

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO SAFRINHA EM
SUCESSÃO À SOJA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO EM JABOTICABAL -
SP**

FERNANDO COLETTI MICHELETTI

Jaboticabal - SP
2º Semestre/2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO SAFRINHA EM
SUCESSÃO À SOJA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO EM JABOTICABAL -
SP**

FERNANDO COLETTI MICHELETTI

Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte
Coorientador: Msc. Pablo César Caballero Romero

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP,
Campus de Jaboticabal, para graduação em
ENGENHARIA AGRONÔMICA.

Jaboticabal - SP
2º Semestre/2025

M623d Micheletti, Fernando Coletti

Desempenho agronômico de híbridos de milho safrinha em
sucessão à soja no sistema plantio direto em Jaboticabal - SP /
Fernando Coletti Micheletti. -- Jaboticabal, 2025
53 f. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Fábio Luiz Checchio Mingotte
Coorientador: Pablo César Caballero Romero

1. Milho híbrido. 2. Avaliação. 3. Milho safrinha. I. Título.

FERNANDO COLETTI MICHELETTI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO SAFRINHA EM
SUCESSÃO À SOJA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO EM JABOTICABAL-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte

Coorientador: Msc. Pablo César Caballero Romero

Área de Concentração: Produção Vegetal - Fitotecnia / Agricultura

Data da defesa: 12/09/2025

(X) Aprovado

() Reprovado

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente



FABIO LUIZ CHECCHIO MINGOTTE

Data: 18/09/2025 12:19:02-0300

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

Prof. Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente



GUSTAVO VITTI MORO

Data: 18/09/2025 13:55:23-0300

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

Prof. Dr. Gustavo Vitti Moro

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente



CARLOS ALBERTO RONCHI FILHO

Data: 18/09/2025 21:07:58-0300

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

Carlos Alberto Ronchi Filho

Representante Comercial da Corteva Agriscience™

Aprovado em 'ad referendum' pelo Conselho do Departamento em: 19 / 09 / 2025

Documento assinado digitalmente



ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO

Data: 19/09/2025 14:20:26-0300

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

Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecilio Filho
Vice-Chefe do Departamento de Produção Vegetal

OFERECIMENTOS

Ao meu avô, Durval Coletti (*in memoriam*) que representou características fundamentais para minha consolidação pessoal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela motivação incessável ao longo do período de formação e pela saúde fornecida para execução de todos os trabalhos.

Em segundo momento, à minha família, que foi fonte de apoio, equilíbrio e inspiração, desempenhando um papel crucial na formação dos meus valores. Agradeço em especial aos meus pais, Vanderlei Micheletti e Inezita Coletti Micheletti; à minha irmã, Isabela Rita Coletti Micheletti; à minha avó, Ignês Lolli Coletti e à minha tia, Arlete Coletti Trabuco.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, notadamente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Campus de Jaboticabal - SP, pelos ensinamentos, estrutura e serviços prestados. Em particular ao Departamento de Produção Vegetal pela valiosa oportunidade concedida para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte, expresso minha gratidão pela amizade, pela transmissão dos conhecimentos, pelas instruções precisas e pelos princípios profissionais que compartilhou, os quais foram fundamentais para o meu progresso acadêmico e pessoal.

Aos meus amigos, Arthur Louzada, Guilherme Ligabue Pereira, Maria Eduarda Avansi, Pedro Costa Scrivanti e Victor Gabriel Lourenço da Costa Silva pelo companheirismo e pela valorização de todos os momentos compartilhados. À Maria Eduarda Kustro, pelo carinho, apoio constante e fortalecimento nos últimos períodos da graduação.

Aos colegas de estágio, funcionários do departamento e todas as outras pessoas que proporcionaram ajuda e suporte.

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5. CONCLUSÃO.....	40
6. REFERÊNCIAS.....	41

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO SAFRINHA EM SUCESSÃO À SOJA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO EM JABOTICABAL - SP

RESUMO - O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo, ocupando posição estratégica na segurança alimentar e energética global. O Brasil se destaca como terceiro maior produtor e líder em exportações, com produção fortemente associada a sistemas sustentáveis, como o plantio direto e a integração lavoura-pecuária-floresta, que favorecem a conservação do solo e a manutenção da produtividade. No entanto, safrinha, os riscos climáticos, como estiagens e altas temperaturas, podem comprometer o desempenho da cultura, tornando essencial a avaliação regional de híbridos modernos, capazes de aliar alta produtividade à tolerância a estresses bióticos e abióticos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de diferentes híbridos de milho cultivados na safrinha em Jaboticabal - SP, visando fornecer decisões técnicas aos produtores locais. O experimento foi conduzido na área experimental da FCAV/UNESP, em Latossolo Vermelho eutroférico durante a safrinha de 2023, sob o sistema plantio direto, em sucessão ao cultivo da soja. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos por dez híbridos de milho da empresa Pioneer® (P3394PWU, P3601PWU, P3322PWU, P3282VYH, P3310VYHR, P3845VYHR, P3898, P3889R, P3440PWU e P3707VYH). As parcelas foram compostas por seis linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m. Foram avaliados parâmetros agronômicos como altura de plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo, número e dimensões das espigas, número de grãos, massa de mil grãos, umidade, produtividade e índice de colheita. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Os híbridos P3601PWU, P3282VYH, P3310VYHR, P3898, P3440PWU e P3707VYH destacaram-se em produtividade, variando de 3,9 a 4,5 t ha⁻¹. Os híbridos P3282VYH e P3310VYHR apresentaram altos índices de colheita e bom desempenho morfológico, enquanto P3845VYHR e P3898 destacaram-se em altura das plantas e número de fileiras, indicando características favoráveis à produção.

Palavras-chave: *Zea mays* L., safrinha, híbridos, desempenho agronômico, sistema plantio direto.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF MAIZE HYBRIDS IN THE SECOND CROP IN SUCCESSION TO SOYBEAN UNDER NO-TILLAGE SYSTEM IN JABOTICABAL - SP

Abstract - Maize (*Zea mays* L.) is one of the most produced cereals in the world, occupying a strategic position in global food and energy security. Brazil stands out as the third largest producer and the leading exporter, with production strongly associated with sustainable systems, such as no-tillage and crop-livestock-forest integration, which favor soil conservation and the maintenance of productivity. However, in the second crop, climatic risks such as droughts and high temperatures can compromise crop performance, making regional evaluation of modern hybrids essential, as they combine high productivity with tolerance to biotic and abiotic stresses. In this context, the present study aimed to evaluate the grain yield of different maize hybrids cultivated in the second crop in Jaboticabal - SP, in order to provide technical support to local producers. The experiment was conducted in the experimental area of FCAV/UNESP, on an eutroferric Red Latosol during the 2023 second crop season, under no-tillage system, in succession to soybean cultivation. A randomized block design with four replications was used, with treatments consisting of ten maize hybrids from Pioneer® (P3394PWU, P3601PWU, P3322PWU, P3282VYH, P3310VYHR, P3845VYHR, P3898, P3889R, P3440PWU, and P3707VYH). The plots consisted of six rows of 5 m in length, with 0.45 m spacing. Agronomic parameters such as plant height, ear insertion height, stem diameter, number and dimensions of ears, number of grains, thousand-grain weight, grain moisture, yield, and harvest index were evaluated. Data were subjected to analysis of variance and, when significant, means were compared using the Scott-Knott test ($p < 0.05$). Hybrids P3601PWU, P3282VYH, P3310VYHR, P3898, P3440PWU, and P3707VYH stood out in productivity, ranging from 3.9 to 4.5 t ha⁻¹. The hybrids P3282VYH and P3310VYHR showed high harvest indices and good morphological performance, while P3845VYHR and P3898 stood out in plant height and number of grain rows, indicating traits favorable for production.

Palavras-chave: *Zea mays* L., second crop, hybrids, agronomic performance, no-tillage system.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo, sendo um pilar para a segurança alimentar e a matriz energética global. Na safra 2022/2023, a produção mundial superou 1,2 bilhão de toneladas, com o Brasil cooperando com mais de 130 milhões de toneladas, firmando-se como o terceiro maior produtor e, em anos recentes, o maior exportador mundial (USDA, 2024; CONAB, 2024). Destinado prioritariamente à alimentação animal e humana, o grão demonstra uma versatilidade notável, com crescente aplicação em setores industriais e na produção de biocombustíveis, como o etanol (FORNASIERI FILHO, 2014).

No Brasil, sua produção se concentra na região Centro-Oeste, onde o cereal se estabeleceu como uma importante opção de cultivo em sistemas de rotação e sucessão de culturas (COÊLHO, 2023). Essa prática promove a sustentabilidade no setor, pois a alternância com leguminosas, como a soja (*Glycine max* L.), promove a ciclagem de nutrientes, a melhoria da estrutura do solo e a quebra do ciclo de pragas e doenças (SILVA, 2022).

O cultivo do milho nessa região está frequentemente associado ao sistema plantio direto (SPD), uma técnica conservacionista que, ao minimizar o revolvimento do solo, pode reduzir as perdas por erosão hídrica a menos de um terço do valor inicial e incrementar os estoques de carbono orgânico do solo (CARVALHO et al., 2009; MINGOTTE & LEMOS, 2018; DAMBROS et al., 2024).

Adicionalmente, o milho é um componente chave em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), onde sua versatilidade é destacada.

Nesses sistemas, o cereal pode ser cultivado de forma exclusiva ou em consórcio, especialmente com gramíneas forrageiras do gênero *Urochloa* (MINGOTTE et al., 2021). O consórcio milho-braquiária, por exemplo, pode produzir níveis superiores à 10 toneladas de matéria seca por hectare, além dos grãos, sintetizando uma cobertura vegetal robusta para o pastejo na entressafra e gerando palhada essencial para o ciclo seguinte (CECCON, 2013; PARIZ et al., 2017).

Na região Sudeste, embora com menor volume total que o Centro-Oeste, o cultivo de milho tem grande relevância econômica e social, sendo mais comum no período da safrinha.

Implantada após a colheita da safra principal de verão, a safrinha expandiu-se de tal forma que hoje responde por mais de 78% da produção total de milho do país (CONAB, 2025).

Contudo, essa modalidade de cultivo enfrenta riscos climáticos acentuados pelas mudanças recentes, como a maior frequência de veranicos (períodos de seca) e ondas de calor na fase de enchimento de grãos, fenômenos que podem causar perdas severas de produtividade (BIGOLIN & TALAMINI, 2024).

Diante desse cenário desafiador e da alta relevância econômica, o contínuo avanço do melhoramento genético tem disponibilizado híbridos com maior potencial produtivo, ciclo mais precoce e maior tolerância aos estresses bióticos e abióticos (NETO, 2023).

Portanto, torna-se fundamental a avaliação contínua do desempenho desses híbridos modernos em condições regionais específicas. Objetivou-se, assim, avaliar híbridos de milho cultivados na época da safrinha nas condições edafoclimáticas de Jaboticabal -SP.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da cultura do milho (*Zea mays* L.)

A cultura do milho (*Zea mays* L.) consolidou-se como um dos pilares fundamentais da agricultura global e, em particular, da economia brasileira, dada sua notável versatilidade e importância estratégica. Pertencente à família Poaceae, o milho tem origem provável no México, onde foi domesticado a partir do teosinto (*Zea mays* ssp. *parviglumis*), sendo cultivado há mais de 8.000 anos (DOEBLEY, 2004; BARROS & CALADO, 2014).

Essa ancestralidade confere ao milho uma riqueza genética que tem sido explorada ao longo dos séculos para o desenvolvimento de híbridos adaptados às mais diversas condições ambientais (BARROS & CALADO, 2014).

Taxonomicamente, o milho cultivado pertence à subespécie *Zea mays* ssp. *mays*, a única do gênero *Zea* com relevância econômica global, sendo representado por uma ampla gama de variedades que refletem sua expressiva diversidade. (STITZER & ROSS-IBARRA, 2018).

Do ponto de vista morfológico, a planta de milho exhibe características bem definidas que suportam seu alto potencial produtivo. O sistema radicular é fasciculado e profuso, proporcionando uma excelente ancoragem ao solo e uma eficiente absorção de água e nutrientes (HOCHHOLDINGER et al., 2004; LYNCH, 2007). O caule, do tipo colmo, é ereto, robusto e segmentado por nós e entrenós, funcionando como um importante reservatório de carboidratos e suporte para as folhas e estruturas reprodutivas (FANCELLI & DOURADO

NETO, 2000). As folhas, grandes e lanceoladas com enervação paralela, são as principais responsáveis pela captação da energia solar e pela realização da fotossíntese (BARROS & CALADO, 2014).

Fisiologicamente, o milho é uma planta C4, um atributo que lhe confere uma alta eficiência fotossintética (BRAGA et al., 2021). Esse metabolismo especializado permite uma utilização mais eficiente do dióxido de carbono, minimizando a fotorrespiração e otimizando a produção de biomassa e, conseqüentemente, o enchimento dos grãos (TAIZ et al., 2017). A transpiração, embora represente perda de água, é um processo vital para o transporte de nutrientes e a termorregulação da planta (SOUZA, 2019).

O ciclo de desenvolvimento do milho é intrincado e dividido em fases vegetativas (V) e reprodutivas (R), cada uma com exigências específicas de manejo e com impacto direto na produtividade final (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000; NLEYA et al., 2016). A correta identificação dessas fases é crucial para o planejamento e a execução de práticas agronômicas (ANDRADE et al., 2005).

As fases vegetativas (V) são numeradas a partir da emergência da plântula (VE), indicando o número de folhas com colar visível. As fases iniciais, como VE a V2, são críticas para o estabelecimento do estande e o desenvolvimento do sistema radicular. O período de V3 a V6 marca o crescimento foliar e o início da diferenciação floral, enquanto a fase de crescimento rápido (V7 a VT) é caracterizada por um intenso acúmulo de biomassa e pela definição do potencial de espigas e fileiras de grãos. O estágio

VT (tassel) indica o completo desenvolvimento da inflorescência masculina (pendão) (NLEYA et al., 2016; BELL, 2017).

As fases reprodutivas (R) iniciam-se com o florescimento (R1), um momento de extrema sensibilidade à polinização e fecundação, onde estresses hídricos ou térmicos podem causar abortamento de óvulos. Posteriormente, o enchimento do grão avança pelas fases de grão em bolha (R2), pastoso (R3), leitoso-pastoso (R4) e grão duro (R5) (NLEYA et al., 2016; BELL, 2017). O ciclo culmina na maturação fisiológica (R6), caracterizada pela formação de uma camada preta na base do grão, indicando o ponto de máximo acúmulo de matéria seca e o fim da translocação de nutrientes da planta para o grão (PEREIRA et al., 2011; BELL, 2017).

Para além de sua fisiologia, o milho destaca-se por sua expressiva importância econômica e social, se consolidando como elemento central nas dinâmicas alimentares e energéticas globais (RANUM et al., 2014).

Historicamente, o milho tem sido um dos cereais mais produzidos no mundo, consistentemente superando o trigo e o arroz em volume de produção (ARTUZO et al., 2019). A produção global de milho tem demonstrado um crescimento constante, impulsionada pela crescente demanda por alimentos, matéria-prima para a indústria de rações e, mais recentemente, por bioenergia (ROCHA, 2024).

Dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) indicam que a produção mundial de milho na safra 2022/2023 superou a marca

de 1,2 bilhão de toneladas, com projeções que apontam para a continuidade dessa trajetória ascendente (USDA, 2024). Os Estados Unidos, China, Brasil e Argentina destacam-se como os principais *players* nesse cenário, contribuindo com uma parcela substancial da oferta mundial (ROCHA, 2024).

A participação nacional no mercado global de milho é um capítulo de sucesso na história recente da agricultura. O país consolidou-se como um dos maiores produtores e, em anos recentes, alcançou a notável posição de maior exportador mundial de milho, superando até mesmo os Estados Unidos em algumas temporadas (ROCHA, 2024).

Essa performance impressionante, que viu a produção ultrapassar 130 milhões de toneladas na safra 2022/2023, é fruto de uma combinação de fatores, incluindo o avanço tecnológico, a expansão das áreas cultivadas e a adoção de híbridos de alta produtividade (CONAB, 2024; USDA, 2024).

A capacidade exportadora brasileira é estratégica para o abastecimento do mercado global, especialmente para a Ásia e a Europa, que buscam a qualidade do grão brasileiro e a eficiência da logística de exportação (SOUZA et al., 2018).

A dualidade entre produção e exportação é refletida pela alta aplicabilidade da cultura (MIRANDA, 2018; CONTINI et al., 2019). Embora uma porção seja destinada diretamente à alimentação humana em várias regiões ao redor do globo, a maior parte do milho produzido é direcionada para a alimentação animal (REGITANO-DARCE et al., 2015; PATERNIANI et al., 2019).

O grão é um componente energético fundamental na formulação de rações para aves, suínos e bovinos (tanto de corte quanto de leite), além de peixes, devido ao seu alto valor nutricional e excelente digestibilidade (SILVA et al., 1994; OLIVEIRA, 2016; SILVA et al., 2021).

Na alimentação humana, o milho é consumido de diversas formas, desde o milho verde *in natura* até produtos processados como farinhas (fubá, farinha de milho), pipoca e salgadinhos (snacks), sendo um alimento básico em muitas regiões (REGITANO-DARCE et al., 2015; STRAZZI, 2015).

Em um contexto mais recente e de crescente importância estratégica, o milho tem sido cada vez mais empregado na produção de bioenergia (RISQUES, 2015). Nos Estados Unidos, é a principal matéria-prima para o etanol, e essa aplicação tem ganhado espaço em outros países, inclusive no Brasil, com o surgimento e expansão de usinas de etanol de milho (NOGUEIRA JÚNIOR, 2022).

Essa versatilidade consolida o milho não apenas como um alimento, mas como um insumo multifuncional essencial para a economia (SOUZA et al., 2018).

2.2. Sistema de produção da cultura no Brasil

O sistema produtivo do milho no Brasil é caracterizado pela coexistência de duas safras bem definidas: a safra e a safrinha (CONAB, 2025).

A safra é tradicionalmente cultivada durante o período chuvoso do verão, geralmente entre os meses de setembro/outubro e fevereiro/março,

apresentando um ciclo longo e condições climáticas estáveis (AGUIAR et al., 2006; HEINEMANN et al., 2009).

A safrinha, por outro lado, emergiu como um fenômeno de grande impacto, cultivada após a colheita da safra de verão, com implantação realizada entre janeiro e março (FENNER et al., 2014; LÓPEZ-OVEJERO et al., 2016; DA SILVA & ESPERANCINI, 2021).

Inicialmente vista como uma cultura de "risco" ou uma "segunda opção" para aproveitar a área, a safrinha expandiu-se vertiginosamente e hoje é a principal safra de milho do país em termos de volume, respondendo por aproximados 76% da produção total (KAPPES, 2013; CONAB, 2025; FABBRI, 2025).

O sucesso e a ascensão da safrinha são atribuídos a uma série de fatores interligados (KAPPES, 2013). O desenvolvimento contínuo de híbridos de milho com ciclo mais curto e maior tolerância a estresses permitiu que a cultura se ajustasse às janelas climáticas mais restritas; a adoção massiva do sistema plantio direto, que otimiza o uso da terra, conserva a umidade e melhora a estrutura do solo, foi fundamental para maximizar a produtividade e a sustentabilidade; a crescente demanda internacional por grãos e a melhoria da infraestrutura logística também favoreceram a rentabilidade da safrinha, tornando-a atraente para os produtores (SILVA et al., 2022; COÊLHO, 2023; NETO, 2023).

Além disso, a cultura encaixa-se perfeitamente em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, permitindo o consórcio com forrageiras e otimizando o uso da terra ao longo do ano, gerando tanto grãos quanto biomassa para forragem (MINGOTTE et al., 2021; MARACAÍPE et al, 2025).

As principais regiões produtoras de milho no Brasil refletem essa dinâmica de duas safras. A região Centro-Oeste, composta por estados como Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, é o principal polo da safrinha (COÊLHO, 2023). Caracteriza-se por grandes extensões de terras planas, solos que, com as devidas correções, apresentam alta fertilidade, e um regime pluviométrico que, embora com menor volume na safrinha, permite o cultivo em grande escala (OLIVEIRA et al., 2004).

O Sudeste, com destaque para São Paulo e Minas Gerais, tem sua produção predominantemente concentrada na safrinha (CONAB, 2025). Essa região reflete de forma representativa a dinâmica desse cultivo, no qual a janela de plantio e as condições climáticas após a colheita da soja são determinantes para o sucesso da cultura (DUARTE, 2022).

O Paraná e Rio Grande do Sul, na região Sul, também possuem grande relevância, tradicionalmente com a primeira safra, mas com crescente participação da segunda (CONAB, 2025).

Essa diversidade regional impõe desafios específicos e exige diferentes estratégias de manejo, tornando a pesquisa localizada fundamental.

2.3. Desafios climáticos na safrinha e melhoramento genético

A safrinha é tradicionalmente cultivada em um período de transição entre as estações chuvosa e seca, o que acentua sua suscetibilidade a eventos meteorológicos adversos (ORBEN et al., 2024).

Entre os fenômenos climáticos de maior impacto, destacam-se os veranicos – períodos de estiagem prolongada que ocorrem dentro de uma mesma estação (NEVES & OLIVEIRA, 2019). A incidência desses eventos resulta em déficits hídricos significativos, especialmente prejudiciais nas fases fenológicas mais críticas do milho (BERGAMASCHI et al, 2006; MIRANDA et al., 2021).

A escassez de água compromete a absorção de nutrientes, a eficiência fotossintética e, conseqüentemente, o crescimento vegetativo e o enchimento de grãos (BRITO et al., 2013; GUIMARÃES et al., 2019). Em resposta ao estresse hídrico, as plantas tendem a apresentar fechamento estomático, redução da área foliar e diminuição da produção de biomassa, culminando em perdas expressivas de produtividade (COSTA et al., 2008; BRITO et al., 2013).

Paralelamente, as ondas de calor configuram-se como outro fator limitante (GALON et al., 2010; MELO, 2024). Altas temperaturas durante fases de florescimento e enchimento de grãos podem ocasionar retardamento na emissão dos estigmas (promovendo uma fertilização mal-sucedida), falha na fecundação de óvulos e, em casos extremos, o abortamento de flores e grãos,

resultando em espigas com má formação (NIELSEN, 2005; BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014).

A conjugação de estresse térmico e hídrico é particularmente danosa, acentuando os efeitos negativos sobre os processos fisiológicos da planta e, conseqüentemente, sobre o rendimento da cultura (SOUZA & BARBOSA, 2015).

O enchimento de grãos, por sua alta sensibilidade, destaca-se como um estágio decisivo (NEVES & OLIVEIRA, 2019). Nesse período, a planta direciona a maior parte dos fotoassimilados para o acúmulo de matéria seca nos grãos, e qualquer estresse abiótico pode comprometer parâmetros fundamentais, como o número de grãos por espiga e o peso de mil grãos (WESTGATE & BOYER, 1985).

Limitações hídricas e térmicas nesse estágio aceleram a senescência foliar, reduzindo o tempo de fotossíntese ativa e prejudicando a translocação dos assimilados fotossintéticos (SILVA, 2005; BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014).

Frente à inevitabilidade desses fatores climáticos, torna-se imprescindível a adoção de estratégias de mitigação e adaptação para garantir a sustentabilidade da produção na safrinha (GALON et al., 2010; BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014).

O planejamento adequado da época de semeadura é estratégico, devendo-se priorizar o alinhamento das fases críticas da cultura com períodos de maior disponibilidade hídrica e temperaturas mais amenas (PEDROTTI, 2014;

MIRANDA, et al., 2021; SOUZA et al., 2023; SPADA et al. 2023). Nesse contexto, o uso do zoneamento agroclimático e de ferramentas de monitoramento meteorológico fornecem suporte técnico fundamental (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014).

Práticas de manejo conservacionista, como o sistema plantio direto (com manutenção da cobertura vegetal no solo), também têm se mostrado eficazes na conservação da umidade, na mitigação das oscilações climáticas e na melhoria dos atributos do solo (SOUSA, 2013; BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014; BORGES et al., 2014).

Adicionalmente, um manejo nutricional equilibrado, com ênfase na adequada oferta de potássio, pode incrementar a tolerância das plantas ao déficit hídrico, favorecendo a eficiência do uso da água (MARCHÃO et al., 2001; BEZERRA et al., 2023). Em algumas regiões, a adoção de irrigação suplementar pode ser considerada, ainda que sua aplicação na safrinha seja limitada pelos elevados custos e exigência de infraestrutura (PEGORARE et al., 2009; OLIVEIRA, 2022).

Nesse contexto, o melhoramento genético desponta, como a principal força propulsora dos avanços na produtividade e adaptabilidade da cultura, especialmente sob as condições adversas estabelecidas (SOUZA, 2024).

O objetivo fundamental dessa ciência é desenvolver materiais com características agronômicas superiores, como maior potencial produtivo,

resistência a pragas e doenças, tolerância a estresses abióticos e eficiência no uso de nutrientes (GUIMARÃES et al, 2017; SANTOS, 2018).

No caso do milho, o processo de melhoramento baseia-se na aplicação integrada de princípios genéticos e estatísticos, utilizando desde métodos clássicos, como a seleção e a hibridação, até ferramentas modernas da biotecnologia (RESENDE, 2007; GUIMARÃES et al, 2017; SOUZA, 2024). O foco reside na combinação de genes favoráveis provenientes de diferentes genótipos, gerando híbridos com desempenho superior e maior estabilidade produtiva (LIMA & BORÉM, 2018; SOUZA, 2024).

Os programas brasileiros de melhoramento concentram-se no desenvolvimento de materiais adaptados às condições edafoclimáticas tropicais e subtropicais, com destaque para a tolerância à seca, acidez do solo e resistência a doenças como o complexo de enfezamentos transmitidos pela cigarrinha-do-milho (DIAS et al., 2016; SOUZA, 2024).

No mercado nacional, a maior parte dos materiais é composta por híbridos, embora as variedades de polinização aberta (VPA) ainda sejam utilizadas em sistemas de menor escala e tecnologia (SOUZA, 2024). As VPAs, caracterizadas por maior variabilidade genética, apresentam boa adaptabilidade, mas menor uniformidade e produtividade em comparação aos híbridos. Estes, por sua vez, são resultado de cruzamentos entre linhagens puras, explorando o fenômeno da heterose, e apresentam elevada uniformidade, alta produtividade e melhor resposta ao manejo intensivo (ZANCANARO, 2013).

Os híbridos podem ser classificados em simples ($A \times B$), duplos $[(E \times A) \times (C \times B)]$ e triplos $[(C \times B) \times A]$, sendo os simples e triplos os mais utilizados na safrinha, em função da combinação entre alto rendimento e uniformidade, essenciais para a mecanização e a comercialização (SOUZA, 2024).

As características desejáveis em híbridos voltados à safrinha são múltiplas. Além do alto potencial produtivo, o ciclo precoce é prioritário, permitindo que a cultura escape dos períodos mais críticos de estresse (HEINEMANN et al., 2009; SOUZA, 2024). A tolerância ao déficit hídrico e ao calor, sobretudo nas fases de florescimento e enchimento de grãos, é igualmente fundamental (SOUZA, 2024).

A qualidade industrial do grão, incluindo composição química e características morfológicas da planta (como resistência ao acamamento e boa inserção da espiga), também influencia a viabilidade comercial da cultura. O mercado brasileiro de sementes de milho é extremamente competitivo, com contínuo lançamento de novos híbridos por empresas de melhoramento genético que investem fortemente em pesquisa e desenvolvimento.

A avaliação regionalizada do desempenho dos híbridos constitui prática essencial. A performance de um híbrido pode variar significativamente entre regiões, em função das diferenças de clima, solo, manejo e pressão de pragas e doenças. Por isso, estudos locais são indispensáveis, oferecendo dados empíricos que orientam decisões assertivas sobre a escolha dos materiais mais adequados a cada realidade (CARVALHO et al., 2005).

Tais estudos, por meio de ensaios de campo conduzidos em diferentes ambientes e safras, avaliam parâmetros agronômicos como produtividade, ciclo, sanidade e características morfológicas, contribuindo para a disseminação de informações técnicas de qualidade e para a sustentabilidade da cultura do milho na safrinha brasileira (HEINEMANN et al., 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características da área

O experimento foi instalado na área pertencente à empresa júnior CAP Jr., vinculada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), no município de Jaboticabal - SP. O local apresenta latitude de 21°15'11" Sul, longitude de 48°17'00" Oeste e altitude média de 595 metros.

O relevo apresenta declividade de aproximadamente 6%, caracterizando-se como suave ondulado, o que influencia aspectos como drenagem e manejo da cultura.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2018), de textura argilosa. A região dispõe de clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como tropical, com verões chuvosos e invernos secos.

Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0–20 cm e 20-40 cm, as quais foram encaminhadas para análises químicas, conforme a metodologia descrita por RAIJ et al. (1987), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da área experimental antes do cultivo de milho. Jaboticabal - SP, safinha 2023.

Profundidade	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V	M.O.S.
cm	CaCl ₂	mg dm ⁻³	-----	mmolc	dm-3	-----			%	g dm ⁻³
0-20	5,2	34	2,8	22	9	30	34	64	53	22
20-40	5,1	20	2,4	16	7	29	25	54	46	17

Fonte: elaborado pelo autor.

Com base nessas análises, foram realizadas as adubações de semeadura, seguindo as recomendações para o cultivo de milho destinado à produção de grãos (CANTARELLA, 2022).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, sendo os tratamentos compostos por dez híbridos de milho provenientes da empresa Pioneer® (P3394PWU, P3601PWU, P3322PWU, P3282VYH, P3310VYHR, P3845VYHR, P3898, P3889R, P3440PWU e P3707VYH), dispostos em 4 repetições.

Cada parcela foi formada por 6 linhas de cultivo, espaçadas 0,45 m entre si, com 5 m de comprimento, mantendo-se 1m de distância entre parcelas, considerando-se úteis as 4 linhas centrais, desprezando-se 0,5m de cada extremidade.

3.3 Condução experimental

O experimento foi conduzido no sistema plantio direto em sucessão à soja. A semeadura dos materiais foi realizada em 01/04/2023, de forma mecanizada, com o uso de uma semeadora de alta precisão equipada com sistema pneumático de deposição de sementes no solo.

O delineamento adotado contemplou densidade de 2,4 sementes m^{-1} (aproximadamente 53.333 sementes ha^{-1}), no espaçamento de 0,45 m entre linhas. Adotou-se adubação em sulco correspondente a 7,6 kg ha^{-1} de N, 26,6 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 15,2 kg ha^{-1} de K_2O .

Alguns híbridos avaliados no experimento possuem tecnologias incorporadas com o objetivo de conferir proteção contra pragas. O controle de plantas daninhas na cultura foi realizado mediante aplicação de Glifosato na dose de 1,44 kg i.a. ha⁻¹ em pré-emergência (28/03/2023), com volume de calda correspondente a 150 L ha⁻¹; posterior a emergência (17/04/2023) foi adotada uma aplicação integrada (com volume de calda de 200 L ha⁻¹) de Atrazina na dose de 2,5 kg i.a. ha⁻¹ e Tembotriona na dose de 100,8 g i.a. ha⁻¹; em adição foi implantada a capina manual ao longo do ciclo da cultura para controle de plantas invasoras.

Além, medidas fitossanitárias foram adotadas ao longo do experimento, com o objetivo de manter a sanidade da cultura em níveis adequados. Essas ações incluíram o monitoramento frequente da lavoura para identificação precoce de pragas e doenças, bem como a aplicação de defensivos agrícolas quando necessário, de acordo com as recomendações técnicas e os níveis de controle estabelecidos para a cultura do milho.

O experimento foi conduzido sob condições de sequeiro, sem a utilização de irrigação suplementar, o que conferiu maior sensibilidade da cultura às variações climáticas. Ao longo do período experimental, a demanda hídrica necessária para o pleno desenvolvimento das plantas não foi atendida, o que gerou impactos significativos no manejo agrônomo, especialmente na adubação de cobertura. Esta prática não foi adotada devido à distribuição pluviométrica irregular, a qual aumentou os riscos de perdas por volatilização e reduziu a eficiência de absorção dos nutrientes pelas plantas.

Como estratégia de mitigação, foram realizadas aplicações foliares com o objetivo de suprir, de forma complementar, as exigências nutricionais da cultura em momentos-chave do seu desenvolvimento. As intervenções foram conduzidas com base nos estádios fenológicos e nas condições fisiológicas observadas em campo, buscando minimizar os efeitos das deficiências nutricionais ocasionadas pela ausência da adubação complementar e assegurar um desempenho produtivo satisfatório, mesmo em condições climáticas adversas.

Adicionalmente, dados pluviométricos foram registrados diariamente ao longo do experimento, incluindo o mês anterior ao plantio, a fim de verificar os possíveis impactos sobre a germinação, com encerramento em 21 de setembro de 2023, período correspondente à colheita. Com base nesses registros, foi possível calcular as médias mensais (Figura 1). O volume acumulado foi de 243,4 mm, valor inferior à exigência hídrica da cultura, que demanda aproximadamente 600 mm durante o ciclo, caracterizando assim a ocorrência de déficit (ABDRABBO et al., 2016).

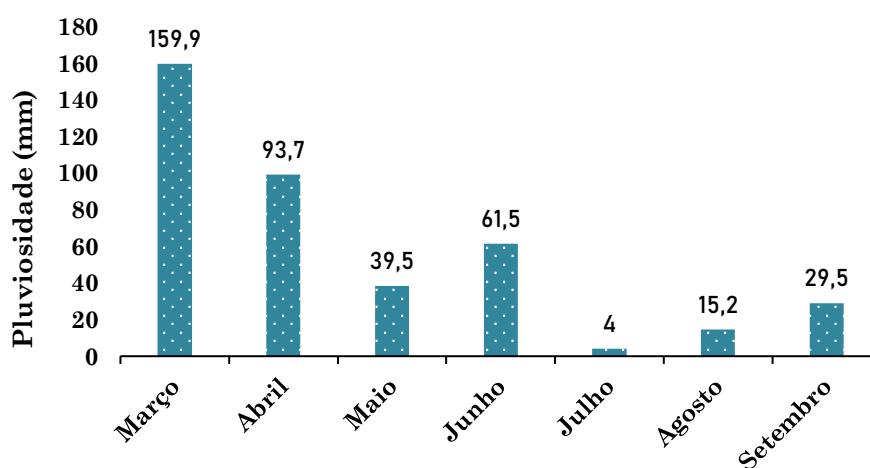


Figura 1 – Dados sobre pluviosidade (mm) durante a condução do experimento. Jaboticabal - SP, safrinha 2023. Fonte: elaborado pelo autor.

3.4 Avaliações

Ao final do ciclo, com as plantas em estágio de senescência e aptas à avaliação, foram realizadas amostragens e avaliações por parcela. Para isso, foram consideradas quatro repetições (parcelas) por híbrido. Em cada repetição, foram analisadas plantas em pleno desenvolvimento, seguindo os seguintes critérios:

Altura das plantas (cm) - realizada com base na aferição de 10 plantas selecionadas aleatoriamente por parcela, por meio da medição da distância entre o colo da planta e a inserção da última folha.

Altura de inserção da espiga principal (cm) - determinada pela medição da distância entre o colo da planta e o ponto de inserção da espiga principal, utilizando-se de 10 plantas por parcela.

Diâmetro do colmo (mm) - mensurado no segundo entrenó acima das raízes adventícias, com base em 10 plantas por parcela.

População final (plantas ha⁻¹) - obtida a partir da contagem do número de plantas presentes nas duas linhas centrais da parcela experimental.

Número de espigas por planta - representa a prolificidade do material; determinado pela média do número de espigas contabilizadas em 10 plantas por parcela.

Diâmetro da espiga (mm) - medido na região mediana da espiga, com base em 10 espigas por parcela.

Comprimento da espiga (cm) - determinado pelo comprimento de 10 espigas por parcela.

Número de fileiras de grãos por espiga - obtido pela contagem das fileiras presentes em 10 espigas por parcela.

Número de grãos por fileira - calculado a partir da contagem média dos grãos presentes em uma fileira, considerando 10 espigas por parcela.

Número de grãos por espiga - estimado por meio do produto entre o número de fileiras de grãos (NFG) e o número de grãos por fileira (NGF), com base em 10 espigas por parcela.

Massa de mil grãos (g) - determinada pela pesagem de amostras com posterior correção dos valores para 13% de umidade em base úmida.

Umidade dos grãos (%) - aferida imediatamente após a colheita, utilizando amostras provenientes da área útil de cada parcela.

Produtividade ($t\ ha^{-1}$) - determinada a partir da massa total de grãos coletados na área útil da parcela, com posterior correção do teor de umidade para 13% em base úmida.

Índice de colheita - obtido pela razão entre a matéria seca dos grãos e a matéria seca total da parte aérea (fitomassa total), expressa em percentual, com base em 10 plantas selecionadas aleatoriamente por parcela.

3.5 Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste F ($p < 0,05$) e, nos casos de significância, foi aplicado o teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da altura das plantas (AP), verificaram-se diferenças significativas entre os híbridos (Tabela 2). O P3845VYHR apresentou a maior média (193,25 cm), seguido pelo P3394PWU (177,85 cm), enquanto o P3322PWU obteve a menor (139,90 cm).

Para a altura de inserção da espiga principal (AE) também houve diferença significativa entre os híbridos (Tabela 2). O híbrido P3845VYHR apresentou a maior média de 90,00 cm. A segunda maior média (84,85 cm) novamente foi apresentada pelo híbrido P3394PWU, com o híbrido P3322PWU apresentando a menor média (56,15 cm).

Tabela 2 - Altura das plantas (AP), altura de inserção da espiga principal (AE), diâmetro do colmo (DC), população final (POP) e número de espiga por planta (EP) em híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safreinha 2023.

Híbrido	AP (cm)	AE (cm)	DC (cm)	POP (plantas ha ⁻¹)	EP
P3394PWU	177,85 b	84,85 a	22,93 a	38.333 b	1,40 a
P3601PWU	173,58 b	81,53 a	21,05 a	38.889 b	1,50 a
P3322PWU	139,90 d	56,15 c	23,20 a	36.667 b	1,15 a
P3282VYH	148,50 d	66,50 b	19,83 a	47.222 a	1,30 a
P3310VYHR	161,15 c	73,10 b	21,43 a	46.667 a	1,35 a
P3845VYHR	193,25 a	90,00 a	20,95 a	37.222 b	1,30 a
P3898	169,90 b	77,50 a	22,70 a	40.000 b	1,55 a
P3889R	177,35 b	82,20 a	21,40 a	36.111 b	1,35 a
P3440PWU	147,90 d	69,20 b	24,90 a	40.556 b	1,15 a
P3707VYH	173,05 b	82,80 a	22,35 a	46.111 a	1,75 a
Teste F	21,115**	11,981**	ns	2,543*	ns
C.V (%)	4,34	7,69	19,59	13,22	20,32
Média geral	166,24	76,38	22,07	40.778	1,38

* (p<0,05), ** (p<0,01) e ^{ns} (não significativo) pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott (p<0,05). Fonte: elaborado pelo autor.

Adicionalmente, para a população final, constatou-se diferença significativa entre os híbridos (Tabela 2). O híbrido P3282VYH apresentou maior média (47.222 plantas ha⁻¹) entre todas as outras, seguida do híbrido P3310VYHR com valor médio de 46.667 plantas ha⁻¹. O híbrido P3889R apresentou a menor média, com 36.111 plantas ha⁻¹.

Em relação ao diâmetro do colmo (DC) e ao número de espigas por planta (EP), não houve diferença significativa entre os híbridos (Tabela 2).

Segundo Leolato et al. (2017), o aumento na altura das plantas acompanha o crescimento da densidade populacional, este fator é promovido pela competição intraespecífica por radiação solar, favorecendo a dominância apical e o estiolamento. O mesmo é contraposto no trabalho e é apresentado pelo autor em tendência ao rápido direcionamento de recursos para o crescimento primário, a fim de evitar o sombreamento, o que resulta na redução do diâmetro do colmo (TAIZ et al., 2017). Corroborando, Almeida Júnior et al. (2018) observaram que a diminuição no diâmetro do colmo é um fator que contribui significativamente para o aumento da suscetibilidade ao acamamento das plantas.

Em complemento, Sangoi et al. (2019), em estudo que investigou a correlação entre arranjo de plantas e produtividade, verificou-se que a média do número de espigas por planta se manteve próxima ou superior a um, em dois anos de avaliação. Esse comportamento reforça a estabilidade do caráter reprodutivo em híbridos de milho, indicando que a plasticidade da cultura possibilita adequada compensação de outros fatores produtivos frente a diferentes densidades populacionais. Tais resultados corroboram os achados do

presente trabalho e refletem o desempenho observado nos híbridos mais recentes.

Em reflexão, Souza et al. (2014) concluíram que, dentre as características agronômicas avaliadas, a altura de espiga constitui um parâmetro relevante por estar associada ao desempenho produtivo das plantas. Dessa forma, esse atributo pode ser considerado um critério importante na seleção de híbridos com maior potencial de rendimento de grãos, embora algumas variações tenham sido observadas no experimento conduzido.

Como representação deste acréscimo, Churata & Ayala-Osuna (1996) verificaram que essa relação apresenta efeito direto de 39% sobre o rendimento de grãos.

O híbrido P3889R apresentou a maior média para a característica de diâmetro da espiga (Tabela 3), com valor de 48,12 mm. A segunda maior média (47,18 mm) foi apresentada pelo híbrido P3440PWU, com o híbrido P3310VYHR se apresentando inferior, com média de 39,80 mm.

Ohland et al. (2005) relataram que o diâmetro da espiga está diretamente relacionado ao enchimento de grãos e ao número de fileiras por espiga, características que influenciam a produtividade.

Para o comprimento da espiga (Tabela 3), o híbrido P3601PWU apresentou a maior média, de 16,52 cm. Com o híbrido P3394PWU apresentando a segunda maior média (15,68 cm) e o híbrido P3440PWU a menor média (12,78 cm).

Tabela 3 – Diâmetro da espiga e comprimento da espiga em híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safinha 2023.

Híbrido	Diâmetro da espiga (mm)	Comprimento da espiga (cm)
P3394PWU	43,45 b	15,68 a
P3601PWU	43,65 b	16,52 a
P3322PWU	41,35 c	13,66 b
P3282VYH	41,69 c	13,04 b
P3310VYHR	39,80 c	13,88 b
P3845VYHR	43,20 b	13,60 b
P3898	46,19 a	14,90 a
P3889R	48,12 a	14,85 a
P3440PWU	47,18 a	12,78 b
P3707VYH	43,88 b	14,92 a
Teste F	14,93**	6,22**
C.V (%)	3,12	6,65
Média geral	43,85	14,38

* ($p < 0,05$) e ** ($p < 0,01$) pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com Palhares (2003), o comprimento da espiga apresenta variações significativas em função do híbrido utilizado, do espaçamento entre linhas e da densidade populacional adotada no plantio. Estudos posteriores corroboram essa observação, indicando que essas diferenças refletem tanto fatores genéticos quanto condições ambientais (englobando os manejos situados).

Dourado Neto et al. (2003) e Bergamaschi & Matzenauer (2014), ao investigarem a fenologia do milho, concluíram que a variação no comprimento de espiga está associada às características genéticas do material estudado, ressaltando a importância da escolha do híbrido adequado para cada sistema de produção.

Além disso, Zucareli et al. (2013) salientam que o ambiente em que a cultura é conduzida exerce influência sobre essa característica, evidenciando que fatores climáticos, como temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica, podem modular o desenvolvimento das espigas.

Dessa forma, o comprimento da espiga é resultado da interação complexa entre genética e ambiente, sendo um parâmetro agrônomo relevante para o planejamento do cultivo e a maximização da produção.

O híbrido P3898 apresentou maior média na característica número de fileiras de grãos por espiga (Figura 2), com 19,50 fileiras de grãos por espiga. A segunda maior média (19,40 fileiras de grãos por espiga) foi apresentada pelo híbrido P3889R, com o híbrido P3310VYHR obtendo a menor média (14,31 fileiras de grãos por espiga).

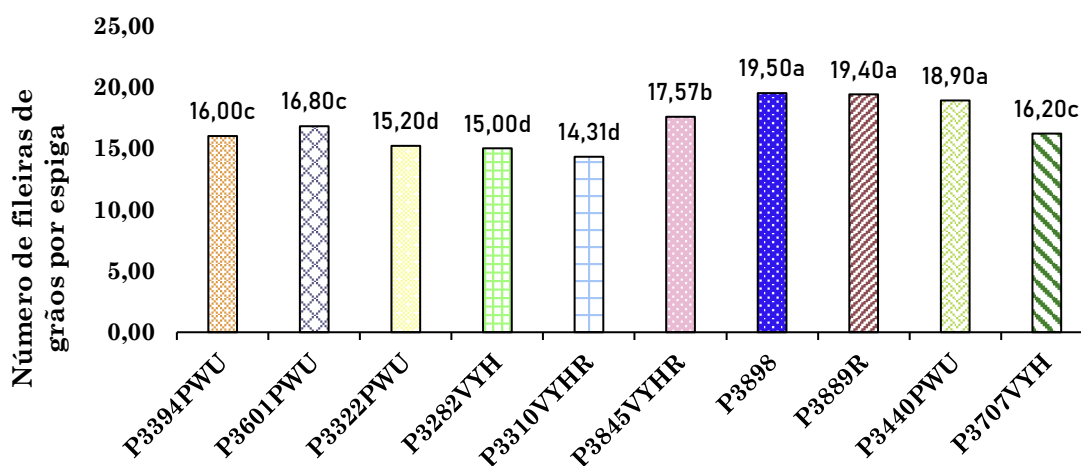


Figura 2 – Número de fileiras de grãos por espiga de híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safra 2023. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo autor.

Para a característica número de grãos por fileira (Figura 3), o híbrido P3601PWU obteve a maior média de 124,50 grãos por fileira. O híbrido P3394PWU apresentou a segunda maior média (120,60 grãos por fileira), e o híbrido P3889R a menor média de 92,50 grãos por fileira.

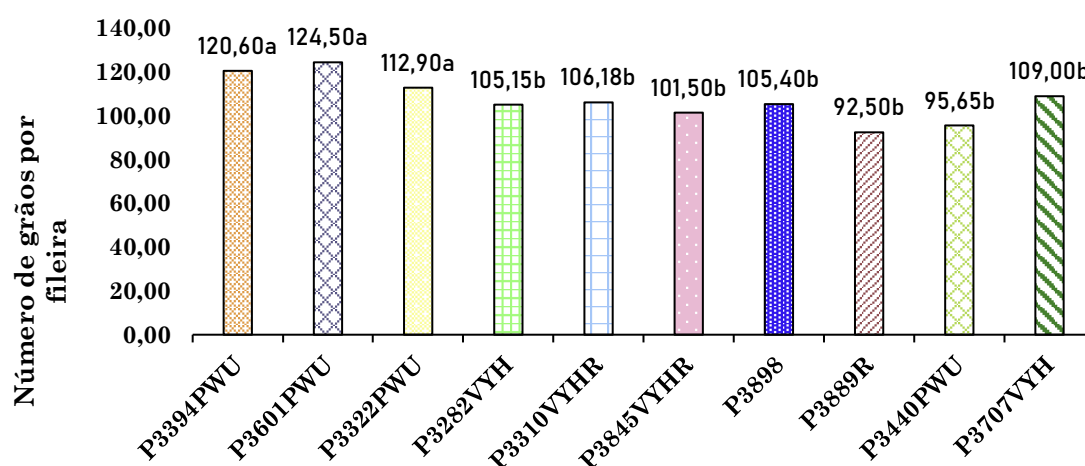


Figura 3 – Número de grãos por fileira de híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safinha 2023. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo autor.

Ocorreu diferença significativa também entre os híbridos quanto ao número de grãos por espiga (Figura 4). O híbrido P3601PWU obteve maior média de 2097,30 grãos por espiga. O híbrido P3898 com a segunda maior média (2046,35 grãos por espiga), e o híbrido P3310VYHR com a menor média de 1515,50 grãos por espiga.

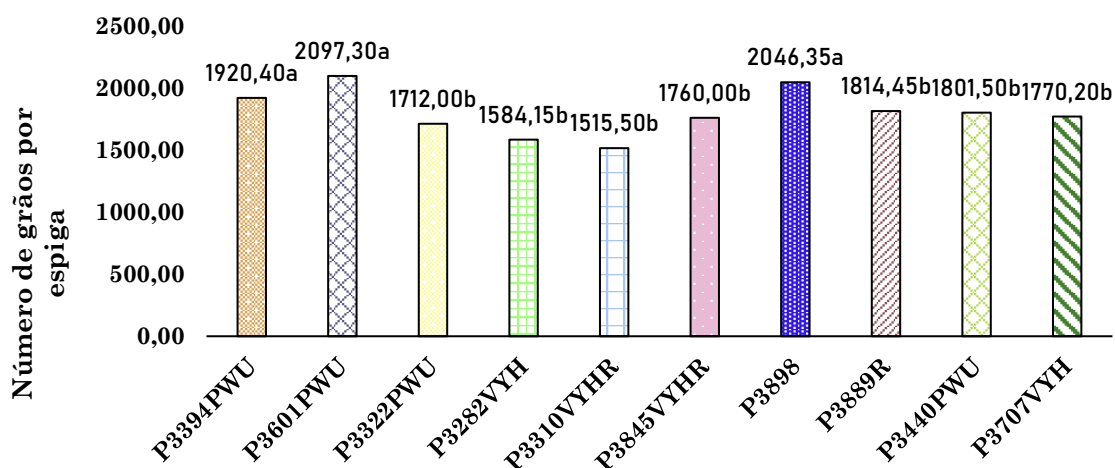


Figura 4 – Número de grãos por espiga de híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safinha 2023. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo autor.

Segundo Reetz (1987), um método para a estimativa de produtividade de grãos, pouco difundido no Brasil, foi desenvolvido na Universidade de Illinois, nos Estados Unidos. Esse procedimento baseia-se na coleta de espigas na fase de pré-colheita, permitindo a estimativa do rendimento considerando três parâmetros fundamentais: o número total de espigas, o número de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos por fileira.

A metodologia consiste em delimitar pontos amostrais de 4 m² distribuídos na lavoura, onde todas as espigas são contabilizadas. Em cada ponto, colhem-se apenas três espigas, que são analisadas quanto ao número de fileiras e à quantidade de grãos por fileira.

Com esses dados, aplica-se uma expressão matemática para estimar a produtividade da área. Diferentemente de outros métodos, não há definição prévia do número de pontos de amostragem, tampouco uma relação direta entre a área cultivada e a quantidade de amostras.

Dessa forma, a acurácia do método dependerá da representatividade dos pontos escolhidos, sendo recomendada a ampliação do número de coletas quando houver heterogeneidade na lavoura.

Apesar de sua simplicidade, esse método apresenta limitações, uma vez que variações no peso e no tamanho dos grãos, diferenças inerentes ao genótipo, fatores de manejo e até condições ambientais adversas podem interferir na precisão das estimativas.

Por essa razão, Reetz (1987) ressalta que o método é mais confiável quando aplicado em comparações entre áreas distintas ou em diferentes práticas de manejo, desde que as amostragens sejam realizadas de forma criteriosa e representativa.

Para o parâmetro massa de mil grãos, não ocorreu diferença significativa (Figura 5). O híbrido P3845VYHR obteve a maior média de 281,43 gramas. Com o híbrido P3282VYH apresentando a segunda maior média (281,35 gramas), e o híbrido P3898 com a menor média de 238,28 gramas.

Nesse sentido, estudos de correlações na cultura do milho são amplamente empregados, possibilitando a identificação da magnitude da relação entre diferentes fatores e sua contribuição para o rendimento de grãos. Entre os atributos frequentemente associados à produtividade destacam-se o número de espigas por planta, o peso de grãos e características morfológicas, como o número de folhas acima da espiga (CARVALHO et al., 2001).

Análises de trilha reforçam esses achados, evidenciando que a massa de grãos e o número de grãos por espiga estão entre os fatores de maior impacto na explicação da variação do rendimento (MOHAMMADI et al., 2003).

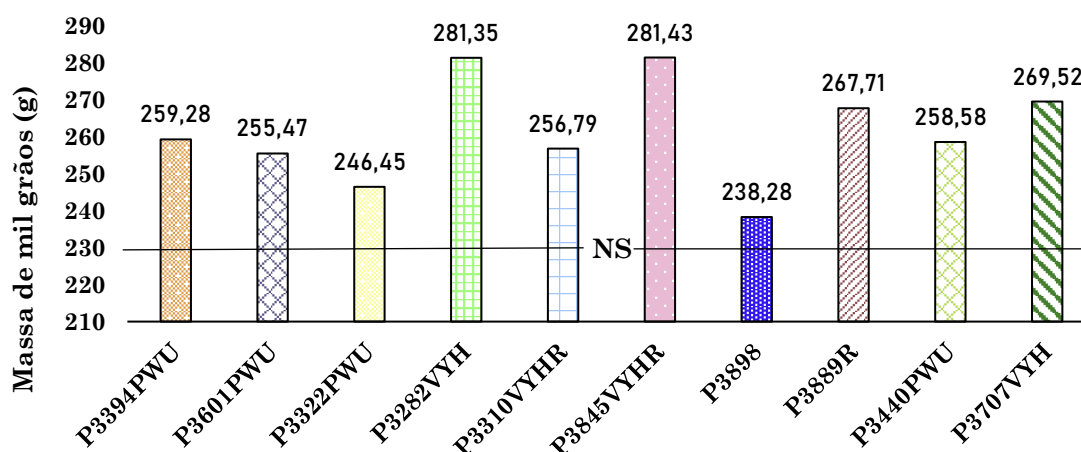


Figura 5 – Massa de mil grãos de híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safreina 2023. ^{ns} (não significativo) pelo teste F ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo autor.

Dessa forma, a massa de mil grãos (MMG) tem se mostrado um dos indicadores mais consistentes e diretamente relacionados à produtividade, mesmo com a apresentação de exceções no experimento atual. Essa tendência é confirmada por diferentes estudos, os quais apontam a MMG como um componente essencial no aumento do rendimento, ao lado de variáveis como número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira (CARVALHO et al., 2001; LOPES et al., 2007; NASTASIC et al., 2010; KHAYATNEZHAD et al., 2010; BALBINOT et al., 2005).

Em relação à produtividade (Figura 6), os híbridos apresentaram valores inferiores à média nacional ($5,9 \text{ t ha}^{-1}$) registrada no ano agrícola correspondente (CONAB, 2024). Essa redução pode ser atribuída à semeadura tardia e às condições climáticas adversas durante o ciclo da cultura.

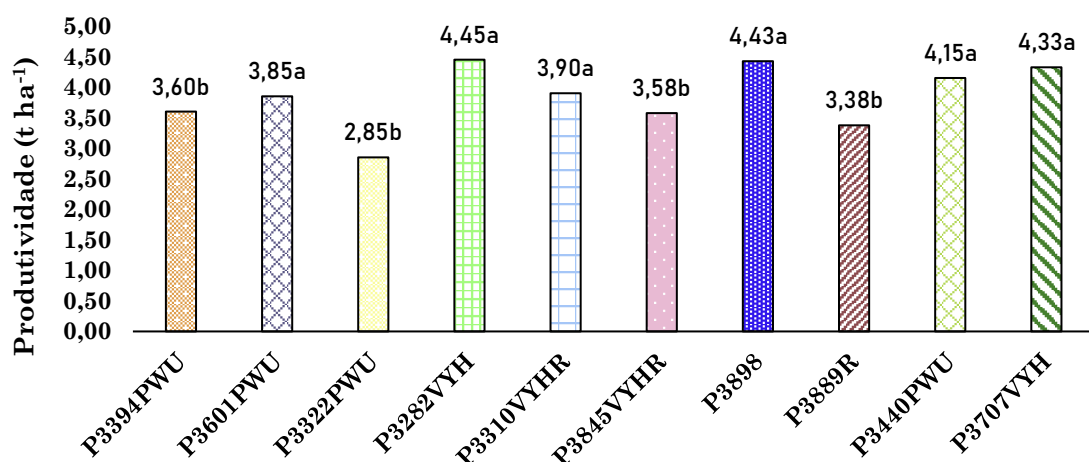


Figura 6 – Produtividade de híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safra 2023. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo autor.

Veranicos e ondas de calor, típicos desse período, podem comprometer o enchimento de grãos, reduzir a eficiência fotossintética e causar falhas na fecundação, impactando diretamente o número de grãos por espiga e a massa de mil grãos (BERGAMASCHI et al., 2006; WESTGATE & BOYER, 1985; NEVES & OLIVEIRA, 2019).

Dessa forma, práticas de manejo como planejamento da semeadura, manutenção de cobertura do solo, manejo nutricional equilibrado e a utilização de híbridos modernos são essenciais para minimizar os efeitos do estresse hídrico e térmico, contribuindo para a estabilidade da produtividade (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014; BEZERRA et al., 2023; SOUZA, 2024).

Adicionalmente, os híbridos P3394PWU, P3601PWU, P3322PWU, P3282VYH, P3310VYHR, P3440PWU e P3707VYH apresentaram índices de colheita entre 43,75 e 50,67, superiores aos observados nos híbridos P3845VYHR, P3898 e P3889R, que variaram de 34,71 a 39,32

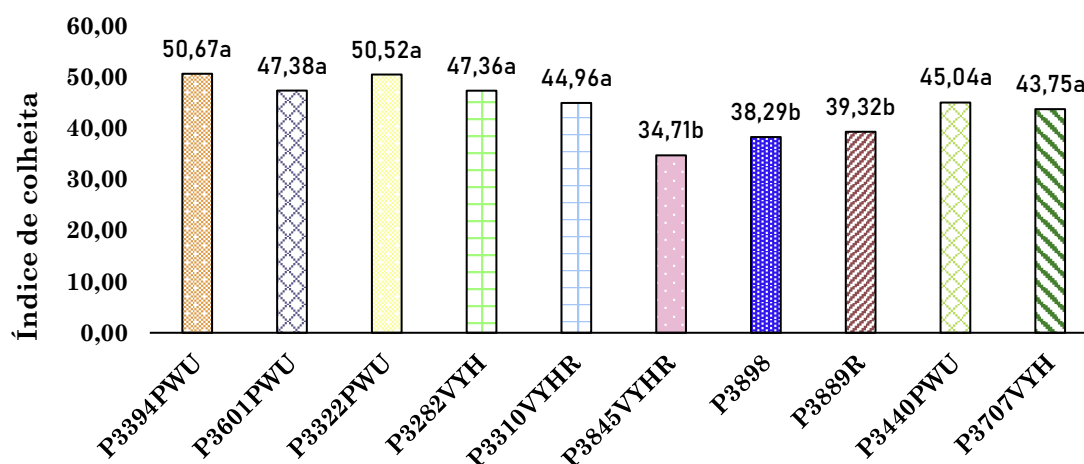


Figura 7 – Índice de colheita de híbridos de milho implantados em sistema plantio direto. Jaboticabal - SP, safreinha 2023. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo autor.

O índice de colheita (IC), definido como a proporção de grãos em relação à matéria seca total da planta, constitui um parâmetro fundamental para avaliar a eficiência de conversão dos fotoassimilados em produção econômica (DURÃES et al., 1993). Sua magnitude é influenciada por fatores como densidade de plantio, disponibilidade hídrica e nutricional, bem como pelas condições térmicas ao longo do ciclo.

De modo geral, situações de estresse reduzem o IC; entretanto, evidências indicam que plantas menores, adaptadas a tais condições, podem apresentar valores proporcionalmente mais elevados que plantas de maior porte (DURÃES et al., 1998).

Apesar dos resultados positivos, a semeadura tardia, a redução da população, a ausência de adubação complementar e as condições climáticas adversas da safreinha de 2023 podem ter comprometido o potencial produtivo dos híbridos avaliados em Jaboticabal - SP.

5. CONCLUSÕES

Os híbridos P3601PWU, P3282VYH, P3310VYHR, P3898, P3440PWU e P3707VYH apresentaram produtividades superiores aos demais, atingindo entre 3,9 e 4,5 t ha⁻¹.

Os híbridos P3282VYH e P3310VYHR apresentaram índices de colheita superiores a 50%, indicando maior aproveitamento da matéria seca para produção de grãos. Esses híbridos também mostraram um bom desempenho nos atributos morfológicos, como o número de fileiras de grãos por espiga, o diâmetro da espiga e o comprimento da espiga.

Os híbridos P3845VYHR e P3898 destacaram na altura das plantas e na quantidade de fileiras por espiga, indicando que possuem características morfofisiológicas favoráveis à produção, embora alguns tenham apresentado menor produtividade total.

6. REFERÊNCIAS

ABDRABBO, M. A. A.; SALEH, S. M.; FARAG, A. A. Water requirements for maize under climate change. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 12, p. 19-28, 2016.

AGUIAR, P. H.; MODESTO FILHO, I.; REIS, C. R. Semeadura na época certa garante sucesso da “safrinha”. **Revista Visão Agrícola**, p. 79-80, 2006.

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; MIRANDA, B. C.; OLIVEIRA, D. M.; CAMARGO, H. A. Características agronômicas e produtividade na cultura do milho plantado com diferentes populações na região de mineiros, estado de Goiás. **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 475-483, 2018.

ANDRADE, F.; SADRAS, V.; VEGA, C.; ECHARTE, L. Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean. **Journal of Crop Improvement, Binghamton**, v. 14, p. 51–101, 2005.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, L., SOUZA, Â. R. L. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.

BALBINOT, A. A.; BACKES, R. L.; ALVES, A. C.; OGLIARI, J. B.; FONSECA, J. A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.161- 166, 2005.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Évora: Universidade de Évora, Escola de ciências e tecnologia, Departamento de Fitotecnia, 2014. 52 p.

BELL, J. Corn growth stages and development. In: **Texas A&M AgriLife Extension and Research Agronomist**, Amarillo, 2017. p. 5.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, v. 84, 2014. 85 p.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, O. A.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 243–249, 2006.

BEZERRA, I. L.; ROMA, E. A. A. F. W.; DA SILVA SANTOS, L.; DE FRANÇA NETO, A. C.; DO NASCIMENTO, J. M. S.; ALVES, C. D. Características fisiológicas e de crescimento em milho sob doses de potássio. **Revista**

Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon, v. 12, n. 3, 2023.

BIGOLIN, T.; TALAMINI, E. Impacts of climate change scenarios on the corn and soybean double-cropping system in Brazil. **Climate**, v. 12, n. 3, p. 42, 2024.

BORGES, T. K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, T. E. M.; SILVA, D. D.; SILVA JUNIOR, V. P. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 38, p. 1862-1873, 2014.

BRAGA, F. M.; FERREIRA, E. A.; CABRAL, C. M.; FREITAS, I. C.; MACIEL, J. C.; FREITAS, M. S. S.; ASPIAZU, I.; SANTOS, J. B.; FERNANDES, L. A.; FRAZÃO, L. A.; SAMPAIO, R. A. Revisão: Crescimento de plantas C3 e C4 em resposta a diferentes concentrações de CO₂. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e33810716701, 2021.

BRITO, M. E. B.; ARAÚJO FILHO, G. D.; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S.; COSTA, F. B.; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van (Org.). **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2022. 500 p.

CARVALHO, C. G. P.; BORSATO, R.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S. Path analysis under multicollinearity in S0 x S0 maize hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.1, n.3, p.263-270, 2001.

CARVALHO, H. W. L.; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X.; TABOSA, J. N.; SOUZA, E. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 471-477, 2005.

CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. SPD aumenta sequestro de carbono pelo solo. **Visão agrícola**, v. 9, p. 132-135, 2009.

CECCON, G. **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 175 p.

CHURATA, B. G. M.; AYALA-OZUNA, J. T. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente e análise de trilha em caracteres avaliados no composto de milho (*Zea mays*) arquitetura. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 43, n. 249, p. 628-636, 1996.

COÊLHO, J. D. Agricultura: Milho Produção e Mercado. **Caderno Setorial ETENE**, 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v. 11, Safra 2023/2024, n. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, DF, maio 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v. 12, Safra 2024/2025, n. 9 - Nono levantamento. Brasília, DF: Conab, jun. 2025.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Brasília: Embrapa., 2019. 45 p. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2).

COSTA, J. R.; DE PINHO, J. L. N.; PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 443-450, 2008.

DAMBROS, L; LIMA, L. D. S. C.; BARROS, C. A. P. D.; CASSOL, E. A. Soil loss and runoff in southern Brazil in conservation systems: a long-term experiment. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 46, p. e63164, 2024.

DIAS, K. G.; GEZAN, S. A.; GUIMARÃES, C. T.; NODA, R. W.; SOUZA, J. C.; PASTINA, M. M.; GUIMARÃES, L. J. M. Seleção genômica para tolerância ao déficit hídrico em milho. 2016. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar**: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

DOEBLEY, J. The genetics of maize evolution. **Annu. Rev. Genet.**, v. 38, n. 1, p. 37-59, 2004.

DOURADO NETO, D.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; PALHARES, M.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 03, 2003.

DUARTE, A. P. Adubação do milho-safrinha em sucessão à soja. In: ABREU, D. C.; DIAS, M. P. L.; BOSCOLI, D. Z.; SILVA, W. M.; ALBERTO, F. P.; MARTINS, A. R. R.; PINHEIRO, D. T. (Org.). **Vitrine tecnológica agrícola, 3. Atualidades na cultura do milho em sistema soja e milho-safrinha**. Cuiabá: Uniselva, p.15-33, 2022.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA, A. C.; FANCELLI, A. L.; COSTA, J. D. Partição de fitomassa e limitações do rendimento de milho (zea

mays l.) Relacionados com a fonte-dreno. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 90, 1993.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, M. X.; LOPES, M. A.; PAIVA, E. Intervalo entre florescimentos masculino e feminino como parâmetro fenotípico útil ao melhoramento de milho tropical para tolerância à seca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. Globalização e segurança e alimentar - resumos. Recife: IPA, 1998. p. 27.

FABBRI, F. L. J. F. Expectativas para a Segunda Safra 2024/25 de milho. **AgroANALYSIS**, v. 45, n. 01, p. 17-19, 2025.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FENNER, W.; DALLACORT, R.; MOREIRA, P. S. P.; QUEIROZ, T. M.; SILVA FERREIRA, F.; BENTO, T. S.; CARVALHO, M. A. C. Índices de satisfação de necessidade de água para o milho segunda safra em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, 2014.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2014. 576 p.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A.; SOARES, E. R.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Tropica-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, p. 18, 2010.

GUIMARÃES, P. S.; ROCHA, D. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Conteúdo de carboidrato foliar em híbridos de milho submetidos à restrição hídricas. **Evidência**, v. 19, n. 2, p. 93-112, 2019.

GUIMARÃES, S. A.; TRINDADE, R. S.; GUIMARÃES, L.; GUIMARAES, P. O.; MEIRELLES, W.; PACHECO, C.; TARDIN, F. Comportamento agrônomo e ganhos por seleção em híbridos experimentais de milho em condições de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 14., 2017, Cuiabá. **Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis: anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2017. p. 538-543.

HEINEMANN, A. B.; ANDRADE, C. L. T.; GOMIDE, R. L.; AMORIM, A. O.; PAZ, R. L. D. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1026-1033, 2009.

HOCHHOLDINGER, F.; PARK, W. J.; SAUER, M.; & WOLL, K. From weeds to crops: genetic analysis of root development in cereals. **Trends in plant science**, v. 9, n. 1, p. 42-48, 2004.

KAPPES, C. Sistemas de cultivo de milho safrinha no Mato Grosso. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, v.12, Dourados. **Estabilidade e produtividade: anais**. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 21 p.

KHAYATNEZHAD, M.; GHOLAMIN, R.; SOMARIN, S. J.; MAHAMOODABAD, R. Z. Correlation coefficient analysis between grain yield and its components in corn (*Zea mays* L.) hybrids. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science**, v.9, n.1 p.105-108, 2010.

LEOLATO, L. S.; SANGOI, L.; DURLI, M. M.; PANISON, F.; VOSS, R. Regulador de crescimento e resposta do milho ao aumento na densidade de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 11, p. 997-1005, 2017.

LIMA, R. O.; BORÉM, A. **Melhoramento de milho**. Minas Gerais: Editora UFV, 2018. 396 p.

LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; DAMO, H. P.; BRUM, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1536-1542. 2007.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; SOARES, D. J.; OLIVEIRA, N. C.; KAWAGUCHI, I. T.; BERGER, G. U.; CARVALHO, S. J. P. Interferência e controle de milho voluntário tolerante ao glifosato na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 04, p. 340-347, 2016.

LYNCH, J. P. Roots of the second green revolution. **Australian Journal of Botany**, v. 55, n. 5, p. 493-512, 2007.

MARACAÍPE, I. S. M.; RODRIGUES, M. M.; PAIVA, L. F. C.; ALVES, C. R. C. R.; CASTRO, E. C.; FERREIRA, E. M.; COSTA, L. C. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): sustentabilidade, produtividade e desafios. In: **Agropecuária e meio ambiente: uma visão integrada**. Editora Científica Digital, p.296-309, 2025.

MARCHÃO, R. L.; NEIS, L.; FRANCO, R. C.; BRAIT, M. H.; GOMES, J. A.; RESENDE, A. V. Efeito do potássio sobre o potencial de água no milho. In: **VII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, 2001. Anais..., 2001. p. 23-25.

MELO, A. C. A. Fatores climáticos e os custos de produção do milho: um estudo nas principais regiões produtoras brasileiras. 2024. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2024.

MINGOTTE, F. L. C.; JARDIM, C. A.; DO AMARAL, C. B.; COELHO, A. P.; MORELLO, O. F.; LEAL, F. T.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Maize yield under *Urochloa ruziziensis* intercropping and previous crop nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 2, p. 1681-1690, 2021.

MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B. Rotação e sucessão de culturas: formação de palha para o sistema plantio direto de qualidade no Cerrado. **Informe Agropecuário**, v. 39, n. 302, p. 28-41, 2018.

MIRANDA, G. V.; MACHADO, P.; BRAUN, E. M. W.; ALVES, M. E. V. B.; HUBNER, J. P. M.; RIBEIRO, A. R. Desempenho de híbridos de milho na segunda safra em baixa altitude no extremo oeste do Estado do Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34823-34836, 2021.

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018.

MOHAMMADI, S. A.; PRASANNA, B. M.; SINGH, N. N. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. **Crop Science**, Madison, v.43, n.5, p.1690-1697, 2003.

NASTASIC, A.; JOCKOVIC, D.; IVANOVIC, M.; STOJAKOVIC, M.; BOCANSKI, J.; DALOVIC, I.; SRECKOV, Z. Genetic relationship between yield and yield components of maize. **Genetika**, vol. 42, n.3, p.529-534, 2010.

NETO, E. R. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de milho e sorgo em condições de segunda safra em balsas-maranhão. 2023. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2023.

NEVES, N. C. S.; OLIVEIRA, A. G. Queda na precipitação em 2016 e a produção de milho safrinha em Morrinhos/GO. **Revista Mirante (ISSN 1981-4089)**, v. 12, n. 2, p. 167-180, 2019.

NIELSEN, R. L. Kernel Set Scuttlebutt. West Lafayette, IN: **Corny News Network**, 2005.

NLEYA, T.; CHUNGU, C.; KLEINJAN, J. Chapter 5 - Corn growth and development. **Grow Corn Best Management Practices**, v. 722, p. 1-10, 2016.

NOGUEIRA JÚNIOR, E. C. Setor de etanol de milho no Brasil: condicionantes e estratégias competitivas. 2022. 102 f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2022.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada

no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, A. V. Manejo da irrigação na cultura do milho, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Agronegócio) - Escola Técnica Estadual Prof. Ídio Zucchi - Bebedouro, SP, 2022.

OLIVEIRA, G. C.; JUNIOR, D.; RESCK, D. V. S.; CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 327-336, 2004.

OLIVEIRA, L. S. Utilização de grãos de milho e soja na nutrição de bovinos, suínos e aves. 2016. 25 f. Monografia (Tecnólogo em Produção de Grãos) – Universidade Estadual do Goiás, Posse, GO, 2016.

ORBEN, J. M. C.; SIQUEIRA, J. A. C.; SANTOS, R. F.; JÚNIOR, W. M. M.; BARICCATTI, R. A.; ORBEN, R. A. B.; PIACENTINI, R. V.; DA SILVA, E. V. C.; TOKURA, L. K.; SANTOS, N. B. Influência da precipitação sobre a produtividade do milho safrinha em Umuarama. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. e1164, 2024.

PALHARES, M. Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho. 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2003.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; MEIRELLES, P. R. D. L.; CASTILHOS, A. M. D.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M. Silage production of corn intercropped with tropical forages in an integrated crop-livestock system with lambs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 54-62, 2017.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; RODRIGUES, C. S.; ROVARIS, S. R. S.; GALLO, P. B. Seleção de híbridos de milho brando destinados à alimentação humana. **Singular. Meio Ambiente e Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 49-52, 2019.

PEDROTTI, M. C. Produtividade de soja e milho em função da época de semeadura sob irrigação e sequeiro. 2014. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.

PEGORARE, A. B.; FEDATTO, E.; PEREIRA, S. B.; SOUZA, L. C.; FIETZ, C. R. Irrigação suplementar no ciclo do milho" safrinha" sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 262-271, 2009.

PEREIRA, J. L. A. D. R.; VON PINHO, R. G.; SOUZA FILHO, A. X.; SANTOS, Á. D. O.; FONSECA, R. G. Avaliação de componentes estruturais da planta

de híbridos de milho colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 1, p. 47-55, 2011.

RAIJ, B. van. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p

RANUM, P.; PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. **Annals of the new York academy of sciences**, v. 1312, n. 1, p. 105-112, 2014.

REETZ, H. Here's how to estimate yields for corn and soybeans before harvest. **Better Crops With Plant Food**, Atlanta, v. 71, p. 18-19, 1987.

REGITANO-DARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F.; CASTELLUCCI, A. C. L. Processamento e industrialização do milho para alimentação humana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 13, p. 138-140, 2015.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN – REML/BLUP: sistema estatístico e seleção computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359p.

RISQUES, A. C. M. D. V. L. Avaliação do aproveitamento da palha do milho (*Zea mays* L.) para bioenergia, nos sistemas de produção do Vale do Tejo. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Sustentável) - Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, Portugal, 2015.

ROCHA, J. C. Análise da produção e estoque de milho: tendências e desafios. 2024. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade Mais de Ituiutaba, UNIMAIS, Ituiutaba, MG, 2024.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; DURLI, M. M.; LEOLATO, L. S.; COELHO, A. E.; KUNESKI, H. F.; OLIVEIRA, V. D. L. Estratégias de manejo do arranjo de plantas visando otimizar a produtividade de grãos do milho. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v. 18, n. 1, p. 47-60, 2019.

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**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590 p.

SANTOS, R. Caracterização de linhagens promissoras de milho. 2018. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2018.

SILVA, B. C. R.; TON, A. P. S.; MORENO, F. L. V.; FREITAS, L. W. Uso do coproduto de etanol de milho na alimentação de aves: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e15510413891, 2021.

SILVA, C. J. Influência de estresses abióticos na fase reprodutiva do milho. 2005. VIII, 60 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.

SILVA, É. J.; ESPERANCINI, M. S. T. Análise de viabilidade econômica do milho safrinha no Paraná. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 62-62, 2021.

SILVA, M. A., NASCENTE, A. S., LANNA, A. C., REZENDE, C. C., CRUZ, D. R. C., FRASCA, L. L. M.; FERREIRA, A. L.; FERREIRA, I. V. L.; DUARTE, J. R. M.; FILIPPI, M. C. C. Sistema de plantio direto e rotação de culturas no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e376111335568, 2022.

SILVA, P. C., FRANÇA, A. F. S.; PÁDUA, D. M. C.; CARVALHÊDO, A. S.; FERREIRA, W. A.; MAIA, J. R.; RIBEIRO, L. H. Avaliação do uso de grãos de milheto (*Pennisetum americanum*) e milho (*Zea mays*) na alimentação de peixes na fase de recria, em sistema de policultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 81-93, 1994.

SOUSA, S. F. G. Avaliação da cultura do milho e da decomposição da palhada submetida à Hormesis. 2013. v, 61 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013.

SOUZA, A. E.; DOS REIS, J. G. M.; RAYMUNDO, J. C.; PINTO, R. S. Estudo da produção do milho no brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas. **South American Development Society Journal**, v. 4, n. 11, p. 182-182, 2018.

SOUZA, G. M. Cultura do milho: do melhoramento clássico à biotecnologia. 2024. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2024.

SOUZA, G. M.; BARBOSA, A. M. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. **Visão agrícola**, v. 13, n. 1, p. 30-34, 2015.

SOUZA, P. V. D.; REZENDE, L. P.; DUARTE, A. P.; MIRANDA, G. V. Maize yield prediction using artificial neural networks based on a trial network dataset. **Engineering, Technology & Applied Science Research**, v. 13, n. 2, p. 10338-10346, 2023.

SOUZA, T. V.; RIBEIRO, C. M.; SCALON, J. D.; GUEDES, F. L. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **Magistra**, v.26, n.4, p. 495-506, 2014.

SOUZA, Y. A. V. **Prática 22 - Análise da atividade emulsificante da bile**. Laboratório Na Sala De Aula, 2019. 144 p.

SPADA, C. A.; FARIA, M. V.; BONATO, F. G. C.; OLIVEIRA, V. C.; TOMAZ, C. E. B.; DE MELLO, N. M.; GONÇALVES, G. R.; OTUTUMI, L. K.; BONATO, D. V. Seleção de linhagens de milho para produção de forragem, caracterização dos componentes da planta e fatores ambientais: uma revisão. **Peer Review**, v. 5, n. 14, p. 264-277, 2023.

STITZER, M. C.; ROSS-IBARRA, J. Maize domestication and gene interaction. **New phytologist**, v. 220, n. 2, p. 395-408, 2018.

STRAZZI, S. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 9, p. 146-150, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production. Circular Series**. Washington, DC: Foreign Agricultural Service, 2024.

WESTGATE, M.E.; BOYER, J.S. Carbohydrate reserves and reproductive development at low leaf water potentials in maize. **Crop Science**, v.25, p.762-769, 1985.

ZANCANARO, P. O. **Melhoramento Genético de Milho**. Piracicaba: ESALQ, 2013. 128 p.

ZUCARELI, C.; OLIVEIRA, M. A.; SPOLAOR, L. T.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônômico de genótipos de milho de segunda safra na região Norte do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 3, p. 227-235, 2013.