

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

ISSN 3085-9514

***Eventos Técnicos
& Científicos***

8

Junho, 2026

**Resumos expandidos
21ª Jornada Acadêmica
da Embrapa Soja**

30 de junho e 1º de julho de 2026
Londrina, PR

Embrapa Soja
Londrina, PR
2026

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Caixa postal
4006, CEP 86085-981, Distrito de
Warta, Londrina, PR
(43) 3371 6000
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Roberta Aparecida Carnevali

Secretária-executiva

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite*

Membros

*Adonis Moreira, Clara Beatriz
Hoffmann-Campo, Claudine Dinali
Santos Seixas, Claudio Guilherme
Portela de Carvalho, Fernando
Augusto Henning, Leandro Eugênio
Cardamone Diniz, Liliane Márcia
Mertz-Henning, Maria Cristina Neves
de Oliveira*

Organização da publicação

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite
Liliane Márcia Mertz-Henning
Kelly Catharin*

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Capa

Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Diagramação

*Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol e
Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF

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 (21. : 2026: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XXI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina,
PR, 30 de junho e 1 de julho de 2026 – Londrina : Embrapa Soja, 2026.

PDF (157 p.) - (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 3085-9514; 8)

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

Experimentação *on farm* em agricultura de precisão para ajuste da densidade de sementes e nitrogênio na cultura do milho no norte do Paraná

Rafael Agostinelli Gouvea⁽¹⁾, Francisco Nogara Neto⁽²⁾, Julio Cezar Franchini⁽³⁾, Henrique Debiasi⁽³⁾, Esmael Lopes dos Santos⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia, Unifil, bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR. ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo, Agroevox Soluções Digitais, Londrina, PR. ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR. ⁽⁴⁾ Professor, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, PR.

Introdução

A agricultura de precisão tem possibilitado o uso da variabilidade espacial das lavouras de milho como ferramenta para tomada de decisão agrônômica e econômica em nível de propriedade (Franchini et al., 2024). Entre as principais ferramentas utilizadas destacam-se os mapas de colheita, índices de vegetação, sensores de solo e análises espaciais multissafra, que permitem identificar zonas de manejo com diferentes potenciais produtivos. No estado do Paraná, o milho representa a segunda cultura agrícola mais importante em área e valor econômico, atrás apenas da soja, sendo fundamental o desenvolvimento de estratégias que aumentem a eficiência do uso de insumos e reduzam os riscos produtivos associados à variabilidade climática. Nesse contexto, a experimentação *on farm* apresenta grande relevância por permitir a validação de práticas agrônômicas em condições reais de cultivo, utilizando o maquinário, o ambiente produtivo e o sistema de manejo da própria fazenda. O objetivo deste trabalho foi avaliar estratégias de ajuste da densidade de sementes e doses de nitrogênio em milho, associadas à definição de zonas de manejo em agricultura de precisão, visando maximizar a rentabilidade e reduzir riscos técnicos e econômicos na Fazenda Cachoeira, localizada em Arapongas, PR.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido nas safras de 2023, 2024 e 2025 utilizando mapas de produtividade de milho. Em cada um dos anos foram conduzidos experimentos usando a metodologia de experimentação

on farm. Nos três anos foi utilizado o híbrido de milho AS 1800. Os dados dos experimentos conduzidos em 2023, 2024 e 2025 foram submetidos à análise de variância. O experimento de 2023 foi conduzido em delineamento em blocos completos casualizados com quatro densidades de semeadura (54, 62, 68 e 74 mil sementes ha^{-1}) e oito repetições, totalizando 32 parcelas de 18 m de largura por 75 m de comprimento. Em 2024 foi utilizado esquema fatorial 4×3 [(doses de nitrogênio (30, 60, 90, 120 kg N ha^{-1}) $\times$ densidades de semeadura (66, 70 e 74 mil sementes ha^{-1})] em delineamento em blocos completos casualizados com seis repetições. O experimento de 2025 foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com quatro doses de nitrogênio (30, 60, 90, 120 kg N ha^{-1}) e 18 repetições. Em 2024 e 2025 as parcelas tinham 36 metros de largura e 60 metros de comprimento. Quando constatado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em 2023 e 2024 o nitrogênio foi aplicado na forma de ureia usando um distribuidor com largura de aplicação de 18 metros. O nitrogênio foi aplicado quando o milho estava no estágio V4. As avaliações foram realizadas por meio de mapas de colheita georreferenciados e análises econômicas considerando diferentes cenários de manejo e variabilidade climática. Os mapas de produtividade das safras de 2023, 2024 e 2025 foram interpolados, filtrados e padronizados para geração de um mapa de produtividade média multissafrá. A partir desse mapa foram definidas três classes de potencial produtivo (baixo, médio e alto) utilizando os valores correspondentes ao primeiro e terceiro quartis da distribuição espacial da produtividade média. A análise econômica foi realizada considerando o incremento de produtividade observado nos experimentos e os custos adicionais associados ao aumento da densidade de semeadura e das doses de nitrogênio. Foram considerados os custos de sementes e fertilizante nitrogenado, utilizando valores médios praticados na região durante o período de avaliação. Preços de referência utilizados na análise foram os seguintes; milho R\$ 62,50 sc^{-1} ; sementes: R\$ 1.200,00 por saco de 60 mil sementes e ureia R\$ 163,00 ha^{-1} para cada 30 kg ha^{-1} de N. A margem econômica foi calculada pela diferença entre a receita adicional obtida com o incremento de produtividade e o custo adicional de implantação das estratégias de manejo. As simulações econômicas foram realizadas de forma espacializada utilizando o mapa de potencial produtivo do talhão. Dados diários de precipitação pluviométrica

durante as safras de 2023, 2024 e 2025, foram obtidos a partir da estação do Instituto das Águas do Paraná localizada em Arapongas¹. A partir dos dados diários foram calculados a precipitação total e o maior período de veranico durante o período da safra de milho.

Resultados e Discussão

Os resultados evidenciaram elevada variabilidade espacial da produtividade entre os anos avaliados (Figura 1), associada principalmente às diferenças de disponibilidade hídrica (Tabela 1). A safra de 2023 apresentou precipitação acumulada de 832 mm entre fevereiro e julho, produtividade média de 8,53 t ha⁻¹ e menor impacto de déficit hídrico. Já as safras de 2024 e 2025 apresentaram menores volumes de chuva e maiores períodos de veranico, resultando em redução da produtividade média e aumento da variabilidade espacial. No experimento conduzido em 2023 houve efeito significativo da densidade de semeadura sobre a produtividade do milho, com incremento linear da produtividade até a densidade de 74 mil sementes ha⁻¹ (Figura 2A). Entretanto, as densidades de 68 e 74 mil sementes ha⁻¹ não diferiram estatisticamente entre si, indicando que populações intermediárias podem apresentar melhor relação entre resposta produtiva e custo adicional com sementes. Na safra 2024 houve efeito significativo das doses de nitrogênio sobre a produtividade, enquanto as densidades e a interação entre os fatores não apresentaram efeito significativo (Figura 2B). A dose de 60 kg ha⁻¹ de N apresentou a maior produtividade média, evidenciando melhor equilíbrio entre resposta agrônômica e condições climáticas da safra. Já em 2025 houve incremento significativo da produtividade com o aumento das doses de nitrogênio, com maior produtividade observada na dose de 120 kg ha⁻¹ de N (Figura 2C). Entretanto, os ganhos produtivos acima da dose de 60 kg ha⁻¹ foram relativamente pequenos quando comparados ao incremento de investimento necessário.

¹ <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/>

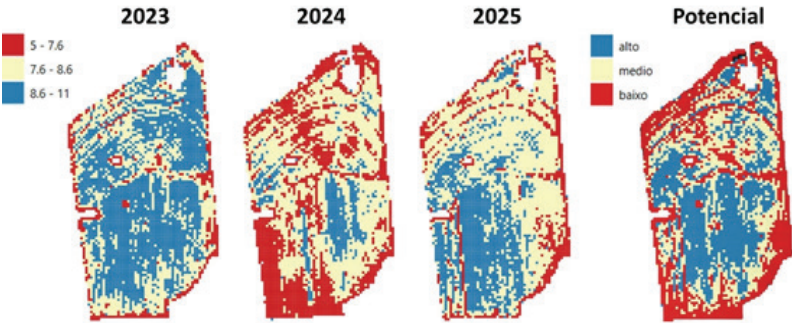


Figura 1. Mapas de produtividade de milho (ton/ha) e do potencial produtivo na Fazenda Cachoeira, Arapongas em três safras representativas.

Tabela 1. Resumo dos dados de precipitação pluviometria em Arapongas durante as safras de milho.

Ano	Chuva fev-jul (mm)	Maior Veranico (dias)	CV Espacial (%)	Produtividade média (t/ha)
2023	832	24	8,5	8,53
2024	368	41	10,3	7,73
2025	405	30	8,7	8,24

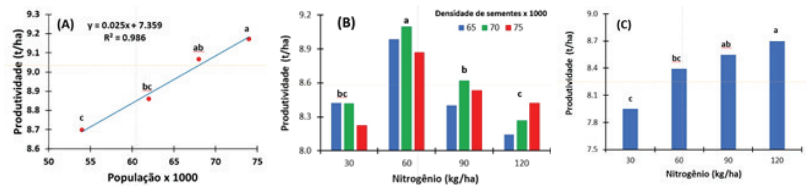


Figura 2. Produtividades do milho em função da densidade de semeadura na safra 2023 (A); densidade de semeadura e doses de nitrogênio na safra 2024 (B); e doses de nitrogênio na safra 2025 (C).

Os resultados demonstram forte dependência da resposta do milho ao nitrogênio em função das condições climáticas da safra. Em 2024, caracterizado por maior restrição hídrica, doses elevadas de nitrogênio não resultaram em incremento produtivo consistente. Em 2025, com condições menos restritivas, houve resposta positiva ao aumento das doses de N. Esse comportamento evidencia a importância da análise multissafra para definição de estratégias de manejo mais estáveis economicamente.

Com base nos resultados dos ensaios *on farm* realizados nas diferentes safras foram propostos cenários de estratégias de adoção das variáveis densidade de semeadura e doses de nitrogênio (Tabela 2). Foram simuladas diferentes combinações entre densidade de semeadura e doses de nitrogênio para as três classes de potencial produtivo. A Tabela 2 apresenta apenas os quatro cenários com melhor desempenho econômico acumulado ao longo das três safras, selecionados por apresentarem maior estabilidade econômica e operacional.

Tabela 2. Retorno econômico de cenários de adoção de configurações de densidade de semeadura e doses de nitrogênio para maximizar o retorno econômico no talhão da Fazenda Cachoeira, Arapongas.

Baixo	Potencial Médio	Alto	Margem acumulada 3 anos
62+30	68+60	72+90	R\$ 14.447
62+30	68+60	68+90	R\$ 15.608
62+30	68+60	68+60	R\$ 29.603
62+30	68+30	68+60	R\$ 38.267

Valores expressos como densidade de semeadura (mil sementes ha⁻¹) + dose de nitrogênio (kg ha⁻¹).

As combinações foram estruturadas considerando o princípio de proporcionalidade entre investimento e potencial produtivo do ambiente. Áreas de baixo potencial receberam menores densidades e doses de nitrogênio visando redução do risco econômico, enquanto áreas de maior potencial produtivo receberam maior aporte de insumos devido à maior capacidade de resposta produtiva.

A menor eficiência econômica das maiores doses de nitrogênio nas safras com restrição hídrica (2024 e 2025) evidencia a forte dependência da resposta do milho à disponibilidade de água, condição amplamente relatada para ambientes subtropicais de segunda safra.

Na Figura 3 são apresentados os mapas com a distribuição espacial da combinação de fatores que proporcionou o maior retorno econômico com base nas produtividades obtidas ao longo das três safras de milho.

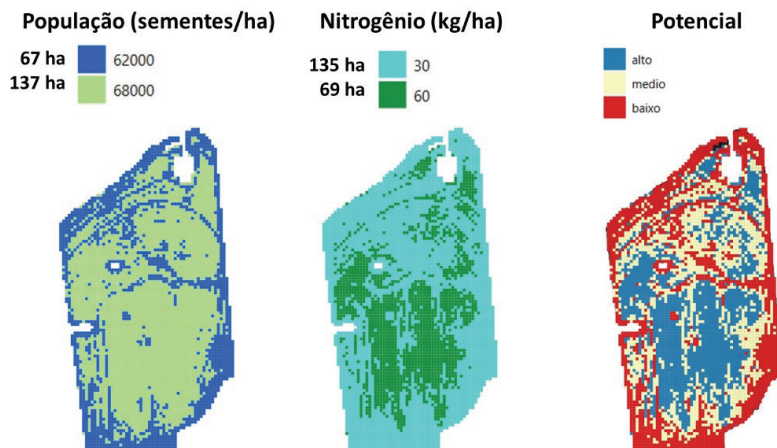


Figura 3. Mapas de prescrição de sementes e nitrogênio para maximizar a rentabilidade do talhão na Fazenda Cachoeira, Araçatuba.

A análise integrada das três safras indicou que a dose de 60 kg ha⁻¹ de N apresentou a melhor relação entre produtividade, custo de investimento e estabilidade econômica. Doses superiores mostraram potencial de incremento produtivo em anos favoráveis, porém com maior risco econômico em condições climáticas restritivas. Silva et al. (2009) observaram que a aplicação de nitrogênio aumenta a demanda de água da cultura do milho, sugerindo que sob condições de déficit hídrico a eficiência de uso do nutriente será reduzida. A estratégia mais eficiente consistiu na utilização de menor investimento em áreas de baixo potencial produtivo e incremento gradual de densidade de sementes e nitrogênio nas áreas de médio e alto potencial, permitindo maior margem acumulada ao longo das safras avaliadas. Os resultados reforçam a importância da integração entre agricultura de precisão, análise econômica, gestão de risco climático e experimentação *on farm* para construção de recomendações agrônomicas ajustadas à realidade operacional das propriedades agrícolas.

Os resultados demonstram que a agricultura de precisão não deve ser limitada à aplicação localizada de insumos, mas utilizada como ferramenta para gestão espacial do risco produtivo e econômico.

Conclusão

A utilização integrada de mapas de produtividade multissafra, experimentação *on farm* e análise econômica espacializada permitiu transformar a variabilidade espacial da lavoura em estratégias práticas de manejo, aumentando a eficiência do uso de insumos e reduzindo o risco econômico associado à variabilidade climática.

Referências

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; LOPES, I. de O. N.; VAZ, C. M. P.; SPERANZA, E. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Definição de zonas de manejo em área de produção de milho 2ª safra na região norte do Paraná. In: BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. de C.; VAZ, C. M. P.; PIRES, J. L. F.; GEBLER, L.; JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. (ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar na era digital**. São Carlos, SP: Cubo, 2024. seção 2, cap. 39, p. 360-367.

SILVA, M. M.; LIBARDI, P. L.; FERNANDES, F. C. S. Nitrogen doses and water balance components at phenological stages of corn. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 4, p. 515-521, 2009.