



ARTIGO TÉCNICO 1

Alcançando Altas Produtividades no Milho Safrinha

 Aildson Pereira Duarte¹, Claudinei Kappes²

1. INTRODUÇÃO

A produtividade da cultura do milho é resultante da interação entre fatores ambientais, material genético e manejo agrícola.

A radiação solar incidente, a temperatura e a disponibilidade de água, ao longo do ano, influenciam o potencial produtivo do milho. O uso de irrigação e a adequação da época de semeadura são práticas agrícolas que atenuam os efeitos adversos do clima. O tipo de solo, por sua vez, determina o suprimento de nutrientes e água para as plantas. A disponibilidade de nutrientes e água do solo pode ser melhorada (ou piorada) pelo manejo, enquanto a textura e a profundidade do solo não são alteradas. O uso do sistema plantio direto, na essência de seu conceito, com rotação de culturas e plantas de cobertura, e o inadequado tráfego de máquinas, causando a compactação do solo, são dois exemplos contrastantes. No Brasil, a maior parte do cultivo de grãos se tornou viável graças às melhorias da fertilidade do solo (calagem e adubação), especialmente nas regiões dos chapadões.

A cultivar é outro fator determinante da produtividade, devendo ser adaptada ao ambiente de produção e ao manejo da cultura. Os programas de melhoramento vegetal têm lançado cultivares cada vez mais produtivas e estáveis, mesmo em

condições de estresses abióticos, em sintonia com o aperfeiçoamento do manejo, a exemplo da redução do espaçamento entre linhas e do adensamento populacional. O lançamento de cultivares específicas para as condições de safrinha foi um dos principais fatores que proporcionou o aumento expressivo da produtividade nesta modalidade de cultivo.

Existe um gargalo relativamente grande entre a produtividade real de uma lavoura e a produtividade potencial em determinada região e/ou local utilizando os melhores materiais genéticos disponíveis, o que é denominado *yield gap*. Os principais fatores que promovem essa diferença são o estresse hídrico, por escassez de chuvas, e o estresse nutricional, decorrente da falta de água para a absorção dos nutrientes. Depois, têm-se principalmente os manejos físico, químico e biológico do solo, que interferem no suprimento de água e nutrientes, e o manejo da cultura, tanto de construção como de proteção do potencial produtivo.

O capricho nas operações mecanizadas é um dos fatores críticos, pois pode interferir na uniformidade de distribuição dos fertilizantes e das sementes, na qualidade das aplicações dos produtos fitossanitários e nas perdas durante a colheita. A proteção do potencial corresponde ao manejo integrado de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, incluindo o uso de produtos fitossanitários químicos e biológicos.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Científico, Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP; e-mail: duarteildson@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador em Fertilidade do Solo e Adubação, NemaBio Laboratório e Pesquisa Agronômica, Sinop, MT; e-mail: claudinei.kappes@nemabio.com.br

2. EVOLUÇÃO E FATORES CRÍTICOS DA PRODUTIVIDADE

As produtividades médias de milho safrinha nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso passaram de 2,0 t ha⁻¹ na década de 1990 para 3,1 e 5,0 t ha⁻¹ nas décadas de 2000 e 2010, respectivamente (Figura 1).

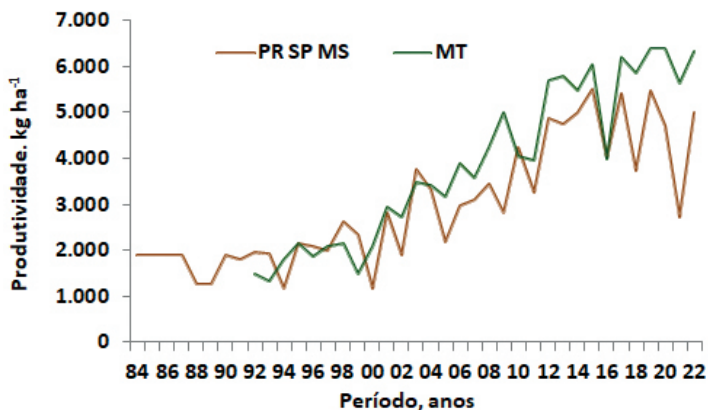


Figura 1. Evolução da produtividade média de milho safrinha no período 1984 a 2022, nos estados do Paraná (PR), São Paulo (SP), Mato Grosso do Sul (MS) e Mato Grosso (MT).

Fonte: adaptada de CONAB (2023).

Os principais fatores que contribuíram para a melhoria da produtividade na virada do milênio foram a antecipação da época de semeadura, o uso de cultivares mais adaptadas e o aumento das taxas de adubação (DUARTE, 2022). Com a entrada da ferrugem-asiática na soja, nas safras 2001/2002 e 2002/2003 nos estados de Mato Grosso e São Paulo, respectivamente, houve grande demanda pelo lançamento de cultivares de soja de ciclo mais precoce e que pudessem ser semeadas no “cedo”, naquela ocasião, no mês de outubro, favorecendo a época de semeadura do milho safrinha.

A década de 2010 foi o período de maior ganho de produtividade do milho safrinha. Antecipou-se ainda mais a semeadura da soja, melhorou-se a adubação, o milho transgênico se expandiu rapidamente e a aplicação de fungicidas se tornou comum nas lavouras de milho safrinha, devido ao aumento da oferta e redução dos seus custos. A agregação de valor às sementes de milho levou ao aumento do seu custo e ao maior investimento no melhoramento de plantas; as empresas passaram a disponibilizar, prioritariamente, híbridos simples, pois ainda predominavam no mercado os híbridos triplos e simples modificados. Assim, melhorou-se o potencial produtivo das cultivares e o manejo de insetos-praga, doenças e plantas daninhas nas lavouras.

Contudo, a produtividade média do milho safrinha nos anos mais favoráveis está estagnada desde 2015, próxima de 6 t ha⁻¹, mesmo com as colheitas das melhores lavouras superando 9 t ha⁻¹ de grãos. O manejo da fertilidade do solo e

da nutrição de plantas é um dos principais fatores limitantes para a sua melhoria (Figura 2). Em levantamento realizado em 2019, com 141 profissionais da assistência técnica, em quatro macrorregiões produtoras de milho safrinha, aproximadamente ¼ deles indicou a necessidade de melhoria do referido manejo, superando todos os outros fatores citados espontaneamente (DUARTE, 2022). Além disso, a necessidade de melhoria química e física do perfil do solo também sobressaiu como gargalo produtivo em Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais (Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), onde a maioria dos solos é originalmente de baixa fertilidade natural.

Metade dos profissionais citou, acumulativamente, como fatores críticos, os seguintes aspectos: épocas de semeadura, cultivares e proteção de plantas, variando a importância relativa de cada um por macrorregião. Destaca-se a necessidade do desenvolvimento e posicionamento de cultivares adaptadas e com resistência às principais doenças e insetos-praga, cuja ocorrência agravou-se pela ausência de rotação de culturas, grande área contígua de milho semeado em datas diferentes e ocorrência do milho tiguera transgênico RR na soja, caracterizando a “ponte verde” para patógenos e insetos-praga.

A proteção do potencial produtivo é feita rotineiramente na cultura do milho, mas nem sempre com boa eficiência. Isso se agravou no final da década de 2010 com a persistência do surto epidêmico de enfezamento e viroses do milho, que são doenças transmitidas pela cigarrinha e pulgão-do-milho, pelo aumento do ataque de percevejos em plantas recém-emergidas e pela quebra da maioria das tecnologias transgênicas de resistência à lagarta-do-cartucho.

Em levantamento realizado em 2022, com 19 técnicos das principais regiões produtoras de milho safrinha do Brasil, verificou-se que os insetos-praga e as doenças se tornaram o fator mais crítico (30% do total de respostas), em decorrência do agravamento da epidemia de enfezamento e viroses. Esse problema ainda era incipiente no Paraná e em Minas Gerais por ocasião do levantamento anterior.

3. ALTAS PRODUTIVIDADES

Para se definir uma produtividade alta é necessário estabelecer um critério ou uma referência. O mais comum é comparar os valores com o teto das melhores lavouras numa determinada região ou entre talhões dentro da mesma propriedade.

Porém, faz-se necessário também conhecer a produtividade potencial da cultura naquela região, a partir de modelos preditivos ou conduzindo lavouras sob condição irrigada e otimizando ao máximo o manejo. Nos Estados Unidos, a maior produtividade de milho reportada em lavouras foi de 38,4 t ha⁻¹, no estado da Virgínia (NCGA, 2019). No Brasil, a maior média encontrada foi 21 t ha⁻¹, em área experimental, na safra de verão 2014/2015, em Guarapuava, PR (Celso Wobetto, informação pessoal). A diferença marcante do ambiente norte-americano, em relação ao brasileiro, é a

Principais fatores limitantes da produtividade (% citações)

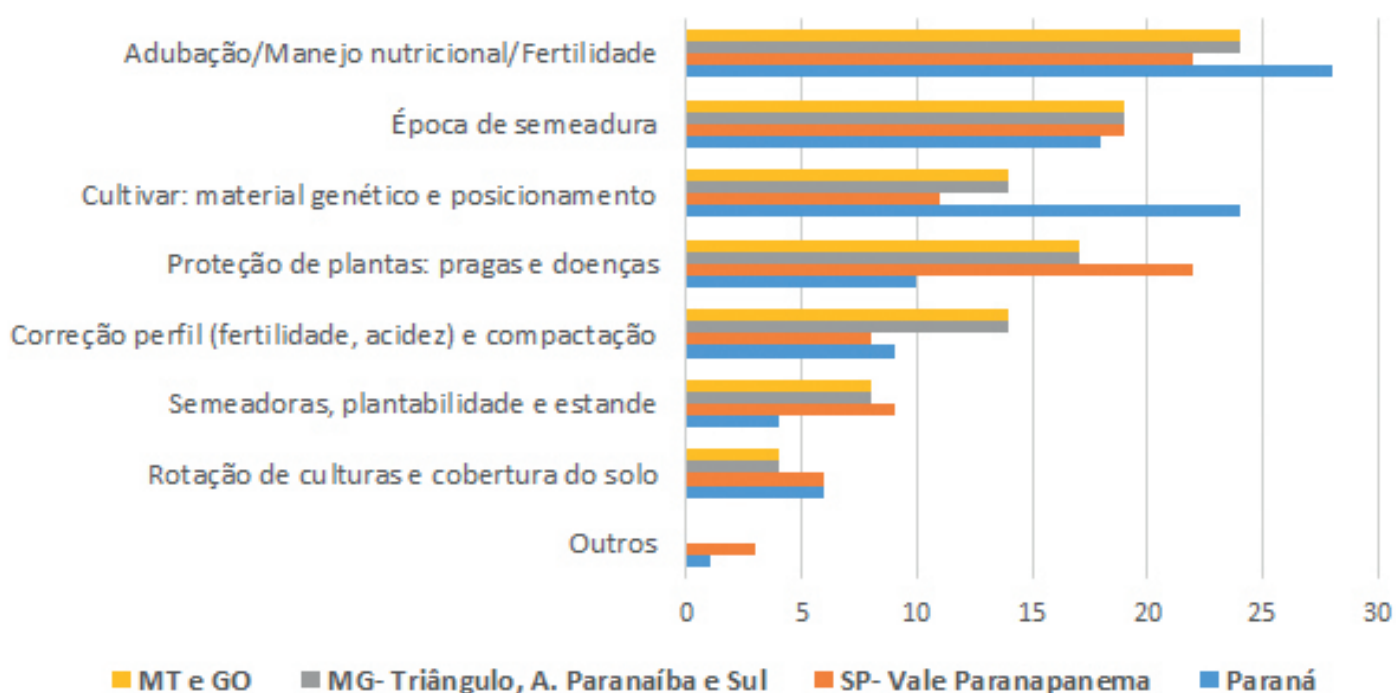


Figura 2. Principais fatores limitantes para o aumento de produtividade do milho safrinha, em % do número total de respostas espontâneas, nos estados de Mato Grosso (MT) e Goiás (GO), Minas Gerais (MG – regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul), São Paulo (SP – região do Vale do Paranaíba) e Paraná.

Fonte: Duarte (2022).

maior radiação solar diária. Mas, essas produtividades são muito superiores àquelas comumente obtidas nas lavouras de milho em cada país. As melhores médias brasileiras têm sido obtidas na região de Guarapuava, ultrapassando 14 t ha⁻¹ (Figura 3), refletindo o aumento dos tetos de produtividade das melhores lavouras e do número de produtores com altas produtividades.

O ambiente de produção do milho safrinha é caracterizado pela ocorrência de estresses abióticos e bióticos, mesmo com a crescente atencção da semeadura (DUARTE; KAPPES, 2015). Nos chapadões do Brasil Central e estados limítrofes, as chuvas escasseiam com a chegada do inverno, enquanto abaixo do paralelo 22, abrangendo o sudoeste de São Paulo e o centro-sul de Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina, as temperaturas caem drasticamente, com risco de geadas, e ainda pode ocorrer déficit hídrico em anos específicos.

Pouco se tem falado sobre as possíveis limitações da produtividade do milho safrinha pela radiação solar. Ao comparar o Mato Grosso com o Paraná, em diferentes latitudes, verifica-se que este fator é crítico mais ao Sul do Brasil, principalmente em semeaduras tardias, como resultado da redução do comprimento do dia no inverno (Figura 4).

Assim, geralmente, as produtividades médias de milho safrinha são menores que as obtidas na safra de verão. Contudo, diante dos ajustes no sistema de produção da sucessão soja-milho safrinha, antecipando a colheita e semeadura

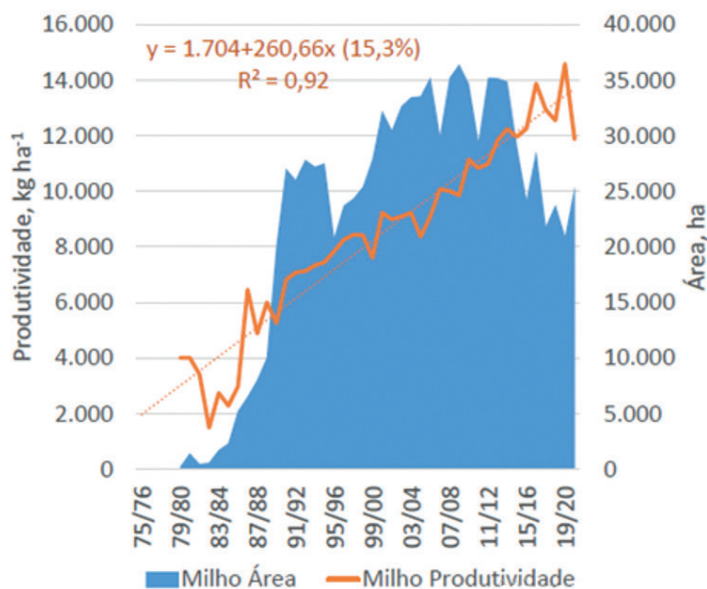


Figura 3. Evolução da área e produtividade do milho safra de verão no período 1976 a 2020, na área de abrangência da Cooperativa Agrária, em Guarapuava, PR.

Fonte: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – FAPA (dados não publicados).

concomitante dessas culturas, em algumas regiões de baixa altitude, com temperaturas noturnas altas e elevada nebulosidade no verão, a produtividade média do milho nas duas safras pode se igualar.

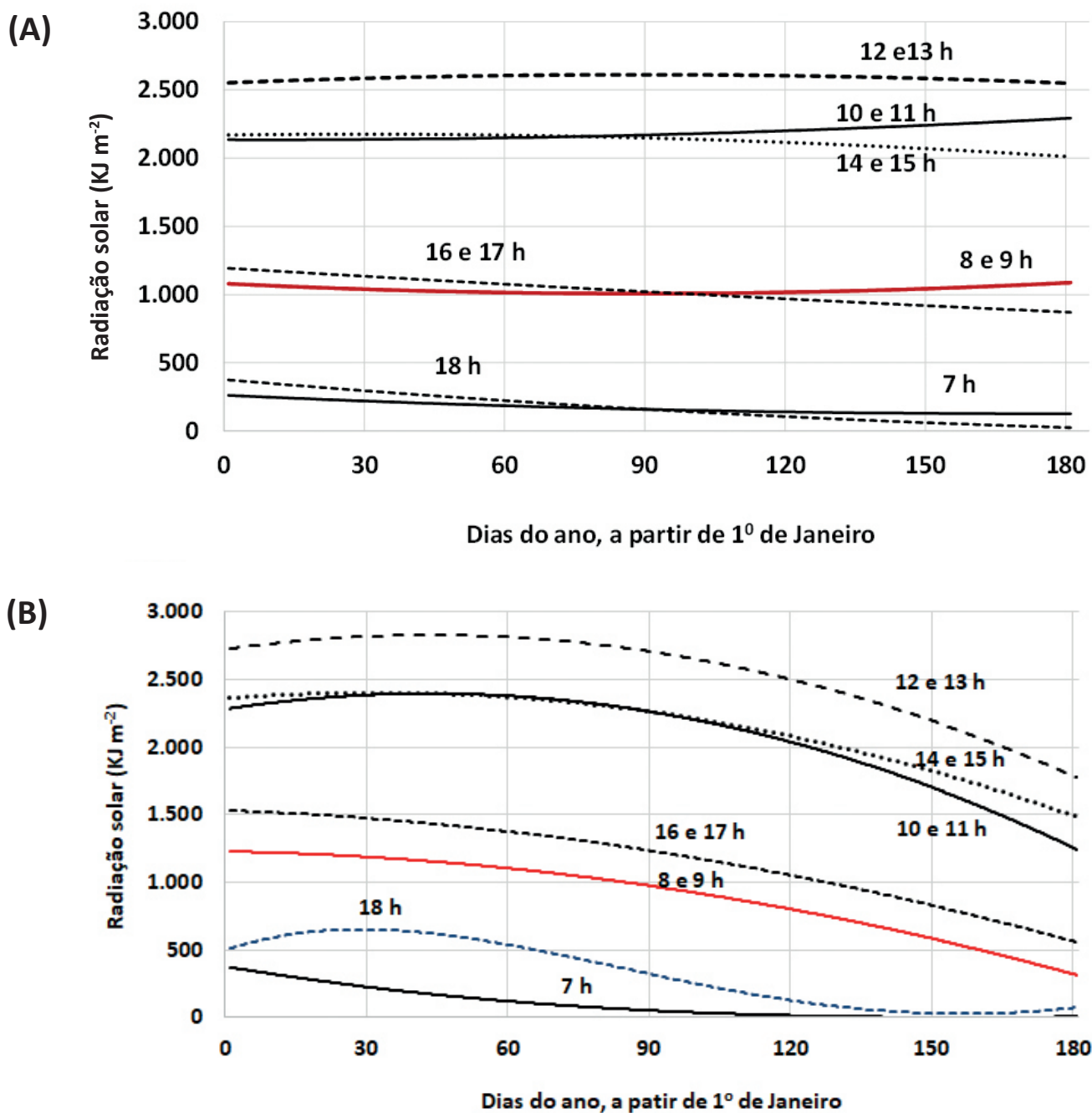


Figura 4. Radiação solar em diferentes horários em Sapezal, MT (latitude: 12° 59' S e altitude: 370 m) (A) e em Cascavel, PR (latitude: 24° 57' S e altitude: 781 m) (B) em função dos dias do ano, a partir de 1º de janeiro.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (médias de 2018 a 2021).

É importante conhecer quais são as produtividades máximas de milho safrinha que estão sendo obtidas em condições de lavoura. Se a abrangência for nacional, basta escolher as regiões de maior potencial produtivo e de menor gargalo com as produtividades reais.

Com objetivo de estudar as práticas de manejo adotadas em lavouras de milho de altas produtividades, foram selecionados três *cases* de sucesso em 2022 no estado de Mato Grosso, os quais serão apresentados e discutidos a seguir.

3.1. Cases de alta produtividade em Mato Grosso

Os *cases* foram levantados em três propriedades particulares situadas em importantes regiões produtoras de milho safrinha no estado: médio-norte, oeste e sul, representadas pelos municípios de Nova Ubiratã (fazenda Santo Antônio do Desejado), Campos de Júlio (fazenda Santa Inês) e Itiquira (fazenda Rincão), respectivamente (Figura 5). A área total cultivada de milho safrinha nas propriedades variou entre

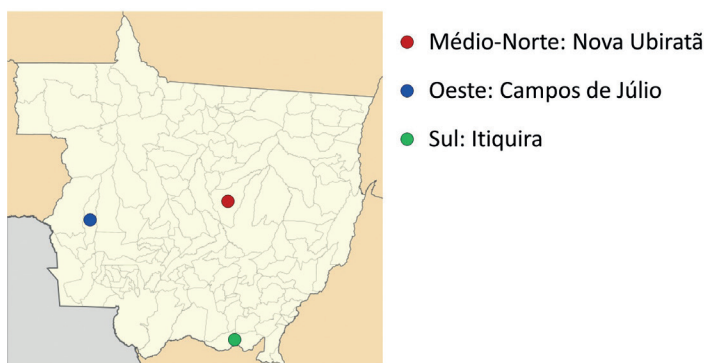


Figura 5. Regiões e municípios de Mato Grosso onde os *cases* de altas produtividades de milho safrinha foram obtidos.

1.900 e 2.500 ha. Contudo, no levantamento dos *cases* foram consideradas as áreas menores, relativas aos talhões campeões em produtividade. Outro ponto a destacar é que as informações sobre a produtividade e as práticas de manejo nos talhões de altas produtividades foram repassadas pelos próprios produtores ou responsáveis técnicos.

As áreas colhidas nos talhões considerados campeões variaram entre 220 e 387 ha e as produtividades de milho alcançadas oscilaram entre 158,0 e 211,8 sc ha⁻¹ (Tabela 1), em híbridos do tipo simples, semeados em espaçamento entre linhas de 50 cm.

Todas as áreas foram semeadas no período adequado para o cultivo do milho safrinha em Mato Grosso, que variou entre 24 de janeiro e 4 de fevereiro. A janela segura de semeadura do milho foi viabilizada pelo uso de cultivares de soja precoces, semeadas na primeira quinzena de outubro. Este foi um importante fator e, certamente, um dos maiores responsáveis pelas altas produtividades de milho. Via de regra, quanto mais cedo é realizada a semeadura do cereal, menores são os riscos de perdas de produtividades por restrições hídricas em regiões com estação seca definida. Por

isso, não é exagero afirmar que a produtividade do milho safrinha começa a ser definida no planejamento de semeadura da soja (KAPPES, 2022).

As populações de plantas utilizadas ficaram dentro da faixa usual recomendada (em torno de 60.000 plantas ha⁻¹), exceto na região médio-norte, onde se empregou população maior (75.000 plantas ha⁻¹), posicionada especificamente para o híbrido cultivado (Tabela 1). Logo, não é possível afirmar que a elevada população de plantas é, necessariamente, um fator determinante para se obter altas produtividades nesta região.

As produtividades dos *cases* ficaram expressivamente acima das médias obtidas em suas respectivas regiões de cultivo (Figura 6), de acordo com os dados divulgados pelo Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA, 2022). As médias de produtividade satisfatórias das

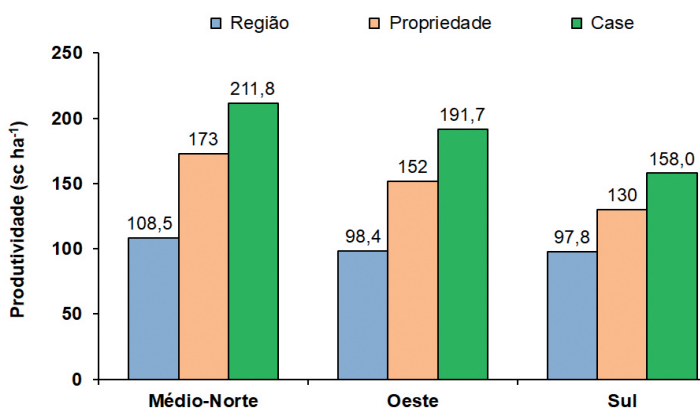


Figura 6. Produtividades médias de milho safrinha em três regiões de Mato Grosso e respectivas médias das propriedades e dos *cases* analisados em 2022.

Fontes: Produtividade da região (IMEA, 2022); produtividade da propriedade e do *case* (produtor).

Tabela 1. Produtividades de milho obtidas na safrinha de 2022 em talhões campeões de propriedades situadas em três regiões de Mato Grosso.

Parâmetro	Médio-Norte	Oeste	Sul
Produtividade (sc ha ⁻¹)	211,8	191,7	158,0
Área colhida (ha)	220	284	387
Altitude (m)	450	540	480
Híbrido	DKB 360 PRO3	P3898	P3707 VYH
Data de semeadura	28/01	24/01	04/02
Data de colheita	04/06	22/06	13/07
Espaçamento entre linhas (cm)	50	50	50
População (plantas ha ⁻¹)	75.000	61.000	59.800

propriedades, bem acima da média do estado ($102,2 \text{ sc ha}^{-1}$), refletem o bom manejo e o capricho adotado pelos produtores, associados à adequada época de semeadura e à boa disponibilidade hídrica (entre 516 e 1.131 mm durante o ciclo da cultura).

O maior volume de chuva foi registrado na propriedade situada na região oeste. Porém, elevado volume de chuva durante o ciclo da cultura não é garantia de produtividade recorde. Mais importante que o volume total de chuva é a sua distribuição regular durante as fases críticas de desenvolvimento das plantas.

Quanto ao manejo e uso do solo, todas as áreas campeãs em produtividade são cultivadas sob plantio direto, cujo tempo de cultivo é superior a 15 anos. Ademais, a fertilidade química corrigida e a textura argilosa são outros aspectos em comum entre as áreas de altas produtividades. Nos últimos cinco anos, a sucessão soja-milho safrinha foi o sistema predominante nas áreas campeãs das três regiões. Porém, no médio-norte, no mesmo período, em dois anos houve a inserção da braquiária no sistema de produção após a colheita da soja, sendo em um deles sob modalidade de cultivo solteira e em outro sob consórcio com o milho. A adoção desta prática ao longo do tempo pode culminar na construção de um ambiente de maior potencial produtivo, devido, principalmente, às melhorias propiciadas pela braquiária na fertilidade química, física e biológica e na conservação do solo, devido ao seu sistema radicular profundo, volumoso e fibroso. Assim, acredita-se que estes benefícios devem ter ocorrido na área da região médio-norte.

A área de maior produtividade (região médio-norte) foi a que recebeu também os maiores investimentos em adubação com nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre (Tabela 2). Porém, não é regra assumir que o simples aumento dos níveis de adubação proporciona incrementos significativos na produtividade do milho safrinha, uma vez que a resposta das plantas aos nutrientes aplicados por meio dos fertilizantes depende de uma série de fatores, destacando-se o nível da fertilidade do solo e as características físicas e biológicas do solo.

Uma prática crucial para a obtenção de altas produtividades de milho é o fornecimento de nitrogênio no momento da semeadura ou nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura (DUARTE et al., 2019; SIMÃO et al., 2020). Esta prática foi utilizada nas três áreas. Em muitas situações, para o nitrogênio, mais importante do que a dose é o momento de sua aplicação, isto é, aplicações tardias do elemento, mesmo que em doses elevadas, tendem a não refletir em resultados tão positivos quanto aos alcançados com as aplicações no “cedo”, seja no momento da semeadura, seja imediatamente após a emissão das primeiras folhas. Outro aspecto é o sinergismo que há entre o nitrogênio e o fósforo quando aplicados simultaneamente na semeadura do milho, mesmo em área de fertilidade construída, o que foi registrado em duas das três áreas estudadas (região médio-norte e sul).

Tabela 2. Manejo de adubação adotada em talhões de altas produtividades de milho na safrinha de 2022, em propriedades situadas em três regiões de Mato Grosso.

Nutriente	Médio-Norte	Oeste	Sul
----- Pré-semeadura ou semeadura (kg/ha) -----			
	Lanço*	Lanço**	Sulco
N	18	0	0
P ₂ O ₅	60	60	14
K ₂ O	90	40	68
----- Cobertura, a lanço (kg ha ⁻¹ - estádio) -----			
N	58 (VE) + 58 (V2)	45 (V3) + 45 (V5)	72 (V1) + 36 (V6)
K ₂ O	0	0	24 (V1) + 12 (V6)
S	66 (VE) + 66 (V2)	0	0
----- Total (kg ha ⁻¹) -----			
N	134	90	122
P ₂ O ₅	60	60	68
K ₂ O	90	40	36
S	132	0	0

* Em pré-semeadura, a lanço.

** Em pré-semeadura, via aplicação a lanço de 1,0 t ha⁻¹ de composto orgânico.

O bom manejo fitossanitário da cultura foi semelhante nas três áreas, contribuindo para a manutenção e proteção de elevadas produtividades de milho. No manejo de perceijos, lagartas e cigarrinha-do-milho foram utilizadas quatro a cinco aplicações de inseticidas. Já no manejo de doenças, três aplicações de fungicidas foram realizadas nas áreas das regiões médio-norte e oeste e duas aplicações na região sul. Nas três áreas, o destaque foi para a primeira aplicação de fungicidas ainda nos estádios vegetativos de desenvolvimento (entre V5 e V8), o que demonstra a preocupação pela proteção da sanidade da cultura. De maneira geral, nos últimos anos, os produtores mato-grossenses têm dado maior atenção às doenças no milho safrinha e utilizado fungicidas, algo que, há alguns anos, ocorria de forma sazonal.

Os aspectos operacionais não foram discrepantes entre as propriedades. A autonomia de semeadura da soja e do milho safrinha variou entre 200 e 250 ha dia⁻¹ e entre 100 e 250 ha dia⁻¹, respectivamente. Para a colheita da soja, a capacidade reportada variou entre 150 e 250 ha⁻¹ dia⁻¹.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A obtenção de altas produtividades de milho safrinha depende de uma série de fatores, como reportados no início deste artigo. Nos *cases*, dois aspectos importantes foram a

época de semeadura “no cedo” e a adubação nitrogenada de semeadura. Embora a maior parte dos fatores de produção tenham sido semelhantes nas três áreas estudadas, cabe destacar que na área de maior produtividade (região médio-norte) o sistema de produção foi diferente por apresentar maior diversificação de culturas nos últimos cinco anos de cultivo (inserção da braquiária).

Outro aspecto marcante é que os produtores não precisaram lançar mão de tecnologias e produtos mirabolantes disponíveis no mercado para obter altas produtividades de milho. O planejamento bem executado, a definição correta do material genético, a implantação da cultura em época adequada, a adequação da adubação, sobretudo a nitrogenada no momento da semeadura, o manejo fitossanitário adequado e o capricho nas operações, apesar de ainda não ofertarem certeza de produtividade recorde, aumentam substancialmente as probabilidades de seu alcance.

REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras:** Milho. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/910-Milho>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

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. (Ed.). **Vitrine tecnológica agrícola, 3. Atualidades na cultura do milho em sistema soja e milho-safrinha.** Cuiabá: Uniselva, 2022. p. 15-33.

DUARTE, A. P.; KAPPES, C. Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 152, p. 15-18, 2015.

DUARTE, A. P.; KAPPES, C.; ZANCANARO, L.; ONO, F. B.; CANTARELLA, H. **Adubação do milho safrinha no estado do Mato Grosso.** Rondonópolis: Fundação MT, 2019. 30 p. (Boletim de Pesquisa, 20).

IMEA. Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária. **Relatórios de mercado:** Milho. Cuiabá, 2022. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado>>. Acesso em: 7 jan. 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos:** Histórico de dados meteorológicos. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dados-historicos>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

KAPPES, C. Por que a soja produz mais após o consórcio de milho safrinha com braquiária? **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 16, p. 1-23, 2022.

NCGA. National Corn Growers Association. **National corn yield contest:** 2019 NCGA corn yield contest national winners. Disponível em: <<https://dt176nijwh14e.cloudfront.net/file/159/NCGA%20Yield%20Guide%202019.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; SILVA, A. F.; GODINHO, V. P. C.; GALVÃO, J. C. C.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, A. C.; GIEHL, J. Nitrogen fertilization in off-season corn crop in different Brazilian Cerrado environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 55, e01551, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/rVHybnL8zS6SSwNTQcYvd7L/?lang=en>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

CURSO ON-LINE SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DAS PRINCIPAIS CULTURAS COMERCIAIS DO BRASIL

**NPCT.COM.BR
/VIDEOS**



Em até 12x pelo PagSeguro



Emissão de Certificado



Renomados Especialistas



Aulas disponíveis por 12 meses

CURSO COMPLETO

Dezoito palestras, contendo mais de 30 horas de aula.

MÓDULO APLICADO

Sete palestras, contendo mais de 12 horas de aula.

MÓDULO BÁSICO

Onze palestras, contendo mais de 19 horas de aula.

AULAS INDIVIDUAIS

Adquira aulas específicas dos temas e palestrantes de interesse.



PATROCÍNIO

Jacto



NPCT