

TAMANHO DE AMOSTRA PARA ESTIMAÇÃO DA MÉDIA DE CARACTERES MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE TRIGO DA CULTIVAR TBIO AUDAZ

João Augusto Andretta¹Alberto Cargnelutti Filho²Murilo Vieira Loro³

RESUMO

Objetivou-se determinar o tamanho de amostra (número de colmos) necessário para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de trigo da cultivar TBIO Audaz. Conduziu-se um experimento com seis datas de semeadura (15/05/2023, 24/05/2023, 31/05/2023, 07/06/2023, 30/06/2023 e 11/07/2023) de trigo. Na maturação fisiológica, foram coletados, aleatoriamente, 50 colmos nas duas fileiras centrais de cada data de semeadura. Em cada colmo avaliou-se os caracteres morfológicos: altura de planta (AP, cm), altura de inserção da espiga (AIE, cm) e comprimento da espiga (CE, cm) e produtivos: massa da espiga (ME, g), número de grãos da espiga (NG) e massa de grãos da espiga (MG, g). Para cada caractere, foi calculado o tamanho de amostra (número de colmos) assumindo erro de estimação igual a 10% da estimativa da média, com grau de confiança de 95%. Na média, são necessários 10 e 128 colmos para os caracteres morfológicos e produtivos, respectivamente.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.. Planejamento experimental. Precisão. Dimensionamento amostral.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the sample size (number of tillers) required to estimate the mean of morphological and productive traits in wheat cultivar TBIO Audaz. The experiment was conducted with six sowing dates in 2023 (05/15/2023, 05/24/2023, 05/31/2023, 06/07/2023, 06/30/2023 e 07/11/2023) of wheat. At physiological maturity, 50 tillers were randomly collected from the two central rows of each sowing date. The following morphological traits were evaluated: plant height (PH, cm), ear insertion height (EIH, cm), and ear length (EL, cm); as well as productive traits: ear mass (EM, g), number of grains per ear (NG), and grain mass per ear (GM, g). For each trait, the sample size was estimated assuming a 10% estimating error relative to the estimated mean and a 95% confidence level. On average, 10 and 128 tillers were required to estimate the mean of morphological and productive traits, respectively.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Experimental planning. Precision. Sample size determination.

1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais de maior relevância econômica e alimentar no mundo, ocupando a quarta posição entre as *commodities* de maior produção mundial. Embora o Brasil seja o 19º maior

produtor, sua produtividade ainda é considerada inferior a países líderes nesse cultivo como: Nova Zelândia, Irlanda e Holanda (FAO, 2023). Diante disso, pesquisas para melhorar a eficiência de produção são necessárias e

¹ Discente do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil, aundregusto@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0633-1102>

² Docente do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, alberto.cargnelutti.filho@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8608-9960>

³ Docente do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, muriloloro@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0241-4226>

indispensáveis e devem ser planejadas com critérios experimentais bem definidos.

No planejamento experimental a escolha da cultivar é um fator importante, pois influencia a resposta das plantas às condições ambientais e aos tratamentos avaliados. No Brasil há 295 cultivares de trigo (Brasil, 2025), com ampla divergência genética e resposta diferenciada aos estímulos ambientais (Oliveira et al., 2020; Zuffo et al., 2025). Essa divergência pode implicar em distintos dimensionamentos experimentais.

Os estímulos ambientais como: precipitação pluviométrica, temperatura máxima e temperatura mínima do ar afetam significativamente a fisiologia do trigo e impactam no desenvolvimento e na produtividade da cultura (Lisbinski, 2024). A data de semeadura influencia na distribuição e magnitude da temperatura do ar e precipitação pluviométrica sendo determinante para o desenvolvimento da cultura (Martin et al., 2020). Na definição da data de semeadura e cultivar, as variáveis meteorológicas estão condicionadas.

As variações abióticas impactam diretamente a expressão fenotípica e produtiva das culturas, repercutindo nos dimensionamentos experimentais adotados (Gulino; Lopes, 2024; Singh et al., 2024). Além disso, condições edafoclimáticas e práticas de manejo interferem no tamanho amostral necessário aos ensaios agrícolas, pois ampliam ou reduzem a variância experimental

(Confalonieri et al., 2006; Haesbaert et al., 2011). Consequentemente, a suficiência amostral deve ser estabelecida de forma intrínseca para cada situação experimental para comportar todas as variações incidentes.

A definição adequada do tamanho de amostra é imprescindível para que o experimento tenha êxito em nível de precisão experimental, eficiência do uso de recursos, uso otimizado de mão de obra e sustentabilidade (Storck et al., 2016). Quando o tamanho amostral é representativo, torna os resultados confiáveis e replicáveis em cenários similares para as variáveis analisadas (Lúcio; Sari, 2017), o que reforça a sua relevância como elemento da estruturação metodológica do experimento.

A demanda pelo conhecimento do tamanho amostral é confirmada por diversos autores que determinaram o tamanho amostral em Poaceae como: milho-pipoca (Catapatti et al., 2008), cana-de-açúcar (Acunha et al., 2014), milho (Toebe et al., 2014), aveia (Cargnelutti Filho et al., 2015), milheto (Kleinpaul et al., 2017), capim-estrela (Zanella et al., 2017), centeio (Bandeira et al., 2018, 2019), sorgo (Cargnelutti Filho et al., 2022), trigo (Liu; Shi; Xie, 2022; Cargnelutti Filho et al., 2023) e teosinto (Andretta et al., 2024), e evidenciaram diferenças na necessidade amostral para cada cultura, cultivar e ambiente.

Um tamanho amostral representativo e adequado para a situação de cada ambiente, cultura, cultivar e caractere, é imprescindível

para condução adequada do experimento. As pesquisas apontam uma variação do tamanho amostral em relação aos caracteres morfológicos e produtivos e o ambiente devido à magnitude das variáveis meteorológicas. Diante disso, objetivou-se determinar o tamanho de amostra (número de colmos) necessário para estimar a média de caracteres morfológicos e produtivos de trigo da cultivar TBIO Audaz.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um experimento na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria localizada a 29°43'28"S, 53°43'12"W e 95 m de altitude. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (Alvares et al., 2013). O solo da região é classificado como Argissolo vermelho distrófico arênico (Santos et al., 2018).

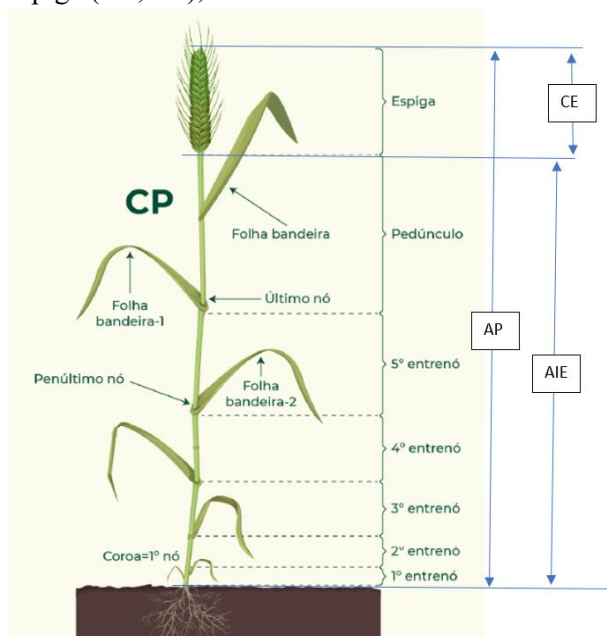
O experimento consistiu de seis datas de semeadura (15/05/2023, 24/05/2023, 31/05/2023, 07/06/2023, 30/06/2023 e 11/07/2023), nas quais foi avaliada a cultivar de Trigo TBIO Audaz. Cada data de semeadura consistiu de quatro fileiras de cinco metros de comprimento com espaçamento entre fileiras de 0,2 m, totalizando 4 m². A semeadura foi realizada de forma manual com densidade de semeadura de 200 kg ha⁻¹. A adubação de base foi realizada no momento da semeadura na fileira com 350 kg ha⁻¹ da fórmula NPK (05-20-

20), e no estágio de perfilhamento da cultura foi utilizada adubação de cobertura de 500 kg ha⁻¹ de ureia (00-00-45). Os controles de plantas daninhas, doenças e pragas foram realizados, de maneira uniforme, em todas as datas de semeadura.

Em cada data de semeadura, na maturidade fisiológica das plantas, foram coletados, aleatoriamente, 50 colmos de trigo nas duas fileiras centrais para avaliar os seguintes caracteres morfológicos: altura de planta (AP, cm), altura da inserção da espiga (AIE, cm) e comprimento da espiga (CE, cm), medidos com uma régua milimetrada (Figura 1). A AP foi medida da superfície do solo até a extremidade superior da espiga, a AIE da superfície do solo até a inserção da espiga e o CE da inserção da espiga até a extremidade superior da espiga. Foram avaliados os seguintes caracteres produtivos: massa da espiga (ME, g) e massa de grãos da espiga (MG, g), por meio da pesagem com balança analítica com 1 g de precisão e também foi contado o número de grãos da espiga (NG) de cada colmo. As variáveis meteorológicas foram obtidas na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a qual fica localizada a 100 m da área do experimento. Foram obtidos os dados de precipitação pluviométrica, temperatura mínima diária do ar (Tmin) e temperatura máxima diária do ar (Tmax), no período da primeira data de semeadura até a maturação fisiológica das plantas da última data

de semeadura. A temperatura basal da cultura foi definida em 4,5 °C (Fischer, 1985).

Figura 1. Representação dos caracteres morfológicos: altura de planta (AP, cm), altura da inserção da espiga (AIE, cm) e comprimento da espiga (CE, cm), avaliados nos colmos.



Fonte: Adaptado de Borém; Scheeren (2015).

Em todas as datas de semeadura foram confeccionados gráficos *boxplot* e calculadas as estatísticas descritivas: mínimo (Min), média (Med), máximo (Max), variância (Var) e coeficiente de variação (CV) para os caracteres AP, AIE, CE, ME, NG e MG. Para cada caractere nas diferentes datas de semeadura foi determinado o tamanho de amostra para o erro de estimação de 10% da média com grau de confiança $(1-\alpha)$ de 95%, empregando a expressão: $n = \frac{t_{\alpha/2}^2 s^2}{(\epsilon)^2}$ (Bussab; Morettin, 2017), sendo $t_{\alpha/2}$ o valor crítico da distribuição t de Student, s^2 a estimativa da variância e ϵ o erro

de estimação. As análises foram realizadas com o auxílio do Microsoft Office Excel® e software R (R Core Team, 2025).

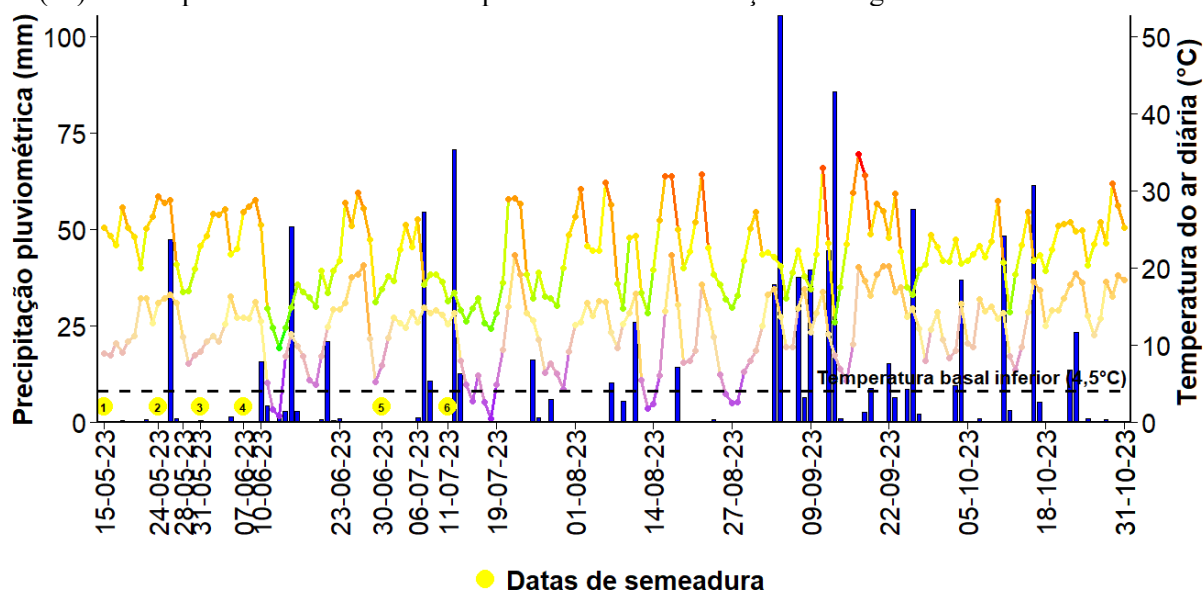
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do trigo, as condições meteorológicas apresentaram diferentes magnitudes e impactos entre as datas de semeadura (Figura 2). No período de desenvolvimento da cultura, nas diferentes datas de semeadura, observou-se a tendência de aumento das temperaturas máximas e mínimas. O menor valor observado de temperatura máxima foi 9,6 °C no dia 13/06/2023 após a quarta data de semeadura (07/06/2023), no entanto não foi inferior a temperatura basal inferior da cultura 4,5 °C, porém as temperaturas mínimas observadas foram menores do que a temperatura basal inferior da cultura, tendo como menor valor observado no período 0,5 °C no dia 18/07/2023. A temperatura máxima do período foi 34,8 °C observada no dia 17/09/2023 quando a cultura estava no período de florescimento e enchimento de grãos nas semeaduras de 15/05/2023, 24/05/2023, 31/05/2023 e 07/06/2023. Durante o mesmo período foi observada a maior precipitação pluviométrica acumulada, sendo o maior valor diário observado de 105,4 mm no dia 04/09/2023. Com exceção da primeira data de semeadura, nas demais houve ocorrência de precipitação pluviométrica dentro dos sete dias subsequentes à semeadura. No entanto, para a

última data de semeadura, a precipitação pluviométrica registrada após a semeadura foi excessiva, causando encharcamento no solo e dificultando o estabelecimento e desenvolvimento inicial da cultura. Ainda assim,

as datas de 24/05/2023, 31/05/2023, 07/06/2023 e 30/06/2023 apresentaram condições edafoclimáticas favoráveis à germinação e ao desenvolvimento inicial da cultura.

Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima do ar diária (°C) e temperatura mínima do ar diária (°C) entre o período da semeadura na primeira data e maturação fisiológica na última data.



Os coeficientes de variação (CV) apresentaram amplitude de 6,91 % para o caractere AP na data de semeadura de 24/05/2023 a 99,91% para o caractere MG na semeadura de 30/06/2023, ou seja, uma ampla diferença entre os caracteres e datas de semeadura. Dentre todas as datas de semeadura os caracteres ME, NG e MG apresentaram maior coeficiente de variação médio com 50,36%, 48,56% e 61,17%, respectivamente, e sendo classificados como muito alto (Gomes, 2009), indicando a maior amplitude de valores observados (Tabela 1). Os caracteres AP e MG

apresentaram CV médio de 9,99% e 61,17%, respectivamente, entre as datas de semeadura, sendo o primeiro o menor e o segundo o maior dentre todos os caracteres. Os caracteres morfológicos apresentaram CV médio de 13,47% e os caracteres produtivos apresentaram CV médio de 46,12%, sendo classificados de acordo com Gomes (2009) como médio e muito alto, respectivamente. As maiores médias de AP, AIE, CE e NG foram observadas em plantas semeadas em 24/05/2023.

Tabela 1. Mínimo (Min), média (Med), máximo (Max), variância (Var) e coeficiente de variação (CV) para os caracteres: altura de planta (AP, cm), altura da inserção de espiga (AIE, cm), comprimento da espiga (CE, cm), massa da espiga (ME, g), número de grãos da espiga (NG) e massa de grãos da espiga (MG, g) de plantas de trigo semeadas em seis datas de semeadura.

Datas	AP					AIE				
	Min	Med	Max	Var	CV (%)	Min	Med	Max	Var	CV (%)
15/05/2023	53,00	69,17	90,00	65,42	11,69	47,00	62,39	82,50	56,07	12,00
24/05/2023	63,00	74,99	93,00	26,87	6,91	56,00	67,31	82,00	26,87	7,70
31/05/2023	55,00	68,32	77,00	27,94	7,74	50,00	61,40	69,00	24,45	8,05
07/06/2023	35,00	65,87	78,00	62,23	11,98	32,00	59,10	70,00	48,74	11,81
30/06/2023	37,00	61,27	73,00	70,13	13,67	32,50	54,49	65,50	54,02	13,49
11/07/2023	50,50	60,23	72,00	23,10	7,98	45,50	53,40	65,00	15,66	7,41
Média	48,92	66,64	80,50	45,95	9,99	43,83	59,68	72,33	37,64	10,08

Datas	CE					ME				
	Min	Med	Max	Var	CV (%)	Min	Med	Max	Var	CV (%)
15/05/2023	4,50	6,82	9,00	1,38	17,22	0,26	0,92	2,10	0,17	45,21
24/05/2023	2,50	7,13	9,50	1,63	17,90	0,07	0,88	1,95	0,21	52,44
31/05/2023	3,00	6,67	10,00	3,02	26,06	0,08	0,68	1,77	0,17	61,08
07/06/2023	2,00	6,83	9,50	1,71	19,15	0,10	0,92	1,57	0,11	36,44
30/06/2023	2,00	7,07	9,00	1,89	19,43	0,06	0,36	0,79	0,05	62,76
11/07/2023	3,00	6,93	9,00	2,40	22,35	0,10	0,57	1,13	0,06	44,24
Média	2,83	6,91	9,33	2,00	20,35	0,11	0,72	1,55	0,13	50,36

Datas	NG					MG				
	Min	Med	Max	Var	CV (%)	Min	Med	Max	Var	CV (%)
15/05/2023	9,00	25,40	47,00	82,12	35,68	0,11	0,69	1,54	0,11	48,88
24/05/2023	0,00	26,70	48,00	138,42	44,06	0,00	0,65	1,56	0,14	58,77
31/05/2023	4,00	22,16	50,00	124,42	50,34	0,01	0,51	1,50	0,12	68,36
07/06/2023	0,00	23,90	40,00	81,52	37,78	0,00	0,68	1,22	0,07	40,43
30/06/2023	0,00	10,16	30,00	77,08	86,41	0,00	0,18	0,59	0,03	99,61
11/07/2023	1,00	20,84	37,00	59,69	37,07	0,01	0,39	1,01	0,04	50,94
Média	2,33	21,53	42,00	93,87	48,56	0,02	0,52	1,24	0,09	61,17

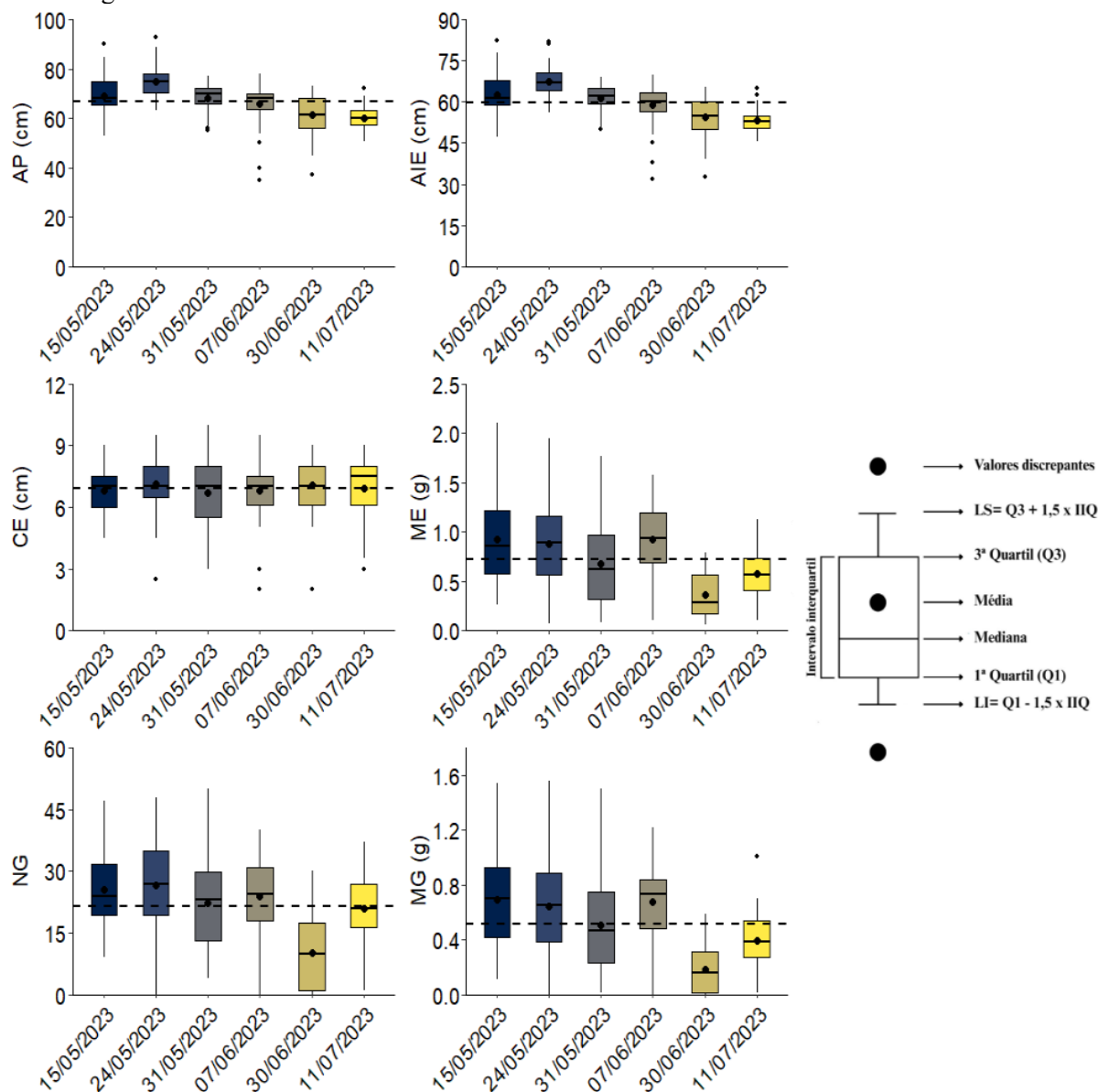
Os caracteres morfológicos AP e AIE apresentaram distribuição de valores similares nas datas de semeadura e com amplitude de valores observados menor em comparação com os outros caracteres em estudo (Figura 3). A média dos caracteres AP e AIE diminuíram gradativamente com o avanço das datas de semeadura. O desempenho médio do CE se manteve constante entre as datas de semeadura.

As plantas apresentaram menores médias dos caracteres produtivos quando semeadas em 30/06/2023. A data de semeadura que apresentou um maior desempenho médio do caractere MG foi 15/05/2023, caracterizada, assim, como a de maior desempenho produtivo no presente estudo. O menor desempenho médio para MG foi observado nas duas últimas datas de semeadura, pode-se explicar pelas maiores

temperaturas máximas observadas no período de florescimento da cultura nessas datas de semeadura (Singh et al., 2024). Os caracteres

produtivos ME, NG e MG apresentaram maior amplitude de valores em comparação com os caracteres morfológicos AP, AIE e CE.

Figura 3. *Boxplot* dos caracteres altura de planta (AP), altura da inserção da espiga (AIE), comprimento da espiga (CE), massa da espiga (ME), número de grãos da espiga (NG) e massa de grãos da espiga (MG) de plantas de trigo semeadas em seis datas de semeadura.



*Linha tracejada: representa a média geral do caractere.

O tamanho amostral médio das seis datas de semeadura para a estimação da média com erro de estimação de 10% da média variou de

cinco colmos para AP e AIE a 167 colmos para MG (Figura 4). Para cada caractere observou-se variação da necessidade amostral entre as datas

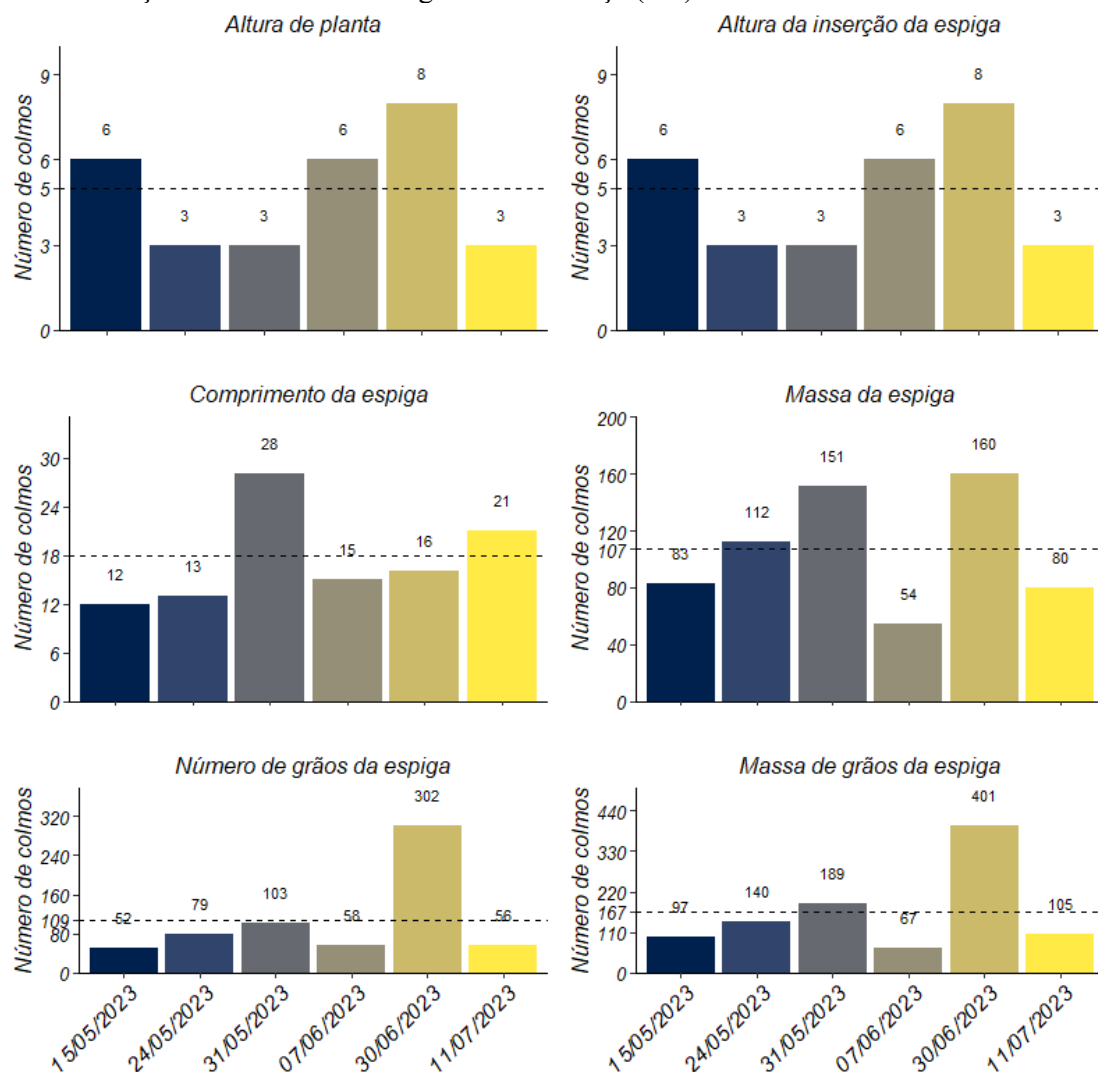
de semeadura, demonstrando que as condições edafoclimáticas incidentes no desenvolvimento da cultura nas diferentes datas de semeadura influenciaram o tamanho amostral necessário, devido à magnitude e forma do impacto de cada variável constituinte da condição edafoclimática. Esses resultados são similares aos relatados por Bandeira et al. (2018, 2019), os quais observaram que o tamanho amostral dos caracteres morfológicos e produtivos de centeio variou entre as datas de semeadura. A variação do tamanho amostral entre as datas de semeadura e cultivares de trigo já foi observada por Cargnelutti Filho et al. (2023), os quais relataram que o tamanho de amostra para a estimação da média do comprimento do caule principal variou de nove plantas para semeadura em 03/08/2018 com a cultivar TBIO Energia II a três para semeadura em 18/07/2019 com a cultivar TBIO Audaz, com erro de estimação de 10% da média e com nível de confiança de 95%. Logo, ressalta-se a importância de estudos para definição do tamanho amostral para diferentes caracteres, genótipos e condições climáticas.

O tamanho amostral para avaliação da AP com erro de estimação de 10% da média variou de três a oito colmos, entre as seis datas de semeadura, com média de cinco colmos,

sendo o maior valor observado na data de semeadura de 30/06/2023, tratando-se, portanto, uma demanda amostral baixa. A baixa variabilidade e menor demanda amostral para AP é recorrente e destacada na literatura. Em gramíneas, resultados similares foram obtidos como: milho (Toebe et al., 2014), aveia (Cargnelutti Filho et al., 2015), centeio (Bandeira et al., 2018) e sorgo (Cargnelutti Filho et al., 2022). Em trigo, Liu; Shi; Xie (2022) constataram que o caractere altura de planta apresenta menor variação em relação aos caracteres produtivos.

De forma similar, Bevilacqua et al. (2022) com quatro cultivares de trigo em quatro datas de semeadura durante dois anos, observaram que a variação da altura de planta foi estatisticamente significativa apenas ao fator genótipo no primeiro ano e aos fatores bloco e genótipo no segundo. Desse modo, o caractere AP pode ser avaliado com uma menor demanda amostral quando possível, fato que não compromete a confiabilidade e precisão dos resultados e recomendações realizadas, a partir, dessa avaliação.

Figura 4. Tamanho de amostra (número de colmos) para a estimação da média dos caracteres altura de planta (AP), altura da inserção de espiga (AIE), comprimento da espiga (CE), massa da espiga (ME), número de grãos da espiga (NG) e massa de grãos da espiga (MG) de plantas de trigo semeadas em seis datas de semeadura, com erro de estimação de 10% da média e grau de confiança (1- α) de 95%.



*Linha tracejada: Representa o tamanho amostral médio de cada caractere.

Os caracteres morfológicos AP, AIE e CE necessitam menor tamanho amostral em relação aos caracteres produtivos ME, NG e MG para estimação da média com erro de estimação de 10% da média. A média do tamanho amostral para caracteres morfológicos foi de 10 colmos e produtivos de 128 colmos. Os caracteres produtivos apresentaram variação de 401 para

MG na data de 30/06/2023 a 52 para NG em 15/05/2023. Desse modo reitera-se a influência na demanda amostral do coeficiente de variação observado dos caracteres, pois os caracteres morfológicos apresentaram menor valor frente aos produtivos. Esse padrão observado decorre da maior sensibilidade dos caracteres produtivos às condições climáticas. Martin et al. (2020)

demonstraram que ocorrem oscilações de produtividade em diferentes datas de semeadura e cultivares, sendo a produtividade resultado dos caracteres ME, NG e MG, evidenciando a influência ambiental. Bandeira et al. (2018, 2019) observaram que para caracteres produtivos de centeio em duas cultivares Temprano e BRS Progresso é necessário 73,75% e 70,47% mais plantas em relação aos caracteres morfológicos para estimação da média com erro de estimação de 15% da média, respectivamente. Em milho Toebe et al. (2014) verificaram que caracteres morfológicos como altura de planta, altura da inserção da espiga e comprimento de espiga, demandam tamanho amostral inferior para um mesmo erro de estimação em relação aos caracteres produtivos como o número de grãos por espiga, peso de espiga e a produtividade. Fato observado também em culturas não gramíneas como feijão-caupi (Facco et al., 2015; Facco et al., 2016), no qual para um mesmo erro de estimação é necessário menor número de plantas para caracteres morfológicos frente aos produtivos, ressaltando que essa é uma relação latente na literatura.

A relação entre a forma de avaliação de cada caractere sendo eles: por mensuração (como AP, AIE e CE), por pesagem (como MG e ME) e por contagem (como NG) apresentam influência no tamanho amostral necessário para a estimativa da média com erro de estimação de 10%, o qual decresce na seguinte ordem: caracteres por pesagem, contagem e

mensuração, respectivamente. O tamanho amostral médio para os caracteres mensurados foi de 10 colmos, pesados 137 colmos e contados de 107 colmos. Resultado similar foi obtido em trigo por Cargnelutti Filho et al. (2023), no qual os caracteres avaliados por pesagem necessitam maior tamanho amostral em relação aos contados e medidos. Em outros locais também foi constatado essa relação, Liu; Shi; Xie (2022) em trigo constataram que para determinação do tamanho amostral para um mesmo nível de erro e precisão necessita menor demanda para medidos em relação a caracteres pesados. Andretta et al. (2024) avaliaram caracteres por meio da pesagem em teosinto e constaram demanda amostral média de 163 plantas para erro de estimação de 10% da média, ou seja, uma demanda amostral elevada para uma precisão intermediária. Em sorgo, Cargnelutti Filho et al. (2022) analisaram 10 caracteres, e dentro destes os seis caracteres observados por pesagem necessitaram de demanda amostral mais laboriosa, ou seja, maior demanda para a estimação da média com erro de estimação de 10%. Em culturas pertencentes a outras famílias como mandioca (Schoffel et al. 2023) essa relação também foi observada, no qual para um mesmo erro de estimação de 10% da média foram necessárias 92 plantas, 218 plantas e 333 plantas para os caracteres mensurados, contados e pesados, respectivamente. No presente estudo os caracteres pesados se confundem com os caracteres produtivos, ou seja, aqueles que

apresentaram maior amplitude de valores, desse modo implicando em maior demanda amostral.

O tamanho amostral demandado se mostrou variável com a data de semeadura, e de forma mais significativa para caracteres produtivos. Resultado que corrobora com os esforços demandados pelos pesquisadores, no intuito de compreender essa relação de tamanho amostral \times ambiente \times manejos. Em milho pipoca (Catapatti et al., 2008) e milho (Toebe et al., 2014) buscaram compreender a demanda amostral para a mesma cultura, mas com finalidades produtivas diferentes, relatando as variações amostrais para a mesma cultura quando destinadas a manejos e finalidades distintas. No intuito de compreender essas relações Confalonieri et al. (2006) buscaram determinar a variação do tamanho amostral ocasionada por diferentes manejos na cultura do arroz e distinguir a influência dos fatores isoladamente. As datas de semeadura pré-estabelecem as variáveis climáticas em que a cultura vai ser exposta, buscando compreender essas relações de ambiente com o tamanho amostral trabalhos vêm sendo realizados como: Haesbaert et al. (2011) observaram uma diferença no tamanho amostral a campo para feijão-de-vagem semeados em outono/inverno e primavera/verão, e em relação ao ambiente protegido, ou seja, o ambiente influência de forma direta no tamanho amostral. Portanto, a definição do tamanho amostral a ser adotado no experimento deve ser realizada de forma

contextualizada com o ambiente e manejo adotado.

O tamanho amostral é fundamental em diferentes áreas da pesquisa agrônoma, especialmente quando se busca estimar a produção final de uma cultura com precisão, com esse objetivo estudos têm sido conduzido para definir tamanhos amostrais adequados, como os realizados por Acunha et al. (2014) para a cultura da cana-de-açúcar e por Zanella et al. (2017) para massa de forragem de capim estrela. O caractere MG constitui o principal componente do rendimento da cultura, sendo determinante para a estimativa da produção final. No presente estudo, o tamanho amostral médio foi de 167 colmos para MG, representando o maior valor entre os caracteres avaliados, com erro de estimação 10% da média, isso evidencia a dificuldade de se trabalhar com caracteres que apresentam maior sensibilidade as variações. No entanto, a determinação precisa do caractere MG é imprescindível, mesmo que demande maior mão de obra, pois a definição precisa traz segurança, pois serve como base para a definição da produção final da cultura.

A cultura do trigo já foi alvo de trabalhos com o intuito de determinar dimensionamentos experimentais por Liu; Shi; Xie (2022) e Cargnelutti Filho et al. (2023), em ambientes distintos e metodologias diferentes. No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2023), a cultivar TBIO Audaz foi avaliada em diferentes datas de semeadura, com foco em caracteres

morfológicos e produtivos distintos dos analisados no presente estudo, como: número de folhas, número de colmos, número de espigas, massa fresca de colmo, massa fresca de folha, massa fresca de espiga e massa fresca de parte aérea, além das massas seca desses mesmos caracteres. No entanto, alguns caracteres foram avaliados de forma similar em ambos os estudos, sendo eles: comprimento da planta principal e comprimento da espiga da planta principal. Para esses caracteres, a média observada para ambos os caracteres foi de cinco plantas, coincidindo com os mesmos valores observados no presente estudo para o mesmo erro de estimação de 10% da média com nível de confiança de 95%. Diante dessa convergência de resultados reforça a confiabilidade do tamanho amostral observado e indica certa estabilidade do caractere. Esses resultados obtidos para diferentes caracteres e em diferentes trabalhos reforçam a importância de investigar o tamanho amostral em diferentes cenários, pois ocorre uma complementação de resultados trazendo maior confiabilidade e capacidade de assertividade na utilização adequada do tamanho amostral, sendo assim subsídios bibliográficos essenciais ao planejamento de experimentos futuros com trigo. Para a estimação da média com erro de 10% da média e com grau de confiança (1- α) de 95%, para a cultivar de Trigo TBIO Audaz são necessários, respectivamente, 5, 5, 18, 107, 109 e 167 colmos para os caracteres altura de planta, altura da inserção da espiga, comprimento da

espiga, massa da espiga, número de grãos da espiga e massa de grãos da espiga. Esses resultados evidenciam a diferença na demanda amostral para caracteres morfológicos e produtivos e destacam a maior demanda amostral de caracteres produtivos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições do estudo para a estimação da média com erro de 10% da média e com grau de confiança (1- α) de 95%, para a cultivar de Trigo TBIO Audaz, são necessários 5, 5, 18, 107, 109 e 167 colmos para os caracteres altura de planta, altura da inserção da espiga, comprimento da espiga, massa da espiga, número de grãos da espiga e massa de grãos da espiga, respectivamente.

Para a estimação da média dos caracteres morfológicos e produtivos da cultivar de Trigo TBIO Audaz, com erro de 10% da média e com grau de confiança (1- α) de 95%, são necessários 10 e 128 colmos, respectivamente.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processos 304652/2017-2 e 304878/2022-7) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes, *Finance Code* 001) pela concessão de bolsas aos autores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUNHA, J. G.; OLIVEIRA, R. A.; ZEVIANI, W. M.; PETERNELLI, L. A.; BESPALHOK FILHO, J. C.; DAROS, E. Suficiência amostral para a estimação da produção de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1747-1754, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131398>

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANDRETTA, J. A.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LORO, M. V.; ORTIZ, V. M.; REIS, M. B.; SCHULLER, B. R. Sample size for evaluation productive traits of teosinte. **Sigmae**, v. 12, n. 3, p. 224-229, 2024. DOI: <https://10.29327/2537114.12.3-23>

BANDEIRA, C. T.; CARGNELUTTI FILHO, A.; FOLLMANN, D. N.; BEM, C. M.; WARTHA, C. A.; THOMASI, R. M. Sample size to estimate the mean of morphological traits of rye cultivars in sowing dates and evaluation times. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 521-532, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p521>

BANDEIRA, C. T.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CHAVES, G. G.; NEU, I. M. M.; SILVEIRA, D. L.; PROCEDI, A. Suficiência amostral para estimar a média de caracteres produtivos de centeio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 751-760, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.17759>

BEVILACQUA, G. H.; NETO, A. P.; VAL, B. H. P.; AZEVEDO, C. V. G.; SOBRINHO, J. S.; LIBÓRIO, P. H. S.; LEITE, W. S.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H. Agronomic performance of wheat cultivars in different sowing dates under high temperature conditions in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 21, n. 2, 2022. Disponível em: [https://geneticsmr.com/wp-](https://geneticsmr.com/wp-content/uploads/2024/03/gmr18993-isUUE-2.pdf)

[content/uploads/2024/03/gmr18993-isUUE-2.pdf](https://geneticsmr.com/wp-content/uploads/2024/03/gmr18993-isUUE-2.pdf)

BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo do Plantio à Colheita**. 1.ed. Viçosa: UFV, 2015. 260p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). **CultivarWeb**: sistema de consulta pública de cultivares registradas. Brasília, 2025.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2017. 568p.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; SANTOS, G. O.; FACCO, G.; NEU, I. M. M. Dimensionamento amostral para avaliar caracteres morfológicos e produtivos de aveia preta em épocas de avaliação. **Ciência Rural**, v. 45, n. 01, p. 09-13, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140504>

CARGNELUTTI FILHO, A.; BUBANS, V. E.; OSMARI, L. F.; SOMAVILLA, F. M.; ORTIZ, V. M. Sample size and linear relations in traits of cut and grazing sorghum. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 21, p. e1279, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18512/rbms2022v21e1279>

CARGNELUTTI FILHO, A.; BUBANS, V. E.; OSMARI, L. F.; SOMAVILLA, F. M.; ORTIZ, V. M. Sampling sufficiency for estimating the mean of wheat traits. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 58, p. e03271, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03271>

CATAPATTI, T. R.; GONÇALVES, M. C.; SILVA NETO, M. R.; SOBROZA, R. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agrônômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 855-862, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000300023>

CONFALONIERI, R.; STROPPIANA, D.; BOSCHETTI, M.; GUSBERTI, D.; BOCCHI,

S.; ACUTIS, M. Analysis of rice sample size variability due to development stage, nitrogen fertilization, sowing technique and variety using the visual jackknife. **Field Crops Research**, v. 97, n. 2-3, p. 135-141, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.09.008>

FACCO, G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A. D.; SANTOS, G. O.; STEFANELLO, R. B.; ALVES, B. M.; BURIN, C.; NEU, I. M. M.; KLEINPAUL, J. A. Tamanho de amostra para caracteres morfológicos de feijão guandu. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 6, p. 4151-4164, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4151>

FACCO, G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BURIN, C.; SANTOS, G. O.; KLEINPAUL, J. A.; NEU, I. M. M. Sample size for estimating average productive traits of pigeon pea. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 619-625, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150852>

FISCHER, R. A. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. **The Journal of Agricultural Science**, v. 105, n. 2, p. 447-461, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600056495>

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2009. 451p.

GULINO, D.; LOPES, M. S. Phenological adaptation of wheat varieties to rising temperatures: Implications for yield components and grain quality. **Plants**, v. 13, n. 20, p. 2929, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants13202929>

HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; LÚCIO, A. D.; BENZ, V.; ANTONELLO, B. I. Tamanho de amostra para experimentos com feijão-de-vagem em diferentes ambientes. **Ciência Rural**, v. 41, p. 38-44, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000100007>

KLEINPAUL, J. A.; CARGNELUTTI FILHO, A.; ALVES, B. M.; BURIN, C.; NEU, I. M. M.; SILVEIRA, D. L.; SIMÕES, F. M. Tamanho de amostra para estimação da média de caracteres de milho em épocas de avaliação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 2, p. 251-262, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n2p251-262>

LIU, H. L.; SHI, W. J.; XIE, G. H. Optimum sampling size for straw and grain yields and plant height in experimental plots of wheat. **Chilean journal of agricultural research**, v. 82, n. 3, p. 360-370, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392022000300360>

LISBINSKI, F. C. Variabilidade climática na produção de milho, trigo e soja. **Revista de Política Agrícola**, p. e01974-e01974, 2024. DOI: <https://doi.org/10.35977/2317-224X.rpa2024.v33.01974>

LÚCIO, A. D.; SARI, B. G. Planning and implementing experiments and analyzing experimental data in vegetable crops: problems and solutions. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 316-327, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n2p251-262>

MARTIN, T. N.; MINUSSI, J. E.; STECCA, J. D. L.; BURG, G. M.; PINTO, M. B. Meteorological conditions and their associations with the productive performance of wheat. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 1, p. 28-35, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.01.p1704>

OLIVEIRA, C. E.S.; ANDRADE, A. F.; ZOZ, A.; SOBRINHO, R. L.; ZOZ, T. Genetic divergence and path analysis in wheat cultivars under heat stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e65493, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5065493>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PARA A ALIMENTAÇÃO E A
AGRICULTURA (FAO). **FAOSTAT**: banco
de dados estatísticos. Roma, 2023.

R CORE TEAM. **R: A Language and
Environment for Statistical Computing**. R
Foundation for Statistical Computing, Vienna,
Austria. 2025. <https://www.R-project.org>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.;
ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.;
LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.;
ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.;
OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema
Brasileiro de Classificação de Solos**, 5ª ed.,
Brasília: Embrapa, 2018.

SCHOFFEL, A.; LOPES, S. J.; KOEFENDER,
J.; GOLLE, D. P.; CAMERA, J. N. Correlação
canônica e amostragem para estimação da
média em caracteres agronômicos da mandioca.
Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.
16, n. 3, p. 1-14, 2023. DOI:
[https://doi.org/10.17765/2176-
9168.2023v16n3e11002](https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n3e11002)

SINGH, G.; SINGH, A.; BINDRA, A. D.;
SAINI, A.; MANUJA, S.; FAYEZIZADEH, M.
R. Assessment of sowing environment for
wheat cultivars and evaluation of growing
degree days for phenological stages in the
Northwest Himalayan region of Himachal
Pradesh. **Discover Applied Sciences**, v. 6, n.
11, p. 571, 2024. DOI:
<https://doi.org/10.1007/s42452-024-06290-6>

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.;
ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3a
ed. Santa Maria: UFSM, 2016. 200 p.

TOEBE, M.; CARGNELUTTI FILHO, A.;
BURIN, C.; CASAROTTO, G.; HAESBAERT,
F. M. Tamanho de amostra para estimação da
média e do coeficiente de variação em milho.
Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, n.
11, p. 860-871, 2014. DOI:
[https://doi.org/10.1590/S0100-
204X2014001100005](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001100005)

ZANELLA, P. G.; CARVALHO, C. A. B.;
RIBEIRO, E. T.; MADEIRO, A. S.; GOMES,
R. S. Optimal quadrat area and sample size to
estimate the forage mass of stargrass. **Semina:
Ciencias Agrarias**, v. 38, n. 5, p. 3165-3172,
2017. DOI: [https://doi.org/10.5433/1679-
0359.2017v38n5p3165](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n5p3165)

ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G.; SILVA, F.
C. S.; MEZZOMO, R.; BARROZO, L. M.;
SETEINER, F.; OLIVEIRA, B. R.; SOTO, C.
A. M.; MORALES-ARANIBAR, C. G.;
LINARES-GUTIÉRREZ, N.; MORALES-
ARANIBAR, L. Multivariate Adaptability of
Tropical Wheat Cultivars to Drought and
Salinity Stresses. **Plants**, v. 14, n. 7, p. 1021,
2025. DOI:
<https://doi.org/10.3390/plants14071021>