

INFLUÊNCIA DA REGIÃO DE PLANTIO NO RENDIMENTO MÉDIO DO MILHO: UMA ABORDAGEM ESTATÍSTICA

Dalila Natalia Costa da Luz¹, Dayerling del Carmen Pérez Suárez², André Sandmann³, José Airton Azevedo dos Santos⁴, Claudio Leones Bazzi⁵

¹Universidade tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Brasil
(dalilanataliacostadaluz@gmail.com)

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira, Brasil.

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira, Brasil.

⁴Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira, Brasil.

⁵Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira, Brasil.

Resumo: Este trabalho analisa o rendimento médio do milho no Brasil (2013–2023), com dados do IBGE e análises estatísticas. O milho é a segunda cultura agrícola mais importante do país. As regiões Sudeste e Sul lideram o crescimento, enquanto Norte e Nordeste mantêm estabilidade. A região Norte destacou-se com rendimento médio próximo ao Centro-Oeste, indicando potencial produtivo relevante.

Palavras-chave: Rendimento das culturas. O milho no Brasil. Análise de variância - ANOVA.

INTRODUÇÃO

O milho caracteriza-se como uma das plantas mais importantes comercialmente devido às variadas formas de utilização, desde o consumo animal até o emprego em indústrias de alta tecnologia. Aproximadamente 70% do milho consumido no mundo é destinado ao trato de animais, porém, mesmo não sendo a maior parte destinada ao consumo humano, o cereal faz parte da alimentação básica diária em localidades com rendas menores (DUARTE, MATTOSO e GARCIA, 2021).

De acordo com dados do Ministério de Agricultura e Pecuária (MAPA), ao decorrer dos últimos vinte anos houve em média um aumento de 5,2% na produção de milho no território brasileiro. A área plantada sofreu um acréscimo de 71,6% e a produtividade 81,7% considerando-se o início do século XXI (MAPA, 2024).

Em 2023, segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), produção total de milho no Brasil foi de aproximadamente 132 milhões de toneladas, ficando apenas atrás da produção de cana-de-açúcar e soja. Essa produção também colocou o Brasil como terceiro maior produtor de milho no mundo, precedido por Estados Unidos e China (FAOSTAT, 2025).

No Brasil, conforme previsão do MAPA (2024) para a safra de 2022/23, a região Centro-Oeste destaca-se como maior produtora do grão representando 58,5% (77,13 milhões de toneladas) da produção brasileira, seguida da região Sul, Sudeste, Nordeste e Norte, respectivamente. Nas regiões Centro-Oeste, Sul e Norte a maior produção do grão está concentrada na segunda safra, já nas regiões Sudeste e Nordeste na

primeira safra. A terceira safra concentra-se nas regiões Nordeste e Norte.

Dados de perspectivas para a safra 2024/25 apresentados pelo CONAB (2024), mostram uma área plantada total de 21 milhões de hectares, o que representa um acréscimo de 0,1% em comparação com a safra 2023/24. Na primeira safra houve uma redução de 164,7 mil hectares plantados em relação ao mesmo período da safra anterior, porém na segunda safra ocorreu um aumento de 295,5 mil hectares que contrabalanceou o recuo da safra anterior. Na produtividade a expectativa foi de um aumento de 3,4% em relação à safra de 2023/24, chegando em um rendimento de 5.706 kg/ha.

Devido à grande expressividade do milho, não somente no cenário nacional como também mundial e a ausência de estudos que demonstrem o comparativo de rendimento do grão em solo brasileiro, este artigo tem por objetivo analisar a relação entre o rendimento médio do grão em comparação as regiões brasileiras. Os dados totais estudados foram retirados da Produção Agrícola Municipal (PAM, 2023) da primeira e segunda safra de milho nos anos de 2013 a 2023, disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Realizou-se pesquisas bibliográficas para embasar a abordagem da produção do grão e analisados os dados através de estatística descritiva utilizando-se planilhas eletrônicas e os softwares Sisvar e Past 4.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados de área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio foram obtidos da Produção Agrícola Municipal (PAM, 2023) divulgada anualmente pelo Instituto Brasileiro

de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados abrangem a primeira e segunda safra de milho nos anos de 2013 a 2023. A partir destes dados foram realizadas análises descritivas utilizando planilhas eletrônicas para a organização e sumarização inicial dos dados. Para avaliar a existência de diferenças significativas no rendimento médio entre as regiões brasileiras, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) de um fator, seguida pelo Teste de Tukey para comparação de médias, ambos com nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$).

Antes da aplicação da ANOVA, se realizou a verificação da normalidade dos resíduos por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. No caso do tratamento de dados faltantes ou discrepantes, não foram identificados dados faltantes na série histórica do PAM/IBGE para as variáveis analisadas no período selecionado.

A escolha da ANOVA de um fator é justificada por ser uma técnica estatística robusta para comparar as médias de três ou mais grupos independentes (neste caso, as regiões brasileiras) e determinar se há uma diferença estatisticamente significativa entre elas. O Teste de Tukey foi selecionado como teste *post hoc* por ser adequado para comparações múltiplas entre todos os pares de médias após a rejeição da hipótese nula da ANOVA, controlando a taxa de erro tipo I.

Dentro dos métodos para análise de dados na agricultura, a análise de variância (Anova) é amplamente utilizada. Segundo Freitas (2022), a Anova é aplicada depois da coleta dos dados e a decisão de significância entre os efeitos dos tratamentos é realizada através do teste F. Porém, somente o teste F não é suficiente para indicar quais médias divergem entre si, necessitando a comparação pareada das médias.

Um teste amplamente conhecido para comparação de médias é o teste de Tukey. Esse teste possui a rigidez exigida para diminuir as chances de ocorrência do erro tipo I (Freitas, 2022). De acordo com Korzenowski e Wener (2011) o erro do tipo I ocorre quando a hipótese nula é rejeitada mesmo sendo verdadeira.

A pesquisa classifica-se como pesquisa quantitativa. Este tipo de pesquisa procura demonstrar em números informações que posteriormente podem ser divididas em classes e analisadas utilizando meios estatísticos (SILVA e MENEZES, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) divulgados anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresenta um conjunto de dados que possibilitam descrever em números as lavouras brasileiras. São dados de área plantada, área colhida, quantidade produzida e

rendimento médio de mais de sessenta produtos agrícolas (IBGE, 2023).

O milho, apresentado anteriormente, destaca-se entre estes produtos agrícolas e os dados do PAM 2023 apontam que no período de 2013 a 2023 foram plantados aproximadamente 190 Mha do grão no território brasileiro. Na Tabela 1 verifica-se o total de área plantada (Mha) por região.

Tabela 1 – Total da série histórica 2013/23 da área plantada de milho (em milhões de hectares).

Região	Total
Norte	9,1
Nordeste	21,9
Sudeste	22,5
Sul	43,0
Centro-Oeste	93,4
Brasil	189,9

Fonte: Adaptado – IBGE/2024.

Observa-se que a região Centro-Oeste com 93,4 Mha responde por aproximadamente metade do total de hectares plantados de milho no Brasil (189,9 Mha) no total da série histórica. A partir da safra de 2019, o total de área plantada na região centro-oeste saltou de 8,7 Mha para 12,1 Mha, o que representa um aumento de 39,1%.

Esse aumento da área plantada segue uma tendência que foi demonstrada pelo MAPA (2023) no documento denominado “Projeções do Agronegócio – Brasil 2022/23 a 2032/33”, onde é estimado que a área plantada de milho em território brasileiro incrementa aproximadamente 17,1% entre o período projetado, passando de 21,9 Mha para 25,7 Mha. O grande fator para o aumento desse percentual é a expansão de área plantada no milho segunda safra, que não utiliza novas áreas, mas sim áreas liberadas pela colheita de soja.

Com relação ao rendimento médio do grão, a Tabela 2 abaixo apresenta os dados para o período de estudo.

Tabela 2 – Média da série histórica 2013/23 do rendimento médio da produção (em mil quilogramas por hectare).

Região	Média
Norte	22,1

Nordeste	19,3
Sudeste	18,2
Sul	19,0
Centro-Oeste	23,7

Fonte: Adaptado – IBGE/2024.

Conforme a Tabela 2, a região Centro-Oeste mais uma vez destaca-se, com uma média de rendimento no período de 23,7 mil kg/ha. Porém, sendo uma região com os menores índices de área plantada, a região Norte apresentou um rendimento médio, de 22,1 mil kg/ha, bem próximo a região Centro-Oeste que destina as maiores áreas do Brasil para plantio do milho.

Na Tabela 3 pode-se observar o rendimento médio por estado da região Norte.

Tabela 3 – Média da série histórica 2013/2023 do rendimento médio da produção nos estados da região norte (em mil quilogramas por hectare).

Unidade da Federação	Média
Rondônia	4,1
Acre	2,8
Amazonas	2,5
Roraima	4,6
Pará	3,2
Amapá	0,9
Tocantins	4,0

Fonte: Adaptado – IBGE/2024.

A Tabela 3 mostra que, dentre os estados da região norte, Roraima destaca-se como sendo o estado com maior rendimento médio do milho, logo em seguida estão os estados de Rondônia e Tocantins. Segundo relatório de grãos em Roraima divulgado pela Secretaria de Agricultura, Desenvolvimento e Inovação – SEADI de Roraima em 2024, nas propriedades que têm adotado o milho em rotação com a cultura de soja, a produtividade chegou a um aumento de 9 sacas por hectare em média.

Para realizar a análise da relação entre o rendimento médio do milho e a região onde ocorreu o plantio foi utilizado o software Sisvar, no qual foi realizada análise entre as variáveis região e rendimento médio.

Foi aplicada análise de variância (ANOVA) juntamente com o teste Tukey com 5% de significância.

A ANOVA apresentou um p-valor = 0,0002, indicando que há diferença estatisticamente significativa no rendimento médio entre as regiões. O valor de F calculado ($F_c = 6,752$) foi suficientemente alto para rejeitar a hipótese nula de igualdade entre médias regionais ao nível de significância de 5%. O coeficiente de variação foi de 14,53% sendo aceitável e indicando boa precisão experimental.

O teste de Tukey classificou as regiões em diferentes grupos de rendimento médio. O resultado pode ser verificado na Tabela 4.

Tabela 4 – Teste de Tukey a 5% de significância: região e rendimento médio

Região	Médias ⁽¹⁾	Resultado do Teste Tukey
Sudeste	18,22	A1
Sul	19,03	A1 A2
Nordeste	19,26	A1 A2
Norte	22,15	A2 A3
Centro-Oeste	23,68	A3

Legenda: ⁽¹⁾ em mil quilogramas por hectares.

Fonte: Autoria própria.

O grupo de rendimento inferior (A1) compreende as regiões Sudeste, Sul e Nordeste. O grupo intermediário (A2) é constituído pelas regiões Sul, Nordeste e Norte. E o terceiro grupo (A3), formado pelas regiões Norte e Centro-Oeste, é o grupo de maior rendimento médio.

Essa classificação revela que o Sudeste apresentou o menor rendimento médio (18,22 mil kg/ha), sendo estatisticamente inferior a todas as outras regiões. O Centro-Oeste obteve o maior rendimento médio (23,68 mil kg/ha) e a região Norte apresentou um rendimento intermediário-alto (22,15 mil kg/ha), compartilhando grupo com o Centro-Oeste e parcialmente com outras regiões.

De acordo com Durães (2006), os níveis de práticas agrônomicas podem explicar as diferenças em rendimento do grão. Para o autor alguns problemas que podem explicitar o rendimento baixo são problemas de fertilidade do solo, disponibilidade de umidade, doenças nas plantas, predisposição para eventos climáticos extremos em áreas tropicais, entre outros. Durães ainda destaca que, para melhores rendimentos, deve-se buscar o melhoramento genético visando redução do estresse nas plantas e maior produtividade.



Saber a melhor época para plantio do milho não afeta os custos de produção, porém afeta o rendimento e por consequência o lucro dos produtores. Saber quais os riscos estão ligados ao período de plantio permite ao agricultor um maior planejamento para mitigação dos efeitos negativos (SANS e GUIMARÃES, 2006). Sans e Guimarães (2006) ainda ressaltam que um fator prioritário obter maiores rendimentos é a identificação do solo onde será feito o plantio. Saber a classificação do solo possibilita conhecer a disponibilidade de água e demais características que afetam o cultivo do grão.

Na região Centro-Oeste, onde predominam os solos ácidos, pobres em nutrientes, mas com boa drenagem e, portanto, topograficamente adequados à mecanização (Moreira et al., 2022), a adoção de tecnologias convencionais e avançadas de manejo do solo predomina nas grandes regiões produtoras, enquanto solos de regiões como Norte e Nordeste são dominados por solos ácidos, com baixa fertilidade natural, rasos, algumas áreas com baixa disponibilidade hídrica e solos pedregosos. Isto dificulta, em primeiro lugar, o atendimento das necessidades hídricas e, em segundo lugar, a existência de alternativas mecanizadas para a realização das diferentes tarefas, o que leva a uma menor área cultivável e exige mais tempo e maior utilização de recursos humanos, limitando, em geral, o potencial produtivo da região.

Um fato inquestionável é que a região Norte se mantém estável ao longo do tempo na produção, o que deve ser um alerta para as diferentes entidades produtoras identificarem e explorarem o potencial da região, mesmo com os desafios significativos que esta atravessa. Identificar e fazer correções de acidez e fertilização, pois é uma região rica em recursos naturais e biodiversidade, tendo inevitavelmente condições climáticas que podem permitir múltiplas colheitas de diferentes tipos de culturas.

Segundo a Embrapa (2020), para um desenvolvimento agrícola sustentável na região da Amazônia, tecnologia e conhecimento são aspectos primordiais, de forma que promovam robustez no aproveitamento consciente dos recursos naturais da região. Também é de suma importância voltar os olhares das organizações públicas nacionais e internacionais para a mobilização na redução dos desmatamentos ilegais.

CONCLUSÃO

O presente estudo buscou analisar o rendimento médio do milho em comparação com a área plantada nas diferentes regiões brasileiras, utilizando dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE referentes às safras de 2013 a 2023, e outras fontes como o Governo do Brasil (Brasil); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil

(MAPA); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB); e, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), entre outros. A análise descritiva dos dados revelou a expressiva dominância da região Centro-Oeste tanto em área plantada quanto em rendimento médio ao longo do período analisado. O aumento significativo da área cultivada no Centro-Oeste a partir de 2019, impulsionado principalmente pela tecnologia e disponibilidade de recursos biológicos, demonstra a consolidação desta região como principal polo produtor de milho no Brasil.

A maior parte da informação obtida através dos diferentes portais e, de fato, os resultados desta análise, coincidem num dado inegável: as regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil contribuem, em conjunto, com mais de 60% da produção de milho do país e, de acordo com diferentes estudos, destacam-se na utilização de insumos modernos, bem como de maquinaria. No entanto, não se destaca a participação das demais regiões, nem se consideram os aspectos que podem ou não resultar num aumento não só da produtividade, mas também da superfície adequada para alcançar melhores índices de produção. É aqui que entram os fatores importantes para o desenvolvimento de uma cultura.

Inicialmente, é importante ressaltar que todas as regiões do Brasil possuem características extremamente diversificadas, que afetam diretamente os fatores bióticos e abióticos. O Brasil possui uma grande extensão territorial onde existe uma grande variedade de climas e biomas que variam as condições de radiação solar, pluviosidade, solo e outros aspectos necessários para manter a exigência edafoclimática ideal para o desenvolvimento das culturas.

Entretanto, um achado relevante da pesquisa reside no desempenho da região Norte. Apesar de apresentar a menor área plantada de milho em comparação com as demais regiões, o Norte demonstrou um rendimento médio notavelmente próximo ao do Centro-Oeste. Esse resultado sugere um potencial produtivo significativo na região Norte, que pode estar associado a fatores tal qual condições climáticas favoráveis e, em algumas áreas específicas como Roraima, a adoção de práticas à semelhança da rotação de culturas com a soja.

Embora a análise estatística tenha concluído que existem diferenças significativas no desempenho médio de algumas regiões, o Norte encontra-se no grupo médio-alto, o que indica que tem potencial para ser explorado e desenvolvido. Para tal, será necessário identificar especificamente os fatores que requerem uma investigação mais aprofundada e analisar os desafios e as oportunidades de expansão



sustentável, compreendendo as particularidades regionais acima referidas.

A análise realizada revela um cenário complexo para a produtividade do milho no país, devido às disparidades ambientais, tecnológicas e socioeconômicas, que só será resolvido através de intervenções específicas que promovam práticas agrícolas sustentáveis, uso responsável dos recursos naturais, acesso à informação e tecnologia, e assim reduzir o fosso dos desequilíbrios regionais, de forma a aumentar a produção nacional e ao mesmo tempo promover um desenvolvimento agrícola avançado, equitativo e sustentável no país.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, queremos expressar nosso sincero agradecimento ao Professor André Sandmann, por sua inestimável orientação, paciência e dedicação durante a realização deste trabalho. Seu conhecimento em estatística e suas sugestões para a construção da estrutura metodológica foram fundamentais para o desenvolvimento e rigor científico desta análise sobre a abordagem estatística com relação à produção histórica de milho nas diferentes regiões do Brasil.

Não podemos deixar de mencionar as instituições e fontes que forneceram os dados estatísticos necessários, o que permitiu uma abordagem empírica e precisa do tema. Especificamente, reconhecemos o IBGE e a Produção Agrícola Municipal (PAM) por fornecer os dados estatísticos que tornaram possível este estudo.

Agradecemos também aos nossos respectivos orientadores, cujo esforço e colaboração foram essenciais para a coleta de dados, análise e discussão dos resultados. Este projeto é o resultado de um trabalho em equipe, onde cada contribuição foi fundamental para sua conclusão.

Este trabalho foi realizado em conjunto pelas duas autoras como parte dos requisitos da disciplina de Estatística Aplicada ao Agronegócio, aplicando os conceitos teóricos a um caso prático de análise regional e dá abertura para tomada de ações para desenvolver e aumentar a produtividade em algumas regiões do país por seu potencial favorável.

Também expressamos nosso agradecimento aos desenvolvedores dos programas SISVAR e PAST 4, cujas ferramentas computacionais foram indispensáveis para o processamento e análise dos dados.

Por fim, agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná por nos disponibilizar as ferramentas necessárias para abordar problemas reais com uma abordagem quantitativa, consolidando

assim nossa aprendizagem no campo da análise de dados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do agronegócio: Brasil – 2022/23 a 2032/33. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-brasileira-devera-chegar-a-390-milhoes-de-toneladas-nos-proximos-dez-anos/ProjeesdoAgronegcio20232033.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2025.

CONTINI, E. et al. Milho – Caracterização e desafios tecnológicos. Brasília: Embrapa, 2019. (Série Desafios do Agronegócio Brasileiro, NT2). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2025.

DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. Árvore do conhecimento: milho. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>>. Acesso em: 12 maio 2025.

DURÃES, F. O. M. Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas. In: CONGRESSO NACIONAL DO MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte, MG. Anais [...]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/490206/1/Limitacoesfisiologicas.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. VII Plano Diretor da Embrapa: 2020–2030. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1126091/1/VII-PDE-2020.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2025.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Countries by commodity: maize (corn). Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 12 maio 2025.

IBÁÑEZ, J. J. Los suelos de Brasil: un universo invisible bajo nuestros pies. Madrid: Fundación para el conocimiento, 2008. Disponível em: <<https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/03/23/87140>>. Acesso em: 16 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agr>



icultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 18 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal – 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839#notas-tabela>>. Acesso em: 14 maio 2025.

MOREIRA, G. L. J. et al. Hitos tecnológicos que cambiaron el rol de Brasil en la producción de maíz: 30 años de crecimiento para convertirse en un jugador importante en el escenario mundial, una revisión. Avances en Ciencias e Ingenierías, v. 14, n. 1, 2022. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1143393/1/Hitos-tecnologicos-que-cambiaron-el-rol-de-Brasil-en-la-produccion-de-maiz.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2025.

RORAIMA. Secretaria de Agricultura, Desenvolvimento e Inovação. Grãos em Roraima 2024. Boa Vista, RR, 2024. Disponível em: <<https://seadi.rr.gov.br/Relaatorio-grao.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2025.

SANS, L. M. A.; GUIMARÃES, D. P. Zoneamento agrícola de riscos climáticos para a cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. (Circular Técnica, 82). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490414/1/Circ82.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2025.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. Disponível em: <<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgcb/files/2011/03/Metodologiadada-Pesquisa-3a-edicao.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2025.