

TAMANHO DE AMOSTRA PARA A ESTIMATIVA DA MÉDIA DA SEVERIDADE DA FERRUGEM DA FOLHA DO TRIGO

SAMPLE SIZE FOR ESTIMATING THE MEAN SEVERITY OF WHEAT LEAF RUST

ANDRÉ SCHOFFEL

Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, RS, Brasil
Doutor em Agronomia. E-mail: andre-schoffel@hotmail.com

CAROLINE DE LIMA FORTES

Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, RS, Brasil
Graduanda em Agronomia. E-mail: caroline_11LF@hotmail.com

EDUARDO FIORIN FLORES

Universidade Federal de Santa Maria, Ibirubá, RS, Brasil
Graduado em Agronomia. E-mail: dudafiorin@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-1531-3590>

JULIANE NICOLodi CAMERA

Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, RS, Brasil
Doutora em Agronomia. E-mail: jcamera@unicruz.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-7182-5788>

Submissão: 27-05-2025 - Aceite 28-07-2025

RESUMO: O controle de doenças na cultura do trigo apresenta relevância, principalmente em safras com ambiente favorável para a sua expressão. Neste contexto, a determinação do tamanho de amostra para avaliação em experimentos agrícolas tem reflexo direto na precisão desejada na estimativa e também nas conclusões que irão ser utilizadas no uso de estratégias de controle químico. O objetivo desta pesquisa foi determinar o tamanho de amostra necessário para a estimativa da severidade da ferrugem da folha na cultura do trigo. O delineamento experimental foi o blocos ao acaso, com 4 repetições e os tratamentos foram: Propiconazol, Difeconazol + Ciproconazol + Carbendazim + Tebuconazol + Cresoxim-Metílico, Trifloxistrobina + Protioconazol, Trifloxistrobina + Tebuconazol, e a testemunha aplicados na cultivar TBIO Sinuelo. As avaliações foram realizadas após as duas primeiras aplicações de fungicidas em 50 folhas de cada parcela coletadas imediatamente abaixo da folha bandeira. Para o percentual de severidade foram calculadas as estatísticas: mínimo, máximo, amplitude, média, desvio padrão e coeficiente de variação. O tamanho de amostra foi determinado por reamostragem com 2000 reamostragens, com reposição, pelo número de plantas a partir do qual a amplitude do intervalo de confiança de 95% foi igual a 20%, 30% e 40% da estimativa da média. Para a amplitude do intervalo de confiança de 40% da estimativa da média, 106 folhas são suficientes para a avaliação da severidade ferrugem da



folha no trigo.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*. Controle químico. Reamostragem com reposição.

ABSTRACT: Disease control in wheat is important, especially in crops with a favorable environment for disease expression. In this context, determining the sample size for evaluation in agricultural experiments directly impacts the desired estimation accuracy and the conclusions that will be used in the use of chemical control strategies. The objective of this research was to determine the sample size required to estimate leaf rust severity in wheat. The experimental design was a randomized complete block design with four replicates. The treatments were: Propiconazole, Difeconazole + Cyproconazole + Carbendazim + Tebuconazole + Kresoxim-Methyl, Trifloxystrobin + Prothioconazole, Trifloxystrobin + Tebuconazole, and the control, applied to the TBIO Sinuelo cultivar. Evaluations were performed after the first two fungicide applications on 50 leaves of each plot collected immediately below the flag leaf. The following statistics were calculated for the severity percentage: minimum, maximum, range, mean, standard deviation, and coefficient of variation. The sample size was determined by resampling 2,000 times with replacement, based on the number of plants at which the 95% confidence interval width was equal to 20%, 30%, and 40% of the mean estimate. For a 40% confidence interval width of the mean estimate, 106 leaves are sufficient to assess leaf rust severity in wheat.

KEYWORDS: *Triticum aestivum*. Chemical control. Resampling with replacement.

Introdução

O trigo apresenta relevância principal em áreas agrícolas que contam com o cultivo de plantas anuais em pequenas, médias e grandes propriedades, principalmente no período do inverno no Sul do Brasil. É uma cultura amplamente cultivada para que sua produção esteja disponível para o abastecimento de moinhos e indústrias com foco destinado a produtos para a alimentação humana, principalmente relacionados para a panificação e processamentos industriais de massas, bolachas, biscoitos e para a alimentação animal na composição de rações, suplementos nutricionais e no oferecimento de forragem (ANTUNES, 2023). Para a safra de 2025 há previsão de produção estimada em 8,2 milhões de toneladas do cereal, com variação positiva de aproximadamente 4,6% em relação à safra anterior. Em relação a área cultivada, a previsão é de redução de aproximadamente 12% na safra atual, porém, com incremento na média produtiva de 18,6% em relação à safra passada (CONAB, 2025).

Além da importância industrial, o cultivo do trigo é crucial na composição de sistemas agrícolas sustentáveis de produção, sendo uma opção vital para a rotação de culturas e sucessão em sistemas de produção de grãos e fibras em determinadas regiões, auxiliando na conservação do potencial produtivo, na rentabilidade do sistema de produção e no manejo integrado de pragas, de plantas invasoras e de doenças podem causar danos irreversíveis para a cultura (DE MORI *et al.*, 2016; FOCHESSATTO *et al.*, 2020). Porém, nos últimos anos, as condições ambientais e os riscos climáticos em estágios específicos têm causado apreensão em produtores rurais, principalmente no estado do Rio Grande do Sul em relação a adoção do cultivo do trigo, em decorrência das repercussões observadas nas últimas safras.

As variações ambientais associadas a presença de hospedeiros suscetíveis também promovem o aumento da severidade de doenças causadas por fungos fitopatogênicos, como a ferrugem da folha que é causada pelo fungo *Puccinia triticina* Eriks, que é um parasita obrigatório e causador da doença de maior relevância histórica e econômica para a cultura em nível mundial (REIS e CASA, 2007; ALVES *et al.*, 2015). A doença é caracterizada pelo aparecimento de pústulas com esporos amarelo-escuros a marrons, e pode ocorrer durante todo o ciclo, desde a emergência das plântulas até o estágio de maturidade fisiológica. A faixa de temperatura para o desenvolvimento da doença é em média na faixa dos 20°C associado com alta umidade foliar, sendo necessário pelo menos três horas de umidade contínua para infectar a planta hospedeira (EMBRAPA, 2022).

A ferrugem da folha é observada, não necessariamente de forma epidêmica em praticamente todos os anos de cultivo, principalmente entre as cultivares suscetíveis. Além da escolha de cultivares resistentes, o controle químico figura como o principal método de controle, porém, com variabilidade na eficiência causada pela escolha do fungicida, pelo momento da aplicação e calibração do equipamento de pulverização para maximizar a eficiência do controle (DEBONA *et al.*, 2009). Como resultado da infecção, a ferrugem causa lesões nas folhas e provoca redução da área fotossintética ativa, que culmina no menor desenvolvimento de raízes e afeta a produtividade de grãos. Isso ocorre em virtude de que as plantas que são infectadas tendem a reduzir o número de afilhos férteis e formam espigas com menor tamanho, além de apresentar grãos mal desenvolvidos. Em alta severidade, pode ocorrer inclusive a morte das plantas, afetando diretamente a população por unidade de área (STRAPASSON *et al.*, 2019).

Muitos métodos e alternativas de controle de doenças são avaliados de maneira isolada e conjunta em experimentos a campo e a qualidade dos resultados obtidos dependerá da precisão experimental (CATAPATTI *et al.*, 2008). Neste contexto, busca-se minimizar o erro experimental para que o efeito dos tratamentos seja estimado de maneira confiável (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008). Além deste fator, o número de repetições (CATAPATTI *et al.*, 2008), a escolha adequada do delineamento experimental (STORCK *et al.*, 2006) e o tamanho e a forma da parcela (PARANAÍBA *et al.*, 2009) são preponderantes para a obtenção de resultados fidedignos em pesquisas agrícolas.

Outro fator extremamente relevante é a amostragem. Para experimentos envolvendo fungicidas, um dos principais métodos para se avaliar a severidade de doenças é a amostragem de folhas nas parcelas, já que a avaliação de todas as folhas da parcela se torna inviável e onerosa. Em virtude disso, a amostragem gera um novo erro no modelo matemático, o erro amostral, que deve ser minimizado através de um dimensionamento amostral adequado (SARI, 2015). A amostragem é uma técnica utilizada quando há dificuldade para a mensuração de toda unidade experimental e seu uso é validado desde que a amostragem seja representativa (STORCK *et al.*, 2011).

A estimativa do tamanho de amostra sofre interferência da variabilidade dos dados, da precisão desejada para a estimativa além de ser afetada por fatores genéticos e ambientais (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008), pela aplicação de tratamentos (TOEBE *et al.*, 2011) e, no caso de doenças, pela sua distribuição espacial no campo (MICHEREFF *et al.*, 2011). O método de reamostragem com reposição tem sido utilizado para a definição do tamanho da amostra e é independente da distribuição de probabilidade dos dados (FERREIRA, 2009). Na determinação

do tamanho de amostra por reamostragem, os elementos que compõe parte da amostra podem ser selecionados mais de uma vez por meio de amostragem com reposição (FERREIRA, 2015). Este procedimento já foi utilizado para determinar o tamanho da amostra para características avaliadas em linho (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2018a), feijão de porco (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2018b) e mandioca (SCHOFFEL *et al.*, 2021). Deste modo, a determinação do tamanho de amostra melhora o planejamento e a eficiência das pesquisas, permitindo a obtenção de estimativas da média de caracteres agrônômicos com precisão adequada. O objetivo desta pesquisa foi estimar o tamanho de amostra necessário para estimativa da média da severidade da ferrugem da folha na cultura do trigo.

Metodologia

O experimento foi realizado na Área Experimental da Universidade de Cruz Alta, localizada no município de Cruz Alta - RS. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos estão listados na Tabela 1. Para caracterizar a fertilidade do solo da área experimental, foi retirada uma amostra na camada de 0 a 20 cm de profundidade. A análise revelou os seguintes valores: pH em água = 5,5; argila = 49%; matéria orgânica do solo = 3,1%; fósforo = 24,3 mg/dm⁻³; potássio = 91 mg/dm⁻³; cálcio = 4,9 cmolc dm⁻³; magnésio = 1,7 cmolc dm⁻³; alumínio = 0,0 cmolc dm⁻³ e saturação de bases = 69,4%. A adubação foi baseada na recomendação da Comissão de química e fertilidade do solo (2016) para a cultura do trigo.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados nos ensaios para avaliação da severidade da ferrugem da folha do trigo.

Tratamento	Ingrediente Ativo (i.a)	Dose (l ha ⁻¹)
1	Propiconazol (250 g.ha ⁻¹)	0,5
2	Difeconazol (250 g.ha ⁻¹) +Ciproconazol (150 g.ha ⁻¹)	
3	Carbendazim (200 g.ha ⁻¹) + Tebuconzol (100 g.ha ⁻¹) + Cresoxim metílico (125 g.ha ⁻¹)	1,5
4	Trifloxistrobina (200 g.ha ⁻¹) + Protriconazol (233 g.ha ⁻¹)	0,4
5	Trifloxistrobina (100 g.ha ⁻¹) + Tebuconazol (200 g.ha ⁻¹)	0,2
6	Testemunha	--

Fonte: os autores, 2024.

A implantação da cultura do trigo foi realizada no primeiro decêndio de junho em sistema de semeadura direta sobre a palhada de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) que foi dessecado com antecedência usando o herbicida glifosato (3 l ha⁻¹). A cultivar foi a Tbio Sinuelo, caracterizada com ciclo médio/tardio, sendo moderadamente resistente a ferrugem da folha. A semeadura foi realizada com espaçamento entre linhas de 17 cm na densidade de sementes de

320 sementes por m². As parcelas foram compostas por 2 m de largura 4 m de comprimento, totalizando 8 m². Ao longo do ciclo, as aplicações dos tratamentos ocorreram em intervalos de 15 dias, sendo a primeira aplicação realizada na fase final da elongação do trigo. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal de CO₂, vazão 150 l ha⁻¹ e barra com 3 metros e 6 pontas de distribuição.

As coletas das folhas para as avaliações da severidade foram realizadas em duas etapas. A primeira coleta ocorreu após a primeira aplicação e a segunda coleta após a segunda aplicação dos tratamentos. Para realizar as avaliações de severidade, foi retirada a folha abaixo da folha bandeira, ou seja, a folha bandeira menos uma em 50 plantas amostradas por parcela em cada etapa (totalizando 1200 folhas no experimento em cada etapa avaliativa). As coletas de folhas foram realizadas na área central de cada parcela, excluindo as bordaduras e após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados. As notas de severidade foram realizadas de acordo com a escala diagramática expressa em porcentagem variando de 0 (ausência de sintomas) a 100% de severidade com o tecido foliar apresentando integralmente os sintomas da ferrugem da folha (BRUNETTA *et al.*, 1997).

Para o percentual de severidade da ferrugem da folha após cada avaliação foram calculadas as estatísticas descritivas: mínimo, máximo, amplitude, média, desvio-padrão e coeficiente de variação. As médias de cada tratamento foram comparadas duas a duas, pelo teste de t para amostras independentes em 5% de probabilidade. A partir dos dados de severidade em cada avaliação, foram planejados 999 tamanhos de amostra, com o tamanho inicial composto por duas plantas e os demais obtidos com o acréscimo de uma planta, até o tamanho máximo de 1.000 plantas. A seguir, para cada um dos 999 tamanhos de amostra planejados, realizou-se um processo iterativo de reamostragem com 2.000 reamostragens, com reposição. Desta forma, obteve-se 2.000 estimativas da média de cada caractere para cada um dos 999 tamanhos de amostras planejados (FERREIRA, 2009). A partir destes dados de médias, estimaram-se as estatísticas: valor mínimo, percentil 2,5%, média, percentil 97,5%, valor máximo e a amplitude do intervalo de confiança de 95% (AIC_{95%}) foi calculada pela diferença entre o percentil 97,5% e o percentil 2,5%.

O tamanho de amostra foi determinado pelo número de plantas a partir do qual a amplitude do intervalo de confiança de 95% (AIC_{95%}) foi igual a 20%, 30% e 40% da estimativa da média. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa R (R Development Core Team, 2023), do aplicativo Microsoft Office Excel e o teste de t para amostras independentes pelo pacote estatístico Bioestat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

Resultados e discussões

Em todos os tratamentos, os valores mínimos e máximos da severidade da ferrugem em folhas de trigo após a primeira aplicação de fungicida ficaram de 2 a 95% com amplitudes variando de 75 a 93%. Após a segunda aplicação os valores mínimos e máximos variaram de 2 a 95% e amplitude de 68 a 93% (Tabela 2). Em relação às médias de severidade, o tratamento com trifloxistrobina + protriokonazol apresentou valor de 20,97%, ou seja, este tratamento foi mais eficiente no controle da ferrugem da folha em relação aos demais tratamentos que apresentaram médias de severidade variando de 22,49% a 31,22% na avaliação após a primeira aplicação dos

fungicidas. Após a segunda aplicação, o tratamento trifloxistrobina + protioconazol apresentou menor severidade da ferrugem da folha (11,34%) enquanto que os demais tratamentos variaram de 16,51% a 48,74%. Barro *et al.* (2017) observara que fungicidas com trifloxistrobina + protioconazol apresentaram eficiência no controle de ferrugem da folha de trigo acima de 85%, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas da avaliação da severidade da ferrugem da folha em plantas de trigo após a primeira e segunda aplicação de fungicidas.

1ª avaliação (após a primeira aplicação de fungicida)						
Estatística	Propiconazol	Difenoconazol + Ciproconazol	Carbendazim + Tebuconazol + Cresoxim-metílico	Trifloxistrobina + Protioconazol	Tebuconazol + Trifloxistrobina	Testemunha
Mínimo	2	3	2	5	3	5
Máximo	95	90	80	85	80	80
Amplitude	93	87	78	80	77	75
Média	31,22 d	22,49 b	26,04 c	20,97 a	25,86 c	26,33 c
DP	21,88	17,99	16,80	15,05	17,37	16,26
CV (%)	70,08	80,01	64,52	71,81	67,19	61,76
2ª avaliação (após a segunda aplicação de fungicida)						
Estatística	Propiconazol	Difenoconazol + Ciproconazol	Carbendazim + Tebuconazol + Cresoxim-metílico	Trifloxistrobina + Protioconazol	Tebuconazol + Trifloxistrobina	Testemunha
Mínimo	3	2	2	3	3	5
Máximo	95	95	70	80	75	95
Amplitude	92	93	68	77	72	90
Média	34,80 d	24,47 c	16,51 b	11,34 a	19,16 b	48,74 e
DP	23,73	24,82	12,84	12,59	15,56	27,50
CV (%)	68,19	101,42	77,76	111,00	81,22	56,42

*médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste t para amostras independentes, em 5% de probabilidade.

Fonte: os autores, 2024.

Em todos os tratamentos e avaliações, houve variabilidade nos tamanhos de amostra e os maiores foram observados quando a $AIC_{95\%}$ foi igual a 20% da estimativa da média, ou seja, quando a precisão para a determinação do tamanho de amostra foi maior (tabela 3). Neste nível de precisão, para todos os fungicidas na avaliação da severidade da ferrugem da folha o tamanho de amostra variou de 148 a 261 folhas após a primeira aplicação e de 126 a 435 folhas após a segunda aplicação de fungicidas. Estes resultados demonstram que para a avaliação da eficiência de diferentes fungicidas sobre a severidade da ferrugem da folha são necessários diferentes valores amostrais mínimos após aplicações sequenciais dos fungicidas e deve-se priorizar aquele que melhor contemplar a variabilidade existente. Sari *et al.* (2020) ao avaliarem o tamanho de amostra necessário para mensurar a severidade da mancha amarela em trigo observaram que

286 folhas bandeiras foram suficientes, considerando um erro de 10% em que a avaliação do dimensionamento amostral foi realizada por meio da análise de variância dos experimentos com diferentes volumes de calda e pontas de pulverização.

Tabela 3 - Tamanho de amostra, em número de folhas, para avaliação da severidade da ferrugem da folha em plantas de trigo após a primeira e segunda aplicação de fungicidas, quando a amplitude do intervalo de confiança foi igual a 20, 30 e 40% da estimativa da média.

1ª avaliação (após a primeira aplicação de fungicida)			
Fungicida	20%	30%	40%
Propiconazol	193	85	49
Difeconazol + Ciproconazol	261	108	67
Carbendazim + Tebuconazol + Cresoxim metílico	165	74	40
Trifloxistrobina + Proticonazol	204	89	52
Trifloxistrobina + Tebuconazol	183	80	48
Testemunha	148	68	38
2ª avaliação (após a segunda aplicação de fungicida)			
Fungicida	20%	30%	40%
Propiconazol	191	81	45
Difeconazol + Ciproconazol	348	152	86
Carbendazim + Tebuconazol + Cresoxim- Metílico	257	110	62
Trifloxistrobina + Proticonazol	435	187	106
Trifloxistrobina + Tebuconazol	289	124	71
Testemunha	126	55	32

Fonte: os autores, 2024.

Independentemente do nível de precisão, observou-se que o tamanho de amostra foi influenciado pelo coeficiente de variação, ou seja, com maiores tamanhos de amostra sendo necessários para tratamentos que apresentaram maiores coeficientes de variação. Esta verificação demonstra a relação entre a medida de precisão experimental e o tamanho de amostra necessário para a avaliação da severidade da ferrugem da folha em trigo. Este resultado corrobora com os observados em pesquisa de Schoffel *et al.* (2021) que avaliou caracteres morfológicos da mandioca submetida a uma adaptação do método de multiplicação rápida e de Bottega *et al.* (2024) que avaliou o tamanho de amostra necessário para a avaliação da severidade da mancha amarela na cultura do trigo.

Na primeira avaliação, os coeficientes de variação variaram de 61,76% a 80,01% nos tratamentos testemunha e difenoconazol + ciproconazol, respetivamente. Na segunda avaliação, os coeficientes de variação variaram de 56,42% a 111% nos tratamentos testemunha e trifloxistrobina + protioconazol. Vale a pena mencionar, que neste estudo não se observou relação direta da precisão dos fungicidas no controle da ferrugem da folha com a variabilidade na quantificação da precisão experimental com base no coeficiente de variação, ou seja, na primeira avaliação o fungicida trifloxistrobina + protioconazol apresentou melhor desempenho de controle com a menor média de severidade, porém, figurou entre os valores intermediários de coeficiente de variação, bem como, observado na segunda avaliação em relação ao tratamento

trifloxistrobina + protioconazol que apresentou menor média de severidade e em contrapartida atingiu o maior coeficiente de variação. É válido destacar que pela variabilidade dos dados e pelo número de observações realizadas para a quantificação da severidade da ferrugem da folha do trigo, o conjunto de dados oferece credibilidade para a obtenção do tamanho de amostra pelo método de reamostragem com reposição (BANDEIRA *et al.*, 2018), o que confere confiabilidade aos resultados apresentados na presente pesquisa.

Quando a amplitude do intervalo de confiança foi de 40% da estimativa da média os valores de tamanho de amostra variaram de 38 a 67 folhas nos tratamentos testemunha e Difeconazol + Ciproconazol após a primeira aplicação e de 32 a 106 folhas na segunda aplicação para a testemunha e Trifloxistrobina + Proticonazol, respectivamente. Neste nível de precisão para avaliação da severidade da ferrugem da folha após a aplicação de fungicidas na cultura do trigo pode-se recomendar o uso de tamanho de amostra mínimo de 106 folhas, que contempla a variabilidade existente entre os fungicidas avaliados e as avaliações realizadas. Haesbaert *et al.* (2017) relatam que em um mesmo nível de precisão, diferentes tamanhos de amostra são necessários para avaliação de diferentes características, porém, dada a dificuldade na execução desta metodologia, recomenda-se a utilização do maior tamanho de amostra para contemplar a variabilidade existente para a estimativa da média.

O tamanho de amostra utilizado vai depender da variabilidade dos dados e da precisão desejada para a estimativa e os resultados desta pesquisa nos níveis de precisão de 20%, 30% e 40% permitem que o pesquisador escolha como referência o tamanho de amostra mínimo para pesquisas futuras relacionadas com a avaliação da severidade da ferrugem da folha do trigo. Além disso, esses resultados permitem que os pesquisadores escolham o tamanho da amostra e o grau de precisão de acordo com os recursos financeiros e técnicos para a coleta de dados e a área experimental disponível, uma vez que medições com maior precisão produzem estimativas mais confiáveis, mas requerem a análise de um número maior de folhas para avaliação do percentual de severidade da ferrugem da folha do trigo.

Em casos de equipes robustas e bem treinadas para a coleta e avaliação da severidade da ferrugem da folha do trigo pode-se considerar para o dimensionamento amostral os valores observados quando a amplitude do intervalo de confiança foi igual a 20 ou 30% da estimativa da média, ou seja, com tamanhos de amostra maiores nas avaliações realizadas após as aplicações de fungicidas. Por outro lado, para equipes enxutas com restrição de mão-de-obra, tempo e recursos para as avaliações cabe a escolha de tamanhos de amostra menores e validados, como os observados nesta pesquisa quando a amplitude do intervalo de confiança foi igual a 40% da estimativa da média. Deste modo, os resultados desta pesquisa servem de subsídio para que os pesquisadores determinem o tamanho de amostra a ser utilizado, de acordo com o operacional e quantidade de recursos disponíveis (MICHEREFF *et al.*, 2011; TOEBE *et al.*, 2011). Evidencia-se que a escolha do nível de precisão depende do conhecimento do pesquisador em considerar a variabilidade dos dados e a precisão desejada para a estimativa da média da severidade da ferrugem da folha na cultura do trigo.

Considerações finais

Trifloxistrobina + prothioconazol proporcionou os menores percentuais de severidade de ferrugem da folha após a primeira e segunda aplicação de fungicidas no trigo.

Para a amplitude do intervalo de confiança de 40% da estimativa da média, 106 folhas são suficientes para a avaliação da severidade da ferrugem da folha no trigo.

Referências

- ALVES, G. C. S. et al. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**, Urutaí, v.1, n.1, p. 128-133, 2015. ANTUNES, J. **O papel da pesquisa no desenvolvimento do trigo no Brasil**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81366007/o-papel-da-pesquisa-no-desenvolvimento-do-trigo-no-brasil>. Acesso em: 27 mai. 2025.
- AYRES, M. et al. **Bioestat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Belém, Pará, 2007.
- BANDEIRA, C. T. et al. **Sample Sufficiency for Estimation of the Mean of Rye Traits at Flowering Stage**. *Journal of Agricultural Science*, v. 10, n. 3, p. 178-186, 2018.
- BARRO, J. P. et al. Effectiveness of different fungicide formulations and number of applications in controlling wheat leaf rust. *phytopathologica*, Botucatu, v. 43, n. 4, p. 276-280, 2017
- BOTTEGA, A. et al. Tamanho de amostra para a estimação da severidade da mancha amarela em trigo. **Sigmae**, v. 13, n. 2, p. 150-157, 2024.
- BRUNETTA, D. et al. Cultivares de trigo do Paraná: rendimento, características agronômicas e qualidade industrial. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Circular Técnica, 18, 1997.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. (2018b). Sample size to estimate the mean of traits in jack bean. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2018b
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para avaliar caracteres produtivos de linho. **Agrarian**, v. 11, n. 42, p. 387-392, 2018a.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 635-642, 2008.
- CATAPATTI, T.R. et al. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agronômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.3, p. 855-862, 2008.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC, 2016. 376 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra brasileira de grãos**. Oitavo levantamento: Brasília: Conab, maio de 2025. 118 p.

EMBRAPA. **Ferrugem da Folha**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/trigo/producao/doencas/ferrugem-da-folha#:~:text=Ferrugem%2Dda%2Dfolha%20%C3%A9%20uma,%C3%A1rea%20fotossint%C3%A9tica%20e%20aumentando%20a>. Acesso em: 26 mai. 2025.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. 2ª ed. Lavras: UFLA; 2009.

FERREIRA, V. A. M. **Estatística básica**. 1ª ed. SESES, Rio de Janeiro, UNESA, 2015.

FOCHESATTO, M. et al. Aplicação de fungicidas visando o controle de mancha amarela e ferrugem da folha em trigo. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 2, p. 43-57, 2020.

HAESBAERT, F. M. et al. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. **Bragantia**, v. 76, n. 1, p. 54-61, 2017.

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.

PARANAÍBA, P. F.; FERREIRA, D. F.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 27, n. 2, p. 255-268, 2009.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças dos cereais de inverno – diagnose, epidemiologia e controle**. Lages: Graphel, 2007. 176 p.

SARI, B. G. **Tamanho de amostra para a avaliação de doenças em experimentos com arroz e trigo**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SARI, B. G. et al. Amostragem para avaliação de mancha amarela em trigo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e281984775, 2020.

SCHOFFEL, A. et al. Tamaño de la muestra para estimar el promedio de variables agronómicas en yuca. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 12, p. 369-382, 2021.

STORCK, L. et al. **Experimentação Vegetal**. 3. ed. Editora UFSM. Santa Maria: UFSM, 2011. 198 p.

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

STRAPASSON, M. et al. Avaliação de ferrugem das folhas (*Puccinia triticina* Erikss) em genótipos de triticales. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, Passo Fundo, 2019. p. 370-373.

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