



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
*CAMPUS SETE LAGOAS***

VINÍCIUS SANCHEZ AMARAL

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA
PRODUÇÃO DE PALHA NA REGIÃO CENTRAL DE MINA GERAIS**

Sete Lagoas, MG

2026

VINÍCIUS SANCHEZ AMARAL

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA
PRODUÇÃO DE PALHA NA REGIÃO CENTRAL DE MINA GERAIS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma

Orientador: Iran Dias Borges

Coorientador: Elaine Cristina Teixeira

Sete Lagoas, MG

2026

VINÍCIUS SANCHEZ AMARAL

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA
PRODUÇÃO DE PALHA NA REGIÃO CENTRAL DE MINA GERAIS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica

Sete Lagoas, 8 de julho de 2026.

Banca avaliadora:

Dr. Iran Dias Borges — Universidade Federal de São João del Rei

Dra. Elaine Cristina Teixeira — Universidade Federal de São João del Rei

Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini — Universidade Federal de São João del Rei

**O verdadeiro trono de um homem é o lugar que ele ocupa no coração daqueles
que ele ajudou a caminhar.**

Dedico à minha família, especialmente ao meu pai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me possibilitou amar o agronegócio.

Em segundo lugar, agradeço à minha família que sempre me apoiou nos meus objetivos e sustentaram-me com fé até aqui, cada um com sua forma de fazê-lo.

Aos amigos que não posso deixar de lado, aqueles que deixei na cidade natal e que pude comemorar a vitória de entrar em uma universidade federal, e aos novos que encontrei durante essa trajetória, dos quais irão brindar, junto a mim, a conquista de poder me formar em uma universidade federal.

Agradeço ao aprendizado adquirido, durante essa trajetória de 4,5 anos dedicada ao Gefit, que é muito mais que um grupo de estudos, é um grupo que ensina diariamente a lidar com pessoas, a todo momento, e isso é o mais importante de tudo.

Agradeço também ao Professor Iran Dias Borges e a Professora Elaine Cristina, por me acolherem dentro e fora da Universidade.

Obrigado a todos os colaboradores, especialmente ao Marlúcio e ao Geraldo, que sempre estiveram presentes e me ajudando no trabalho em campo, sempre que podiam.

Que Deus ilumine o caminhar de todos!

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização da área experimental do Núcleo de Difusão Técnico Agrícola (NDTA/UFSJ), Sete Lagoas – MG.	23
Figura 2: Desenvolvimento de planta de milho, Sete Lagoas - MG.	25
Figura 3: Cigarrinha-do-milho <i>Dalbulus maidis</i> na lavoura, Sete Lagoas - MG	26
Figura 4: Avaliação das características vegetativas do milho, Sete Lagoas - MG.	27
Figura 5: Coleta das espigas de milho para análise, Sete Lagoas - MG.	27
Figura 6: coleta de diâmetro da espiga com o uso de paquímetro, Sete Lagoas-MG.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Híbridos de milho utilizados no experimento e suas características quando a tecnologia e ciclo de maturação _____	23
Tabela 02 - Desenvolvimento de planta de híbridos de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025 _____	28
Tabela 03 – Desenvolvimento de espigas de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025 _____	30
Tabela 04 - Desenvolvimento de grãos de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025 _____	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA Análise de Variância

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations

GDU Growing Degree Units

NDTA Núcleo de Difusão Técnico Agrícola

NPK Nitrogênio, Fósforo e Potássio

PRO4 Tecnologia PRO4®

PWU PowerCore Ultra®

UFSJ Universidade Federal de São João del-Rei

VIP3 Viptera 3®

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Importância da cultura do milho	15
2.2 Origem e domesticação do milho	15
2.3 Produção mundial, nacional e regional	16
2.4 Fatores que influenciam a produtividade do milho	17
2.5 Híbridos de milho e melhoramento genético	17
2.6 Componentes de produção do milho	18
2.7 Relação entre características vegetativas e produtividade	20
2.8 Importância da avaliação de híbridos	20
2.9 Estádios fenológicos e desenvolvimento fisiológico do milho	21
2 MATERIAL E MÉTODOS	22
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
Tabela 2 - Desenvolvimento de planta de híbridos de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025.	28
Tabela 3 - Desenvolvimento de espigas de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025.	30
Tabela 4 - Desenvolvimento de grãos de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025.	32
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
4 APÊNDICES E ANEXOS	37
Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ	39

RESUMO

O milho *Zea mays* L. é uma das principais culturas agrícolas do mundo, destacando-se pela ampla utilização na alimentação humana, nutrição animal e indústria. O desempenho agrônomo da cultura está relacionado à interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo, tornando a escolha adequada dos híbridos uma etapa fundamental para o sucesso produtivo. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar características vegetativas e componentes de produção de três híbridos de milho cultivados em condições de outono-inverno no município de Sete Lagoas, Minas Gerais. O experimento foi conduzido no Núcleo de Difusão Técnico Agrícola da Universidade Federal de São João del-Rei, em delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados os híbridos AG 8606 PRO4®, K 9575 VIP3® (K PALHA) e B 2811 PWU®, devido às suas características de produção de palha, considerando características vegetativas, de espiga e de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AG 8606 apresentou maior altura de planta, maior inserção de espiga e elevado número de grãos por espiga. B 2811 apresentou maior diâmetro de colmo, largura foliar e área foliar, evidenciando maior desenvolvimento vegetativo. K PALHA apresentou maiores valores para peso de espiga com e sem palha, diâmetro de espiga, profundidade de grãos e peso de 100 grãos, indicando elevada capacidade de enchimento dos grãos. Conclui-se que híbridos de milho para produção de palha apresentam características morfofisiológicas distintas e adequado desenvolvimento nas condições de realização deste trabalho, o que evidencia a importância da caracterização agrônoma para o correto posicionamento dos materiais em diferentes sistemas de produção.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; Cultivares; componentes de produção; desenvolvimento agrônomo; plasticidade fenotípica.

ABSTRACT

Maize *Zea mays* L. is one of the most important agricultural crops worldwide due to its extensive use in human food, animal feed, and industrial applications. Crop performance is strongly influenced by the interaction between genetic, environmental, and management factors, making the selection of suitable hybrids essential for production success. Therefore, this study aimed to evaluate vegetative traits and yield components of three maize hybrids cultivated under autumn-winter conditions in Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil. The experiment was conducted at the Agricultural Technical Diffusion Center of the Federal University of São João del-Rei using a completely randomized design. The hybrids AG 8606 PRO4®, K 9575 VIP3® (K PALHA), and B 2811 PWU® were evaluated for vegetative, ear, and grain characteristics. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared using Tukey's test at a 5% significance level with Sisvar software. Significant differences were observed among hybrids for several agronomic traits. AG 8606 showed greater plant height, higher ear insertion height, and a larger number of grains per ear. B 2811 presented greater stem diameter, leaf width, and leaf area, indicating superior vegetative development. K PALHA exhibited higher values for ear weight with and without husk, ear diameter, grain depth, and one-hundred grain weight, suggesting greater grain-filling capacity. It was concluded that the evaluated hybrids displayed distinct morphophysiological strategies and satisfactory development under the studied environmental conditions, highlighting the importance of agronomic characterization for the proper positioning of hybrids in different production systems.

Keywords: *Zea mays* L. maize hybrids. yield components. agronomic traits. phenotypic plasticity.

1 INTRODUÇÃO

O milho *Zea mays* L. destaca-se como uma das culturas agrícolas de maior relevância econômica mundial, ocupando posição estratégica nos sistemas de produção agrícola devido à sua ampla adaptabilidade e multiplicidade de usos. Os grãos são destinados à alimentação humana, à nutrição animal e à produção de diversos insumos industriais, incluindo amidos, óleos, bebidas fermentadas e biocombustíveis. Em razão dessa versatilidade, a cultura exerce papel fundamental na segurança alimentar e no desenvolvimento econômico de inúmeros países.

A origem do milho remonta ao processo de domesticação do teosinto *Zea mays* ssp. *parviglumis*, ocorrido há milhares de anos na região mesoamericana. Desde então, sucessivos processos de seleção natural e melhoramento genético contribuíram para o desenvolvimento de materiais com elevado potencial produtivo e ampla adaptação às mais variadas condições ambientais. Atualmente, o milho é cultivado em diferentes regiões do mundo, desde áreas tropicais até ambientes de clima temperado, evidenciando sua elevada plasticidade fenotípica.

Nas últimas décadas, o crescimento da produção mundial esteve associado à incorporação de tecnologias voltadas ao aumento da eficiência produtiva, incluindo avanços no manejo nutricional, controle fitossanitário, mecanização agrícola e desenvolvimento de híbridos mais produtivos. Nesse contexto, o melhoramento genético tornou-se uma das principais ferramentas para o incremento da produtividade da cultura, possibilitando a obtenção de materiais com maior estabilidade produtiva, tolerância a estresses bióticos e abióticos e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis no ambiente.

O Brasil ocupa posição de destaque entre os maiores produtores e exportadores de milho do mundo. O sistema produtivo nacional caracteriza-se pela realização de cultivos em diferentes épocas do ano, incluindo a safra de verão e a segunda safra, conhecida como safrinha, responsável por parcela significativa da produção nacional. Esse cenário evidencia a importância da seleção de híbridos adaptados às diferentes condições edafoclimáticas encontradas nas regiões produtoras.

Entre os fatores determinantes para o sucesso da cultura, a escolha do híbrido representa uma das decisões mais relevantes no planejamento agrícola. As diferenças genéticas existentes entre os materiais influenciam o crescimento vegetativo, à arquitetura das plantas, à formação das espigas e ao potencial produtivo. A caracterização dessas variáveis permite compreender de forma mais abrangente o comportamento agrônomo dos híbridos e suas possíveis aplicações em diferentes estratégias produtivas.

Além da produção de grãos e silagem, a cultura do milho fornece grande quantidade de biomassa residual, destacando-se a palha que envolve as espigas (brácteas), material com potencial para diferentes aplicações agrícolas, industriais e artesanais. Tradicionalmente, essa palha é utilizada como cobertura do solo, contribuindo para a conservação da umidade, redução da erosão e incremento da matéria orgânica. Entretanto, também possui valor econômico em segmentos específicos, como a fabricação artesanal de cigarros de palha (palheiros) e a confecção de cestos, chapéus, bolsas, flores decorativas, esteiras, embalagens e outros objetos artesanais, especialmente em propriedades da agricultura familiar. A aptidão da palha para essas finalidades está relacionada a características como comprimento, largura, espessura, flexibilidade, resistência mecânica, uniformidade de coloração e facilidade de secagem, atributos que influenciam diretamente sua qualidade e processamento (PAES, 2006; EMBRAPA, 2023).

Embora a produção de palha não constitua um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético do milho, diferenças entre híbridos podem resultar em variações tanto na quantidade quanto nas características físicas das brácteas que recobrem a espiga. Dessa forma, híbridos com maior empalhamento podem disponibilizar maior volume de palha para aproveitamento, embora a qualidade tecnológica desse material não possa ser inferida apenas por sua massa, exigindo avaliações complementares de propriedades físicas e mecânicas. Nesse contexto, a caracterização quantitativa da palha representa uma importante etapa inicial para futuras pesquisas voltadas à agregação de valor aos resíduos da cultura, permitindo identificar materiais com potencial para aplicações artesanais, produção de cigarros de palha e outros produtos sustentáveis, ampliando as possibilidades de exploração econômica do milho além da produção de grãos e silagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da cultura do milho

O milho *Zea mays* L. constitui uma das principais culturas agrícolas do mundo, exercendo papel estratégico nos sistemas produtivos em razão de sua elevada versatilidade e utilização. Seus grãos são empregados na alimentação humana, na fabricação de rações para animais e em diversos segmentos industriais, incluindo a produção de amido, óleo, etanol e

outros derivados. Em virtude dessa ampla aplicabilidade, a cultura apresenta expressiva relevância econômica e social em diferentes países.

No setor pecuário, o milho representa um dos principais componentes energéticos utilizados na formulação de dietas para aves, suínos e bovinos, contribuindo para o desempenho produtivo desses sistemas. Dessa forma, avaliações regionais são fundamentais para compreender o desenvolvimento morfofisiológico dos materiais e identificar suas principais potencialidades e limitações (COSTA et al., 2010; TRINDADE et al., 2021).

2.2 Origem e domesticação do milho

A origem do milho está associada ao processo de domesticação do teosinto *Zea mays* ssp. *parviglumis*, espécie nativa da região mesoamericana. Evidências arqueológicas indicam que esse processo ocorreu há aproximadamente sete a dez mil anos, sendo considerado um dos eventos mais importantes da história da agricultura. Ao longo do processo de domesticação, modificações genéticas e fenotípicas possibilitaram o desenvolvimento de plantas com maior produtividade, melhor adaptação aos sistemas agrícolas e características favoráveis à colheita, ao consumo e, principalmente, estudos de genética molecular demonstram que a domesticação ocorreu por meio da seleção realizada por populações indígenas mesoamericanas, que favoreceram características de interesse agrônomo, como maior tamanho de espiga, aumento do número de grãos, redução da dispersão natural das sementes e maior produtividade (MATSUOKA et al., 2002; PIPERNO et al., 2009). Posteriormente, a expansão da cultura para outros continentes favoreceu sua adaptação a distintas condições climáticas, contribuindo para sua ampla distribuição geográfica.

2.3 Produção mundial, nacional e regional

Atualmente a cultura do milho é destaque entre os cereais mais produzidos mundialmente. O aumento contínuo da demanda por alimentos, rações e biocombustíveis têm impulsionado a expansão da área cultivada, a busca por altas eficiências produtivas e o desenvolvimento de tecnologias voltadas ao incremento da produtividade.

Para a safra 2024/2025, os Estados Unidos produziram aproximadamente 380 milhões de toneladas, em que expressiva parcela da produção é destinada à produção de etanol. Em segundo lugar, a China obteve 300 milhões de toneladas, da qual predomina o consumo interno, voltada a fabricação de rações para pecuária intensiva. Já o Brasil produziu mais de 130 milhões de toneladas de milho, que além do crescente uso para produzir etanol de milho,

constitui a principal fonte energética para fabricação de alimentação animal, tanto como silagem, quanto como no uso dos grãos ou do subproduto do etanol, chamado de DDG. O amido presente nos grãos de milho é convertido em açúcares e posteriormente fermentado por leveduras, originando o etanol. Como o amido é praticamente todo consumido nesse processo, os demais componentes do grão, como proteínas, lipídios, fibras e minerais, permanecem concentrados no resíduo sólido, que após a remoção da água e adição da fração líquida concentrada, obtem-se o DDG, um ingrediente que apresenta teor proteico entre 25 e 35%, elevada concentração energética e boa digestibilidade, tornando-se uma alternativa viável para substituição parcial do milho e do farelo de soja em dietas de bovinos, suínos e aves (SCHINGOETHE et al., 2009; LIU, 2011).

Juntos, a produção desses países é responsável por aproximadamente 66% da produção global, que gira em torno de 1,22 bilhões de toneladas. No Brasil, o milho está entre as culturas de maior importância econômica, apresentando participação expressiva tanto no mercado interno quanto nas exportações agrícolas. Importante mencionar também, que diferente dos outros países, a maior parte do milho produzido no Brasil vem da segunda safra, época essa que temos menos chuva nas áreas de cultivo.

Em Minas Gerais, o milho ocupa posição de destaque entre as culturas agrícolas, sendo amplamente cultivada em quase todas as regiões do estado, desempenhando importante fonte de renda entre produtores rurais com o papel estratégico na economia do agronegócio mineiro (EMATER-MG, 2024).

2.4 Fatores que influenciam a produtividade do milho

O rendimento da cultura do milho resulta da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo. A expressão do potencial produtivo dos híbridos depende da disponibilidade de recursos como água, nutrientes e radiação solar, além das condições climáticas predominantes durante o ciclo da cultura. Aspectos relacionados à fertilidade do solo, adubação, população de plantas, controle fitossanitário e época de semeadura também exercem influência significativa sobre a produtividade. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2008), o desempenho produtivo da cultura está relacionado à eficiência do sistema produtivo em explorar esses fatores de forma equilibrada.

2.5 Híbridos de milho e melhoramento genético

O melhoramento genético representa uma das principais ferramentas responsáveis pelos avanços observados na cultura do milho. O desenvolvimento de híbridos permitiu ganhos expressivos em produtividade, estabilidade produtiva e adaptação a diferentes condições de cultivo. A adoção de sementes de híbridos de milho, embora tenham custo mais elevado, quando comparados com sementes de variedades de polinização aberta, seu uso é economicamente justificável pelo maior potencial produtivo e resposta ao investimento. Estudos desenvolvidos pela Embrapa Milho e Sorgo demonstram que híbridos modernos, quando associados ao maior nível de investimento, apresentam incrementos médios de aproximadamente 2 t ha⁻¹ em produtividade de grãos, resultando em maior produtividade. Dessa forma, o incremento na produtividade normalmente supera os valores investidos, o que proporciona maior rentabilidade ao produtor (BORÉM; MIRANDA, 2013; HALLAUER; CARENA; MIRANDA FILHO, 2010).

Para o desenvolvimento de um híbrido é necessário um longo processo de melhoramento genético, e seu objetivo é reunir em um material, características desejáveis de produção, estabilidade, resistência a pragas, doenças, mecanismos de ação, tolerância a estresses abióticos e adaptações a condições de cultivo (BORÉM; MIRANDA, 2013). Como no caso do milho BT, desenvolvido na Embrapa Milho e Sorgo, que expressa genes de bactéria *Bacillus thuringiensis*, onde tais proteínas são nocivas ao sistema digestivo de lagartas nos estádios iniciais de seu desenvolvimento. Essa tecnologia reduz os danos causados por pragas e contribui para a diminuição da necessidade de aplicações de inseticidas organossintéticos (EMBRAPA, 2023; BRAVO; GILL; SOBERÓN, 2007). Outro exemplo, são os milhos com tolerância a herbicidas de ação total, como no caso do RR (Roundup Ready), que permite a aplicação dos herbicidas (Glifosato) para o controle de plantas daninhas, sem prejudicar a cultura. Tal tecnologia proporciona maior flexibilidade no manejo das plantas daninhas, contribuindo com a redução da competição por luz, água, nutrientes e mais eficiência nos sistemas de produção (GREEN, 2018; EMBRAPA, 2023).

O desempenho agrônômico dos híbridos é fortemente influenciado pela interação do genótipo e ambiente. Nesse sentido, certa cultivar pode apresentar resultados diferentes quanto ao desenvolvimento vegetativo, aos componentes de produção e rendimento de grãos quando cultivada em diferentes regiões, épocas de semeadura e níveis tecnológicos. Tal relação evidencia a importância da avaliação dos híbridos e o devido posicionamento no ambiente específico para que assim, possam expressar seu potencial genético (BORÉM; MIRANDA, 2013; HALLAUER; CARENA; MIRANDA FILHO, 2010).

Dessa forma, a Embrapa Milho e Sorgo, empresa de pesquisa no ramo de melhoramento genético, manejo agrônômico e desenvolvimento de tecnologias, localizada no município de Sete Lagoas, realiza estudos o desenvolvimento da cultura do milho. A região caracteriza-se por condições de temperatura e incidência solar ideais para o desenvolvimento da cultura e condução de experimentos voltados à avaliação de híbridos e práticas de manejo em diferentes épocas de semeadura (EMBRAPA, 2023).

2.6 Componentes de produção do milho

A produtividade do milho é determinada por um conjunto de características denominadas componentes de rendimento, expressados de acordo com o potencial genético do híbrido, condições ambientais e o manejo adotado. Entre os principais destacam-se o número de plantas por unidade de área, o número de espigas por planta, o número de fileiras de grãos por espiga, o número de grãos por fileira e a massa dos grãos, que sofrem influência direta da disponibilidade de água, nutrientes, temperatura, radiação solar e sanidade da lavoura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008; EMBRAPA, 2023).

O número de plantas por área é considerado um dos primeiros componentes, e depende da qualidade de semeadura, que varia de acordo com o tipo de solo e estrutura, profundidade de plantio, posição da semente, número de sementes por metro, vigor da semente e velocidade de semeadura. Todos esses fatores irão influenciar desde a emergência da plântula até a colheita. Quando esses fatores não são observados, é possível que aumente a competição intraespecífica por recursos, reduzindo características como diâmetro de colmo, pela resposta da planta em buscar a luz (i.e. estiolar).

O número de espigas por planta é influenciado pelo potencial genético do material. Dessa forma, o uso varia de acordo com o clima, já que híbridos com maiores números de espigas podem ser usados como estratégia, quando o clima estiver mais adverso e o regime de chuvas menos distribuído. Materiais que apresentam uma espiga favorecem uniformidade de maturação e melhor eficiência produtiva (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008).

O número de fileiras de grãos por espiga começa a ser definido no estágio vegetativo V6 e finaliza em V8, quando ocorre a diferenciação floral da espiga. Por apresentar forte controle genético, essa característica tende a sofrer menor influência das condições ambientais quando comparada aos demais componentes de produção, embora estresses severos possam comprometer sua expressão (EMBRAPA, 2023).

O número de grãos por fileira é estabelecido durante o florescimento e a fecundação, sendo altamente dependente da sincronização entre emissão do pólen e dos estilos-estigmas, além das condições hídricas e térmicas durante esse período. Déficits hídricos, 15 dias antes e 15 dias depois do florescimento, e temperaturas elevadas nesse período, podem reduzir significativamente a fecundação dos óvulos, diminuindo o número final de grãos por espiga (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

A definição da massa dos grãos inicia-se em R2 ou grão bolha d'água, em que os grãos se apresentam brancos na aparência externa e com aspectos de uma bolha. O acúmulo de amido está se iniciando, passando para a fase de acúmulo de matéria seca que se estenderá até próximo ao estágio R6. A partir desse estágio, o grão de milho se encontra com umidade perto de 85% e, nessa fase, começa a perder umidade gradualmente, ponto esse denominado maturidade fisiológica, momento em que o grão já não depende da planta mãe e o embrião está desenvolvido (MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002).

Atualmente, a pesquisa desempenha papel fundamental na avaliação dos componentes de produção, visto que, os genótipos de milho apresentam-se de maneira diferente em cada região, resultando na plasticidade fenotípica, interação entre a genética e o ambiente. Tal informação é relevante para o correto posicionamento dos híbridos para que possam expressar seus componentes de produção de maneira mais satisfatória. Dessa forma, estudos de avaliação em diferentes ambientes são essenciais para o correto posicionamento dos híbridos, permitindo que cada material expresse de maneira mais eficiente seus componentes de produção e seu potencial agrônomo (BORÉM; MIRANDA, 2013; CRUZ et al., 2020).

2.7 Relação entre características vegetativas e produtividade

As características vegetativas exercem importante influência sobre o desempenho produtivo do milho. Variáveis como altura de planta, diâmetro de colmo, comprimento foliar e área foliar estão relacionadas à capacidade de interceptação de radiação solar, produção de fotoassimilados e sustentação estrutural da planta (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

A área foliar constitui um dos principais recursos para produção de fotoassimilados na cultura, determinando a eficiência e interceptação da luz e, com isso, na produção de biomassa e enchimento de grãos. Entretanto, a fase de desenvolvimento vegetativo, quando muito excessiva, nem sempre resulta em maior produtividade, pois o rendimento depende de

um equilíbrio entre a parte aérea e a capacidade da planta distribuir os fotoassimilados para as estruturas reprodutivas (CIAMPITTI; VYN, 2013).

O diâmetro do colmo também se enquadra como característica importante, estando associado ao potencial de resistência ao acamamento, à sustentação da espiga e ao transporte de água e fotoassimilados. Híbridos que apresentam colmos mais robustos tendem a suportar melhor elevadas populações de plantas e condições ambientais adversas (SANGOI et al., 2015).

Além disso, a arquitetura da planta, especialmente altura e a inserção da espiga, influencia diretamente a adaptação dos híbridos aos diferentes sistemas de produção e à colheita mecanizada. Essas características são determinadas pela genética dos materiais, porém sua expressão depende da interação entre genótipo e ambiente, evidenciando a plasticidade fenotípica da cultura (BORÉM; MIRANDA, 2013; CRUZ et al., 2019).

2.8 Importância da avaliação de híbridos

A avaliação de híbridos de milho em diferentes condições edafoclimáticas constitui uma das principais estratégias para a recomendação de materiais genéticos mais adaptados às distintas regiões produtoras. Embora os híbridos modernos apresentem elevado potencial produtivo, seu desempenho agrônomo depende da interação entre o genótipo, o ambiente e as práticas de manejo adotadas, fenômeno conhecido como interação genótipo $\times$ ambiente (G $\times$ E) (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Ensaio comparativos permitem identificar diferenças entre híbridos quanto às características vegetativas, componentes de produção, estabilidade produtiva e capacidade de adaptação às condições locais de cultivo. Essas informações subsidiam tanto programas de melhoramento genético quanto a recomendação técnica de cultivares, contribuindo para a escolha de materiais que expressem maior eficiência agrônoma em cada ambiente de produção (CRUZ et al., 2019).

Diversos estudos demonstram que híbridos de milho respondem de maneira distinta às variações de clima, fertilidade do solo, época de semeadura e manejo cultural, evidenciando elevada plasticidade fenotípica. Dessa forma, avaliações regionais são fundamentais para compreender o comportamento dos materiais e identificar suas principais potencialidades e limitações (COSTA et al., 2010; TRINDADE et al., 2021).

Nesse contexto, experimentos de campo que avaliam simultaneamente características vegetativas e componentes de produção tornam-se importantes ferramentas para o correto

posicionamento dos híbridos, permitindo recomendações mais seguras e adequadas às diferentes condições de cultivo.

2.9 Estádios fenológicos e desenvolvimento fisiológico do milho

O desenvolvimento da cultura do milho é descrito por meio de uma sequência de estádios fenológicos que representam importantes alterações morfológicas e fisiológicas ao longo do ciclo da planta. A classificação proposta por Ritchie, Hanway e Benson (1993) divide o ciclo em duas fases principais: vegetativa (V) e reprodutiva (R), sendo amplamente utilizada em pesquisas científicas e no manejo agrônomo da cultura.

A fase vegetativa inicia-se com a emergência das plântulas e estende-se até o pendoamento (VT), período o qual ocorre intensa expansão foliar, desenvolvimento do sistema radicular, alongamento do colmo e definição de estruturas que influenciarão o potencial produtivo da planta. Durante os estádios V4 a V6 ocorre a diferenciação do meristema apical e o início da definição do número potencial de fileiras de grãos por espiga. Nessa fase, limitações causadas por deficiência hídrica, nutricional ou estresses bióticos podem comprometer o desenvolvimento vegetativo e reduzir o potencial de rendimento da cultura (MAGALHÃES; DURÃES, 2006; CRUZ et al., 2019).

O pendoamento (VT) representa a transição entre as fases vegetativa e reprodutiva e caracteriza-se pela completa exposição do pendão. Esse estágio antecede o florescimento e marca o período de maior acúmulo de biomassa e máxima área foliar da planta. Segundo Sangoi et al. (2015), a manutenção da área foliar saudável nesse período é fundamental para maximizar a interceptação da radiação solar e garantir elevada produção de fotoassimilados destinados ao enchimento dos grãos.

A fase reprodutiva inicia-se no estágio R1, caracterizado pela emissão dos estilos-estigmas ("cabelos da espiga"), momento o qual ocorre a polinização e fecundação dos óvulos. A sincronização entre a liberação de pólen e a emergência dos estilos-estigmas é determinante para a formação do número de grãos por espiga, sendo considerada uma das fases mais sensíveis a estresses ambientais, especialmente déficit hídrico e temperaturas elevadas (CIAMPITTI; VYN, 2013).

Os estádios subsequentes (R2 a R5) correspondem ao período de enchimento dos grãos, quando ocorre intenso acúmulo de amido e matéria seca. Nessa etapa, fatores como disponibilidade de água, nutrientes, radiação solar e temperatura influenciam a taxa e a

duração do enchimento dos grãos, refletindo sobre componentes de rendimento como profundidade dos grãos, peso de 100 grãos e massa final da espiga (CRUZ et al., 2019).

O estágio R6 corresponde à maturidade fisiológica, caracterizada pela formação da camada preta na base do grão e pelo máximo acúmulo de matéria seca. Nesse momento, os componentes de produção encontram-se completamente definidos, permitindo a avaliação de características agronômicas relacionadas ao desempenho dos híbridos, como número de grãos por espiga, massa dos grãos, peso de espigas e produtividade potencial (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Dessa forma, o conhecimento da fenologia do milho é essencial para compreender como os fatores genéticos e ambientais influenciam a expressão dos componentes de produção. Além disso, permite definir estratégias de manejo, posicionar adequadamente diferentes híbridos e interpretar os resultados obtidos em experimentos de avaliação agronômica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Difusão Técnico Agrícola – NDTA (Latitude 19°28'32.57"S e Longitude 44°11'55.36"N, altitude de 767 m) (Google Earth Pro.Ink), situado na Universidade Federal de São João del-Rei, localizado no município de Sete Lagoas, estado de Minas Gerais, Brasil. Com clima da região classificado como Aw, segundo a classificação de Koppen, caracterizado pelo verão chuvoso e inverno seco, precipitação acumulada de 795 mm e temperatura média de 23,5 °C (Climate-Data®, 2025). O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico e a área experimental utilizada apresentou aproximadamente 315 m². Cada parcela mede 7 m x 15 m, resultando em 105 m².



Figura 1. Localização da área experimental do Núcleo de Difusão Técnico Agrícola (NDTA/UFSJ), Sete Lagoas – MG. Fonte: Google Earth Pro (2025), adaptado pelo autor.

O experimento utilizou o delineamento inteiramente casualizado (DIC), devido a homogeneidade da área, com a implantação de 3 híbridos de milho, com 3 parcelas experimentais. Para o presente trabalho foram considerados os híbridos: AG 8606, K 9575 VIP3 (K PALHA) e B 2811 PWU, dos quais foram coletadas as primeiras espigas das plantas presentes em 3 metros (12 espigas), com 3 repetições, selecionados aleatoriamente, dentro da parcela, totalizando 36 unidades de espiga de cada híbrido. Sendo assim, o experimento contou com a coleta de 108 espigas para análise comparativa do desempenho agrônômico e produção de palha.

Híbrido	Tecnologia	Ciclo
AG 8606 PRO4 [®]	PRO4	Precoce
K 9575 VIP3 [®]	Viptera 3	Precoce
B 2811 PWU [®]	PowerCore Ultra	Precoce

Tabela 1: Híbridos de milho utilizados no experimento e suas características quando a tecnologia e ciclo de maturação. Fonte: Dados dos híbridos da pesquisa 2025, UFSJ - CSL

As parcelas experimentais foram constituídas por dez linhas de plantio, com espaçamento de 0,7 m entre linhas, estabelecendo-se densidade populacional aproximada de 60.000 plantas ha^{-1} . A semeadura foi realizada em 25 de abril de 2025, com a utilização da semeadora Impleforte 3705-L. No momento da implantação da cultura foi realizada adubação de base com 280 kg ha^{-1} da formulação NPK 8-28-16 (EMBRAPA, 2015). Essa dose foi estabelecida com base na estimativa de produtividade esperada de 6 a 8 ton/ha de milho grão, segundo o manual de Recomendações de Adubos e Corretivos para Minas Gerais - 5ª Aproximação (CFSEMG), de aproximadamente 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 50 kg ha^{-1} de K_2O e 20 kg ha^{-1} de N, sendo utilizado, adubação de cobertura posteriormente (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 1999). Considerou-se também que devido o histórico da área experimental, a disponibilidade dos nutrientes estaria nos teores médios, devido ao cultivo sucessivo de plantas de cobertura, espécies forrageiras, abóbora e quiabo, o que favorece o incremento de matéria orgânica do solo, a ciclagem de nutrientes, melhorias nas características físicas, químicas e biológicas, contribuindo para a demanda nutricional das culturas subsequentes (BALOTA et al., 2012; BAYER; MIELNICZUK, 2008).

Posteriormente, em 16 de maio de 2025 (milho em V4), foi realizada adubação de cobertura com aplicação de 75 kg ha^{-1} de ureia, associada à aplicação de 2 kg ha^{-1} do fertilizante Nutripastagem (N + K + micronutrientes), realizada via fertirrigação, visando complementar o suprimento nutricional da cultura durante o desenvolvimento vegetativo, promovendo maior eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006; EMBRAPA, 2015).



Figura 2: Fertirrigação na cultura do milho, Sete Lagoas - MG. **Fonte:** acervo pessoal.

Durante o desenvolvimento vegetativo da cultura, no dia 16 de junho de 2025, foi identificada a presença de indivíduos da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis*, inseto vetor associado ao complexo de enfezamento do milho. Diante dessa ocorrência realizou-se aplicação de inseticida sistêmico pertencente aos grupos químicos neonicotinóides e piretróides, visando reduzir a população do inseto e minimizar possíveis danos à cultura (EMBRAPA, 2020; OLIVEIRA et al., 2007). Junto desse inseticida, foi feita a segunda adubação de cobertura com mais 75 kg ha⁻¹ de ureia, aproveitando que o milho já estava em V8, momento em que a planta está em definição do número de fileiras de grãos e a demanda por massa seca cresce exponencialmente.

Na preparação foram utilizados 260 mL do produto comercial em 40 L de calda, com adição de 20 ml de óleo vegetal, visando melhorar a eficiência da pulverização. A aplicação foi realizada com pulverizador de capacidade de 20 L, sendo necessárias duas cargas para cobertura da área experimental.

No dia 17 de julho de 2025, foi realizada nova aplicação do inseticida devido à persistência da praga na área. Posteriormente, em 21 de julho de 2025, foi realizada nova aplicação de inseticida e, posteriormente, de atrazina, visando simultaneamente o controle da cigarrinha-do-milho e de plantas daninhas presentes na área experimental, entre elas trapoeraba, tiririca, mamona e poaia, uma vez que a competição interespecífica pode comprometer o crescimento vegetativo e os componentes de produção do milho (LORENZI, 2014).

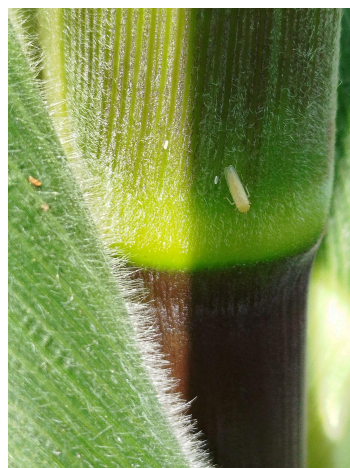


Figura 3: Cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* presente na lavoura, Sete Lagoas - MG.

Fonte: acervo pessoal.

As avaliações relacionadas às características das plantas foram realizadas a partir do estágio R1, correspondente ao início da fase reprodutiva da cultura. Nessa etapa foram analisadas as seguintes variáveis:

- altura de plantas;
- diâmetro de colmo;
- altura de inserção da espiga;
- largura de folha;
- comprimento de folha;
- área foliar.

A coleta dos dados referentes às características das espigas teve início em 11 de outubro de 2025, sendo avaliadas as seguintes variáveis:

- peso de espiga com palha;
- peso de espiga sem palha;
- diâmetro de espiga;
- comprimento de espiga;
- diâmetro do sabugo;
- número de fileiras de grãos por espiga;
- número de grãos por fileira.

Essas variáveis representam importantes componentes de rendimento da cultura e para realização das avaliações experimentais foram utilizados diferentes instrumentos de medição. O peso das espigas foi determinado utilizando balança analítica, enquanto as medições de altura de plantas foram realizadas com auxílio de trena.



Figura 4: avaliação das características vegetativas do milho, Sete Lagoas - MG. Fonte: acervo pessoal.



Figura 5: coleta das espigas de milho para análise, Sete Lagoas - MG. Fonte: acervo pessoal.

Para medições de comprimento e largura das estruturas vegetais foram utilizadas régua graduada e paquímetro, sendo os dados registrados em planilhas de campo para posterior organização em planilhas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando observadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar versão 6.6.



Figura 6: coleta de diâmetro da espiga com o uso de paquímetro, Sete Lagoas-MG. Fonte: acervo pessoal

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação de médias permitiu identificar diferenças significativas entre os híbridos avaliados quanto às características de desenvolvimento vegetativo e componentes de produção das espigas.

Tabela 2 - Desenvolvimento de planta de híbridos de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025.

CULTIVAR*	ALT PL (m)	D COL (mm)	I ESP (m)	L FOL (cm)	C FOL (cm)	A FOL (cm ²)
B 2811	2,46 b	32,53 a	1,40 c	10,6 a	89,47 a	966,39 a
K PALHA	2,51 b	24,01 b	1,51 b	8,91 b	86,75 a	795,39 b
AG 8606	2,60 a	26,14 b	1,65 a	8,57 b	86,44 a	763,00 b
CV (%)	6,09	17,13	11,93	19,5	14,80	33,64
DP	0,15	4,72	0,18	1,82	12,96	288,18

*Híbridos que compartilham a mesma letra em determinada variável não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 5\%$). A Altura de planta, em metro (ALT PL); diâmetro de colmo, em milímetro (D COL); inserção de

espiga, em metro (I ESP); largura foliar, em centímetro (L FOL); comprimento de folha, em centímetro (C FOL) e área foliar, em centímetro quadrados (A FOL).

O AG 8606 apresentou altura de planta (2,60 m), diferindo dos híbridos B 2811 (2,46 m) e K PALHA (2,51m), que não diferiram entre si. Isso sugere que o AG 8606 tem um maior vigor de crescimento vertical, característica associada à arquitetura genética do material e à sua capacidade de aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis.

Para diâmetro de colmo, o B 2811 obteve a média de 32,53 mm, diferindo do K PALHA (24,01 mm) e AG 8606 (26,14 mm), que não obtiveram diferenças entre si. Tais resultados são semelhantes aos observados por Calonego et al. (2011), os quais verificaram que o aumento do crescimento de altura, pode estar associado à redução do diâmetro de colmo em plantas de milho, em decorrência da competição intraespecífica e da redistribuição de fotoassimilados.

De acordo com Farinelli et al. (2012), maiores alturas de plantas estão associadas à diminuição do diâmetro de colmo. Tais características morfológicas são ajustáveis de acordo com o manejo populacional do estande, especialmente pela densidade de plantas, afetando a arquitetura vegetal. Segundo Sangoi et al. (2002), ajustes no estande populacional promovem alterações fisiológicas e estruturais na planta de milho, podendo favorecer a produção de biomassa e contribuir positivamente para sistemas de produção voltadas à produção de silagem. Dessa forma, é possível identificar através dos resultados que híbridos com maior desenvolvimento vertical apresentam menor diâmetro de colmo, evidenciando uma possível relação inversa entre essas características.

O AG 8606 que demonstrou maior porte vertical e a maior altura de inserção de espiga (1,65 m). Isto pode estar relacionado à arquitetura da planta e ao padrão de crescimento determinado da cultura do milho. Segundo Fancielli e Dourado Neto (2008), a posição da espiga está associada às características genéticas do híbrido e ao desenvolvimento vegetativo da planta, sendo comum que materiais de maior porte apresentem maior altura de inserção de espiga.

Para largura foliar, B 2811 se destacou (10,6 cm) em relação a K PALHA (8,91 cm) e AG 8606 (8,57 cm), quando relacionamos com comprimento de folha, não houveram diferenças entre si. Por conseguinte, a área foliar foi superior para B 2811 com 966,39 cm², K PALHA obteve 795,39 cm² e AG 8606 763,92 cm². Uma maior área foliar está relacionada à capacidade fotossintética da planta e, conseqüentemente, ao potencial produtivo.

Observou-se que os híbridos de milho apresentaram desempenhos distintos para as características avaliadas. B 2811 destacou-se em Diâmetro do Colmo, Largura de Folha e

Área Foliar, indicando potencial para características relacionadas à robustez e capacidade fotossintética. AG 8606 sobressaiu em Altura de Planta e Inserção de Espiga, características importantes para o desenvolvimento vertical e manejo da colheita. K PALHA apresentou um desempenho intermediário na maioria das variáveis, sendo estatisticamente inferior ao B 2811 em algumas características e ao AG 8606 em outras, justamente por ser um híbrido indicado para produção de palha. O Comprimento de Folha foi a única variável em que não houve diferença significativa entre os híbridos.

Tais resultados são cruciais para a seleção do híbrido mais adequado, considerando os objetivos específicos de cultivo e as condições ambientais.

Tabela 3 - Desenvolvimento de espigas de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025.

CULTIVAR*	P ESCP (g)	P ESP (g)	P PALHA (g)	D ESP (mm)	C ESP (cm)	D SAB (mm)
B 2811	283,42 ab	270,8 ab	12,74 ab	52,88 b	17,04 a	31,23 a
K PALHA	292,67 a	282,83 a	8,4 b	55,46 a	14,02 c	31,31 a
AG 8606	268,72 b	257,05 b	14,32 a	52,12 b	15,74 b	19,75 b
CV (%)	13,80	11,45	12,62	5,38	10,07	5,27
DP	38,86	30,93	1,85	2,90	1,57	1,62

*Híbridos que compartilham a mesma letra em determinada variável não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 5\%$). As variáveis analisadas são: peso de espiga com palha, em grama (P ESCP); peso de espiga sem palha, em grama (P ESP); peso de palha, em grama (P PALHA); diâmetro de espiga, em milímetro (D ESP); comprimento de espiga, em centímetro (C ESP); diâmetro de sabugo, em milímetro (D SAB).

Na avaliação das características de desenvolvimento de espigas, K PALHA destacou-se no peso de espiga com palha (P ESCP) com média de 292,67 gramas, contra os 283,42 gramas de média de B 2811 e os 268,72 gramas de AG 8606, característica essa que pode ser associada ao potencial produtivo do híbrido, uma vez que maiores peso de espiga contribuem para o acúmulo de matéria seca e produção de biomassa na cultura do milho

Dessa mesma forma, K PALHA foi superior em peso de espiga sem palha (P ESP) com média de 282,83 gramas, e B 2811 e AG 8606 obtiveram 270,8 e 257,05 gramas de média, respectivamente. Segundo Paziani et al. (2009), a participação da espiga representa um dos principais componentes responsáveis pela qualidade e valor energético da silagem de milho, estando relacionada ao teor de grãos e ao potencial nutritivo da forragem. Assim,

híbridos com maior participação de espigas tendem a ter melhor relação de concentrado energético por conta do maior acúmulo de amido e a Digestibilidade de Matéria Seca (DMS)

Ao avaliar o peso de palha (P PALHA), a média de AG 8606 foi de 14,32 g, superando tanto o B 2811 com 12,74 gramas de média, quanto K PALHA com 8,4 g de média. Tal característica avaliada é exclusivamente quantitativa. Porém, novos trabalhos associados a esses mesmos híbridos, podem trazer dados e inferir com assertividade se existe a relação entre peso de palha e espessura, e em quais híbridos a qualidade de palha é superior para a produção de cigarros ou artesanato, por exemplo. Segundo Paes (2006), a palha do milho apresenta possibilidades de utilização, incluindo aplicações artesanais e industriais, sendo características como espessura, resistência mecânica, maleabilidade e composição fibrosa fatores importantes para sua destinação. Estudos complementares poderiam avaliar atributos qualitativos da palha, permitindo inferir possíveis aplicações para produção artesanal e outros usos alternativos.

Correlata análise de peso de espiga com palha e sem palha, K PALHA também obteve valores expressivos de diâmetro de espiga com 55,46 mm de média. Já AG 8606 obteve 52,12 mm de média e o B 2811 teve média de 52,88 milímetros. Segundo Paziani et al. (2009), híbridos que apresentam maiores dimensões de espiga tendem a contribuir positivamente para o rendimento de matéria seca e qualidade energética da silagem, em função da maior participação de grãos e estruturas de reserva na composição da massa ensilada. Além disso, características relacionadas à uniformidade e ao tamanho das espigas podem favorecer a eficiência da colheita mecanizada, o que proporciona menores perdas devido ao melhor fluxo de material vegetal nas plataformas das colhedoras. De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2008), híbridos com arquitetura mais uniforme e espigas bem desenvolvidas apresentam melhor adaptação aos sistemas mecanizados de produção.

Os dados avaliados de comprimento de espiga (C ESP) evidenciaram que o híbrido B 2811 obteve a maior média com 17,04 cm. Os híbridos K PALHA e AG 8606 obtiveram as médias de 14,02 cm e 15,74 cm, respectivamente. O maior comprimento de B 2811 pode estar relacionado com a maior capacidade de desenvolvimento dos componentes de produção da espiga, característica frequentemente associada à produção de grãos. Além disso, de acordo com Cruz et al. (2011), características morfológicas da espiga como comprimento e diâmetro, estão relacionadas à expressão genética dos híbridos, podendo influenciar no desempenho agrônomo e produtivo dos materiais.

Para finalizar os componentes de espiga dos híbridos, os que se destacaram na variável diâmetro de sabugo (D SAB), sem diferenças estatísticas foram: o B 2811 e o K PALHA, com

as médias 31,23 mm e 31,31 mm, respectivamente. AG 8606 obteve a média de 29,75 mm. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2008), híbridos que apresentam equilíbrio entre diâmetro de sabugo e desenvolvimento de grãos tendem a expressar maior eficiência produtiva e melhor aproveitamento fisiológico dos fotoassimilados.

Tabela 4 - Desenvolvimento de grãos de milho. UFSJ, Sete Lagoas - MG, 2025.

CULTIVAR*	N FIL	N GR F	PROF GR (mm)	N GR E	P 100G (g)
B 2811	16,39 a	35,85 a	10,84 b	582,64 a	36,74 b
K PALHA	14,89 b	29,55 b	12,11 a	440,33 b	49,98 a
AG 8606	17,17 a	35,67 a	11,19 b	608,97 a	34,98 b
CV (%)	11,16	10,96	10,75	14,80	11,02
DP	1,80	3,69	1,22	42,62	4,44

Híbridos que compartilham a mesma letra em determinada variável não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 5\%$). As variáveis analisadas são: número de fileira de grãos (N FIL); número de grãos por fileira (N GR F); profundidade de grãos, em milímetro (PROF GR); número de grãos por espiga (N GR E) e peso de 100 grãos, em grama (P 100 G).

A fase de florescimento é uma das mais críticas do ciclo do milho, pois a sincronização entre a emissão dos estilos-estigmas e a liberação do pólen determina o sucesso da fecundação e, conseqüentemente, o número potencial de grãos por espiga (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). Dessa forma, condições de estresse hídrico e temperaturas elevadas durante esse período podem comprometer a polinização e reduzir significativamente o rendimento da cultura.

Segundo Magalhães e Durães (2006), sobre fisiologia e produção de milho, em condições de campo, a liberação do pólen ocorre nos finais das manhãs e início das noites. Neste estágio, a planta atinge o máximo desenvolvimento e crescimento. Estresse hídrico e temperaturas elevadas (acima de 35°C) podem reduzir a produção. Um pendão de tamanho médio chega a produzir 2,5 milhões de grãos de pólen e o número de óvulos está em torno de 750 a 1000. O período de liberação do pólen se estende por uma a duas semanas. Durante esse período, cada estilo-estigma individual deve emergir e ser polinizado para resultar num grão.

A partir dessas informações, pudemos avaliar dados de número de fileira de grãos (N FIL), os híbridos B 2811 e AG 8606 se destacaram, sem diferenças entre si, com a média de

16,39 e 17,17 fileiras, respectivamente. K PALHA obteve a menor média, 14,89 fileiras. O número de fileiras de grãos por espiga é um componente de rendimento definido precocemente no ciclo da cultura (V7-V8) e apresenta correlação positiva com a produtividade final (VIAN et al., 2016). No contexto da produção de silagem, essa característica assume papel fundamental na determinação da proporção de grãos na massa ensilada, impactando diretamente o valor energético do volumoso (EMBRAPA, 2019).

Em número de grãos por fileira (N GR FIL) obtivemos os mesmos destaques da avaliação anterior, B 2811 e AG 8606 com 35,85 e 35,67. Tal característica é resultado de fatores fenotípicos, ou seja, da relação entre o meio ambiente e a genética do material, sendo essencial para discutirmos os componentes de produção (Hallauer, Arnel R.; Carena, Marcelo J.; Miranda Filho, José Branco de 2010). O híbrido K PALHA obteve a menor média com 29,55 fileiras de grãos.

K PALHA se destacou com 12,11 mm de profundidade de grãos, enquanto o B 2811 e o AG 8606 ficaram com 10,84 mm e 11,19 mm, respectivamente. Tal análise permitiu aferir a diferença do primeiro híbrido com relação aos demais. A profundidade dos grãos é uma característica fortemente condicionada pelo genótipo (MAGALHÃES; DURÃES. 2006), embora possa sofrer influência das condições ambientais durante o enchimento de grãos (HALLAUER; CARENA; MIRANDA FILHO, 2010).

AG 8606 e B 2811 ficaram com média de 608,97 e 582,64 grãos na espiga, respectivamente, sem diferirem entre si. O híbrido K PALHA obteve média de 440,33 grãos na espiga. Esse caractere é uma relação entre número de fileiras de grãos e grãos por fileira, do qual é fortemente influenciado pela eficiência de polinização.

A variável peso de 100 grãos tem forte influência entre eficiência de enchimento de grãos, disponibilidade nutricional, regime hídrico e também acúmulo de graus dia de desenvolvimento (GDU). Nesse sentido, houve destaque para K PALHA apresentou média de 49,98 gramas, oB 2811 com 36,74 gramas e AG 8606 com 34,98 gramas de média. Segundo Cruz et al. (2019), o peso dos grãos é definido durante a fase de enchimento, sendo influenciado pela disponibilidade de fotoassimilados, pelas condições ambientais e pelas características genéticas do material cultivado.

Embora K PALHA tenha apresentado menor número total de grãos por espiga, destacou-se para peso de 100 grãos e profundidade dos grãos. Isto sugere um mecanismo compensatório (Hallauer et al. 2010). No qual a planta direciona maior quantidade de

fotoassimilados para um número reduzido de grãos, favorecendo seu enchimento e aumentando sua massa individual. Estudos de análise de trilha demonstram que o peso de 100 grãos possui elevada influência direta sobre a produtividade de grãos do milho. Essa ferramenta é amplamente empregada para identificar quais componentes de produção exercem maior influência sobre a produtividade, e permite verificar se a relação entre eles ocorre de forma direta ou é consequência da influência exercida por outras características.

CONCLUSÃO

Os híbridos de milho para produção de palha avaliados apresentam características morfofisiológicas distintas e adequado desenvolvimento nas condições edafoclimáticas de Sete Lagoas – MG, o que evidencia a importância da caracterização agrônoma para o correto posicionamento dos materiais em diferentes sistemas de produção;

Há elevada plasticidade fenotípica dos materiais genéticos avaliado, nas condições de realização deste trabalho;

O híbrido AG 8606 tem destaque quanto a características de arquitetura da planta, com maior altura de planta e inserção de espiga. Além disso, destacou-se pelos maiores valores de número de fileiras de grãos e número total de grãos por espiga, indicando elevada capacidade de formação de estruturas reprodutivas. Essas características sugerem potencial adaptação a sistemas de produção que busquem elevado aproveitamento reprodutivo e bom desempenho em condições de safrinha.

B 2811 apresenta maior desenvolvimento vegetativo, caracterizado pelo maior diâmetro de colmo, maior largura foliar, maior comprimento de folha e maior área foliar. Também apresenta elevado número de grãos por espiga, demonstrando equilíbrio entre desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Essas características podem contribuir para maior estabilidade agrônoma e resistência ao acamamento, aspectos desejáveis em sistemas de produção intensivos.

K PALHA apresenta maiores valores para peso de espiga com palha, peso de espiga sem palha, diâmetro de espiga, profundidade de grãos e peso de 100 grãos. Tais características indicam elevada capacidade de enchimento dos grãos e desenvolvimento de espigas robustas, evidenciando uma estratégia produtiva baseada no maior acúmulo de matéria seca por grãos.

Os componentes de desenvolvimento de palha são fatores determinantes para ressaltar a expressividade de sua produção, porém ainda faltam estudos científicos para demonstrar resultados qualitativos.

Os híbridos avaliados apresentam estratégias morfofisiológicas distintas, demonstrando que a escolha de um material não deve ser baseada exclusivamente em uma única característica agrônômica. Os resultados obtidos reforçam a importância da caracterização dos híbridos para o correto posicionamento dos materiais em diferentes sistemas de cultivo, permitindo que produtores e técnicos selecionem aqueles mais adequados aos objetivos de produção e às condições ambientais de cada região.

Os resultados obtidos permitiram caracterizar importantes componentes vegetativos e reprodutivos dos híbridos AG 8606, B 2811 e K PALHA, contribuindo para a geração de informações que auxiliem na recomendação e no posicionamento desses materiais para diferentes condições de cultivo.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006.

BORÉM, A.; FRITSCHKE-NETO, R. Melhoramento de plantas. 2. ed. Viçosa: UFV, 2021.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Melhoramento de plantas. 6. ed. Viçosa: UFV, 2013.

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N. TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de plantas de milho em diferentes arranjos populacionais. Revista Agrarian, Dourados, v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011.

CLIMATE-DATA. Clima: Sete Lagoas – Minas Gerais. Disponível em: <https://pt.climate-data.org>. Acesso em: 20 nov. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: CONAB, 2024.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C. GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. Cultivo do milho. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Aspectos fisiológicos do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Cultivo do milho. Sistema de Produção 1. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Importância econômica do milho no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manejo da cigarrinha-do-milho e dos enfezamentos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2008.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Maize in human nutrition. Rome: FAO, 2021.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G. FORNASIERI FILHO, D.; BORDIN, L. Influência da densidade populacional nas características agrônômicas e produtividade do milho. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2012.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular Técnica, 76).

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Cigarrinha-do-milho e enfezamentos associados: identificação e manejo. Circular Técnica, n. 103. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do milho. In: CRUZ, J. C. et al. Cultivo do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B. BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

RIBEIRO, N. D.; ALMEIDA, M. L. Desempenho agronômico de híbridos de milho em diferentes ambientes de cultivo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2011.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

VIAN, A. L.; AMADO, T. J. C.; SCHMITT, D. E.; SCHLOSSER, J. F. Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho submetidos a diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 51, n. 5, p. 567-575, 2016.

ZUCARELI, C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Componentes de produção e produtividade de milho em função da população de plantas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1009-1018, 2010.

4 APÊNDICES E ANEXOS

Os apêndices são documentos elaborados pelo próprio autor, com objetivo de complementar sua argumentação. Os anexos são documentos elaborados por terceiros, que servem de fundamentação e comprovação como, por exemplo, tabelas, documentos jurídicos.

Caso haja mais de um apêndice ou anexo, os mesmos deverão ser identificados de forma sequencial, centralizado na página em letras maiúsculas, em negrito (Anexo A, Anexo B, etc.).



Universidade Federal
de São João del-Rei

ANEXO A

Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ

Eu Vinícius Sanchez Amaral, RG 643449176

Org. Exp. SSP_, CPF 46749377874, e-mail: vi2003amaral@gmail.com, telefone 14 998142468, na qualidade de titular dos direitos de autor que recaem sobre minha produção:

(x) trabalho de conclusão de curso () dissertação de mestrado () tese de doutorado

() _____ (outro)

Título: **DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE PALHA NA REGIÃO CENTRAL DE MINA GERAIS**

defendida em: 08/07/2026, no programa de (x) Graduação () Pós-Graduação em Engenharia Agrônômica, com fundamento nas disposições sobre direitos autorais (Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998), autorizo a Universidade Federal de São João del-Rei a disponibilizar gratuitamente a obra citada, sem ressarcimento de direitos autorais, para fins de leitura e impressão, a título de divulgação da produção científica gerada pela universidade, a partir desta data. Autorizo a liberação:

(x) Total

() Parcial (serão disponibilizados apenas resumo, palavras-chave, e os dados: autor, título, membros da banca examinadora, data de defesa, entre outros).

Motivo: _____.

Obs.:

- No caso de liberação parcial, a dissertação/tese impressa não poderá ser consultada no acervo.
- Estou ciente que, em caso de liberação parcial, o documento será mantido nesta opção durante 1 (um) ano a partir da data de autorização da publicação. Para ampliação deste prazo, devo manifestar-me junto a Dibib/UFSJ. Para liberação antes do prazo estipulado, formalizarei a autorização. Se não houver manifestação, o texto completo da dissertação/tese será liberado em sua totalidade e a versão impressa será disponibilizada para consulta.
- O conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade.

Sete Lagoas, MG, 17 de Julho de 2026

Assinatura do Autor

Documento assinado digitalmente



VINICIUS SANCHEZ AMARAL

Data: 17/07/2026 13:10:47-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado digitalmente

IRAN DIAS BORGES

Data: 17/07/2026 14:31:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>