

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura e Pecuária*

# ***Eventos Técnicos & Científicos***

**4**

**Julho, 2024**

**RESUMOS EXPANDIDOS**

**19<sup>a</sup> Jornada Acadêmica da Embrapa Soja**

**30 e 31 de julho de 2024  
Londrina, PR**

Embrapa Soja  
Londrina, PR  
2024

Embrapa Soja  
Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta  
Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR  
Fone: (43) 3371 6000  
Fax: (43) 3371 6100  
www.embrapa.br/soja  
https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Soja  
Presidente: *Roberta Aparecida Carnevalli*  
Secretário-executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*  
Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Edição executiva: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*  
Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*  
Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*  
Organização da publicação: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, Larissa Alexandra Cardoso Moraes, Kelly Catharin*

1ª edição  
Publicação digital: PDF

*As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Embrapa.*

*É de responsabilidade dos autores a declaração afirmando que seu trabalho encontra-se em conformidade com as exigências da Lei nº 13.123/2015, que trata do acesso ao Patrimônio Genético e ao Conhecimento Tradicional Associado.*

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)** Embrapa Soja

---

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (19. : 2024: Londrina, PR).  
Resumos expandidos [da] XIX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina, PR, 30 e 31 de julho de 2024 -- Londrina : Embrapa Soja, 2024.  
PDF (111 p.) -- (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 0000-0000 ; 4)  
1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

## Cultivo de trigo associado a culturas graníferas na janela outonal como opção para diversificação da sucessão milho 2<sup>a</sup> safra/soja na região Norte do Paraná

Leonardo Augusto Rossato<sup>(1)</sup>, Esmael Lopes dos Santos<sup>(2)</sup>, Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>(3)</sup>, Julio Cezar Franchini<sup>(3)</sup>, Henrique Debiasi<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudante de Agronomia, Centro Universitário Filadélfia, bolsista do PIBIC/CNPq, Londrina, PR. <sup>(2)</sup> Professor, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, PR. <sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

O modelo de produção de grãos predominante na região norte do Paraná envolve a sucessão milho 2<sup>a</sup> safra/soja. Conforme as estatísticas do Departamento de Economia Rural - DERAL (Paraná, 2024), 62% da área cultivada com soja no verão é ocupada por milho 2<sup>a</sup> safra no outono-inverno nessa região. A utilização contínua da sucessão milho 2<sup>a</sup> safra/soja proporciona baixa diversidade biológica e aporte insuficiente de palha e raízes, resultando em baixa cobertura do solo na semeadura da soja e, em médio prazo, na degradação física e biológica do solo (Debiasi et al., 2021). Isso reduz a produtividade de grãos sobretudo em safras com déficit hídrico, além de aumentar os custos de produção e as perdas de água e solo por erosão hídrica (Garbelini et al., 2020; Debiasi et al., 2021).

O cultivo de trigo é umas das opções para diversificar a sucessão soja/milho 2<sup>a</sup> safra, mantendo a produção de grãos no outono-inverno. Em comparação ao milho, o trigo proporciona maior porcentagem de cobertura do solo com palha, além de reduzir a duração da janela de pouso antes da semeadura da soja (Debiasi et al., 2022). Essas melhorias têm resultado em maiores produtividades da soja pós-trigo, comparativamente ao cultivo pós milho 2<sup>a</sup> safra (Debiasi et al., 2023; Balbinot Junior et al., 2024). Os efeitos positivos da rotação do milho 2<sup>a</sup> safra com o trigo podem ser potencializados caso a janela outonal, correspondente ao intervalo de tempo entre a colheita da soja e a semeadura do trigo, seja cultivada com espécies vegetais de ciclo curto, que proporcionem maior adição de palha e raízes e maior diversidade biológica. Dependendo da região, do ano, da data de semeadura e da cultivar de soja, a duração da janela outonal pode chegar a 90 dias, tornando possível inclusive a produção de grãos de culturas de interesse comercial e ciclo compatível nesse período.

O presente trabalho parte da hipótese de que a diversificação de espécies vegetais no modelo milho 2<sup>a</sup> safra/soja, por meio do cultivo de trigo associado a espécies de ciclo curto para produção de grãos na janela outonal, aumenta a produtividade das culturas e o lucro operacional do sistema de produção. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o impacto de diferentes modelos de produção na produtividade de grãos das culturas envolvidas e no lucro operacional do sistema de produção, na região Norte do Paraná.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido nas safras de 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024, na Embrapa Soja, em Londrina, PR (23° 12' 01" S, 51° 10' 40" O e altitude de 572 m). O clima é subtropical úmido (Cfa), conforme a classificação de Köppen. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (Santos et al., 2018), de textura muito argilosa (780 g kg<sup>-1</sup> de argila, 147 g kg<sup>-1</sup> silte e 73 g kg<sup>-1</sup> de areia na camada de 0-0,2 m). A caracterização inicial do solo apontou os seguintes atributos químicos médios na camada de 0-0,2 m: pH CaCl<sub>2</sub> = 5,6; carbono orgânico total (Walkley-Black) = 17,8 g kg<sup>-1</sup>; P (Mehlich-1) = 13 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> (Mehlich-1) = 0,71 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> (KCl) = 3,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> (KCl) = 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC a pH 7,0 = 10,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e saturação por bases (V%) = 66.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições e parcelas de 40 m<sup>2</sup> de área total (5 x 8 m). Os tratamentos envolveram seis modelos de produção (MP) estabelecidos a partir do outono-inverno de 2020: MP1 = sucessão milho 2<sup>a</sup> safra/soja; MP2

= sucessão trigo/soja; MP3 = cevada forrageira – trigo/soja; MP4 = canola (2020/2021) ou feijão-caupi (demais safras) – trigo/soja; MP5 = milheto granífero –trigo/soja; e MP6 = trigo-mourisco – trigo/soja. As culturas da cevada forrageira (MP3), canola ou feijão-caupi (MP4), milheto granífero (MP5) e trigo-mourisco (MP6) foram semeadas para produção de grãos na janela entre a colheita da soja e a semeadura do trigo, correspondente ao período de meados de fevereiro até meados de maio.

As culturas de janela foram semeadas em 21/02/2020, 17/02/2021, 25/02/2022 e 22/03/2023, por meio de semeadora tratorizada, sem adubação de base. Os cultivares/híbridos utilizados foram IPR 91 (trigo-mourisco), BRS CVA 118 (cevada forrageira), Diamond (híbrido de canola), BRS Novaera (feijão-caupi) e ADG 9060 (híbrido de milheto granífero). O espaçamento entrelinhas foi de 0,17 m para a cevada forrageira e o trigo-mourisco, 0,34 m para a canola, e 0,45 m para o milheto e o feijão-caupi. A densidade de semeadura foi ajustada para uma população de plantas por m<sup>2</sup> de 350, 300, 45, 30 e 25 para a cevada forrageira, o trigo-mourisco, a canola, o milheto granífero e o feijão-caupi, respectivamente. A adubação de nitrogenada de cobertura foi realizada nas culturas da canola, cevada e milheto, a lanço e em área total aos 20 dias após a semeadura, com uma dose de 45 kg ha<sup>-1</sup> N na forma de ureia. Os demais tratamentos culturais seguiram as indicações técnicas para as culturas na região.

O milho 2<sup>a</sup> safra foi semeado em 24/02/2020, 19/02/2021, 29/03/2022 e 22/03/2023, utilizando-se os híbridos AG 9010 PRO, AG 9030 PRO3, BM 950 PRO3 e FS700, respectivamente. A semeadura foi realizada por meio de semeadora-adubadora tratorizada, com espaçamento entrelinhas de 0,50 m, regulada para o estabelecimento de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de base constou da aplicação, no sulco de semeadura, de 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 10-20-20. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada nos estádios V4-V5, na dose de 63 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia). Já o trigo foi semeado nos dias 22/05/2020, 21/05/2021, 24/05/2022 e 07/06/2023, com semeadora-adubadora tratorizada equipada com linhas espaçadas 0,17 m entre si, regulada para atingir uma população de 300 plantas m<sup>-2</sup>. Foram utilizadas os cultivares BRS Gralha Azul (2020), BRS Atobá (2021 e 2022) e BRS Sabiá (2023). Como adubação de base, aplicou-se 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 10-20-20 no sulco de semeadura. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada no início do perfilhamento, na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia). Os demais tratamentos culturais e tratamentos fitossanitários foram realizados conforme indicações técnicas para as culturas do milho e trigo na região.

A semeadura da soja foi realizada em 02/10/2020, 13/10/2021, 19/10/2022 e 23/10/2023, por meio de semeadora-adubadora tratorizada com linhas espaçadas de 0,45 m entre si, regulada para a obtenção de uma população de 270 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Os cultivares utilizados foram a BRS 1061 IPRO (2020/2021 e 2023/2024), BRS 1003 IPRO (2021/2022) e BRS 1057 IPRO (2022/2023). A adubação de base consistiu de 250 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 00-20-20 aplicado no sulco de semeadura. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019. Os tratamentos culturais e tratamentos fitossanitários foram realizados conforme indicações técnicas para a cultura na região.

Para todas as culturas, a produtividade de grãos foi determinada pela colheita mecânica (colhedora de parcelas) da área útil da parcela, equivalente a 8,1 m<sup>2</sup> (1,35 x 6 m) para o milheto, o feijão caupi e a soja; 5,4 m<sup>2</sup>, para o milho 2<sup>a</sup> safra; 7,2 m<sup>2</sup> (1,2 x 6 m) para o trigo, trigo-mourisco e cevada-forrageira. Após a pesagem, os valores de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade e extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>. Os dados de produtividade da soja e do trigo foram submetidos à análise de variância e teste F (p≤0,05). Quando constatado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05). Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa Sisvar (Ferreira, 2008).

A análise econômica foi realizada mediante o cálculo do lucro operacional, estimado pela renda bruta (RB) subtraída dos custos operacionais (CO), variáveis e fixos. A RB por cultura foi obtida multiplicando-se a produtividade de grãos na safra avaliada pela média dos preços calculada do mês da colheita até o final do respectivo ano. Os preços médios mensais foram obtidos

junto à Conab (2024a). No cálculo da RB da soja e do trigo, utilizou-se como critério diferenciar as produtividades entre os tratamentos somente em caso de diferenças estatisticamente significativas. Para tratamentos sem diferenças significativas entre si, a produtividade considerada foi a média dos mesmos. Visando o cálculo dos custos de produção, todas as informações referentes às operações realizadas e aos insumos agrícolas utilizados foram registradas e organizadas. Para as operações mecanizadas, a estimativa dos custos foi realizada conforme os coeficientes técnicos disponibilizados pela Fundação ABC (Povh; Flugel, 2023). Além das operações e insumos, foram estimados os custos com transporte externo, assistência técnica, seguro agrícola (Proagro), encargos e impostos. O transporte externo e o Funrural (imposto) foram calculados de forma proporcional à RB, enquanto que o valor do seguro agrícola foi estimado com base nos custos de produção. O preço dos insumos (exceto diesel) no Paraná foi obtido junto ao banco de dados disponibilizados pela Conab (2024b), sendo considerados os valores indicados para o mês em que o insumo foi utilizado. Já o preço do diesel foi levantado junto às séries históricas disponibilizadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2024), sendo computados os valores referentes ao mês de realização da operação mecanizada. Os preços dos insumos e dos grãos produzidos foram corrigidos para abril/2024 com base e no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IPCA-IBGE).

## Resultados e discussão

A produtividade do milho 2ª safra no MP1 variou amplamente entre as safras (Tabela 1), em resposta principalmente a variações na disponibilidade hídrica no solo em função da distribuição de chuvas e da época de semeadura da cultura. Isso reflete o elevado risco associado ao cultivo do milho na 2ª safra nas regiões Norte e Noroeste do Paraná, conforme destacado em Garbelini et al. (2020). Ressalta-se que a média de produtividade no experimento ( $5.529 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi superior à média da região de Londrina ( $4.509 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Paraná, 2024) nas quatro safras avaliadas, evidenciando a ocorrência de estresses ambientais para o milho em escala regional.

**Tabela 1.** Produtividade média de grãos e respectivo desvio padrão para o milho 2ª safra (MP1) e as culturas implantadas na janela outonal, entre a colheita da soja e a semeadura do trigo (MPs 3 a 6).

Cultura (Modelos de produção) <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos <sup>(2)</sup>			
	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----			
Milho 2ª safra (MP1)	4.904 ± 193	4.068 ± 199	3.897 ± 342	9.248 ± 973
Cevada Forrageira (MP3)	1.736 ± 216	649 ± 227	705 ± 227	2.303 ± 469
Canola ou feijão-caupi <sup>(2)</sup> (MP4)	Não colhido <sup>(3)</sup>	805 ± 107	1.440 ± 93	Não colhido <sup>(3)</sup>
Milheto granífero (MP5)	2.350 ± 340	1.432 ± 137	Não colhido <sup>(3)</sup>	Não colhido <sup>(3)</sup>
Trigo-mourisco (MP6)	1.160 ± 157	1.071 ± 157	1.721 ± 300	2.248 ± 176

<sup>(1)</sup> Sucessão milho 2ª safra/soja (MP1); sucessão trigo/soja, com pousio na janela outonal (MP2); sucessão trigo/soja, com cultivo na janela outonal de cevada forrageira (MP3), canola (2020) ou feijão-caupi (2021 a 2023) (MP4), milheto granífero (MP5) e trigo mourisco (MP6). <sup>(2)</sup> Canola semeada na safra 2020/2021 e substituída por feijão-caupi nas demais safras. <sup>(3)</sup> Colheita não realizada pois a cultura outonal não completou o ciclo a tempo de viabilizar o cultivo de trigo em sequência. Médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste Scott-Knott a 5%.

Das culturas graníferas avaliadas para cultivo na janela entre a colheita da soja e a semeadura do trigo, somente a cevada forrageira e o trigo-mourisco produziram nas quatro safras avaliadas (Tabela 1). A produtividade média do trigo-mourisco nas quatro safras foi de  $1.550 \text{ kg ha}^{-1}$ , similar aos valores de referência para o Paraná, indicados por Fabian et al. (2021). Por outro lado, a produtividade média da cevada ( $1.348 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi bastante inferior ao potencial da cultivar para semeadura no outono ( $2.000\text{-}3.500 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (A inovação..., 2023), evidenciando que o ambiente do norte do Paraná não foi adequado a esta espécie, provavelmente em função

das altas temperaturas observadas nesta região no período de fevereiro a abril. O milho granífero completou o ciclo com produção de grãos apenas nas duas primeiras safras, com produtividade média inferior ao potencial (2.400-3.000 kg ha<sup>-1</sup>) declarado pelo obtentor (Atto, 2021). A grande limitação para o cultivo do milho granífero no intervalo entre a colheita da soja e a semeadura do trigo no norte do Paraná é o ciclo relativamente longo (cerca de 90 a 110 dias, dependendo da temperatura) em comparação com a duração do período de cultivo disponível na janela. A canola, mesmo com a utilização de um híbrido precoce e em condições de maior temperatura, não apresentou ciclo compatível com a duração da janela visando a produção de grãos, sendo substituída pelo feijão-caupi no tratamento MP4 já a partir da safra 2021/2022. O feijão-caupi apresentou desempenho promissor na janela soja-trigo, com produtividade média (1.122kg ha<sup>-1</sup>) similar aos valores observados para a cultivar utilizada em regiões tradicionais de cultivo (1.081 kg ha<sup>-1</sup>) (Freire Filho et al., 2008). Das três safras avaliadas, o feijão-caupi não completou o ciclo até a colheita em uma (2023/2024), quando foi semeado durante o mês de março, condição em que apresentou alongamento do ciclo, provavelmente em função das menores temperaturas.

Das quatro safras avaliadas, a produtividade do trigo foi significativamente influenciada pelos tratamentos em três (2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024) (Tabela 2). Nas safras 2021/2022 e 2023/2024, a menor produtividade foi observada para o trigo cultivado após a cevada forrageira (MP3), com perdas médias em torno de 30% em relação às médias dos demais tratamentos, que não diferiram significativamente entre si. A grande redução de produtividade do trigo quando cultivado em sequência à cevada pode ser atribuída principalmente a maior ocorrência de doenças e à competição exercida por plantas de cevada estabelecidas a partir de grãos perdidos na colheita. Na safra 2022/2023, mais uma vez a menor produtividade ocorreu no MP3 (trigo após cevada forrageira), que apresentou redução de 20% em relação aos tratamentos com maior produtividade (MP2, MP4 e MP5). No tratamento MP6, que envolve o cultivo do trigo após trigo-mourisco, a produtividade do trigo atingiu valores intermediários, cerca de 15% inferior aos melhores tratamentos. No conjunto das quatro safras, as melhores produtividades do trigo ocorreram nos modelos de produção caracterizados pelo pousio (MP2), pelo cultivo de milho (MP5) e de canola ou feijão-caupi (MP4) na janela outonal, evidenciando que a utilização de culturas graníferas no intervalo entre a colheita da soja e a semeadura do trigo não melhorou o desempenho produtivo do cereal de inverno, podendo inclusive piorar, como observado principalmente no MP3.

**Tabela 2.** Produtividade de grãos de trigo nas safras 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024, nos modelos de produção que envolvem o cultivo do cereal.

Modelos de produção(1)	Produtividade de grãos de trigo			
	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----			
MP2	2.695n.s	3.627 a	4.484 a	2.429 a
MP3	2.644	2.618 b	3.093 c	1.555 b
MP4	2.868	3.910 a	4.427 a	2.491 a
MP5	2.640	3.597 a	4.207 a	2.158 a
MP6	2.844	3.792 a	3.727 b	2.310 a
Média	2.738	3.509	3.988	2.189
CV (%)	9,3	7,7	6,4	7,5

(1) Sucessão milho 2ª safra/soja (MP1); sucessão trigo/soja, com pousio na janela outonal (MP2); sucessão trigo/soja, com cultivo na janela outonal de cevada forrageira (MP3), canola (2020) ou feijão-caupi (2021 a 2023) (MP4), milho granífero (MP5) ou trigo mourisco (MP6). Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5%; n.s = diferenças não significativas (teste F, a 5%).

A produtividade da soja não influenciada pelos tratamentos apenas na safra 2023/2024 (Tabela 3). Na safra 2020/2021, a produtividade da soja foi cerca de 20% superior na sucessão com o milho 2ª safra/(MP1) em relação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. Em contrapartida, a produtividade da soja no MP1 foi inferior aos tratamentos MP2, MP5 e MP6 nas safras 2021/2022 (-8,5%) e 2022/2023 (-9%), bem como ao tratamento MP3 em 2021/2022. Pesquisas tem demonstrado melhor desempenho produtivo da soja em sucessão ao trigo comparativamente ao milho 2ª safra, o que é explicado sobretudo pela maior e cobertura do solo por palha (Debiasi et al., 2023; Balbinot Junior et al., 2024). Um aspecto importante é que, em muitas situações, o crescimento inicial da soja é mais lento após trigo, o que em geral não prejudica a produtividade, pois na fase reprodutiva o índice de área foliar (IAF) iguala os valores observados em outros tratamentos (Yokoyama et al., 2018). Entretanto, na safra 2020/2021, a ocorrência de um longo período de deficiência hídrica nos estágios iniciais da cultura, associado à sementeira no início do período recomendado de uma cultivar de ciclo precoce, pode ter impedido a recuperação do IAF e da biomassa da soja cultivada após trigo em relação às parcelas pós milho 2ª safra, o que foi demonstrado pelos valores de NDVI obtidos por imagens aéreas (dados não apresentados). Ainda com relação às safras 2021/2022 e 2022/2023, a produtividade da soja no tratamento MP4 (cultivo de feijão-caupi na janela outonal) foi similar à observada no MP1 e estatisticamente inferior aos tratamentos MP2, MP5 e MP6. As causas desse efeito negativo do feijão-caupi na produtividade da soja precisam ainda ser investigadas. O aumento da população de nematoides-de-galhas (*Meloidogyne* spp.) é uma das possibilidades, uma vez que sintomas desse nematoide foram observados em plantas de feijão-caupi e de soja somente nas parcelas do tratamento MP4. A exemplo do observado para o trigo, o preenchimento da janela outonal com culturas graníferas não melhorou o desempenho produtivo da soja em relação ao MP2 (pousio), resultando inclusive em perdas de produtividade dependendo da safra e da espécie vegetal utilizada.

**Tabela 3.** Produtividade de grãos de soja nas safras 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024, em função dos seis modelos de produção (MP) avaliados.

Modelos de produção <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos de soja			
	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----			
MP1	2.714 a	3.549 b	3.774 b	2.159 <sup>n.s</sup>
MP2	2.329 b	3.902 a	4.201 a	2.060
MP3	2.256 b	3.858 a	3.543 b	2.185
MP4	2.175 b	3.486 b	3.474 b	2.250
MP5	2.228 b	3.814 a	4.255 a	2.299
MP6	2.298 b	3.919 a	3.974 a	2.300
Média	2.333	3.755	3.870	2.209
CV (%)	10,0	5,6	7,5	9,7

<sup>(1)</sup> Sucessão milho 2ª safra/soja (MP1); sucessão trigo/soja, com pousio na janela outonal (MP2); sucessão trigo/soja, com cultivo na janela outonal de cevada forrageira (MP3), canola (2020) ou feijão-caupi (2021 a 2023) (MP4), milheto granífero (MP5) ou trigo mourisco (MP6). Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5%; n.s = diferenças não significativas (teste F a 5%).

Com exceção do MP4, todos os modelos de produção envolvendo o cultivo do trigo aumentaram o lucro operacional acumulado da cultura da soja em relação à sucessão com milho 2ª safra (MP1), o que está associado principalmente a maior produtividade da oleaginosa nas safras 2021/2022 e 2022/2023 (Tabela 4). No período de outono-inverno, o tratamento MP4 resultou no maior lucro operacional acumulado, equivalente a R\$ 5.253,81 no somatório dos resultados do trigo, canola e feijão-caupi. Todos os demais modelos de produção envolvendo trigo apresentaram menor lucro operacional no outono-inverno em relação ao milho 2ª safra, com o tratamento MP3 (cevada forrageira na janela outonal) sendo o único que proporcionou prejuízo, equivalente

a -R\$ 4.895,69 no acumulado das 4 safras. O feijão-caupi e o trigo-mourisco foram as culturas implantadas na janela outonal que resultaram em lucro, equivalente a um valor médio por safra cultivada de R\$ 624,27 e R\$ 591,00, respectivamente.

**Tabela 4.** Lucro operacional em escala de cultura e sistema, nas safras 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024, em função dos modelos de produção avaliados.

Modelos de produção <sup>(1)</sup>	Culturas	Lucro operacional				
		2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024	Acumulado
----- R\$ ha <sup>-1</sup> -----						
MP1	Milho 2ª safra	1.005,70	2.675,22	-738,53	1.860,78	4.803,17
	Soja	2.380,12	6.555,16	2.372,04	-862,03	10.445,29
	Sistema	3.385,82	9.230,37	1.633,51	998,75	15.248,45
MP2	Trigo	795,52	2.795,53	2.259,42	-2.849,14	3.001,33
	Soja	1.406,97	7.667,24	3.577,26	-862,03	11.789,44
	Sistema	2.202,49	10.462,77	5.836,68	-3.711,17	14.790,77
MP3	Cevada forrageira	31,63	-997,89	-1.855,37	-858,97	-3.680,60
	Trigo	796,24	1.015,54	560,49	-3.587,36	-1.215,09
	Soja	1.408,70	7.679,74	2.387,97	-844,97	10.631,44
	Sistema	2.236,57	7.697,39	1.093,09	-5.291,30	5.735,75
MP4	Canola ou feijão-caupi <sup>(2)</sup>	-422,10	1.998,77	1.559,55	-1.263,42	1.872,80
	Trigo	806,37	2.732,64	2.664,09	-2.832,09	3.371,01
	Soja	1.408,70	6.474,98	2.387,97	-844,97	9.426,68
	Sistema	1.792,97	11.206,39	6.611,61	-4.940,48	14.670,49
MP5	Milheto granífero	1.272,99	157,53	-2.200,22	-1.888,85	-2.658,55
	Trigo	806,37	2.732,65	2.636,35	-2.832,09	3.343,28
	Soja	1.408,70	7.688,09	3.593,19	-844,96	11.845,02
	Sistema	3.488,06	10.578,27	4.029,32	-5.565,90	12.529,75
MP6	Trigo-mourisco	500,89	316,10	228,17	1.318,86	2.364,02
	Trigo	806,37	2.732,65	1.599,47	-2.832,09	2.306,40
	Soja	1.408,70	7.679,74	3.593,19	-844,97	11.836,66
	Sistema	2.715,96	10.728,49	5.420,83	-2.358,20	16.507,08

<sup>(1)</sup> Sucessão milho 2ª safra/soja (MP1); sucessão trigo/soja, com pousio na janela outonal (MP2); sucessão trigo/soja, com cultivo na janela outonal de cevada forrageira (MP3), canola (2020) ou feijão-caupi (2021 a 2023) (MP4), milheto granífero (MP5) ou trigo mourisco (MP6). <sup>(2)</sup> Canola semeada na safra 2020/2021 e substituída por feijão-caupi nas demais safras.

Considerando o sistema de produção, somente o tratamento MP6, envolvendo o cultivo do trigo-mourisco na janela outonal, aumentou o lucro operacional em relação à sucessão milho 2ª safra/soja (+8,3%) e trigo/soja com pousio na janela outonal (+11,6%) (Tabela 4). O melhor desempenho financeiro do MP6 deveu-se ao aumento de produtividade da soja em relação ao MP1 e ao lucro proporcionado pelo trigo-mourisco em todas as safras. Embora tenha proporcionado melhor retorno financeiro no outono-inverno, o tratamento MP4 reduziu a produtividade da soja, de forma que o lucro acumulado do sistema foi levemente inferior (-3,8%) à sucessão milho 2ª safra/soja, e similar ao tratamento MP2 (pousio na janela outonal). Por sua vez, o pior desempenho econômico ocorreu no tratamento MP3, envolvendo o cultivo da cevada forrageira na janela outonal, em função do resultado negativo direto de seu cultivo (-R\$ 3.680,86), bem como da significativa redução de produtividade ocasionada ao trigo implantado na sequência (Tabela 2). Esse tratamento resultou em uma redução do lucro operacional do sistema em relação aos MP1 e MP2 ao redor de 60%.

## Conclusões

O uso da janela outonal com culturas para produção de grãos não proporciona incrementos na produtividade do trigo e da soja em relação à manutenção da área em pousio no referido período;

O trigo, com pousio outonal ou associado ao cultivo de milheto ou trigo-mourisco na janela após a colheita da soja, aumenta a produtividade da soja em relação ao milho 2ª safra;

Modelos de produção envolvendo o cultivo da cevada forrageira e do milheto granífero na janela entre a colheita da soja e semeadura do trigo, com objetivo de produção de grãos, não são opções economicamente viáveis para rotação com o milho 2ª safra;

O cultivo do feijão-caupi na janela outonal precisa ser melhor estudado, buscando adequações que minimizem ou eliminem o impacto negativo sobre a produtividade da soja;

A inserção do trigo-mourisco para produção de grãos na janela outonal, associado ao cultivo do trigo na sequência, constitui-se em opção viável técnica e economicamente para rotação com o milho 2ª safra em modelos de produção diversificados.

## Referências

A INOVAÇÃO que faltava: BRS Entressafras: BRS CVA 118: cevada forrageira ultraprecoce. [Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023]. 1 folder.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Série histórica do levantamento de preços**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/precos-revenda-e-de-distribuicao-combustiveis/serie-historica-do-levantamento-de-precos>. Acesso em: 20 maio 2024.

ATTO. **Manual técnico 2021**: híbridos de milheto granífero. 2021. Disponível em: <https://attosementes.com.br/wp-content/uploads/2020/12/manual-hibridos-de-milheto.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2024.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; OLIVEIRA, M. A. de; COELHO, A. E.; MORAES, M. T. de. Soybean yield, seed protein and oil concentration, and soil fertility affected by off-season crops. **European Journal of Agronomy**, v. 153, 127039, 2024.

CONAB. **Insumos agropecuários**. 2024b. Disponível em: <https://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultainsumo.do?method=acaoCarregarConsulta/>. Acesso em: 17 maio 2024.

CONAB. **Preços agrícolas, da sociobio e pesca**. 2024a. Disponível em: <https://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>. Acesso em: 14 maio 2024.

DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; TONINI, V.; ROY, J.M.; MUHL, A. **Modelos de produção intensificados para diversificação da matriz produtiva para além da sucessão milho 2ª safra/soja nas regiões Centro-oeste e Oeste do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 72 p. (Embrapa Soja. Documentos, 459).

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; SANTOS, E. L. dos; CECCATTO, S. el K.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; CONTE, O.; NUNES, E. da S.; FURLANETTO, R. H. **Diagnóstico da qualidade do manejo e impacto de modelos de produção aprimorados sobre a fertilidade do solo nas regiões Norte e Noroeste do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 69 p. (Embrapa Soja. Documentos, 441).

DEBIASI, H.; MONTEIRO, J. E. B. de A.; FRANCHINI, J. C.; FARIAS, J. R. B.; CONTE, O.; CUNHA, G. R. da; MORAES, M. T. de; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SILVA, F. A. M. da; EVANGELISTA, B. A.; MARAFON, A. C. **Níveis de manejo do solo para avaliação de riscos climáticos na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 137 p. (Embrapa Soja. Documentos, 447).

FABIAN, F. M.; HOJO, E. T. D.; TOMAZI, C. V.; HOJO, R. H. Época e densidade de plantio de trigo mourisco em Cascavel/PR. **Cultivando o Saber**, p. 37-45, 2021.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; VILARINHO, A. A.; CAVALCANTE, E. da S.; FERNANDES, J. B.; SAGRILLO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SOUZA, F. de F.; LOPES, A. de M.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L. de; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. **BRS Novaera**: cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 215).

GARBELINI, L. G.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BETIOLI JUNIOR, E.; TELLES, T. S. Profitability of soybean production models with diversified crops in the autumn-winter. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 5, p. 4092-4103, 2020.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Estimativa de safra**. [2024]. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/system/files/publico/Safras/pss.xlsx>. Acesso em: 29 abr. 2024.

POVH, F. P.; FLUGEL, L. S. **Planilha de custos da mecanização agrícola**. Castro: Fundação ABC, 2023. Disponível em: <https://fundacaoabc.org/wp-content/uploads/2023/06/PLANILHA-DE-CUSTO-DE-MECANIZACAO-MAIO-2023-1.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book.

YOKOYAMA, A.; RIBEIRO, R. H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; ZUCARELLI, C. Índices de área foliar e SPAD da soja em função de culturas de entressafra e nitrogênio e sua relação com a produtividade. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, p. 953-962, 2018.