

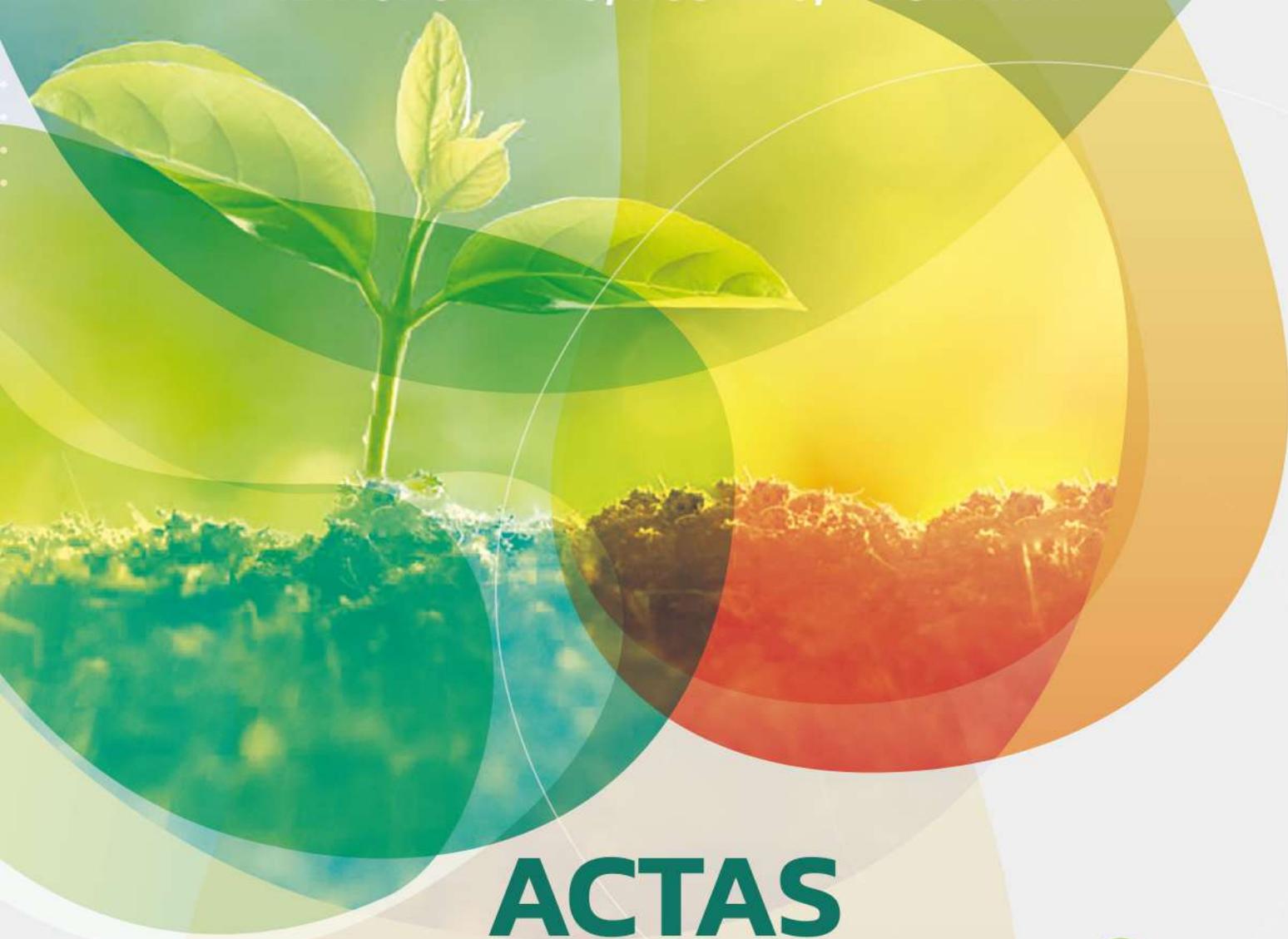


Simposio  
**Fertilidad 2023**

***AL GRAN SUELO ARGENTINO ¡SALUD!***

**10 Y 11 DE MAYO 2023**

**METROPOLITANO, ROSARIO, ARGENTINA**



**ACTAS**

[www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar)



**FERTILIZAR**  
ASOCIACION CIVIL

## Cosecha de datos y manejo en la agricultura digital: el nitrógeno como caso de estudio

Laila A. Puntel

Profesora de Agricultura de Precisión y Fertilidad, Universidad de Nebraska, EE.UU.

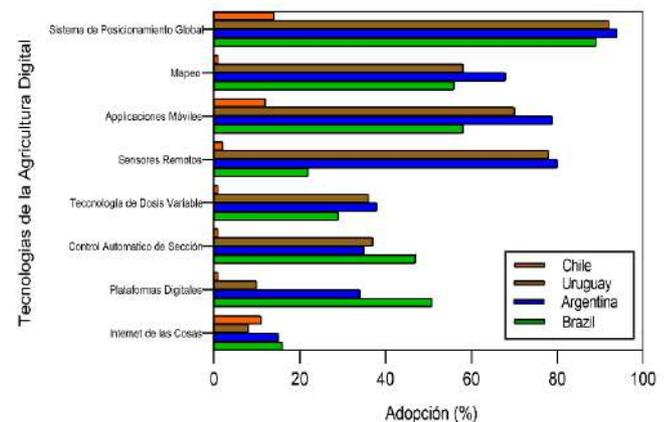
Para aprovechar al máximo las nuevas herramientas tecnológicas en la agricultura digital, los productores deberán poder cosechar los cultivos como también datos. Mucho ha cambiado desde que aparecieron los sistemas de posicionamiento global para uso del productor. Ahora, los productores pueden almacenar muchas capas de información de un solo campo, por año, por cultivo y muchas veces sin conocimiento de que la maquinaria lo está haciendo. Estas capas de información capturan la variabilidad en los parámetros medidos en el espacio y el tiempo. ¿Es esto un problema? ¿O una solución? Tenemos la tecnología para obtener los datos, pero ¿cómo convertimos la información en una toma de decisiones de manejo efectiva? ¿Cómo le mostramos al productor que esa decisión de manejo fue la adecuada?

El desarrollo de métricas y protocolos que evalúan la efectividad en el uso de datos y la ejecución de esas tecnologías son clave para promover la utilización de estas herramientas a gran escala y sostenida en el tiempo. Sin duda la agricultura digital conlleva en varios casos un incremento en la productividad, rentabilidad y eficiencia en el medio ambiente (Balafoutis et al. 2017; Klerkx et al. 2019). Pero sabemos que la adopción de estas herramientas, al igual que muchas tecnologías de precisión, es baja. Por lo contrario, en muchos casos la aplicación de nutrientes sitio-específica sigue basándose en simples enfoques empíricos.

### Limitaciones para la adopción de tecnologías digitales

En sud-América las limitaciones más informadas para la adopción de tecnología de precisión y digitales fueron el costo de la tecnología, la falta de capacitación, el número limitado de empresas que prestan servicios y los beneficios poco claros (Puntel et al., 2022; **Figura 1**). Es de

conocimiento que cuando agregamos valor a la tecnología se fomenta la adopción (Melchiori et al. 2018; Thompson et al. 2019; Bolfe et al. 2020). Para mitigar algunas de estas limitaciones, nuestros hallazgos sugieren la necesidad de un plan de estudios educativo en agricultura digital que pueda satisfacer la demanda de habilidades laborales como el procesamiento, análisis e interpretación de datos. Se necesitan esfuerzos regionales para estandarizar estas métricas. Esto permitirá a las partes interesadas diseñar iniciativas específicas para promover la agricultura digital hacia la sostenibilidad de la producción de alimentos en la región.



**Figura 1.** Porcentaje de adopción de tecnología agrícola digital (DA) para Argentina, Brasil, Chile y Uruguay. El porcentaje de adopción se indica en relación con las respuestas a cada encuesta. Adaptado Puntel et al., 2022

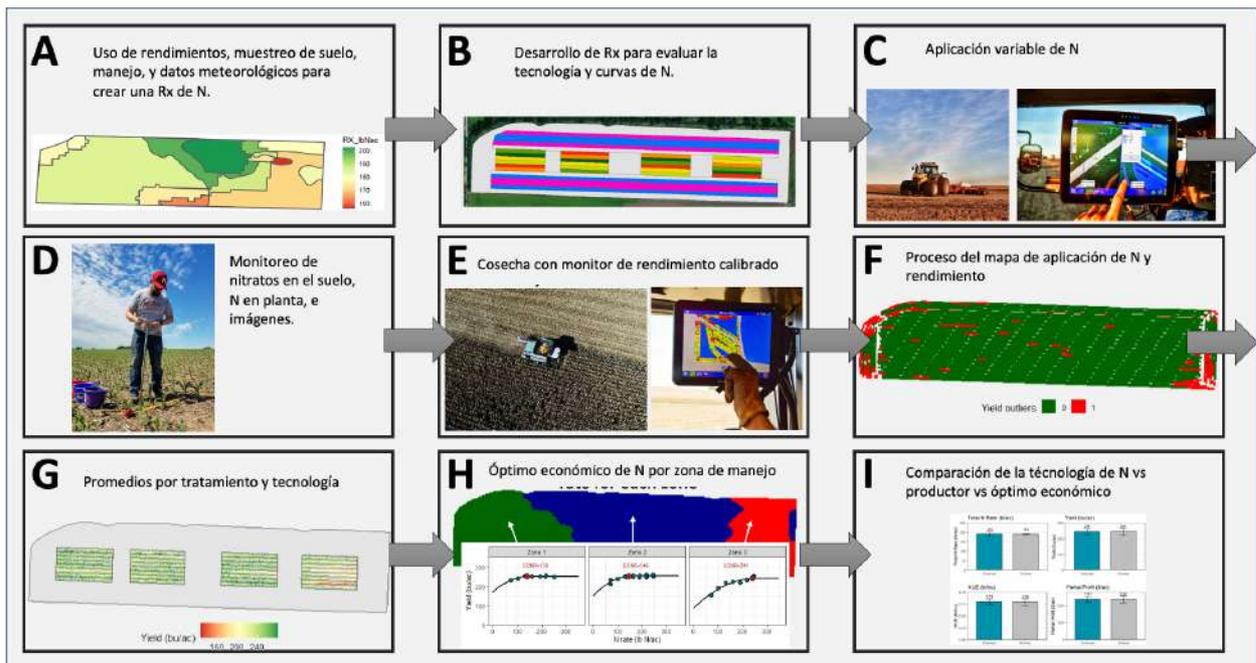
A lo largo de los años, los productores han logrado un progreso dramático en la capacidad de producir más de la misma unidad de tierra. Sin embargo, la agricultura digital puede ser una parte integral en la continuación de esa tendencia. Para lograr este impacto, tenemos que asegurar que los datos que se

miden sean tan buenos como la forma en cómo traducir esos datos en información utilizando algoritmos, modelos, sensores etc., que sean robustos en un proceso mejorado de toma de decisiones.

Si usamos como ejemplo un lote en cual contamos con un pivót de riego y la oportunidad de aplicar nitrógeno con el agua de riego. El productor tiene la capacidad de ajustar el agua y nitrógeno a nivel del pico, lo que significa que en este caso el número de zonas de manejo es superior al que usualmente utilizamos. Ahora bien, tenemos la tecnología, pero no necesariamente la ciencia para traducir esta capacidad en una aplicación de agua y nitrógeno de alta resolución.

### Método de evaluación de tecnologías para el manejo de nitrógeno

En un proyecto iniciado en el 2020, se trabajó con más de 80 productores de maíz y trigo de invierno para diseñar e implementar de manera económica ensayos aleatorios en franjas, para evaluar la efectividad de diferentes tecnologías para el manejo de nitrógeno en Nebraska, USA. Propusimos un marco conceptual y un procedimiento detallado para: seleccionar la tecnología de N a probar; diseñar e implementar ensayos de campo; generar, procesar y gestionar los datos de los ensayos de campo; y analizar automáticamente, informar y compartir los beneficios de la tecnología en N (Figura 2).



**Figura 2.** Diagrama de flujo para la implementación y evaluación de tecnologías para el manejo de nitrógeno: A) prescripciones nitrógeno creadas con la tecnología seleccionada, B) diseño del experimento combinada con las generaciones de curvas de rendimiento en respuesta al nitrógeno, C) aplicación del experimento durante la fertilización, D) recopilación de datos durante la estación de crecimiento, E) recopilación de datos al final de la temporada, F) procesamiento automático de datos, G) resúmenes de datos, H) análisis por zona, e I) intercambio de datos.

La selección de la tecnología N fue impulsada principalmente por los productores para garantizar un buen ajuste y aumentar la probabilidad de adopción futura de la tecnología. Llamamos al método de selección de tecnología, el "tier N approach", que consistió en seleccionar una tecnología que aumentara progresivamente el nivel de complejidad sin exceder el proceso de aprendizaje del productor. Clasificamos las herramientas N en: modelos de simulación de cultivos, sensores remotos, inhibidores y

fertilizantes biológicos. Los ensayos en franjas compararon el manejo tradicional de los productores y la tecnología de N seleccionada y se combinaron con bloques de N sitio-específicos colocados en áreas contrastantes de los lotes. Los datos de rendimiento de los bloques de N se utilizaron para derivar la tasa de N óptima específica del sitio. Cuantificamos los beneficios de las tecnologías actuales de N comparando su rendimiento, beneficio económico y eficiencia de uso de N (NUE) con el manejo tradicional de los

productores y con la tasa de N óptima estimada específica del sitio para cada zona. La comunicación de los resultados del ensayo a los productores fue crucial para garantizar la promoción y adopción de estas tecnologías de N.

Resultados preliminares mostraron, por ejemplo, que los rendimientos de las herramientas digitales de N basadas en modelos de cultivo aplicadas a nivel sitio-específico, varió campo por campo. Estos resultados demuestran la dificultad de estimar la dosis óptima y que, si bien las herramientas de N basadas en modelos de cultivos pueden tener éxito en campos individuales, no fueron consistentes en una variedad de manejos, suelos y condiciones climáticas en este estudio. Sin embargo, el 80% de los lotes evaluados con modelos de cultivos resultó en una mejora en la eficiencia del uso de N con respecto al productor.

Nuestro estudio sugirió que las entradas de datos, como las expectativas de rendimiento y la delimitación de las zonas de manejo, fueron factores importantes a considerar al usar herramientas de N basadas en modelos de cultivo. La implementación de este tipo de experimentos utilizando nuevas tecnologías digitales para el manejo de nutrientes es clave para apoyar la adopción, determinar qué datos son los necesarios a la hora de implementar cierta tecnología (modelos de cultivos, sensores, etc.), y generar mejoras futuras en estas herramientas.

## Referencias

- Balafoutis A, Beck B, Fountas S, Vangeyte J, Wal TVd, Soto I, Gómez-Barbero M, Barnes A, Eory V (2017) Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics. *Sustainability* 9, 1339. doi:10.3390/su9081339
- Bolfe ÉL, Jorge LAdC, Sanches ID, Luchiarí Júnior A, da Costa CC, Victoria DdC, Inamasu RY, Grego CR, Ferreira VR, Ramirez AR (2020) Precision and digital agriculture: adoption of technologies and perception of Brazilian farmers. *Agriculture* 10, 653. doi:10.3390/agriculture10120653
- Klerkx L, Jakku E, Labarthe P (2019) A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: new contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences* 90–91,1–16. doi:10.1016/j.njas.2019.100315
- Melchiori RJM, Albarenque SM, Kemerer AC (2018) Evolucion y cambios en la adopción de la agricultura de precisión en Argentina. In '17° Curso de Agricultura de Precisión y Expo de Máquinas Precisas'. Mandredi, Argentina. pp. 7. (INTA: Mandredi, Argentina)
- Thompson NM, Bir C, Widmar DA, Mintert JR (2019) Farmer perceptions of precision agriculture technology benefits. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 51, 142–163. doi:10.1017/aae.2018.27
- Puntel, Laila A., É. L. Bolfe, R. J. M. Melchiori, Rodrigo Ortega, Guadalupe Tiscornia, Alvaro Roel, Fernando Scaramuzza (2022) How digital is agriculture in a subset of countries from South America? Adoption and limitations. *Crop and Pasture Science*.



**FERTILIZAR**

ASOCIACION CIVIL



**FERTILIZAR.ORG.AR**