

Avaliando o desempenho da soja em sistemas conservacionistas – resultados preliminares



Autores: Federico Rolle, John Jones y Giovani Preza Fontes, Departamento de Ciências Agrícolas, Universidad de Illinois Urbana-Champaign

Artículo original publicado en <https://farmdoc.illinois.edu/field-crop-production/evaluating-soybean-performance-in-conservation-systems-project-report.html>, 4 de febrero de 2026. Traducido por Federico Rolle.

Las recientes tormentas de polvo en Illinois y en todo el Medio Oeste han vuelto a poner el foco en la conservación del suelo, especialmente tras el trágico evento de mayo de 2023 cerca de Springfield, que provocó un choque en cadena de 80 vehículos, ocho víctimas fatales y decenas de heridos. Estos incidentes resaltan que la pérdida de suelo no es solo un problema agronómico, sino también una preocupación de seguridad pública y ambiental. La labranza reducida y los cultivos de servicios son prácticas bien consolidadas para reducir la erosión hídrica y eólica, y muchos productores de Illinois están evaluando su implementación. Sin embargo, estos sistemas suelen asociarse con posibles mermas en el rinde.

La implantación de la soja en sistemas con alto volumen de rastrojo, particularmente después de un maíz de alto rinde o de un cultivo de servicio de centeno, puede ser un desafío. El rastrojo pesado puede retrasar el calentamiento y el secado del suelo en primavera y cerca de la fecha de siembra. Estas condiciones de mayor humedad y menor temperatura ralentizan la mineralización de la materia orgánica, lo que a su vez puede limitar la disponibilidad de nitrógeno (N) y azufre (S) al inicio de la estación. Esta situación puede agravarse en sistemas de siembra directa y con cultivos de servicio de centeno, ya que el rastrojo puede inmovilizar parte del N que, de otro modo, estaría disponible para sustentar el desarrollo inicial de la soja.

Este proyecto surgió como respuesta directa a estos desafíos y fue posible gracias al financiamiento de la Asociación de Soja de Illinois (Illinois Soybean Association). Nuestro objetivo principal fue evaluar si los productores pueden mantener una alta productividad utilizando laboreo reducido y cultivos de servicios, sistemas que protegen el recurso suelo pero que suelen percibirse como riesgosos. Un segundo objetivo fue determinar si el uso de fertilizantes arrancadores (nitrógeno + azufre) podría compensar los desafíos iniciales de la campaña en estos sistemas, tales como suelos fríos, rastrojo pesado y un crecimiento inicial más lento.

Metodología

Durante 2024 y 2025, realizamos ensayos a campo en seis sitios distribuidos en el centro de Illinois y el centro-norte de Iowa (Figura 1). Todos los sitios se ubicaron sobre suelos productivos con niveles de materia orgánica de entre 3,7% y 4,2%. En los sitios de Iowa se midieron los datos de rinde de grano, mientras que en los de Illinois se incluyeron además mediciones detalladas de suelo y planta. Evaluamos un total de 12 combinaciones de tratamientos, que incluyeron cuatro sistemas de labranza:

- Labranza convencional (CT): arado de cincel en otoño + cultivador de campo en primavera.
- Labranza en franjas o "Strip-till" (ST): realizada en otoño.
- Siembra directa o "no-till" (NT)
- Siembra directa con cultivo de servicio de centeno (NT+CR)

Cada sistema de labranza se combinó con tres estrategias de fertilización de arranque:

- Control sin fertilizar (UTC).

- 17 kg N/ha (N).
- 17 kg N/ha más 11 kg S/ha (N+S).

El centeno (cultivo de servicio) se sembró con sembradora de directa a 19 cm entre hileras luego de la cosecha de maíz, con una densidad de 45 a 56 kg/ha. El cultivo se terminó aproximadamente 2 semanas antes de la siembra de la soja, apuntando a un volumen de 1.100 a 1.350 kg/ha de biomasa seca al momento del secado. La soja se sembró a 76 cm entre hileras con una densidad de 345.000 a 370.000 semillas/ha. El fertilizante arrancador se aplicó a la siembra en una banda de 2 x 2 pulgadas (5 cm al costado y 5 cm por debajo de la semilla) utilizando UAN o UAN+ATS (12-0-0-26S). Se recolectaron muestras de biomasa de soja en el estadio V4 y de tejido foliar en R2 para evaluar el estatus nutricional y los efectos de los tratamientos durante el ciclo del cultivo.

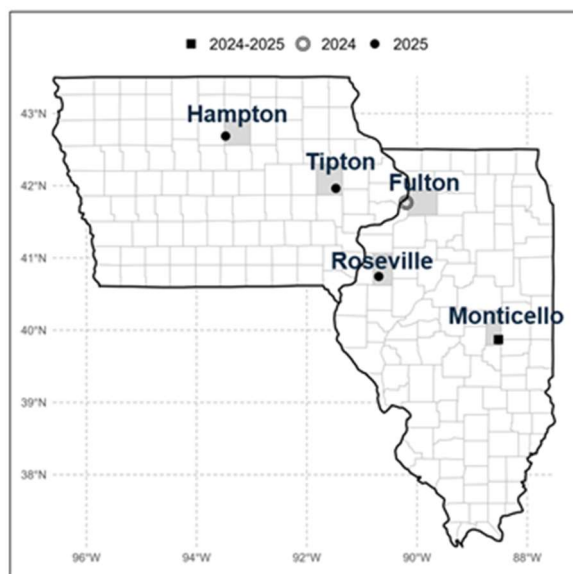


Figura 1. Mapa de Illinois e Iowa indicando la ubicación y los condados (sombreados en gris) donde se realizaron los ensayos a campo entre 2024 y 2025.

Resultados

En todas nuestras localidades de Illinois, la soja mostró, en general, una respuesta temprana al fertilizante arrancador. Las plantas que recibieron tanto N como N+S tendieron a presentar un canopeo más verde y una mayor área foliar inicial en comparación con el testigo sin fertilizar (Figura 2). En el promedio de los sitios de Illinois, el fertilizante arrancador incrementó la biomasa de la soja en V4 en aproximadamente un 12% (datos no mostrados). Sin embargo, estas diferencias iniciales no persistieron a medida que avanzaba la campaña. Al llegar al estadio reproductivo R2, los análisis de tejido foliar mostraron que las concentraciones de N y S no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, y la mayoría de los valores superaron los niveles de suficiencia establecidos (4,3% para N y 0,265% para S) (Figura 3). Estos resultados indican que la soja fue capaz de cubrir sus necesidades nutricionales a través de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) y la mineralización de la materia orgánica del suelo, incluso ante la ausencia de fertilizante arrancador.



Figura 2. Soja en estadio V4, 51 días después de la siembra cerca de Monticello, Condado de Piatt. La foto fue tomada el 2 de junio de 2025. Gentileza de Federico Rolle.

El rinde de grano de la soja osciló aproximadamente entre 4,0 y 6,4 t/ha (60 a 95 bu/ac) a lo largo de las seis localidades y los dos años de estudio. A pesar del incremento temprano de biomasa observado, el uso de fertilizante arrancador no aumentó significativamente el rinde de semilla en ninguno de los sistemas de labranza o de cultivos de servicios. Si bien algunos sitios mostraron un incremento no significativo de entre 0,13 y 0,33 t/ha (2 a 5 bu/ac) con el uso de arrancadores en el sistema de siembra directa con centeno (NT+CR), estas respuestas no fueron consistentes entre las distintas localidades o años.

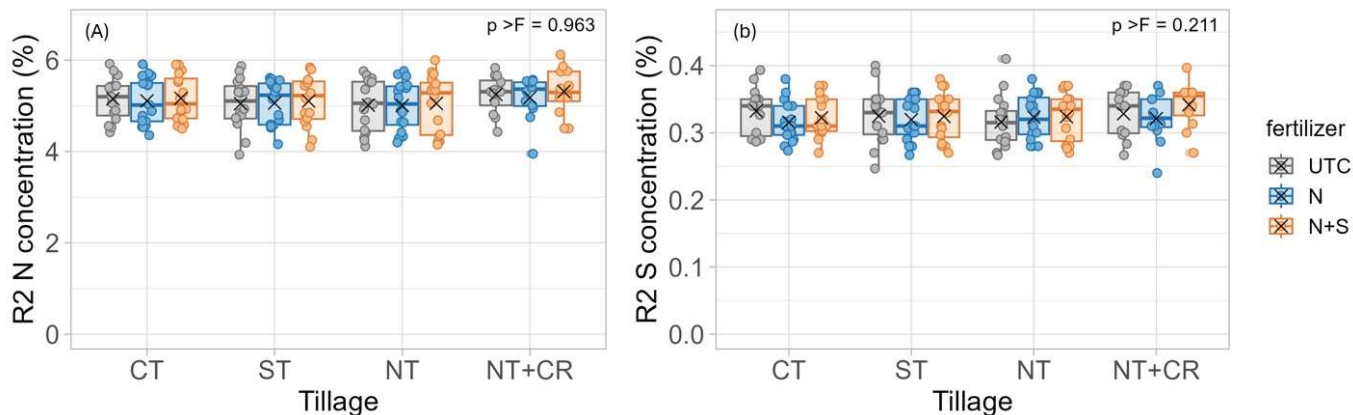


Figura 3. Diagramas de caja (boxplots) que muestran la distribución de las concentraciones de nitrógeno (N) y azufre (S) en hoja de soja en el estadio R2 para cada tratamiento en los ensayos de Illinois. CT = labranza convencional, ST = strip-till, NT = siembra directa, NT+CR = siembra directa con cultivo de servicio de centeno, UTC = testigo sin tratar (sin fertilizante arrancador).

Las diferencias de rinde entre los sistemas de labranza también fueron relativamente pequeñas. Al promediar los seis sitios-año, la labranza convencional (CT) y el strip-till (ST) produjeron cerca de 5,25 t/ha (78,4 bu/ac). Por su parte, la siembra directa (NT) promedió apenas por debajo con 5,20 t/ha (77,6 bu/ac), mientras que el sistema de directa con cultivo de servicio de centeno (NT+CR) alcanzó las 5,10 t/ha (76,2 bu/ac). En la práctica, nuestros resultados demuestran que la soja producida bajo sistemas de laboreo reducido y con cultivos de servicios tuvo un desempeño similar a la soja crecida bajo labranza convencional.

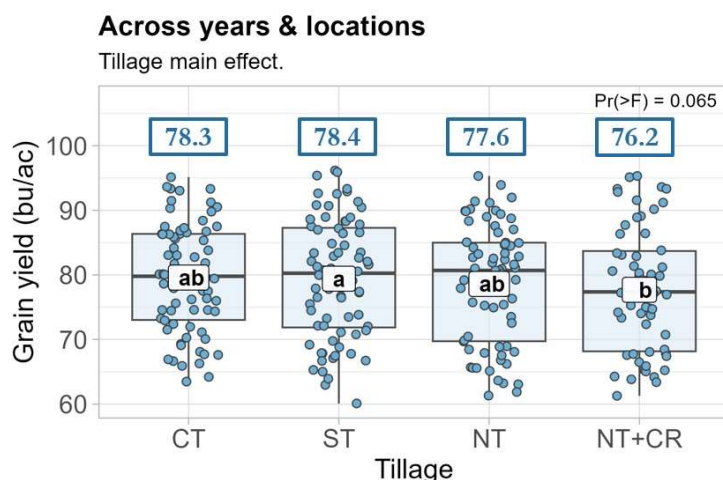


Figura 4. Diagramas de caja (boxplots) que muestran la distribución del rinde de soja en cada tratamiento de labranza. Los números sobre cada diagrama indican el rinde promedio. Las medias de los tratamientos seguidas por letras diferentes presentan diferencias significativas a $p < 0,1$ según la prueba de Tukey HSD. CT = labranza convencional, ST = strip-till, NT = siembra directa, NT+CR = siembra directa con cultivo de servicio de centeno.

Consideraciones económicas

Cuando se incluyen las variables económicas, las diferencias en el margen neto parcial se vuelven más pronunciadas debido a los costos asociados a cada sistema de laboreo. Basándose en los costos operativos de campo estimados y asumiendo un precio de la soja de aproximadamente USD 404 por tonelada (USD 11/bushel), el sistema de siembra directa (NT) obtuvo el margen neto parcial más alto, seguido por el strip-till (ST) y la labranza convencional (CT). El sistema de directa con cultivo de servicio (NT+CR) presentó el margen neto parcial más bajo debido al mayor costo del manejo del cultivo de cobertura, estimado en USD 136/ha (USD 55/acre). Sin embargo, es importante destacar que los gastos del cultivo de servicio pueden compensarse sustancialmente mediante programas de incentivos estatales o federales, y que el laboreo reducido puede ofrecer ventajas de rentabilidad en años con precios bajos de los granos.

Tabla 1. Costos estimados del sistema de labranza, ingresos brutos y margen neto parcial de seis ensayos realizados en Illinois e Iowa durante las campañas agrícolas 2024-2025.

Sistema de labranza	Costo de labranza ¹	Rendimiento de soja ²	Ingreso bruto	Margen neto parcial
	(\$/acre)	(bu/acre)	(\$/acre)	(\$/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

Tabla 2. Conversión de unidades inglesas a métricas

Para convertir columna 1 en columna 2, multiplique por:	Columna 1 - unidades	Columna 2 - unidades
2.47	acre	hectárea
67.25	bushel de soja/acre	kg de soja/hectárea