

Avaliando o desempenho da soja em sistemas conservacionistas – resultados preliminares



Autor: Federico Rolle, John Jones e Giovani Preza Fontes, Departamento de Ciências Agrícolas, Universidade de Illinois Urbana-Champaign

Artigo original publicado em <https://farmdoc.illinois.edu/field-crop-production/evaluating-soybean-performance-in-conservation-systems-project-report.html>, 4 de fevereiro de 2026.

Eventos recentes de tempestades de poeira em Illinois e em outras áreas do Meio-Oeste dos Estados Unidos reacenderam a atenção para a conservação do solo, especialmente após o trágico episódio de maio de 2023 próximo a Springfield, que resultou em um engavetamento envolvendo cerca de 80 veículos, com oito mortes e dezenas de feridos. Esses acontecimentos evidenciam que a perda de solo não é apenas um problema agrônomico, mas também uma questão de segurança pública e de impacto ambiental. A redução do preparo do solo e o uso de plantas de cobertura são práticas bem estabelecidas para diminuir a erosão pelo vento e pela água, além de melhorar a estrutura do solo e a ciclagem de nutrientes. Ainda assim, a adoção pode ser limitada pela percepção de aumento do risco produtivo, especialmente devido ao crescimento inicial mais lento e a possíveis penalidades de produtividade.

Essas preocupações são particularmente importantes quando a soja é semeada sobre grande quantidade de palha após milho e/ou após uma cobertura de centeio (cereal rye). No norte do Corn Belt, solos com alto teor de matéria orgânica tendem a aquecer e secar mais lentamente na primavera. Condições mais frias e úmidas podem reduzir a disponibilidade de nutrientes no início da safra ao diminuir a mineralização da matéria orgânica, principalmente nitrogênio (N) e enxofre (S). Em sistemas com centeio como planta de cobertura, a decomposição dos resíduos pode ainda imobilizar temporariamente o N, aumentando a preocupação com vigor inicial, estande e desenvolvimento da cultura.

Com apoio da **Illinois Soybean Association**, este projeto foi desenvolvido para enfrentar esses desafios e avaliar se os produtores conseguem manter alta produtividade de soja utilizando redução do preparo e plantas de cobertura. Um segundo objetivo foi determinar se uma pequena dose de fertilizante de arranque (N com ou sem S) poderia compensar limitações típicas do início da estação, como solos frios, alta cobertura de resíduos e crescimento inicial mais lento.

Metodologia

Os ensaios de campo foram conduzidos em 2024 e 2025 em seis locais distribuídos por Illinois e pelo leste e norte-central de Iowa. Todos os locais estavam em solos produtivos, com aproximadamente 3,7–4,2% de matéria orgânica (Figura 1). Em Iowa, foram coletados dados de produtividade, enquanto em Illinois também foram realizadas avaliações detalhadas de solo e planta ao longo do ciclo.

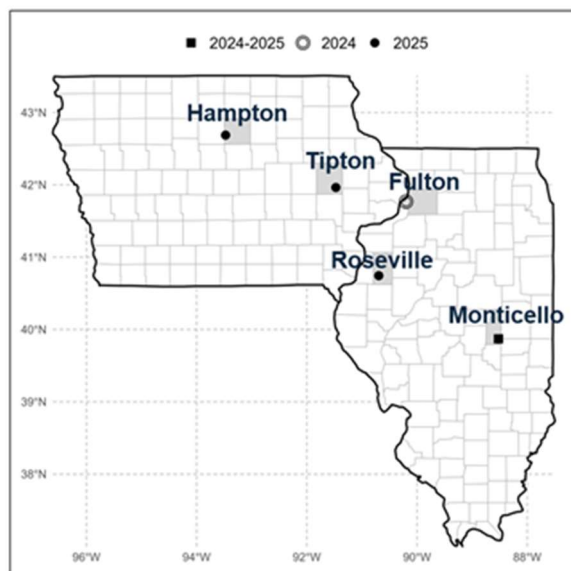


Figura 1. Mapa de Illinois e Iowa mostrando a localização e os condados (em cinza) onde os ensaios de campo foram realizados entre 2024 e 2025.

O estudo comparou quatro sistemas de manejo de solo: preparo convencional (CT, escarificação no outono e cultivo na primavera), strip-till no outono (ST), plantio direto (NT) e plantio direto com centeio como planta de cobertura (NT+CR). Cada sistema foi combinado com três estratégias de adubação de plantio: controle sem fertilizante (UTC), 15 lb N/ac e 15 lb N/ac + 10 lb S/ac.

O centeio foi semeado logo após a colheita do milho, em espaçamento de 19 cm, com 45–55 kg/ha, e dessecado aproximadamente duas semanas antes do plantio da soja, visando 1.200–1.400 kg de biomassa seca no momento da dessecação. A soja foi semeada em espaçamento de 76 cm, com 350.000 sementes/ha. O fertilizante foi aplicado no plantio, em posicionamento 5×5 (5 cm abaixo e 5 cm ao lado da semente). O N foi aplicado na forma de UAN (ureia e nitrato de amônio, 32%), e o tratamento N+S utilizou uma mistura de UAN e tiosulfato de amônio (12-0-0-26S). A biomassa aérea da soja foi coletada no estágio V4, e amostras de folhas foram coletadas em R2 para avaliar o estado nutricional e efeitos dos tratamentos ao longo da safra.

Resultados

Nos locais de Illinois, a soja frequentemente apresentou resposta inicial, tanto visual quanto de crescimento, à adubação de arranque. Parcelas com aplicação de N ou N+S tenderam a apresentar dossel mais verde e maior área foliar no início do ciclo (Figura 2). Na média dos ambientes avaliados em Illinois, o adubo de plantio aumentou a biomassa em V4 em cerca de 12% em relação ao controle sem fertilizante (dados não mostrados). Entretanto, essas diferenças iniciais diminuiram com o avanço do ciclo. Em R2, a análise foliar indicou que as concentrações de N e S foram estatisticamente semelhantes entre os tratamentos, e todos os valores ficaram acima das faixas de suficiência frequentemente citadas na literatura (4,3% para N e



Figura 2. Soja em V4, 51 dias após o plantio em Monticello, Illinois. As fotos foram tiradas em 2 de junho de 2025; soja em plantio direto sem (esquerda) e com adubo no plantio (direita). Cortesia de Federico Rolle.

0,265% para S) (Figura 3). Esses resultados sugerem que a soja atendeu à sua demanda nutricional por meio da fixação biológica de N e da mineralização da matéria orgânica do solo, mesmo sem o uso de adubo de plantio.

Considerando todos os locais e anos, a produtividade de grãos variou entre 60 e 95 bushel/acre (Figura 4). Apesar do aumento na biomassa inicial, a adubação de plantio não resultou em incrementos significativos de produtividade em nenhum sistema de preparo nem de planta de cobertura nas condições deste estudo. Em alguns locais específicos foram observados ganhos pequenos (geralmente entre 2 e 5 bushel/acre), mais frequentemente no plantio direto com centeio, mas essas respostas foram inconsistentes entre locais e anos, o que reduz a previsibilidade e limita recomendações amplas de uso de arranque para soja.

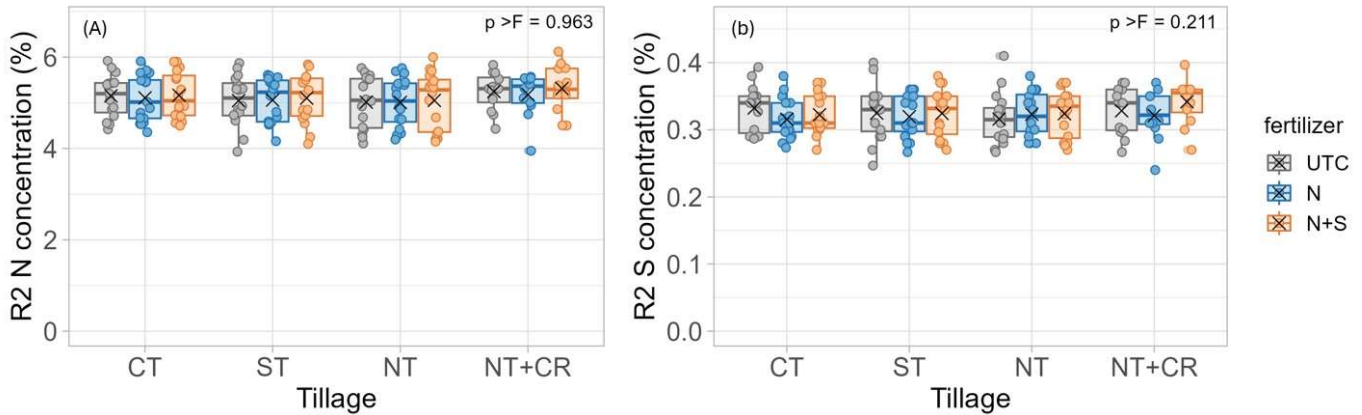


Figura 3. Boxplots mostrando a distribuição das concentrações de nitrogênio (N) e de enxofre (S) nas folhas de soja no estágio R2, para cada tratamento, nos ensaios realizados em Illinois. CT = preparo convencional; ST = strip till; NT = plantio direto; NT+CR = plantio direto com Centeio. UTC = tratamento sem adubo de plantio.

As diferenças de produtividade entre os sistemas de preparo foram relativamente pequenas. Na média de todos os ambientes, o preparo convencional e o strip-till apresentaram cerca de 74,4 bushel/acre (Figura 4). O plantio direto teve média de 77,6 bushel/acre, e o plantio direto com centeio rendeu 76,2 bushel/acre. No conjunto, os resultados indicam que a soja em sistemas de preparo reduzido e com centeio apresentou desempenho essencialmente equivalente ao sistema convencional, reforçando que práticas conservacionistas podem ser compatíveis com altas produtividades em ambientes produtivos.

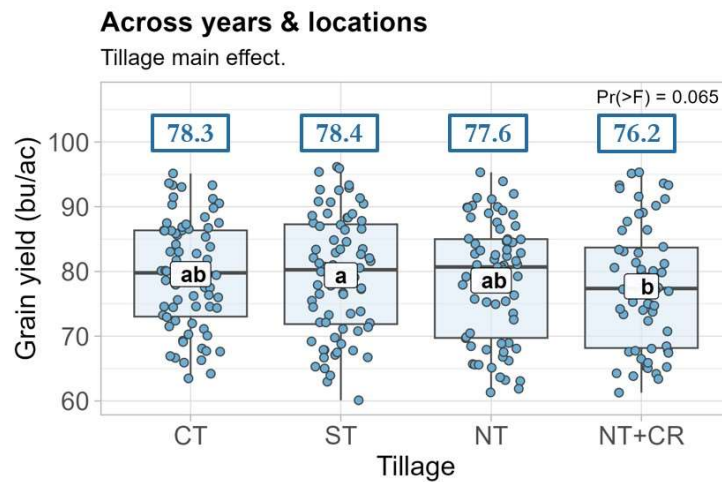


Figura 4. Boxplot da distribuição da produtividade de soja em cada sistema de preparo do solo. Os números acima de cada boxplot indicam a produtividade média. Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente a $p < 0,1$ pelo teste de Tukey (HSD). CT = preparo convencional; ST = strip till; NT = plantio direto; NT+CR = plantio direto com Centeio.

Ao incorporar aspectos econômicos, as diferenças de retorno parcial tornam-se mais evidentes devido aos custos operacionais associados a cada sistema. Estimativas de retorno parcial (Tabela 1), considerando os custos atuais de operações e o preço da soja de \$11/bushel, indicaram o maior retorno para o plantio direto, seguido por strip-till e preparo convencional. O sistema de plantio direto com canteio apresentou o menor retorno parcial principalmente devido ao custo adicional do manejo da cobertura, estimado em \$55/acre. Ainda assim, programas de incentivo estaduais e federais podem ajudar a compensar parte desse custo, e a redução de operações de preparo pode aumentar a rentabilidade em anos de baixos preços e altos custos de insumos, mantendo a produtividade com menor gasto operacional.

Tabela 1. Custos estimados dos sistemas de preparo, receita bruta e retorno econômico parcial com base em seis ensaios conduzidos em Illinois e Iowa durante as safras de 2024–2025.

Sistema de preparo do solo	Custo de preparo¹ (\$/acre)	Produtividade da soja² (bu/acre)	Receita bruta (\$/acre)	Retorno econômico parcial (\$/acre)
CT	34.8	78.3	861.3	826.5
ST	26.1	78.4	862.4	836.3
NT	-	77.6	853.6	853.6
NT + CR	55.0	76.2	838.2	783.2

¹<https://farmdoc.illinois.edu/handbook/machinery-cost-estimates-summary>

²Preço da soja = \$11/bushel

Tabela 4. Conversões de unidades inglesas para métricas.

Para converter a coluna 1 em coluna 2, multiplique por:	Coluna 1 – unidades	Coluna 2 - unidades
2.47	acre	hectare
67.25	bushel de soja/acre	kg de soja/hectare