sua importância reduzida, e
 230 maior atenção deve ser dada ao tamanho de amostra. Porém, os valores elevados dos
 231 coeficientes de variação observada na análise de variância, tanto do erro experimental quanto
 232 do erro amostral, indicam baixa precisão e reforçam que o redimensionamento dos
 233 experimentos deve ser feito tanto para o número de repetições quanto para o tamanho de
 234 amostra (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008; CARGNELUTTI FILHO et al.,2009;
 235 KRAUSE et al, 2013).

236 O erro experimental elevado leva a uma inflação do quadrado médio do erro
237 experimental, causando duas consequências neste tipo de experimento: afeta a conclusão
238 quanto a interação tratamentos x avaliações, no caso da variável severidade da brusone, e a
239 conclusão quanto a diferença existente entre os tratamentos, no caso da variável AACPD.
240 Deste modo, o aumento do número de repetições em conjunto com o dimensionamento
241 adequado do tamanho da amostra pode contribuir para a diminuição do erro experimental e a
242 obtenção de conclusões mais precisas (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008;
243 CARGNELUTTI FILHO et al., 2009; KRAUSE et al., 2013).

244 A variabilidade existente em experimentos a campo geralmente são atributos a fatores
245 ambientais, variabilidade do solo ou a fatores genéticos (LÚCIO et al., 2009; MARTIN et al.,
246 2005; CARGNELUTTI FILHO et al., 2009). Porém, no caso de doenças, também deve-se
247 levar em consideração fatores como a dispersão da doença no campo (MICHEREFF et al.,
248 2011). Para a obtenção de um tamanho de amostra ideal, condições diferenciadas são
249 desejáveis, para que a recomendação não seja muito restrita. No caso das doenças, a
250 amostragem deve levar em consideração diferentes condições de campo, pois a dispersão da
251 doença e, conseqüentemente, o tamanho de amostra pode variar entre anos, épocas de
252 semeadura, locais de cultivo e do momento da avaliação (SILVA et al., 2008; MICHEREFF
253 et al., 2008; MICHEREFF et al., 2011).

254 Os experimentos avaliados apresentaram valores discrepantes de severidade da brusone
255 entre si, entre os tratamentos e entre as avaliações dentro de cada tratamento (Tabela 3, 4 e 5).
256 Os valores de severidade da doença observados nas amostras (que variaram entre 0% e
257 40,75%), bem como a severidade média dos tratamentos (que variaram entre 0,52% e
258 27,80%), mostram que os experimentos englobaram situações bastante distintas e extremas, o
259 que é muito importante neste tipo de estudo. Estas situações extremas podem ser melhores
260 percebidas quando se considera que perdas de 59,6% na produtividade podem ocorrer quando
261 as severidades da brusone na folha e na panícula forem 33,6% e 49,9%, respectivamente
262 (PRABHU et al., 2003).

263

264

265

266

267 **Tabela 3.** Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de
 268 variação (CV), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I_{δ}) da severidade da
 269 brusone e da área abaixo da curva de progresso da doença no primeiro experimento.
 270

Trat. ¹	Mínimo	Máximo	Média	DP	Variância	CV (%)	I	I_{δ}
-----Severidade (%) da 1ª avaliação-----								
T1	0,000	12,156	5,101	3,629	13,171	71,145	2,582*	1,303*
T2	0,000	11,731	5,364	3,504	12,282	65,336	2,289*	1,235*
T3	0,000	14,487	7,444	3,811	14,526	51,196	1,951*	1,125*
T4	0,000	11,731	4,50	3,716	13,814	82,550	3,068*	1,450*
T5	0,000	14,487	5,632	5,598	31,338	99,386	5,563*	1,298*
T6	0,000	14,487	6,789	4,378	19,170	64,486	2,823*	1,262*
T7	0,000	10,625	2,941	3,294	10,854	112,001	3,689*	1,899*
T8	0,000	11,731	5,582	3,267	10,675	58,531	1,912*	1,160*
-----Severidade (%) da 2ª avaliação-----								
T1	0,000	7,578	1,688	2,327	5,415	137,843	3,207*	2,294*
T2	0,000	10,059	2,152	2,404	5,781	111,694	2,685*	1,772*
T3	0,000	10,059	2,017	2,399	5,758	118,962	2,854*	1,907*
T4	0,000	6,296	0,973	1,702	2,898	174,810	2,975*	3,030*
T5	0,000	4,296	1,098	1,293	1,672	117,682	1,521*	1,473*
T6	0,000	9,578	1,848	2,364	5,592	127,915	3,025*	2,082*
T7	0,000	4,578	1,071	1,514	2,292	141,359	2,140*	2,062*
T8	0,000	6,296	2,431	2,319	5,377	95,3678	2,211*	1,141 ^{ns}
-----Severidade (%) da 3ª avaliação-----								
T1	0,000	11,648	3,362	4,004	16,033	119,082	4,768*	1,366*
T2	0,000	7,648	3,190	2,215	4,908	69,434	1,538*	1,165*
T3	0,000	6,135	2,649	2,140	4,581	80,778	1,728*	1,270*
T4	0,000	5,904	1,867	2,620	6,865	140,319	3,676*	1,508*
T5	0,000	6,135	1,990	2,503	6,266	125,753	3,148*	1,355*
T6	0,000	5,904	1,939	1,736	3,015	89,521	1,554*	1,282*
T7	0,000	5,904	1,948	1,603	2,570	82,266	1,318 ^{ns}	1,161 ^{ns}
T8	0,000	10,135	3,490	3,062	9,379	87,728	2,686*	1,474*
-----AACPD-----								
T1	0,000	92,022	40,836	24,734	611,792	60,568	-	-
T2	10,691	108,691	44,450	21,891	479,240	49,249	-	-
T3	0,672	105,191	49,000	26,107	681,597	53,280	-	-
T4	0,000	85,613	28,411	22,397	501,650	78,831	-	-
T5	0,000	71,613	33,705	19,414	376,926	57,600	-	-
T6	0,000	99,022	42,849	25,410	645,715	59,302	-	-
T7	0,000	60,172	24,273	16,699	278,886	68,797	-	-
T8	0,6726	106,613	48,387	26,948	726,238	55,693	-	-

271 * Aleatoriedade rejeitada a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Aleatoriedade não é rejeitada.

272 ¹Tratamentos descritos detalhadamente na tabela 1. – Valores não calculados.

273
 274
 275
 276
 277

278 **Tabela 4.** Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de
 279 variação (CV%), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I_{δ}) da severidade da
 280 brusone e da área abaixo da curva de progresso da doença no segundo experimento.
 281

Trat. ¹	Mínimo	Máximo	Média	DP	Variância	CV (%)	I	I_{δ}
-----Severidade (%) da 1ª avaliação-----								
T1	1,619	13,752	5,575	2,416	5,838	43,341	1,047 ^{ns}	1,008 ^{ns}
T2	1,752	14,275	7,425	2,812	7,910	37,880	1,065 ^{ns}	1,008 ^{ns}
T3	0,752	9,352	5,525	2,122	4,507	38,424	1,033 ^{ns}	0,967 ^{ns}
T4	8,710	12,845	10,300	3,673	13,491	55,442	2,036*	1,153*
T5	0,000	16,352	6,699	3,927	15,426	58,627	2,302*	1,190*
T6	2,275	16,752	7,250	3,637	13,229	50,168	1,824*	1,111*
T7	2,752	11,352	6,800	2,402	5,769	35,324	0,848 ^{ns}	0,978 ^{ns}
T8	1,752	12,619	7,400	2,687	7,224	36,321	0,976 ^{ns}	0,996 ^{ns}
T9	3,352	19,275	11,025	4,962	24,622	45,007	1,825*	1,073*
-----Severidade (%) da 2ª avaliação-----								
T1	8,710	13,314	10,360	1,134	1,287	10,951	0,124 ^{ns}	0,917 ^{ns}
T2	8,710	13,314	10,390	1,528	2,336	14,707	0,224 ^{ns}	0,919 ^{ns}
T3	9,130	12,710	10,275	0,864	0,746	8,409	0,072 ^{ns}	0,911 ^{ns}
T4	8,710	12,845	10,300	0,959	0,921	9,318	0,089 ^{ns}	0,913 ^{ns}
T5	8,814	14,130	10,705	1,278	1,634	11,943	0,152 ^{ns}	0,922 ^{ns}
T6	8,710	12,314	10,275	0,981	0,963	9,552	0,093 ^{ns}	0,913 ^{ns}
T7	8,710	13,814	11,070	1,215	1,476	10,976	0,133 ^{ns}	0,923 ^{ns}
T8	9,130	14,130	10,787	0,960	0,922	8,902	0,085 ^{ns}	0,917 ^{ns}
T9	9,210	16,710	12,162	1,717	2,950	14,122	0,503 ^{ns}	0,939 ^{ns}
-----Severidade (%) da 3ª avaliação-----								
T1	2,515	21,715	10,013	4,901	24,024	239,913	1,767*	1,074*
T2	2,715	32,515	13,150	7,620	58,075	57,952	4,416*	1,253*
T3	3,248	34,715	14,575	7,876	62,044	54,043	4,256*	1,178*
T4	1,715	22,515	10,362	4,790	22,944	46,224	2,214*	1,114*
T5	3,515	35,748	15,675	10,475	109,733	66,828	7,001*	1,302*
T6	0,000	35,748	13,187	8,090	65,464	61,355	4,964*	1,293*
T7	2,748	29,715	14,350	6,889	47,461	48,008	3,307*	1,157*
T8	14,715	40,748	27,800	7,860	61,787	28,275	2,222*	1,042*
T9	9,515	32,515	17,050	7,457	55,611	43,737	1,450*	1,025*
-----AACPD-----								
T1	135,978	183,881	178,186	29,490	869,712	16,038	-	-
T2	144,557	207,121	195,046	38,569	1487,607	18,621	-	-
T3	140,621	197,575	199,394	36,307	1318,212	18,376	-	-
T4	118,894	190,793	185,946	28,835	831,502	15,113	-	-
T5	131,144	213,815	208,957	54,738	2996,340	25,601	-	-
T6	134,228	204,750	206,100	31,372	984,219	15,322	-	-
T7	136,421	214,060	215,517	35,049	1228,475	16,373	-	-
T8	202,894	262,368	257,564	32,947	1085,551	12,557	-	-
T9	179,728	264,556	256,061	51,658	2668,594	19,526	-	-

282 * Aleatoriedade rejeitada a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Aleatoriedade não é rejeitada.

283 ¹Tratamentos descritos detalhadamente na tabela 1. – Valores não calculados.

284

285

286

287

288 **Tabela 5.** Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de
 289 variação (CV%), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I_{δ}) da severidade da
 290 brusone e da área abaixo da curva de progresso da doença no terceiro experimento.
 291

Trat. ¹	Mínimo	Máximo	Média	DP	Variância	CV (%)	I	I_{δ}
-----Severidade (%) da 1ª avaliação-----								
T1	0,098	0,902	0,964	0,429	0,184	47,541	0,203 ^{ns}	0,115 ^{ns}
T2	0	0,659	0,525	0,489	0,239	74,184	0,362 ^{ns}	0,021 ^{ns}
T3	0	0,811	0,754	0,705	0,497	86,935	0,613 ^{ns}	0,190 ^{ns}
T4	0	0,658	0,525	0,492	0,242	74,817	0,368 ^{ns}	0,028 ^{ns}
T5	0	0,979	0,964	0,546	0,299	55,839	0,305 ^{ns}	0,290 ^{ns}
T6	0	0,643	0,525	0,501	0,251	77,888	0,390 ^{ns}	0,038 ^{ns}
T7	0	0,796	0,598	0,621	0,386	78,03	0,485 ^{ns}	0,349 ^{ns}
T8	0	0,835	0,525	0,805	0,648	96,365	0,775 ^{ns}	0,730 ^{ns}
T9	0	0,860	0,754	0,601	0,361	69,866	0,419 ^{ns}	0,322 ^{ns}
T10	0	1,022	1,025	0,717	0,514	70,115	0,502 ^{ns}	0,514 ^{ns}
T11	0	1,288	1,218	0,826	0,683	64,182	0,530 ^{ns}	0,637 ^{ns}
T12	0,964	2,962	2,525	2,226	4,955	75,143	1,672*	1,092 ^{ns}
-----Severidade (%) da 2ª avaliação-----								
T1	0,405	5,405	2,025	1,233	1,522	60,936	0,751 ^{ns}	0,879 ^{ns}
T2	0	7,000	2,326	2,404	5,780	103,36	1,085 ^{ns}	1,036 ^{ns}
T3	0	2,740	0,976	0,696	0,484	71,317	0,496 ^{ns}	0,484 ^{ns}
T4	0	5,405	1,641	1,144	1,308	69,707	0,797 ^{ns}	0,877 ^{ns}
T5	0	4,000	1,610	1,182	1,397	73,432	0,868 ^{ns}	0,918 ^{ns}
T6	0	2,240	0,916	0,618	0,382	67,456	0,417 ^{ns}	0,362 ^{ns}
T7	0	1,905	0,767	0,609	0,371	79,383	0,483 ^{ns}	0,322 ^{ns}
T8	0	3,405	1,046	0,965	0,931	92,251	0,890 ^{ns}	0,895 ^{ns}
T9	0	2,854	0,787	0,704	0,495	89,398	0,629 ^{ns}	0,526 ^{ns}
T10	0	4,405	1,731	1,131	1,281	65,368	0,739 ^{ns}	0,851 ^{ns}
T11	0,905	5,854	2,775	1,238	1,533	44,620	0,552 ^{ns}	0,841 ^{ns}
T12	4,405	17,74	9,750	4,325	18,711	44,365	1,919*	1,023 ^{ns}
-----Severidade (%) da 3ª avaliação-----								
T1	0	16,521	5,295	4,103	16,838	77,495	3,179*	1,403*
T2	0	4,898	2,465	1,401	1,963	56,840	1,395 ^{ns}	0,918 ^{ns}
T3	0,521	8,840	2,287	1,552	2,409	67,854	1,053 ^{ns}	1,022 ^{ns}
T4	0,439	3,898	2,045	0,910	0,829	44,546	0,405 ^{ns}	0,713 ^{ns}
T5	0,021	7,521	2,477	1,388	1,927	56,039	0,778 ^{ns}	0,911 ^{ns}
T6	0,439	6,898	2,125	1,235	1,525	58,131	0,718 ^{ns}	0,869 ^{ns}
T7	0,439	10,240	3,002	3,043	9,261	101,36	3,084*	1,682*
T8	0	4,440	1,648	1,125	1,265	68,232	0,767 ^{ns}	0,860 ^{ns}
T9	0	11,521	2,034	2,185	4,775	107,41	2,347*	1,653*
T10	0,521	11,240	4,410	3,091	9,556	70,097	2,166*	1,259*
T11	0,521	19,521	5,965	4,160	17,312	69,753	2,902*	1,312*
T12	0,021	10,339	4,800	3,949	15,6	82,285	3,250*	1,144*
-----AACPD-----								
T1	19,721	46,086	40,806	21,234	450,898	46,075	-	-
T2	2,241	37,572	33,568	29,516	871,252	78,56	-	-
T3	5,416	23,668	22,729	8,850	78,332	37,394	-	-
T4	3,291	28,9012	29,420	12,811	164,143	44,33	-	-
T5	7,471	32,296	32,541	14,170	200,815	43,878	-	-
T6	3,666	21,385	19,568	14,072	198,041	65,807	-	-
T7	1,216	23,738	21,471	13,675	187,020	57,609	-	-
T8	5,721	22,295	17,070	14,540	211,440	65,221	-	-
T9	0	21,074	15,554	11,755	138,199	55,782	-	-

292

293

294 **Tabela 5.** Continuação.

295

T10	11,820	40,657	40,381	20,195	407,853	49,672	-	-
T11	29,320	59,027	57,531	17,447	304,400	29,558	-	-
T12	82,416	139,912	136,631	34,990	1224,316	25,009	-	-

296 * Aleatoriedade rejeitada a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Aleatoriedade não é rejeitada.

297 ¹Tratamentos descritos detalhadamente na tabela 1. – Valores não calculados.

298

299 A interpretação dos valores do coeficiente de variação da média das variáveis
300 severidade da brusone e área abaixo da curva de progresso da doença (Tabela 3, 4 e 5) são um
301 indicativo da variabilidade entre as folhas avaliadas e, conseqüentemente, do tamanho de
302 amostra (STÜRMER et al., 2013). Quanto maior o coeficiente de variação, maior a dispersão
303 das observações ao redor da média, sugerindo a necessidade de um maior número de amostra
304 para a sua estimação. Com base nestes valores, há uma tendência do tamanho de amostra ser
305 maior para a estimação da severidade da brusone em relação à AACPD.

306 A partir dos dados de severidade da brusone, foi determinada a forma de dispersão
307 planta-a-planta das doenças em cada tratamento e em cada avaliação. A determinação do tipo
308 de distribuição da doença tem como objetivo determinar se a metodologia utilizada neste
309 estudo para calcular o tamanho de amostra é adequada. Valores da razão variância/média e do
310 índice de Morisita maiores que 1 indicam dispersão agregada da doença, enquanto que valores
311 iguais ou menores que 1 indicam dispersão aleatória (Tabela 3, 4 e 5). Observou-se, portanto,
312 que nos experimentos analisados a dispersão da brusone da folha foi dependente do
313 tratamento e do momento de avaliação, e que a forma de distribuição da doença não foi a
314 mesma ao longo da condução dos experimentos, indicando que a associação de distribuições
315 (que indicam distribuição agregada ou aleatória) à fórmula utilizada no cálculo do tamanho da
316 amostra não é adequado e, deste modo, a metodologia utilizada no presente trabalho foi
317 adequada (MICHEREFF et al., 2008; MICHEREFF et al., 2011).

318 Os valores diferenciados do coeficiente de variação da média e dos índices de dispersão
319 confirmam que há necessidade de se dimensionar o tamanho amostral para cada situação
320 específica, ou seja, para cada tratamento, avaliação e experimentos. Além disso, observou-se
321 que há diferença na severidade entre os tratamentos e avaliações, bem como a
322 heterogeneidade das variâncias entre os tratamentos e entre as avaliações em cada tratamento,
323 que levam a mudanças na razão entre os valores de variância e média das variáveis. Esta
324 relação é um indicativo da dispersão da doença no campo (conforme discutido anteriormente),
325 o que afeta o tamanho de amostra, sendo esta relação contemplada na metodologia utilizada.

326 O tamanho de amostra para a estimação da média da severidade da brusone foi
327 diferenciado entre os tratamentos, avaliações e experimentos, confirmando a hipótese de que
328 era necessário dimensionar o tamanho para cada situação específica. Por isso, foram
329 calculados três tamanhos de amostra por tratamento (um por avaliação) para esta variável,
330 sendo que apenas o maior deles foi apresentado na Tabela 6. No caso da AACPD, apenas um
331 tamanho de amostra foi determinado por tratamento. Observou-se a tendência de se reduzir o
332 número de folhas bandeiras avaliadas quando se utiliza a variável AACPD em relação a
333 variável severidade. A AACPD é amplamente utilizada em estudos fitopatológicos, pois
334 caracteriza a interação entre o patógeno, ambiente e o hospedeiro, além de ser utilizada como
335 forma de avaliação de estratégias de controle (BERGAMIN FILHO, 1997).

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357 **Tabela 6.** Tamanho de amostra, em número de folhas por parcela, para estimação da média da
 358 severidade e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da brusone nos três
 359 experimentos analisados.

360

Trat. ¹	-----Severidade-----						-----AACPD-----					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
-----Experimento 1-----												
T1	761	191	85	48	31	21	147	37	17	10	6	5
T2	500	125	56	32	20	14	98	25	11	7	4	3
T3	567	142	63	34	23	16	114	29	13	8	5	4
T4	1223	306	136	77	49	34	249	63	28	16	10	7
T5	633	159	71	40	26	18	133	34	15	9	6	4
T6	655	164	73	41	27	19	141	36	16	9	6	4
T7	800	200	89	50	32	23	190	48	22	12	8	6
T8	364	91	41	23	15	11	125	32	14	8	5	4
-----Experimento 2-----												
T1	76	19	9	5	4	3	11	3	2	1	1	1
T2	135	34	15	9	6	4	14	4	2	1	1	1
T3	117	30	13	8	5	4	14	4	2	1	1	1
T4	123	31	14	8	5	4	10	3	2	1	1	1
T5	179	45	20	12	8	5	27	7	3	2	2	1
T6	151	38	17	10	7	5	17	5	2	2	1	1
T7	93	24	11	6	4	3	11	2	2	1	1	1
T8	53	14	6	4	3	2	7	2	1	1	1	1
T9	67	17	8	5	3	2	9	3	1	1	1	1
-----Experimento 3-----												
T1	241	61	27	16	10	7	85	22	10	6	4	3
T2	227	57	26	15	10	7	117	30	13	8	5	4
T3	303	76	34	19	13	9	56	14	7	4	3	2
T4	224	56	35	14	9	7	79	20	9	5	4	3
T5	216	54	24	14	9	6	78	20	9	5	4	3
T6	243	61	27	16	10	7	70	18	8	5	3	2
T7	411	103	46	26	17	12	133	34	15	9	6	4
T8	372	93	42	24	15	11	171	43	19	11	7	5
T9	462	116	52	29	19	13	125	32	14	8	5	4
T10	197	50	22	13	8	6	99	25	11	7	4	3
T11	195	49	22	13	8	6	35	9	4	3	2	1
T12	271	68	31	17	11	8	26	7	3	2	2	1

361 ¹Tratamentos descritos detalhadamente na tabela 1.

362

363 Para um erro de 10%, que é um valor aceitável para levantamentos de doenças a campo,
 364 o tamanho da amostra para estimar a severidade média da brusone é de 306 folhas bandeiras.
 365 Já para a variável AACPD, o número de folhas a serem avaliadas é 63 (Tabela 6). Deste
 366 modo, para um experimento com cinco repetições, por exemplo, seria necessário avaliar 62
 367 folhas por parcela para estimar a severidade da doença e 13 folhas para estimar a AACPD.
 368 Muitas vezes, principalmente em relação a variável severidade, a avaliação desta quantidade
 369 de folhas se tornará impraticável, devido a quantidade de mão de obra e do tempo requerido.
 370 Por isso, caberá ao pesquisador determinar o tamanho de amostra a ser utilizado, de acordo

371 com a quantidade de recurso disponível (MICHEREFF et al., 2008; MICHEREFF et al.,
372 2011; TOEBE et al., 2011; STÜRMER et al., 2013), lembrando sempre que com a redução do
373 tamanho de amostra maior será o erro amostral e, conseqüentemente, menor será a qualidade
374 do experimento. Diante do exposto, recomenda-se a utilização da variável AACPD, sempre
375 que possível, como forma de comparação entre tratamentos, uma vez que para estimar esta
376 variável é necessário avaliar menos folhas, podendo assim o pesquisador optar por erros
377 aceitáveis menores.

378

379 CONCLUSÕES

380

381 Há variabilidade do tamanho de amostra para a avaliação da brusone da folha em função
382 dos tratamentos utilizados e das avaliações realizadas ao longo do tempo. O tamanho de
383 amostra para estimar a média da área abaixo da curva de progresso da brusone é menor do que
384 para avaliar a severidade. Para um erro de 10%, o tamanho da amostra para estimar a
385 severidade média da brusone é de 306 folhas bandeiras e para a variável AACPD, o número
386 de folhas bandeiras a serem avaliadas é de 63.

387

388 REFERÊNCIAS

389

390 AMBIENTE de software NTIA: manual do usuário – ferramental estatístico. Versão 4.2.2.
391 Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura,
392 1997. 258 p.

393

394 BEDENDO, I.P. Doenças do Arroz. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:**
395 Doenças em plantas cultivadas. São Paulo: Ceres, 1997. v.2, cap.33 p. 88-102.

396

397 BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual**
398 **de Fitopatologia:** Princípios e conceitos. São Paulo: Ceres, 1997. v.1, cap. 10, p. 672-690.

399

400 CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja.
401 **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.983-991, jul. 2009.

402

403 CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão.
404 **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.635-642, mai-jun. 2008.
405

406 CATAPATTI, T.R. et al. Tamanho de amostra e número de repetições para a avaliação de
407 caracteres agronômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3,
408 p.855-862, mai-jun. 2008.
409

410 CELMER, A. et al. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado.
411 **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.901-904, jun. 2007.
412

413 COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptative
414 system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, mar-
415 abr. 2000.
416

417 FILIPPI, M.C.C. Indução de resistência à brusone em folhas de arroz por isolado avirulento
418 de *Magnaporthe oryzae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p.387-392, set-out.
419 2007.
420

421 IRRI. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system of**
422 **rice (SES)**. Manila: IRRI, 2002. 4 ed. 56 p.
423

424 KRAUSE, W. et al. Tamanho ótimo de amostra para avaliação de caracteres de frutos de
425 abacaxizeiro em experimentos com adubação usando parcelas grandes. **Revista Brasileira de**
426 **Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.183-190, mar. 2013.
427

428 LÚCIO, A.D. et al. Distribuição espacial e tamanho de amostra para o ácaro-bronzeado da
429 erva-mate. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.1, p.143-150, jan-fev. 2009.
430

431 MARTIN, T.N. et al. Plano amostral em parcelas de milho para avaliação de atributos de
432 espigas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1257-1262, nov-dez. 2005.
433

434 MICHEREFF, S.J. et al. Sample size for quantification of cercospora leaf spot in sweet
435 pepper. **Journal of Plant Pathology**, Bari, v.93, n.1, p. 83-186, jan. 2011.

436
437 MICHEREFF, S.J.; NORONHA, M.A.; MAFFIA, L.A. Tamanho de amostras para avaliação
438 da severidade da queima das folhas do inhame. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34,
439 n.2, p.189-191, abr-jun. 2008.
440
441 PRABHU, A.S. et al. Estimativa de danos causados pela brusone na produtividade de arroz de
442 terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1045-1051, set. 2003.
443
444 SANTOS, G.R. et al. Fungicidas para o controle das principais doenças do arroz irrigado.
445 **Biosciense Journal**, Uberlândia, v.25, n.4, p.11-18, jul-ago. 2009.
446
447 SILVA, A.M.F. et al. Tamanho de amostras para quantificação da podridão-mole da alface e
448 da couve-chinesa. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.1, p. 90-92, jan-fev. 2008.
449
450 SILVA, E.I. et al. Levantamento da incidência da mancha-aquosa do melão no Rio Grande do
451 Norte e determinação do tamanho das amostras para quantificação da doença. **Summa**
452 **Phytopathologica**, Botucatu, v.29, n.2, p.172-176, abr-jun. 2003.
453
454 SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado:**
455 **recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Pelotas: SOSBAI, 2007.154 p.
456
457 STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal.** 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2006. 198p.
458
459 STURMER, G.R. et al. Tamanho de amostra para a estimação da média de lagartas na cultura
460 de soja. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v.29, Supplement 1, p.1596-1605, nov. 2013.
461
462 TOEBE, M. et al. Dimensionamento amostral para avaliar firmeza de polpa e cor da epiderme
463 em pêssego e maçã. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.4, p.1026-1035, out-
464 dez. 2011.

1 **ARTIGO 2 - TAMANHO DE AMOSTRA NA PARCELA PARA** 2 **AVALIAÇÃO DE MANCHA AMARELA EM EXPERIMENTOS COM** 3 **TRIGO**

4

5 Sample size in the plot for assessment of yellow spot in experiments with wheat

6

7 **RESUMO** – O dimensionamento amostral adequado é um importante fator a ser levado em
8 consideração para melhorar a precisão experimental. Portanto, o objetivo deste trabalho foi
9 verificar o tamanho de amostra necessário para avaliar a severidade da mancha amarela do
10 trigo. Utilizou-se para este estudo dados de severidade da mancha amarela e da AACPD de
11 dois experimentos de controle realizados com trigo na safra 2010. A severidade da doença foi
12 obtida em 10 folhas por parcela (40 folhas por tratamento) após a segunda aplicação do
13 fungicida, e a partir delas calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença.
14 Posteriormente, calcularam-se as seguintes estatísticas descritivas em cada tratamento:
15 mínimo, máximo, média, desvio padrão, variância e coeficiente de variação da média. A
16 avaliação do dimensionamento dos experimentos quanto ao número de repetições e de
17 amostras foi realizado através da análise de variância dos experimentos. A dispersão das
18 doenças foi verificada através da razão variância/média e do índice de Morisita e teve como
19 objetivo verificar se a metodologia utilizada para o cálculo do tamanho de amostra foi
20 adequado. A dispersão da doença não foi a mesma ao longo dos experimentos, variando entre
21 tratamentos e avaliações. Diante deste comportamento, a metodologia utilizada neste estudo
22 para o cálculo do tamanho da amostra foi adequado. Para um erro de 10%, o tamanho da
23 amostra para estimar a média da severidade da mancha amarela e da área abaixo da curva de
24 progresso da doença são 286 e 22 folhas bandeiras, respectivamente.

25 **Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. *Drechslera tritici-repentis*. Dimensionamento
26 amostral. Amostragem.

27 **ABSTRACT** - The adequate sampling size is an important factor to be taken into account for
28 better accuracy of experiments. Therefore, the aim of this work was to verify the sample size
29 needed to assessment the severity of yellow spot of wheat. Were used for this study the
30 yellow spot severity and AUDPC of two field trials performed during 2010 wheat crop. The
31 severity of disease was assess in 10 leaves per plot (40 leaves per treatment) after the second
32 spray of fungicide, and from them we calculated the area under the disease progress curve.
33 Subsequently, we calculated the following descriptive statistics for each treatment: minimum,
34 maximum, average, standard deviation, variance and coefficient of variation of average. The
35 evaluation of the number of replications and sample size was performed by analysis of
36 variance of each experiment. The dispersal of disease was measured by the variance/mean
37 ratio and Morisita index and aimed to verify the methodology used to calculate the sample
38 size was adequate. The dispersion of the disease has not been the same throughout the
39 experiments, varying between treatments and assessment. Given this behavior, the
40 methodology used in this study to calculate the sample size was adequate. For the error of
41 10%, the sample size to estimate the average severity of the yellow spot and the area under
42 the disease progress curve are 286 and 22 flag leaves, respectively.

43 **Key words:** *Triticum aestivum* L. *Drechslera tritici-repentis*. Sample design. Sampling.

44

45 **INTRODUÇÃO**

46 O trigo é um dos principais cereais produzidos no Brasil. Particularmente na região sul,
47 maior produtora do país, o trigo é submetido a condições propicias para o desenvolvimento de
48 doenças foliares. Perdas na produção de até 80% são relatadas devido à incidência de doenças
49 (MEHTA, 1993), mostrando que o seu controle é fundamental para a manutenção do
50 potencial produtivo do trigo.

51 Entre as doenças foliares do trigo destaca-se a mancha amarela, causada pelo fungo
52 *Drechslera tritici-repentis* (Died) Shoemaker. Os sintomas da doença são pequenas manchas
53 cloróticas, que evoluem para lesões elípticas circundadas por um halo amarelado e região
54 central necrosada (REIS;CASA;FORCELINI, 1997). A rotação de culturas, como forma de
55 redução do inóculo inicial (PRESTES; SANTOS; REIS, 2002), o uso de cultivares resistente
56 (TORMEN *et al.*, 2013) e o controle químico (RANZI; FORCELINI, 2013) são formas
57 algumas formas de controle da doença. O controle químico é o método mais utilizado, sendo
58 que, além da escolha do fungicida, o momento da aplicação (NAVARINI; BALARDIN,
59 2012) e o equipamento de pulverização adequado (GULART *et al.*, 2013) são decisivos no
60 sucesso do controle.

61 Muitas destes métodos de controle são testados em experimentos a campo e a qualidade
62 dos resultados obtidos nestas pesquisas dependerá da precisão experimental (CATAPATTI *et*
63 *al.*, 2008). Por isso o erro experimental, que é a variação entre as repetições que recebem o
64 mesmo tratamento, deve ser minimizado de modo que o efeito dos tratamentos seja estimado
65 de forma confiável (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008). Pelo dimensionamento adequado
66 do número de repetições (CATAPATTI *et al.*, 2008) e a escolha adequada do delineamento
67 experimental (STORCK *et al.*, 2006) pode-se reduzir o erro experimental e aumentar a
68 precisão dos resultados obtidos em experimentos. Porém muitas variáveis devem ser obtidas
69 através da amostragem na parcela, devido à impossibilidade de se mensurar toda a população
70 (KRAUSE *et al.*, 2013).

71 A amostragem gera uma nova variância dentro da parcela, que deve ser minimizada
72 através do dimensionamento amostral adequado (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2009). A
73 estimativa do tamanho de amostra sofre interferência da variabilidade dos dados, sendo ela
74 afetada por fatores genéticos e ambientais (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008; MARTIN *et*

75 *al.*, 2005), pela aplicação de tratamentos (TOEBE *et al.*, 2011) e, no caso de doenças, pela sua
76 distribuição espacial no campo (MICHEREFF *et al.*, 2011).

77 A distribuição da doença no campo afeta a escolha da metodologia utilizada no cálculo
78 do tamanho da amostra, além de estar relacionada com a variabilidade dos dados. Para
79 doenças distribuídas de forma aleatória a distribuição de Poisson é utilizada associada à
80 fórmula do cálculo do tamanho de amostra. Já no caso de distribuição agregada, associa-se o
81 parâmetro k da distribuição binomial negativa (MICHEREFF; NORONHA; MAFFIA, 2008;
82 MICHEREFF *et al.*, 2011).

83 Desse modo, o dimensionamento amostral adequado é fundamental para que os
84 resultados obtidos em experimentos sejam confiáveis. No caso de doenças o tamanho de
85 amostra para estimar doenças nas culturas do melão (SILVA *et al.*, 2003), da alface e da
86 couve-chinesa (SILVA *et al.*, 2008), do inhame (MICHEREFF; NORONHA; MAFFIA,
87 2008) e do pimentão (MICHEREFF *et al.*, 2011) já foram realizados. Porém não foram
88 encontrados trabalhos que estimem o tamanho de amostra para a mancha amarela do trigo.

89 Portanto o objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho de amostra na parcela
90 necessário para avaliar a severidade da mancha amarela do trigo.

91 **MATERIAL E MÉTODOS**

92 Os dados utilizados neste estudo são oriundos de dois experimentos conduzidos na safra
93 agrícola 2010/2011. Os experimentos tinham como objetivo comparar a eficiência de controle
94 da mancha amarela do trigo de diferentes equipamentos de pulverização (Tabela1). Os
95 experimentos foram realizados à campo na área experimental do Departamento de Defesa
96 Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Santa
97 Maria-RS, com altitude 95 m, latitude 29°42'53,4" S e longitude 53°43'58,4" O. A área
98 experimental foi semeada com as cultivares 'Pampeano' e 'Nova Era', ambas com densidade
99 de semeadura de 330 sementes m⁻² e espaçamento entre linhas de 0,17 m.

100 Em cada uma das cultivares foram demarcadas 20 parcelas (5 tratamentos x 4
 101 repetições) de 14m de largura por 20m de comprimento, onde foram realizadas as aplicações e
 102 as avaliações de severidade. As aplicações foram realizadas no estágio de emborrachamento
 103 (45) e na antese (65) (ZADOKS; CHANG; KONZAK, 1974) e em todos os equipamentos
 104 utilizou-se o fungicida Piori Xtra (azoxistrobina + ciproconazol). Para realizar as
 105 pulverizações utilizou-se um conjunto tratorizado constituído de um trator MF- 275 4x2 e um
 106 pulverizador montado, modelo Jacto[®] Condor AM-14, de capacidade volumétrica de 600 L,
 107 operando à pressão constante de $2,75 \cdot 10^5$ Pa para todos os equipamentos, sendo que os
 108 volumes de aplicação foram obtidos com a variação da velocidade do trator. Os volumes de
 109 aplicação de 24 L ha⁻¹ e 34 L ha⁻¹, utilizados nos atomizadores rotativos de disco, foram
 110 obtidos com o trator operando em velocidades de 1,69 m s⁻¹ e 1,14 m s⁻¹, respectivamente.
 111 Devido à diferença na vazão nominal das pontas, o trator também operou com velocidades
 112 distintas nos tratamentos com bicos hidráulicos: 2,89 m s⁻¹ para a ponta tipo cone vazio e 1,97
 113 m s⁻¹ para a ponta tipo leque.

114 **Tabela 1** - Cultivares, número de folhas avaliadas, equipamentos de pulverização e volumes
 115 de aplicação utilizados nos experimentos de trigo.

Trat. ¹	Cultivar	Nº de folhas avaliadas	Equipamento de pulverização	Volume de aplicação (L ha ⁻¹)
-----Experimento 1-----				
1	Pampeano	40	Atomizador rotaivo de disco	24
2		40	Atomizador rotaivo de disco	34
3		40	Ponta Leque	120
4		40	Ponta Cone Vazio	120
5		40	Testemunha	-
-----Experimento 2-----				
1	Nova Era	40	Atomizador rotaivo de disco	24
2		40	Atomizador rotaivo de disco	34
3		40	Ponta Leque	120
4		40	Ponta Cone Vazio	120
5		40	Testemunha	-

116 ¹ Tratamentos.
 117

118 As variáveis estudadas foram a severidade da mancha amarela do trigo e a área abaixo
 119 da curva de progresso da doença (AACPD). O delineamento utilizado para analisar a variável
 120 severidade foi o blocos ao acaso, em um bifatorial com parcelas subdivididas no tempo e

121 amostragem na subparcela, com quatro repetições. Neste caso, a parcela principal foi
122 composta pelos diferentes tratamentos e a subparcela composta por três avaliações de
123 severidade da mancha amarela (sete, 14 e 21 dias após a aplicação dos fungicidas). Já para a
124 análise da variável AACPD utilizou-se o delineamento blocos ao acaso, com quatro
125 repetições.

126 Em cada repetição (parcela) foram escolhidas aleatoriamente 10 folhas bandeiras
127 (totalizando 40 folhas por tratamento) e para cada uma foi atribuída um valor correspondente
128 a porcentagem de área foliar com sintomas da doença. Para atribuir os valores de severidade
129 de mancha amarela nas folhas, foi utilizada um escala diagramática proposta James (1971).

130 Para o cálculo da variável AACPD, utilizaram-se os valores de severidade nas três
131 avaliações, e com eles calculou-se o índice para cada tratamento pela equação 1:

$$132 \text{ AACPD} = \sum [((Y_i + Y_{i+1})/2) \times (T_{i+1} - T_i)] \quad (1)$$

133 Nesta equação (1), Y é a porcentagem de área foliar afetada pela mancha amarela na i-
134 ésima observação, T_i é o tempo da avaliação i em números de dias após a aplicação dos
135 fungicidas e T_{i+1} : tempo da avaliação i+1.

136 Os dados de severidade da doença e AACPD foram submetidos à análise de variância,
137 com o intuito de se obter o erro amostral e experimental de cada experimento. Após foi
138 determinado se o dimensionamento quanto ao tamanho da amostra e o número de repetições
139 foram adequados através da interpretação do teste de hipóteses entre o erro experimental e o
140 erro amostral. Posteriormente foi retirado o efeito de blocos dos dados das variáveis
141 severidade da mancha amarela e AACPD. O valor de porcentagem de área foliar atacada pelo
142 patógeno é subjetivo, uma vez que para uma mesma folha a porcentagem atribuída pode ser
143 diferenciada entre os avaliadores. Por isso que cada avaliador foi responsável pela avaliação
144 de um bloco inteiro, de modo que esta variabilidade fosse computada no efeito de bloco do

145 modelo matemático. Devido a isso, para que a dispersão da doença no campo não fosse
146 afetada por esta subjetividade, esse efeito foi suprimido (minimizando a subjetividade).

147 A partir dos valores de severidade e da AACPD das 40 folhas amostradas em cada
148 tratamento, sem o efeito de bloco, foram calculadas as estatísticas mínimo, máximo, média,
149 desvio padrão, variância, coeficiente de variação da média e o tamanho da amostra. A
150 homogeneidade da variância dos dados de severidade da mancha amarela foi testada nas
151 seguintes situações: entre os tratamentos em cada experimento e entre as avaliações em cada
152 tratamento. Já para a variável AACPD, verificou-se a homogeneidade das variâncias entre os
153 tratamentos. Por fim, tanto para a severidade da mancha amarela quanto para a AACPD,
154 testou-se a homogeneidade das variâncias entre as parcelas que receberam o mesmo
155 tratamento, de modo que quando estas foram heterogêneas, o maior valor foi utilizado para as
156 estimativas do coeficiente de variação da média e do tamanho da amostra das duas variáveis.
157 Para estes testes utilizou-se o teste de Levene em nível de significância de 5%.

158 Para a variável severidade, nas três avaliações, também foi calculado o Razão
159 variância/média (I) e o Índice de Morisita (I_8). Posteriormente foi verificada o afastamento da
160 aleatoriedade pelo teste qui-quadrado (χ^2) com n-1 graus de liberdade. O objetivo destes testes
161 foi verificar se a metodologia utilizada para o cálculo do tamanho de amostra é adequada,
162 uma vez que esta é dependente da forma de distribuição da doença no campo (MICHEREFF
163 *et al.*, 2011).

164 Os tamanhos ideais de amostra (n) foram determinados para cada tratamento em cada
165 avaliação, utilizando-se a equação 2:

$$166 \quad n = S^2 / (\bar{x}^2 \cdot CV_{\bar{x}}^2) \quad (2)$$

167 Nesta equação (2), S^2 é a variância amostral, \bar{x} corresponde a severidade média da
168 doença nas 40 folhas avaliadas por tratamento e $CV_{\bar{x}}$ corresponde aos coeficientes de variação
169 da média, considerando-se erros aceitáveis pré-estabelecidos de 5, 10, 15, 20, 25 e 30%.

170 Todas as análises estatísticas dos dados foram realizadas com auxílio do software SOC-
171 NTIA (AMBIENTE DE SOFTWARE NTIA, 1997) e Microsoft Excel[®].

172 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

173 A severidade da mancha amarela e a AACPD dos equipamentos de pulverização
174 diferiram entre si e da testemunha apenas na cultivar ‘Nova Era’, não ocorrendo o mesmo na
175 cultivar ‘Pampeano’. A ausência de resposta desta cultivar ao controle químico é relatada por
176 Tormen *et al.* (2013), sendo ela consequência da capacidade da cultivar em suprimir e/ou
177 retardar a atividade da mancha amarela. A interação significativa entre os tratamentos e
178 avaliações mostra que a severidade da mancha amarela sofreu incrementos ao longo das
179 avaliações (Tabela 2). Para a variável severidade as variâncias entre os tratamentos foram
180 heterogêneas apenas na terceira avaliação na cultivar ‘Pampeano’ e na segunda e terceira
181 avaliação na cultivar ‘Nova Era’. Já a heterogeneidade das variâncias da severidade da
182 mancha amarela entre as avaliações foi observada em 80% dos tratamentos. Em relação a
183 variável AACPD, todos os tratamentos apresentaram variâncias heterogêneas.

184 **Tabela 2** – Resumo da análise de variância (ANOVA) dos dois experimentos analisados para
 185 as variáveis severidade da mancha amarela do trigo e área abaixo da curva de progresso da
 186 doença (AACPD).

	FV ²	GL	QM	GL	QM
-----Severidade-----					
	-----Experimento 1 ¹ -----			-----Experimento 2-----	
Bloco (B)		3	305,39 ^{ns}	3	988,61 ^{ns}
Tratamentos (A)		4	627,96 ^{ns}	4	29963,06*
Erro (a)		12	464,97	12	707,69
Avaliações (D)		2	441477,10*	2	269729,56*
AxD		8	1115,64*	8	12440,33*
BxD		6	138,06 ^{ns}	6	194,36 ^{ns}
Erro experimental		24	341,95*	24	794,63*
Erro amostral		540	197,01	540	379,78
CVe (%)			57,88		88,23
CVa (%)			43,93		41,73
-----AACPD-----					
	-----Experimento 1-----			-----Experimento 2-----	
Bloco (B)		3	22334,89 ^{ns}	3	2600,17 ^{ns}
Tratamentos (A)		4	15863,85 ^{ns}	4	3172148,58*
Erro experimental		12	25391,20*	12	46805,61 ^{ns}
Erro amostral		180	12294,36	180	38639,73
CVe (%)			43,71		31,47
CVa (%)			30,41		28,59

187 *Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Efeito não significativo. ¹Experimentos
 188 descritos detalhadamente na tabela 1; ²FV = Fontes de variação; GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado
 189 médio.; CVa = coeficiente de variação do erro amostral; CVe = coeficiente de variação do erro experimental.
 190

191 Em relação ao erro experimental observou-se efeito significativo em ambos os
 192 experimentos para a variável severidade da mancha amarela e no primeiro experimento para a
 193 variável AACPD (Tabela 2). Estes resultados evidenciam que as variâncias residual e
 194 amostral foram heterogêneas entre si e que a variabilidade entre as parcelas (residual) é maior
 195 que a variância dentro da parcela (amostral). Os valores mais elevados do coeficiente de
 196 variação do erro experimental em relação ao amostral também reforçam esta conclusão
 197 (Tabela 2). Nos casos em que a variância entre as parcelas é maior que dentro das parcelas,
 198 uma maior atenção deve ser dada ao dimensionamento quanto ao número de repetições
 199 (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2009; KRAUSE *et al.*,
 200 2013). Porém, os elevados valores dos coeficientes de variação da amostra sugerem que o
 201 dimensionamento quanto ao tamanho da amostra também é necessário. Assim sendo, a
 202 utilização de um maior número de repetições, juntamente com um dimensionamento
 203 adequado do tamanho da amostra aumentaria a precisão experimental.

204 O dimensionamento do tamanho da amostra em doenças deve abranger diferentes anos
205 de cultivos, épocas de semeadura, locais e momento da avaliação, para que as condições de
206 desenvolvimento e dispersão da doença sejam as mais distintas possíveis, de modo que a
207 recomendação não seja muito restrita (MICHEREFF; NORONHA; MAFFIA, 2008;
208 MICHEREFF *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2008). Os experimentos avaliados apresentaram
209 valores distintos de severidade da mancha amarela, tanto entre os tratamentos quanto entre as
210 avaliações. A severidade da mancha amarela nas amostras (folhas bandeiras) variou entre 0 e
211 100% ao longo das três avaliações. Já a média dos tratamentos variou entre 2,38 a 96,91%
212 (Tabelas 3 e 4). Estes valores, além de distintos, relatam situações extremas uma vez para
213 cada 1% de severidade de doenças foliares incidente no trigo as perdas de produtividade
214 podem variar entre 1 kg ha⁻¹ a 52,63 kg ha⁻¹, dependendo da cultivar, do ano de cultivo
215 (condições ambientais) e do estágio fenológico de ocorrência da doença (BOHATCHUK *et*
216 *al.*, 2008).

217 **Tabela 3** – Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de
 218 variação (CV), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I_{δ}) da severidade da
 219 mancha amarela do trigo e da área abaixo da curva de progresso da doença no primeiro
 220 experimento.

Trat. ¹	Mínimo	Máximo	Média	DP	Variância	CV (%)	I	I_{δ}
-----Severidade (%) da 1ª avaliação-----								
T1	0,562	9,158	3,108	2,388	5,703	76,850	1,835*	1,264*
T2	0,000	17,158	2,912	3,621	13,114	124,352	4,503*	2,183*
T3	0,158	8,318	2,388	1,835	3,367	76,856	1,410 ^{ns}	1,169 ^{ns}
T4	0,000	6,462	2,409	1,660	2,756	68,922	1,144 ^{ns}	1,059 ^{ns}
T5	0,000	10,318	3,009	1,940	3,762	64,472	1,251 ^{ns}	1,082 ^{ns}
-----Severidade (%) da 2ª avaliação-----								
T1	1,770	57,530	9,700	10,837	117,443	111,723	2,119*	12,108*
T2	0,000	35,770	6,174	6,011	36,133	97,369	1,770*	5,853*
T3	0,530	12,770	5,325	3,157	9,964	59,278	1,160*	1,871*
T4	0,000	97,530	7,568	7,166	51,349	169,039	3,571*	12,113*
T5	0,530	12,550	6,325	2,974	8,843	47,014	1,062 ^{ns}	1,398 ^{ns}
-----Severidade (%) da 3ª avaliação-----								
T1	16,365	100,000	73,787	29,026	842,499	39,337	1,138*	11,418*
T2	23,365	100,000	81,305	25,425	912,226	31,271	1,083*	11,220*
T3	31,845	100,000	91,450	15,863	251,640	17,346	1,019*	2,752*
T4	33,245	100,000	86,898	22,652	513,122	26,068	1,055*	5,905*
T5	18,245	100,000	94,045	14,415	207,788	15,328	1,013*	2,209*
-----Área abaixo da curva de progresso da doença-----								
T1	122,331	781,705	344,705	136,090	18520,432	39,480	-	-
T2	103,205	639,815	344,355	105,667	11165,544	30,686	-	-
T3	120,705	457,315	372,363	65,137	4242,842	17,493	-	-
T4	126,455	1079,705	370,813	165,243	27305,330	44,562	-	-
T5	127,331	459,331	390,713	57,635	3321,736	14,751	-	-

221 * Aleatoriedade rejeitada pelo teste χ^2 a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Aleatoriedade não é rejeitada.

222 ¹Tratamentos descritos detalhadamente na tabela 1. – Valores não calculados.

223

224 **Tabela 4** – Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão (DP), variância, coeficiente de
 225 variação (CV), razão entre variância e média (I) e índice de Morisita (I_{δ}) da severidade da
 226 mancha amarela do trigo e da área abaixo da curva de progresso da doença no segundo
 227 experimento.

Trat. ¹	Mínimo	Máximo	Média	DP	Variância	CV (%)	I	I_{δ}
-----Severidade (%) da 1ª avaliação-----								
T1	2,865	19,865	5,900	3,851	14,830	61,803	1,251*	2,514*
T2	2,525	14,525	6,500	2,745	7,536	56,099	1,024 ^{ns}	1,159 ^{ns}
T3	0,525	14,865	5,450	3,242	10,511	66,906	1,167*	1,929*
T4	0,000	11,525	4,031	2,668	7,116	90,453	1,186*	1,765*
T5	0,725	24,885	6,850	4,784	22,888	53,232	1,334*	3,341*
-----Severidade (%) da 2ª avaliação-----								
T1	9,420	100,000	83,176	26,463	700,288	31,816	8,419*	1,087*
T2	6,420	100,000	66,155	34,577	1195,587	52,267	18,073*	1,252*
T3	0,000	84,420	22,965	23,861	569,333	103,903	24,792*	2,011*
T4	0,000	74,420	20,029	17,143	293,873	85,590	14,672*	1,666*
T5	44,780	100,000	93,685	24,138	582,622	25,765	6,219*	1,010*
-----Severidade (%) da 3ª avaliação-----								
T1	23,565	100,000	80,027	23,392	547,187	29,230	1,071*	6,838*
T2	16,465	100,000	71,719	26,649	710,164	37,157	1,121*	9,902*
T3	18,565	100,000	68,012	25,419	646,151	37,375	1,122*	9,501*
T4	11,465	100,000	64,744	29,559	873,754	45,656	1,188*	13,496*
T5	76,485	100,000	96,915	5,251	27,568	5,418	0,993 ^{ns}	0,284 ^{ns}
-----Área abaixo da curva de progresso da doença-----								
T1	410,702	1101,136	882,977	196,780	38722,181	22,286	-	-
T2	106,202	1080,422	736,849	272,507	74260,197	36,983	-	-
T3	154,382	889,382	417,867	197,687	39080,015	47,308	-	-
T4	96,636	869,202	380,915	170,701	29139,001	44,814	-	-
T5	653,136	1108,136	1018,969	183,397	33634,281	17,998	-	-

228 * Aleatoriedade rejeitada pelo teste χ^2 a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Aleatoriedade não é rejeitada.

229 ¹Tratamentos descritos detalhadamente na tabela 1. – Valores não calculados.

230

231 Os valores do coeficiente de variação da média são um indicativo da variabilidade dos
 232 dados de severidade da mancha amarela e da AACPD e, conseqüentemente, do tamanho da
 233 amostra (STÜRMER *et al.*, 2013). Quanto maiores são os valores do coeficiente de variação,
 234 maior é a dispersão dos dados ao redor da média, sendo necessário um maior número de
 235 amostras para a sua estimação. Assim sendo, os valores do coeficiente de variação das duas
 236 variáveis sugerem que o tamanho da amostra para estimar a média da severidade é maior do
 237 que para estimar a média da AACPD (Tabelas 3 e 4). Já a diferença do tamanho de amostra
 238 entre os tratamentos é consequência da diferença entre a média da severidade e da AACPD
 239 (no caso da cultivar ‘Nova Era’), e também da heterogeneidade das variâncias entre
 240 avaliações e tratamentos (observado em ambas as cultivares), o que leva a constantes
 241 mudanças na relação entre os valores de variância e média.

242 A dispersão da doença no campo, a partir dos dados de severidade da mancha amarela,
243 foi determinada com o intuito de verificar a adequabilidade da metodologia utilizada no
244 cálculo do tamanho da amostra. Os valores da razão variância/média e do índice de Morisita
245 menores ou iguais a 1, indicam dispersão aleatória, enquanto que valores maiores que 1
246 indicam dispersão agregada (Tabelas 3 e 4). A dispersão da doença foi diferenciada entre os
247 tratamentos e as três avaliações. Assim a associação de uma distribuição (que indicam
248 distribuição agregada ou aleatória) à fórmula utilizada no cálculo do tamanho da amostra é
249 inadequado e, deste modo, a metodologia utilizada na estimativa do tamanho da amostra no
250 presente estudo é adequada (MICHEREFF; NORONHA; MAFFIA, 2008; MICHEREFF *et*
251 *al.*, 2011).

252 Os valores diferenciados do coeficiente de variação da média e dos índices de dispersão
253 entre os tratamentos e avaliações confirmam que há necessidade de se dimensionar o tamanho
254 amostral para cada situação específica, ou seja, para cada tratamento, avaliação e
255 experimentos. Deste modo, foram estimados três tamanhos de amostra para a variável
256 severidade (uma por avaliação) e apenas um (aquela que necessita de maior intensidade
257 amostral) é apresentada na tabela 5. No caso da variável AACPD, apenas um tamanho de
258 amostra foi estimado. A análise dos valores do coeficiente de variação da média já indicava
259 uma tendência de diminuição no número de folhas a serem amostradas para a estimação da
260 média da variável AACPD. Os tamanhos de amostra apresentados na Tabela 5 confirmam
261 esta tendência, e demonstram que se pode diminuir a intensidade amostral para avaliar a
262 média da variável AACPD. Esta variável é amplamente utilizada em estudos fitopatológicos,
263 pois caracteriza a interação entre o patógeno, ambiente e o hospedeiro, além de ser utilizada
264 como forma de avaliação de estratégias de controle (BERGAMIN FILHO, 1997).

265 **Tabela 5** – Tamanho de amostra, em número de folhas por parcela, para estimação da média
 266 da severidade e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da mancha amarela
 267 do trigo nos dois experimentos analisados.

Trat. ¹	-----Severidade-----						-----AACPD-----					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
-----Experimento 1-----												
T1	499	125	55	31	20	14	62	16	7	4	2	2
T2	379	95	42	24	15	11	38	9	4	2	2	1
T3	141	35	16	9	6	4	12	3	1	1	1	1
T4	1143	286	127	71	46	32	79	20	9	5	3	2
T5	88	22	10	6	4	2	9	2	1	1	1	1
-----Experimento 2-----												
T1	153	38	17	10	6	4	20	5	2	1	1	1
T2	126	31	14	8	5	3	55	14	6	3	2	2
T3	179	45	20	11	7	5	90	22	10	6	4	2
T4	327	82	36	20	13	9	80	20	9	5	3	2
T5	113	28	13	7	5	3	13	3	1	1	1	1

268 ¹Tratamentos descritos detalhadamente na tabela 1.

269

270 Para um erro de 5%, o tamanho da amostra para estimar a severidade média da mancha
 271 amarela do trigo foi de 1143 folhas bandeiras. Já para a variável AACPD, o número de folhas
 272 a serem avaliadas foi 90 (Tabela 5). A avaliação desta quantidade de folhas torna-se
 273 impraticáveis, devido a quantidade de mão de obra e do tempo requerido. Por isso,
 274 recomenda-se a utilização de tamanhos de amostras com erros de até 10%, sendo estes valores
 275 aceitáveis para levantamentos de doença no campo (MICHEREFF; NORONHA; MAFFIA,
 276 2008; MICHEREFF *et al.*, 2011). Neste caso, deve-se amostrar no mínimo 286 folhas, para
 277 estimar a severidade da mancha amarela, ou 22 folhas para estimar a AACPD. Ou seja, para
 278 um experimento com cinco repetições, por exemplo, deve-se amostrar 58 folhas para estimar
 279 a severidade e 5 folhas para estimar a AACPD. Porém, caberá a cada pesquisador determinar
 280 o tamanho de amostra a ser utilizado em seu estudo, de acordo com a quantidade de recurso
 281 disponível MICHEREFF; NORONHA; MAFFIA, 2008; MICHEREFF *et al.*, 2011; TOEBE
 282 *et al.*, 2011; STÜRMER *et al.*, 2013), lembrando sempre que com a redução do tamanho de
 283 amostra maior será o erro amostral e, conseqüentemente, menor será a qualidade do
 284 experimento

285 Diante do exposto, recomenda-se a utilização da variável AACPD, sempre que possível,
286 como forma de comparação entre tratamentos, uma vez que para estimar esta variável é
287 necessário avaliar menos folhas, podendo assim o pesquisador optar por erros aceitáveis
288 menores, aumentando assim a precisão do seu experimento.

289 CONCLUSÕES

290 1. Há variabilidade do tamanho de amostra para a avaliação da mancha amarela do trigo
291 em função dos tratamentos utilizados e das avaliações realizadas ao longo do tempo.

292 2. O tamanho de amostra para estimar a média da área abaixo da curva de progresso da
293 mancha amarela do trigo é menor do que para avaliar a severidade.

294 3. Para um erro aceitável de 10%, o tamanho da amostra para estimar a severidade
295 média da mancha amarela do trigo é de 286 folhas bandeiras e para a variável AACPD, o
296 número de folhas bandeiras a serem avaliadas é de 22.

297 REFERÊNCIAS

298 **AMBIENTE de software NTIA: manual do usuário – ferramental estatístico.** Versão
299 4.2.2. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a
300 Agricultura, 1997. 258 p.

301 BOHATCHUK, D.A. *et al.* Modelo de ponto crítico para estimar danos de doenças foliares
302 do trigo em patossistema múltiplo. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n.5, p.363-369, 2008.

304 BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. *In*: KIMATI, H. *et al.* **Manual de**
305 **Fitopatologia Volume 1: Princípios e conceitos.** São Paulo: Ceres, 1997. cap. 33, p. 672-690.

307 CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja.
308 **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.983-991, 2009.

310

311 CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão.
312 **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.635-642, 2008.

313
314 CATAPATTI, T.R.; *et al.* Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de
315 caracteres agronômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.855-862,
316 2008.

317
318 GULART, C.A. *et al.* Espectro de gotas de pulverização e controle de doenças em duas
319 cultivares de trigo. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1747-1753, 2013.

320
321 JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation
322 and usage. **Canadian Plant Disease Survey**, v.51, n.2, p.39-65, 1971.

323
324 KRAUSE, W. *et al.* Tamanho ótimo de amostra para avaliação de caracteres de frutos de
325 abacaxizeiro em experimentos com adubação usando parcelas grandes. **Revista Brasileira de**
326 **Fruticultura**, v.35, n.1, p.183-190, 2013.

327
328 MARTIN, T.N. *et al.* Plano amostral em parcelas de milho para avaliação de atributos de
329 espigas. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1257-1262, 2005.

330
331 MEHTA, Y.R. *et al.* Integrated management of major wheat diseases in Brazil: an example
332 for the Southern Cone region of Latin America. **Crop Protection**, v. 11, n. 6, p. 517-524,
333 1992.

334
335 MICHEREFF, S.J. *et al.* Sample size for quantification of cercospora leaf spot in sweet
336 pepper. **Journal of Plant Pathology**, v.93, n.1, p. 83-186, 2011.

337

338 MICHEREFF, S.J.; NORONHA, M.A.; MAFFIA, L.A. Tamanho de amostras para avaliação
339 da severidade da queima das folhas do inhame. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.2, p.189-
340 191, 2008.

341
342 NAVARINI, L.; BALARDIN, R.S. Doenças foliares e o controle por fungicidas na
343 produtividade e qualidade de grãos de trigo. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 294-
344 299, 2012.

345
346 PRESTES, A.M.; SANTOS, H.P., REIS, E.M. Práticas culturais e incidência de manchas
347 foliares em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 791-797, 2002.

348
349 RANZI, C.; FORCELINI, C.A. Aplicação curativa de fungicidas e seu efeito sobre a
350 expansão de lesão da mancha-amarela do trigo. **Ciência Rural**, v.43, n.9, p.1576-1581, 2013.

351
352 REIS, E. M.; CASA, R.T.; FORCELINI, C.A. Doenças do Trigo. *In*: KIMATI, H *et al.*
353 **Manual de Fitopatologia Volume 2: Doenças em plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres,
354 1997. cap. 66, p. 675-685.

355
356 SILVA, A.M.F. *et al.* Tamanho de amostras para quantificação da podridão-mole da alface e
357 da couve-chinesa. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.1, p. 90-92, 2008.

358
359 SILVA, E.I. *et al.* Levantamento da incidência da mancha-aquosa do melão no Rio Grande do
360 Norte e determinação do tamanho das amostras para quantificação da doença. **Summa**
361 **Phytopathologica**, v.29, n.2, p.172-176, 2003.

362
363 STORCK L. *et al.* **Experimentação vegetal**. 2.ed. Santa Maria: Ed. da UFSM. 2006. 198p.

364
365 STÜRMER, G.R. *et al.* Tamanho de amostra para a estimação da média de lagartas na cultura
366 de soja. **Bioscience Journal**, v.29, Supplement 1, p.1596-1605, 2013.

- 367
368 TOEBE, M. *et al.* Dimensionamento amostral para avaliar firmeza de polpa e cor da epiderme
369 em pêssego e maçã. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.1026-1035, 2011.
- 370
371 TORMEN, N. R. *et al.* Reação de cultivares de trigo à ferrugem da folha e mancha amarela e
372 responsividade a fungicidas. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p. 239-246, 2013.
- 373
374 ZADOCKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of
375 cereals. **Weed Research**, v.14, p.415-421, 1974.

DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância dos dois artigos apresentam semelhanças. Tanto para a variável severidade quanto para a variável AACPD, observa-se que a hipótese H_0 ($\sigma^2=0$) foi rejeitada para o erro experimental na maioria dos ensaios analisados. Estes resultados são um indicativo de que a variabilidade entre as parcelas é maior que a variabilidade dentro das parcelas. Os valores mais elevados dos coeficientes de variação do erro experimental em relação ao erro amostral reforçam esta conclusão.

Há, portanto, necessidade no aumento do número de repetições envolvendo experimentos de controle da brusone do arroz e da mancha amarela do trigo. Para um mesmo número de tratamentos, o aumento do número de repetições acarreta em uma elevação no número de graus de liberdade e reduz a estimativa do quadrado médio do erro. Além disso, há também uma redução nos valores de estatísticas (por exemplo, o DMS) utilizadas no teste de comparação de média, permitindo maior diferenciação e discriminação entre os efeitos dos tratamentos.

Apesar da maior parte dos experimentos sinalizar para a necessidade de aumento do número de repetições, os elevados valores dos coeficientes de variação do erro amostral (em grande parte superiores a 30%) indicam que deve-se dimensionar de forma conjunta o tamanho da amostra para melhorar a precisão experimental. Trabalhos realizados por CARGNELUTTI FILHO et al. (2008) e CARGNELUTTI FILHO et al. (2009) com caracteres de genótipos de feijão e soja, respectivamente, e utilizando o mesmo tipo de análise deste trabalho, mostraram que a precisão experimental pode ser melhorada utilizando um tamanho da amostra adequado e aumentando o número de repetições.

Os valores de severidade e AACPD das doenças nos experimentos foram bastante discrepantes, o que permitiu a determinação de tamanhos de amostra nas mais diversas condições (de baixa e alta severidade das doenças). Este resultado é consequência da diferença observada entre os tratamentos, cultivares e anos de cultivo. Deste modo, os tamanhos de amostra calculados (um para cada situação) neste trabalho são representativos, podendo ser utilizados nas mais distintas situações em experimentos futuros.

A representação de situações de baixa e alta severidade das doenças no campo pode levar a mudanças na sua forma de dispersão (MAFFIA; MIZUBUTI, 2005; JUNIOR, 2007) e isto é importante na determinação do tamanho da amostra. Além de estar relacionada com a variabilidade dos dados, sua determinação é fundamental na definição da metodologia utilizada no cálculo do tamanho da amostra. A dispersão da brusone no arroz e da mancha amarela no trigo variou entre os tratamentos e entre as avaliações, e por isso a associação de distribuições que representam a dispersão aleatória (Poisson) ou agregada (binomial negativa) a formula utilizada no calculo do tamanho da amostra não foi necessário (MICHEREFF et al., 2011).

A hipótese levantada neste trabalho foi de que era necessário estimar o tamanho de amostra para cada situação específica, ou seja, para cada tratamento, avaliação e experimento. Devido à diferença na severidade entre os tratamentos e avaliações realizadas ao longo do tempo, aos valores discrepantes do coeficiente de variação da média da severidade de cada tratamento e avaliação, à mudança na forma de distribuição ao longo da epidemia (três avaliações), e a heterogeneidade das variâncias dos tratamentos, os tamanhos das amostras foram muito variáveis, confirmando a hipótese levantada. Devido a isso, os valores de tamanho de amostra recomendados neste trabalho representam a condição de maior variabilidade, para que seja o mais abrangente possível.

Observou-se que as estimativas dos tamanhos da amostra tendem a ser menores nos tratamentos testemunhas, principalmente em relação a variável AACPD. Este comportamento está relacionado ao fato de que, neste caso, o progresso da doença não foi afetado pelo fungicida, e assim a doença pode se expressar com seu potencial máximo. Os fungicidas testados, em sua grande maioria, impedem a esporulação e colonização do hospedeiro, impedindo assim a infecção de outras plantas e/ou folhas principalmente nas primeiras avaliações. Muitas vezes isso resultou na presença de plantas assintomáticas junto a plantas com alta severidade que podem ter sido infectadas previamente ou posteriormente, uma vez que a maioria dos fungicidas não apresenta uma eficácia de 100%. Ressalta-se que o tamanho de amostra recomendado é aquele que representa a situação de maior variabilidade. Geralmente este comportamento quanto, a presença de poucas plantas infectadas junto com plantas apresentando algum

sintoma, ocorreu nos tratamentos com melhor eficácia, o que pode ter afetado a variabilidade do banco de dados e, conseqüentemente, a estimativa dos tamanhos de amostra. Ressalta-se, portanto, que isso não impede que a estimativa do tamanho de amostra onde ocorreu a aplicação dos fungicidas seja, via de regra, sempre maior que na testemunha.

Tanto para a brusone do arroz quanto para a mancha amarela do trigo, observa-se a necessidade de avaliar menos folhas quando se utiliza a variável AACPD como forma de comparação entre os tratamentos. No caso da brusone do arroz, é necessário mensurar quatro vezes menos folhas para estimar a AACPD do que para estimar a média da severidade. Em relação a mancha amarela do trigo, necessita-se mensurar 12 vezes menos folhas. O tamanho da amostra reduz a medida que se aumenta o erro aceitável, porém o erro está diretamente relacionado com o propósito da amostragem. O tamanho de amostra ideal deverá ser determinado pelo pesquisador de acordo com seus recursos, mão-de-obra disponível e finalidade. Porém, em amostragens de doenças a campo, erros maiores que 10% são considerados inadequados (MICHEREFF et al., 2007).

Portanto, sempre que possível, deve ser adotada a variável AACPD em estudos envolvendo o controle da brusone do arroz e da mancha amarela do trigo devido ao menor número de folhas necessárias para a sua estimativa. Diferentemente da severidade, que determina o estágio da doença em um determinado momento, a AACPD representa a epidemia como um todo, caracterizando a interação entre o patógeno, ambiente e o hospedeiro, além de ser usada como forma de comparação entre os tratamentos (BERGAMIN FILHO, 1997).

CONCLUSÕES

Há variabilidade do tamanho de amostra para a avaliação da brusone do arroz e da mancha amarela do trigo em função dos tratamentos utilizados e das avaliações realizadas ao longo do tempo.

O tamanho de amostra para estimar a média da área abaixo da curva de progresso da brusone do arroz e da mancha amarela do trigo é menor do que para avaliar a severidade.

Para um erro de 10%, o tamanho da amostra para estimar a severidade média da brusone é de 306 folhas bandeiras e para a variável AACPD, o número de folhas bandeiras a serem avaliadas é de 63.

Para um erro de 10%, o tamanho da amostra para estimar a severidade média da mancha amarela do trigo é de 286 folhas bandeiras e para a variável AACPD, o número de folhas bandeiras a serem avaliadas é de 22.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: KIMATI, H. et al. (Org.) **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. Vol. 1. São Paulo: Ceres, 1997. cap. 32, p. 647-670.
- BEDENDO, I.P. Doenças do Arroz. In: KIMATI, H. et al. (Org.) **Manual de Fitopatologia: Doenças em plantas cultivadas**. Vol.2. São Paulo: Ceres, 1997. cap.33, p. 88-102.
- BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: KIMATI, H. et al. (Org.) **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. Vol. 1. São Paulo: Ceres, 1997. cap. 33, p. 672-690.
- BOHATCHUK, D.A. et al. Modelo de ponto crítico para estimar danos de doenças foliares do trigo em patossistema múltiplo. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n.5, p.363-369, 2008.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.635-642, 2008.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.983-991, 2009.
- CATAPATTI, T.R. et al. Tamanho de amostra e número de repetições para a avaliação de caracteres agronômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.855-862, 2008.
- CELMER, A. et al. Controle químico de doenças foliares na cultura do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.901-904, 2007.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento**, abril 2013. Brasília: CONAB, 2013. 27 p.
- DARIO, G.J.A. et al. Controle químico de brusone em arroz irrigado. **Revista da FZVA**, v.12, n.1, p.25-33, 2005.

FILIPPI, M.C.C. Indução de resistência à brusone em folhas de arroz por isolado avirulento de *Magnaporthe oryzae*. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.5, p.387-392, 2007.

JUNIOR, O.M.R. **Padrão espacial e tamanho da amostra para avaliação da severidade da sigatoka-amarela da bananeira**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

KRAUSE, W. et al. Tamanho ótimo de amostra para avaliação de caracteres de frutos de abacaxizeiro em experimentos com adubação usando parcelas grandes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.183-190, 2013.

LAMB, C.R.C. **Identificação de genes envolvidos na interação entre *Magnaporthe oryzae* e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2006. 143 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

LÚCIO, A.D. et al. Distribuição espacial e tamanho de amostra para o ácaro-bronzeado da erva-mate. **Revista Árvore**, v.33, n.1, p.143-150, 2009

MAFFIA, L.A.; MIZUBUTI, S.G. Epidemiologia de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J. et al. (Org.) **Ecologia e Manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. cap. 9, p. 207-246.

MARTIN, T.N. et al. Plano amostral em parcelas de milho para avaliação de atributos de espigas. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1257-1262, 2005.

McNEW, G.L. The nature, origin, and evolution of parasitism. In: Horsfal, J.G.; Dimond, A.E. (Org.). **Plant pathology**. Vol. 2. New York: Academic Press, 1960. p. 20-66.

MICHEREFF, S.J. et al. Sample size for quantification of cercospora leaf spot in sweet pepper. **Journal of Plant Pathology**, v.93, n.1, p. 83-186, 2011.

MICHEREFF, S.J. et al. Tamanho de amostras para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.2, p.189-191, 2007.

NAVARINI, L.; BALARDIN, R.S. Doenças foliares e o controle por fungicidas na produtividade e qualidade de grãos de trigo. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 294-299, 2012.

PARNAÍBA, P.F. et al. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v.27, n.2, p.255-268, 2009.

PRABHU, A.S. et al. Comparative yield loss estimates due to blast in some upland rice cultivars. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14, n. 3, p. 227-232, 1989.

REIS, E.M. et al. Doenças do Trigo. In: KIMATI, H et al (Org.). **Manual de Fitopatologia: Doenças em plantas cultivadas**. Vol. 2. São Paulo: Ceres, 1997. cap. 66, p. 675-685.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2013**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2013. 220 p.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Itajaí: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2012. 179 p.

SANTOS, G.R. et al. Fungicidas para o controle das principais doenças do arroz irrigado. **Bioscience Journal**, v.25, n.4, p.11-18, 2009.

SCHEUERMANN, K.K; EBERHARDT, D.S. Avaliação de fungicidas para o controle da brusone de panícula na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.10, n.1, p. 23-28, 2011.

SILVA, A.M.F. et al. Tamanho de amostras para quantificação da podridão-mole da alface e da couve-chinesa. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.1, p. 90-92, 2008.

SILVA, E.I. et al. Levantamento da incidência da mancha-aquosa do melão no Rio Grande do Norte e determinação do tamanho das amostras para quantificação da doença. **Summa Phytopathologica**, v.29, n.2, p.172-176, 2003.

STORCK L. et al. **Experimentação vegetal**. 2.ed. Santa Maria: Editora da UFSM. 2006. 198p.


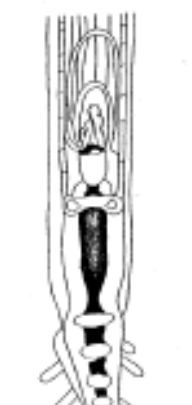








STURMER, G.R. et al. Tamanho de amostra para a estimação da média de lagartas na cultura de soja. **Bioscience Journal**, v.29, Supplement 1, p.1596-1605, 2013.

TOEBE, M. et al. Dimensionamento amostral para avaliar firmeza de polpa e cor da epiderme em pêsego e maçã. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.1026-1035, 2011.

TORMEN, N. R. et al. Reação de cultivares de trigo à ferrugem da folha e mancha amarela e responsividade a fungicidas. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p. 239-246, 2013.

ANEXOS

Anexo A – Descrição dos estádios de desenvolvimento reprodutivo da cultura do arroz irrigado proposta por Counce et al. (2000).

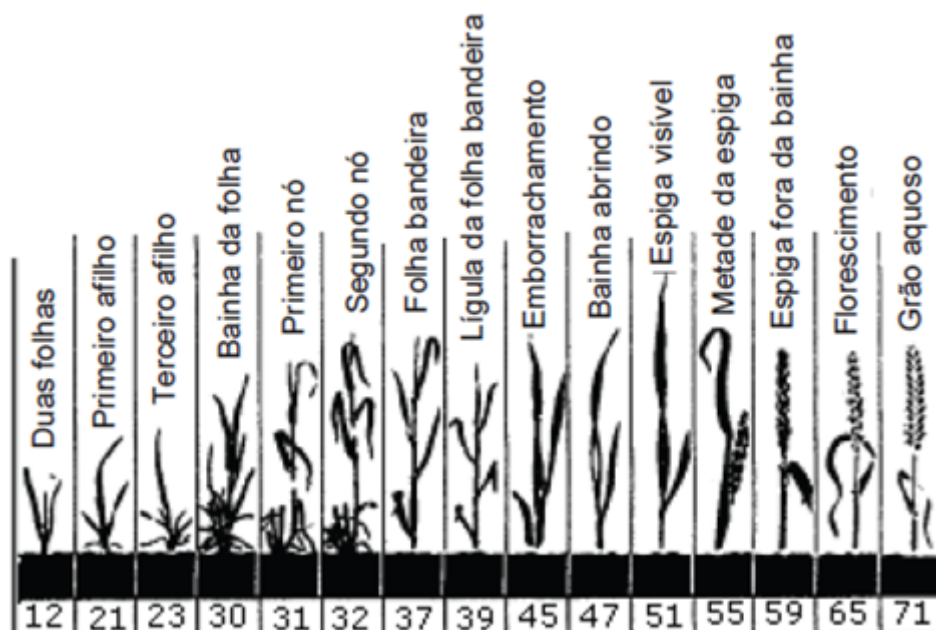
Growth Stage	R0	R1	R2	R3	R4
Morphological Marker	Panicle development has initiated	Panicle branches have formed	Flag leaf collar formation	Panicle exertion from boot, tip of panicle is above collar of flag leaf	One or more florets on the main stem panicle has reached anthesis
Illustration					
Growth Stage	R5	R6	R7	R8	R9
Morphological Marker	At least one caryopsis on the main stem panicle is elongating to the end of the hull	At least one caryopsis on the main stem panicle has elongated to the end of the hull	At least one grain on the main stem panicle has a yellow hull ¹	At least one grain on the main stem panicle has a brown hull ²	All grains which reached R6 have brown hulls
Illustration					

Anexo B – Descrição dos estádios de desenvolvimento reprodutivo da cultura do trigo proposta por Zadoks et al. (1974).

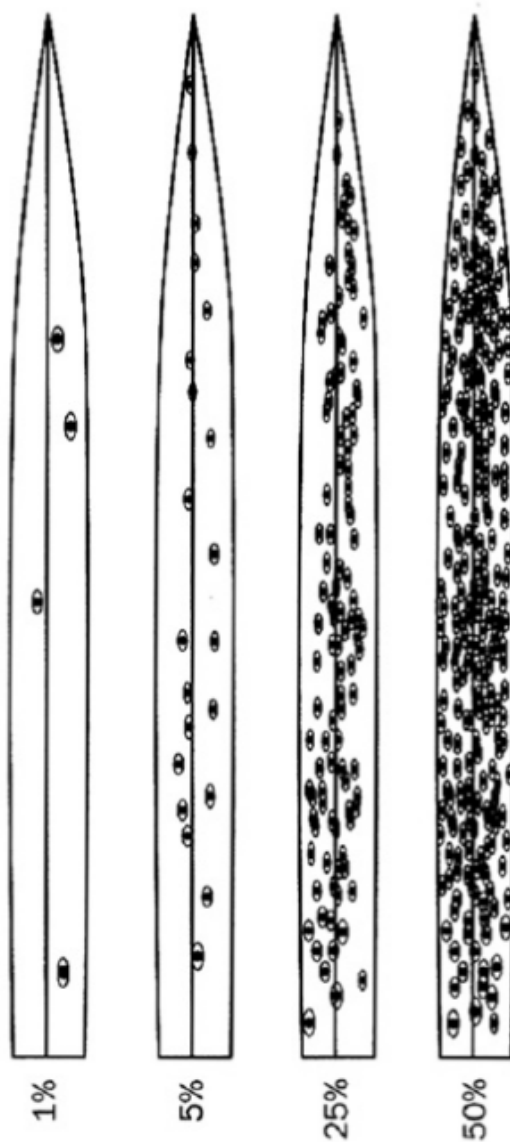
0	Germinação	5	Espigamento
00	Semente seca	50	--
01	Início da embebição (absorção de água)	51	Primeiras espiguetas da espiga visíveis
02	--	52	--
03	Embebição completa	53	1/4 da espiga visível
04	--	54	--
05	Radícula (raíz) emergiu da cariopse (semente)	55	1/2 da espiga visível
06	--	56	--
07	Coleóptilo	57	3/4 da espiga visível
08	--	58	--
09	Primeira folha visível	59	Surgimento da espiga
1	Crescimento da plântula	6	Florescimento
10	1ª folha fora do coleóptilo	60	--
11	1ª folha desenrolada	61	Início do floresciemnto
12	2ª folha desenrolada	62	--
13	3ª folha desenrolada	63	--
14	4ª folha desenrolada	64	--
15	5ª folha desenrolada	65	Metade do florescimento
16	6ª folha desenrolada	66	--
17	7ª folha desenrolada	67	--
18	8ª folha desenrolada	68	--
19	9ª folha desenrolada	69	Florescimento completo
2	Afilhamento	7	Grão leitoso
20	Apenas afilho principal	70	--
21	Afilho principal mais 1 afilho	71	Grão com água
22	Afilho principal mais 2 afilhos	72	--
23	Afilho principal mais 3 afilhos	73	Grão poco leite
24	Afilho principal mais 4 afilhos	74	--
25	Afilho principal mais 5 afilhos	75	Grão médio leite
26	Afilho principal mais 6 afilhos	76	--
27	Afilho principal mais 7 afilhos	77	Grão muito leite
28	Afilho principal mais 8 afilhos	78	--
29	Afilho principal mais 8 ou mais afilhos	79	--

3	Alogamento do colmo	8	Grão Pastoso
30	Pseudocaulo (bainha das folhas)	80	--
31	1º nó detectável	81	--
32	2º nó detectável	82	--
33	3º nó detectável	83	Grão massa mole
34	4º nó detectável	84	--
35	5º nó detectável	85	Grão massa média
36	6º nó detectável	86	--
37	Folha bandeira visível	87	Grão massa dura
38	--	88	--
39	Lígula da folha bandeira visível	89	--
4	Emborrachamento	9	Maturação
40	--	90	--
41	Bainha da folha bandeira se estendendo	91	Cariopse dura (difícil de dividir)
42	--	92	Cariopse rígida (não se consegue dividir)
43	Início do emborrachamento	93	Cariopse murchando
44	--	94	Mais madura palha seca
45	Emborrachamento	95	Semente dormente
46	--	96	Germinação 50% viável
47	Abertura da bainha da folha bandeira	97	Sementes não dormentes
48	--	98	Dormência secundária induzida
49	Primeiras aristas visíveis	99	Dormência secundária perdida

Estágios de crescimento



Anexo C – Escala diagramática utilizada na avaliação da severidade de brusone do arroz, proposta por IRRI (2002).



Anexo D – Escala diagramática utilizada na avaliação da severidade de mancha amarela do trigo, proposta por James (1971).

