

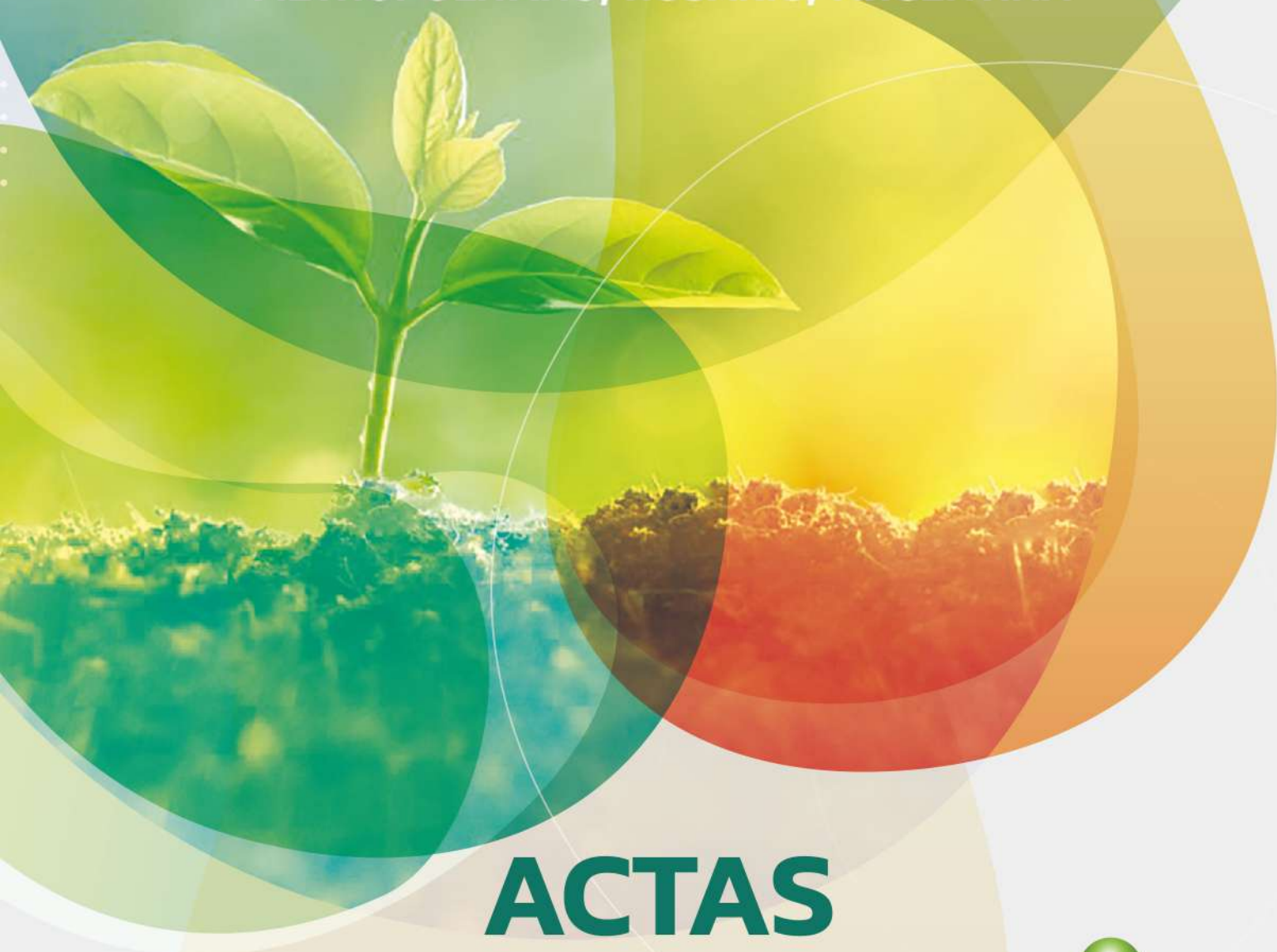


Simposio  
**Fertilidad 2023**

***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

## Avances en fertilización nitrogenada en maíz en el NEA

Nicolás I. Stahringer<sup>1</sup>, Javier A. Fernández<sup>2</sup>, Suyai Almirón<sup>3</sup> y Andrés Madias<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias – Univ. Nacional del Nordeste

<sup>2</sup> University of Queensland, Australia

<sup>3</sup> Aapresid – Sistema Chacras

*Nota: Trabajo actualizado del original presentado en la Revista de la Red de Nutrición de Cultivos del Norte Argentino – Resultados Campañas 2020/21 y 2021/22.*

### Introducción

El nitrógeno (N) es el pilar de la nutrición del maíz, siendo el nutriente que más frecuentemente limita la producción de este cultivo (Correndo y García, 2014). La fertilización nitrogenada en maíz es una práctica habitual debido a la relación positiva costo/beneficio por la elevada frecuencia con la que se obtiene respuesta positiva a la aplicación de N (Salvagiotti et al., 2002). Por este motivo, se considera que el N es la “bala de plata” de la fertilización de maíz (Reussi Calvo et al., 2020).

El incremento de productividad como respuesta al aumento del N disponible se ajusta a lo que se conoce como respuesta de rendimientos decrecientes (Maddoni et al., 2003). Una forma simplificada de interpretarlo es utilizando un modelo conocido como lineal-plateau. Básicamente, la interpretación de dicho modelo consiste en que se observa un aumento del rendimiento en forma lineal mientras este nutriente limita la producción. Luego, llegado un punto, la respuesta deja de ser lineal al aumento de la dosis de N porque este nutriente deja de limitar la producción que puede llegar a estar limitada por otros recursos (agua, otros nutrientes, etc.). A partir de dicho punto, por más que se continúe incrementando la dosis de N no habrá incremento de productividad y se habrá alcanzado un “techo” que se conoce como “plateau”.

La principal herramienta utilizada en Argentina para el diagnóstico y la posterior recomendación de N en maíz se basa en la disponibilidad de N (Nd). El Nd se obtiene de sumar el N del suelo (Ns), obtenido mediante la determinación del N de nitratos en el suelo en la profundidad de 0-60 cm previo a la siembra, más el N aportado por el fertilizante (Nf). En general, en la región

pampeana se ha observado que el Nd (Ns+Nf) consigue explicar una buena parte de la variación del rendimiento del maíz. Sin embargo, mejores diagnósticos pueden ser obtenidos considerando otras variables como: factores de suelo limitantes, variables climáticas, factores de manejo (plagas, enfermedades, malezas), presencia de napa, disponibilidad de otros nutrientes, aporte de N mineralizado durante el ciclo del cultivo, entre otros (Correndo y García, 2014). No obstante, esta herramienta no está calibrada (ajustada) para los sistemas de producción del noreste argentino (NEA).

Más del 90% del N se encuentra en la materia orgánica (MO) del suelo (Echeverría et al., 2014), razón por la cual la disminución de la MO trae aparejado una reducción de la disponibilidad de N, entre varias consecuencias negativas para el suelo. Estudios realizados en el Norte Argentino muestran pérdidas de aproximadamente 30% de la MO tras los primeros 10 años de agricultura (Villarino et al., 2017). Por otro lado, ha sido demostrado en un estudio reciente que recopiló información de 788 experimentos de N en maíz en Argentina, que cuanto mayor es el rendimiento objetivo del maíz mayor es la demanda del cultivo por este nutriente (Correndo et al., 2021).

En el NEA se ha dado un incremento de los rendimientos del cultivo de maíz en los últimos años, al mismo tiempo que los suelos presentan en general cada vez más años de agricultura (reflejado por ejemplo en menores concentraciones de MO). Esta realidad, de creciente demanda de N por maíces con mayor potencial productivo, en un escenario con caídas de MO y, por ende, de menor oferta de N del suelo, ha llevado a un incremento del uso de la fertilización nitrogenada. No obstante, este avance en

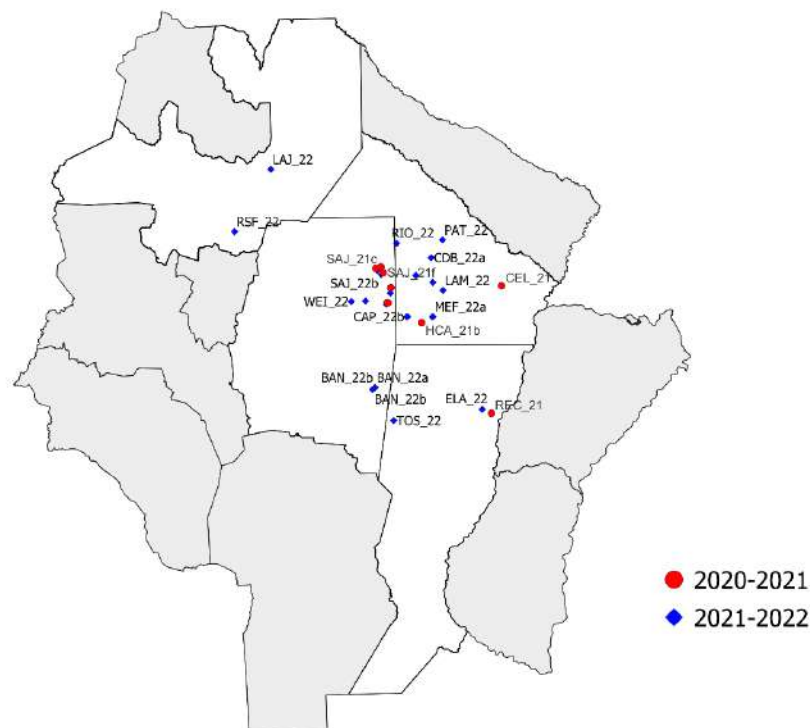
la adopción de esta práctica no ha sido acompañado del desarrollo de modelos de recomendación ajustados a las condiciones de la región.

De esta manera, los objetivos planteados inicialmente en esta Red son: (i) evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada en maíz en el NEA y cuáles son los factores ambientales y de manejo que más la afectan y (ii) calibrar (ajustar) umbrales críticos de N disponible en el suelo para maíz en el NEA.

## Materiales y métodos

### Ubicación de los experimentos

Se realizaron un total de 26 experimentos en lotes de producción en siembra directa con diferentes historiales de manejo previo, durante las campañas 2020-2021 (12 sitios) y 2021-2022 (14 sitios). Los experimentos se distribuyeron, en las provincias de Santiago del Estero, Chaco, Santa Fe y Salta (Figura 1).



**Figura 1.** Sitios experimentales en Santiago del Estero, Chaco, Santa Fe y Salta.

### Manejo

De los 26 experimentos evaluados en este trabajo, 19 fueron realizados en macroparcelas (MA) y 7 en microparcelas (MI). En la campaña 2020-2021, los ensayos en MI estuvieron ubicados en las localidades de Reconquista (Santa Fe), Colonia Elisa (Chaco), Hermoso Campo (Chaco) y dos en Sachayoj (Santiago del Estero), en cuanto que en la campaña 2021-2022 los únicos dos ensayos en MI se hicieron en Concepción del Bermejo (Chaco). De aquellos realizados en MA en la campaña

2020-2021, los siete que se hicieron estuvieron en localidades de Chaco (1) y Sgo. del Estero (6), mientras que en la campaña 2021-2022 hubo cinco en Chaco y siete en Sgo. del Estero (Tabla 1). Todos los ensayos se condujeron en secano.

En la campaña 2020-2021, las fechas de siembra de todos los ensayos estuvieron concentradas en tres semanas, del 23/12/20 al 13/1/21, mientras que en la campaña 2021-2022 los ensayos fueron sembrados entre el 23/12/21 y el 24/1/22. La mayor ventana de siembra en la última campaña se debió a la falta de lluvias al momento de la siembra en algunos sitios, razón por la cual

algunos ensayos no considerados en este análisis fueron cosechados posterior a la fecha de cierre para recepción de los datos de este año. Por su parte, considerando las dos campañas, las densidades de siembra variaron de 48000 a 75000 pl ha<sup>-1</sup>, siendo que el promedio se ubicó en 56000 pl ha<sup>-1</sup>. Se utilizaron diferentes híbridos que fueron definidos por los responsables de cada sitio (Tabla 1).

El antecesor estival predominante fue soja de primera (88% de los sitios), seguido por maíz (8% de los sitios) y algodón (1 sitio). Como antecesor invernal en 54% de los sitios se hizo barbecho, en 31% hubo trigo y en un 15% se hicieron cultivos de servicio (vicia sola o consorciada con triticale).

El control de malezas e insectos se hizo siguiendo el manejo del productor. Hubo tres sitios en los que se tuvo problemas con cogollero (1 en Colonia Elisa y 2 en Concepción del Bermejo), para lo cual se debió reforzar el control con insecticida.

### Diseño experimental y tratamientos

Tanto los experimentos en MA cuanto aquellos en MI fueron conducidos con un diseño

en bloques completamente aleatorizados (DBCA) con dos repeticiones como mínimo y tres repeticiones en 65% de los sitios. Las MA tuvieron un ancho mínimo de ocho surcos y un largo mínimo de 150 m, siempre teniendo en cuenta la maquinaria disponible. Muchos ensayos inclusive tuvieron anchos de 20 a 30 m y largos de 200 m (Figura 2).

En la mayoría de los ensayos los tratamientos aplicados fueron 0, 40, 80 y 160 kg N ha<sup>-1</sup>. A su vez, otras dosis de N en general dentro del mismo rango fueron utilizadas en seis sitios. De acá en adelante todos los tratamientos se denominan colocando la dosis seguido de la letra N (por ej.: 0N, 40N, 80N, 160 N, etc.).

Como fuente de N se utilizaron fuentes sólidas (77% de los sitios) y líquidas (23% de los sitios), siempre adoptando la manera en que habitualmente cada productor emplea para aplicar fertilizantes. Así, las fuentes empleadas fueron Nitrodoble (50% de los sitios), urea (19% de los sitios), UAN Plus (15% de los sitios), Urea

NBPT (8% de los sitios), SolMix (4% de los sitios) y UAN (4% de los sitios). El momento de aplicación de los fertilizantes

fue desde presiembra hasta el estado fenológico de V8 según la escala de Ritchie y Hanway (1982). En el 38% de los ensayos se aplicaron entre presiembra y emergencia, en el 12% entre V2-V3, en el 31% entre V4-V6 y en el 19% entre V7-V8. Las formas de aplicación fueron: al voleo (42% de los sitios), incorporado (31% de los sitios) y chorreado (27% de los sitios). En los casos en que se utilizó urea esta fue incorporada para que no haya riesgo de volatilización (Tabla 1).

En seis experimentos también se evaluó el agregado de azufre (S) y cinc (Zn) en un tratamiento adicional que tenía 160 kg N ha<sup>-1</sup>, más 20 kg S ha<sup>-1</sup> y 0,7 kg Zn ha<sup>-1</sup> (este último aplicada vía foliar con Zintrac® como fuente).



















**Figura 11.** Variabilidad de rendimientos obtenidos en los 14 ensayos de la campaña 2021-2022 en función de las dosis de N aplicadas en cada sitio. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre dosis de N según el test LSD Fisher.

Cabe destacar que los sitios con respuesta significativa tuvieron un rendimiento promedio mínimo de  $8433 \text{ kg ha}^{-1}$  (CAP\_22a), siendo que de los nueve sitios por encima de ese rendimiento promedio sólo uno (AER\_22a) no tuvo respuesta significativa (Figura 11).

Al comparar ambas campañas queda evidente que en la 2021-2022 hubo un mayor porcentaje de sitios con respuesta significativa (57%) en relación a los que la tuvieron en la 2020-2021 (25%). Esto podría deberse a diferentes motivos tales como: menor cantidad de N en el suelo (0-60 cm) a la siembra y mayor cobertura del suelo en la segunda campaña (Figuras 7 y 3); así como menor cantidad de sitios en ambientes de bajos rindes y mayor cantidad de sitios con mayor porcentaje de agua útil en el suelo a la siembra en la segunda campaña con relación a la primera (Figuras 8 y 9; Tabla 2). Como mencionado anteriormente, en la campaña 2021-2022, los sitios con respuesta significativa estuvieron en ambientes de medios a superiores, lo cual lleva a pensar que en algunos sitios con bajos rendimientos es probable que haya otras variables de manejo que se deban ajustar antes que la fertilización. Un ejemplo de ello son los sitios de Concepción del Bermejo (CDB\_22a y CDB\_22b), en los cuales la utilización de un material susceptible al cogollero (refugio) posiblemente haya comprometido los rindes por el ataque de dicha plaga. Situación similar a esta se observó en Colonia Elisa (CEL\_21) en la primera campaña donde el rendimiento se vio comprometido por el ataque de la misma plaga, así como una fuerte seca y problemas con spiroplasma. Aspectos como estos son algunas de las dificultades bióticas y abióticas que se presentan a menudo en ensayos en el NEA, motivo por el cual requieren un adecuado manejo con los debidos cuidados para controlar estas posibles complicaciones. Además, es un motivo por el cual, siempre que sea posible, se recomienda que se hagan tres repeticiones en lugar de dos.

La elección del material más adecuado para cada sitio también podría afectar la probabilidad de respuesta significativa de un ensayo de fertilización nitrogenada. En este sentido, llama la atención que, en los sitios ubicados en Aerolito, los cuales estuvieron uno a la par del otro, un ensayo tuvo respuesta significativa (AER\_22b) y el otro no (AER\_22a), siendo que la única diferencia entre ambos fue el híbrido utilizado. En la región Pampeana, por ejemplo, se ha observado diferencia de respuesta a la fertilización

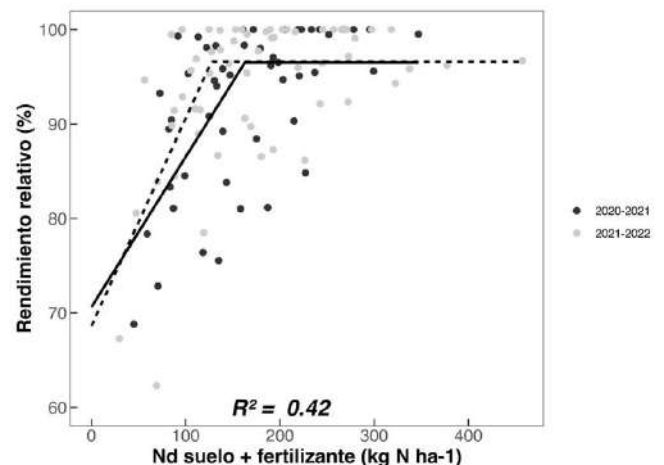
nitrogenada según genotipos (Gambin et al., 2016 citado por Coyos et al., 2018).

Otra práctica de manejo que también puede influir en la probabilidad de tener respuesta o no, es elegir la densidad de siembra adecuada para cada híbrido, en cada ambiente, y prestar especial atención también a la uniformidad de siembra. Con relación a este aspecto, por ejemplo, vale mencionar que en ensayos donde se cruzaron dosis crecientes de N por distintas densidades de siembra, realizados en la Chacra Sachayoj en la campaña 2020-2021, se observó que en general densidades mayores a  $60000 \text{ pl ha}^{-1}$  mostraron una elevada tendencia al quebrado del material allí utilizado (datos no presentados, Morand comunicación personal). Todo lo comentado anteriormente lleva a tener muy presente el hecho de que la nutrición del cultivo es apenas uno de los aspectos importantes a manejar adecuadamente para lograr elevados rendimientos.

En los seis experimentos donde se evaluó adicionalmente un tratamiento con agregado S y Zn ( $160\text{N}+\text{S}+\text{Zn}$ ) no se encontró efecto significativo del mismo ni en su interacción con el sitio ( $p > 0,05$ ).

### Calibración del umbral crítico

Inicialmente la calibración del umbral crítico se hizo con el conjunto de datos de rendimiento relativo en función del Nd (N suelo 0-60 cm + N fertilizante), considerando todos los sitios de las dos campañas, ajustando un umbral crítico por campaña (Figura 12; Tabla 3).

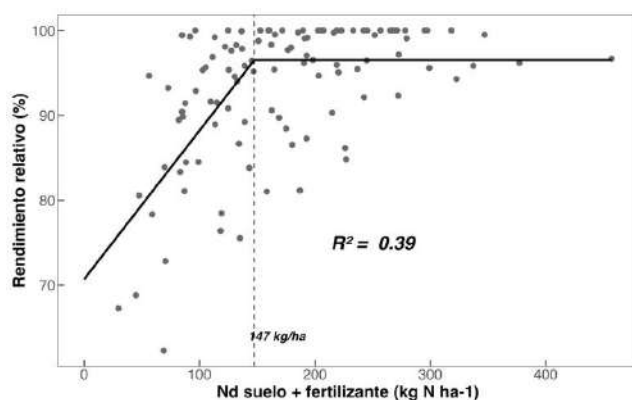


**Figura 12.** Rendimiento en función del nitrógeno disponible a la siembra ( $N_d = N \text{ suelo}_{0-60 \text{ cm}} + N \text{ fertilizante}$ ) de los sitios de las campañas 2020-2021 y 2021-2022.

Año	Parámetro	Valor	D.E.	P valor
2020-2021	a	70,6	4,3	<0,001
	b	0,16	0,04	<0,001
	C	163	15,4	<0,001
2021-2022	a	68,6	5,1	<0,001
	b	0,22	0,05	<0,001
	C	127	11,6	<0,001

**Tabla 3.** Parámetros de las funciones lineal-plateau entre nitrógeno disponible a la siembra ( $N_d = N \text{ suelo}_{0-60 \text{ cm}} + N \text{ fertilizante}$ ) y rendimiento relativo (%) para 12 sitios de la campaña 2020-2021 y los 14 sitios de la campaña 2021-2022.

Sin embargo, al ajustar un modelo, considerando todos los sitios de ambas campañas agrícolas, se observa que el  $R^2$  obtenido es levemente inferior (Figura 13) al que se obtuvo cuando se separó el set de datos por campaña (Figura 12). Así fue posible llegar a un único umbral crítico de  $147 \text{ kg Nd ha}^{-1}$  con los datos de los primeros dos años de la Red (Tabla 4). En la Tabla 4 se presentan los parámetros del modelo ajustado en la Figura 13. El desvío estándar (D.E.) del parámetro C nos indica que el rango crítico de N disponible o intervalo de confianza está entre  $137$  y  $157 \text{ kg Nd ha}^{-1}$ .



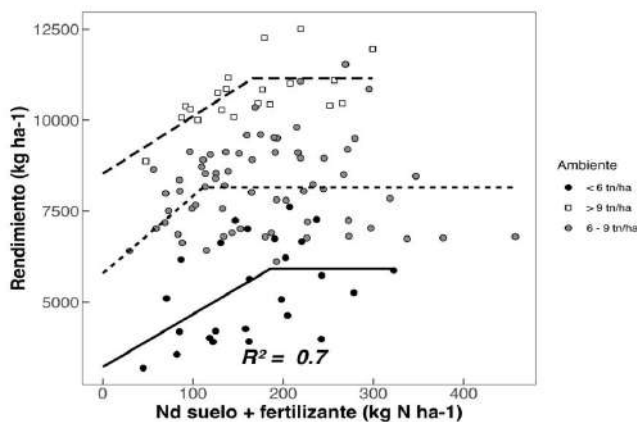
**Figura 13.** Rendimiento relativo en función del nitrógeno disponible a la siembra ( $N_d = N \text{ suelo}_{0-60 \text{ cm}} + N \text{ fertilizante}$ ) para 26 sitios durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022.

Parámetro	Valor	D.E.	P valor
a	70,7	3,25	<0,001
b	0,18	0,03	<0,001
C	147	10,1	<0,001

**Tabla 4.** Parámetros de la función lineal-plateau entre nitrógeno disponible a la siembra ( $N_d = N \text{ suelo}_{0-60 \text{ cm}} + N \text{ fertilizante}$ ) y rendimiento relativo (%) para 26 sitios durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022.

En la búsqueda de obtener umbrales críticos por ambientes, se procedió a clasificar los sitios en tres rangos de ambientes que fueron: ambientes de rendimiento menor a  $6000 \text{ kg ha}^{-1}$ , ambientes con rendimientos de  $6000$  a  $9000 \text{ kg ha}^{-1}$  y ambientes cuyos rendimientos fueran superiores a  $9000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Segmentación de ambientes por franjas de rendimientos como la mencionada anteriormente han sido utilizadas por Mistrorigo & Valentinuz (2004) y por Díaz Valdez et al. (2020) en Entre Ríos. Según lo expresado por algunos productores y ensayistas que participaron de esta Red de Ensayos, en la región los rindes de indiferencia para maíz con fertilización nitrogenada están aproximadamente entre  $5000$  y  $7000 \text{ kg ha}^{-1}$ , dependiendo del lugar, con lo cual considerar un límite inferior de  $6000 \text{ kg ha}^{-1}$  (promedio de los rindes de indiferencia) se justifica por este motivo al igual que fue planteado por los autores de los trabajos realizados en Entre Ríos. Al igual que se consideró en el trabajo de Díaz Valdez et al. (2020), el rendimiento utilizado como criterio para clasificar en estos rangos de ambientes fue el promedio obtenido en los tratamientos ON (testigo) de cada sitio, considerando que el mismo es una medida de todos los factores ambientales (edáficos y climáticos) cuando no se aplica N.

En la Figura 14 se muestra la relación entre los rendimientos absolutos y el  $N_d$  para los 26 sitios de las campañas 2020-2021 y 2021-2022, separados por ambientes ( $< 6000 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $6000-9000 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $> 9000 \text{ kg ha}^{-1}$ ). El ajuste de los modelos lineal-plateau que se obtuvieron para los tres ambientes fueron muy buenos ( $R^2 = 0,70$ ), mejor inclusive que el obtenido utilizando RR y sin separar por ambientes (Figura 13).



**Figura 14.** Rendimiento en función del nitrógeno disponible a la siembra ( $Nd = N \text{ suelo }_{0-60 \text{ cm}} + N \text{ fertilizante}$ ) para 26 sitios de las campañas 2020-2021 y 2021-2022, separados en tres ambientes.

Al hacer esta estratificación, los umbrales críticos obtenidos fueron de 186, 111 y 166  $\text{kg Nd ha}^{-1}$  para los ambientes:  $< 6000 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $6000-9000 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $> 9000 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. En el ambiente de menor potencial es probable que los sitios considerados hasta el momento tengan otras limitantes más importantes que el N. En lo que se refiere a la eficiencia de uso del N ( $\text{kg grano por kg Nd}$ ; parámetro b), esta variable fue significativa únicamente para el ambiente  $> 9000 \text{ kg ha}^{-1}$  con un valor de 15,8  $\text{kg grano kg Nd}^{-1}$  (Tabla 5). Sin embargo, la variabilidad de los datos y la no significancia de las pendientes (parámetro b) observada en los ambientes con rendimientos menores a  $9000 \text{ kg ha}^{-1}$  señalan que se requiere un mayor análisis de los datos y ampliar el set de datos con dos campañas más, la pasada (2022-2023) que también fue seca, y la próxima (2023-2024) que según los pronósticos sería más húmeda. Probablemente la variabilidad observada puede deberse a la calidad de los sitios, la historia de los mismos (años de agricultura) y a la mineralización.

Ambiente	Parámetro	Valor	D.E.	P valor
< 6000 $\text{kg ha}^{-1}$	a	3218	1082	<0.01
	b	14,5	8,7	ns
	c	186	52,9	<0.01
6000-9000 $\text{kg ha}^{-1}$	a	5788	1212	<0,001
	b	21,25	14,5	ns
	C	111	26,1	<0,001
> 9000 $\text{kg ha}^{-1}$	a	8527	812	<0,001
	b	15,8	7,1	<0,05

**Tabla 5.** Parámetros de la función lineal-plateau entre nitrógeno disponible a la siembra ( $Nd = N \text{ suelo }_{0-60 \text{ cm}} + N \text{ fertilizante}$ ) y rendimiento relativo (%) para 26 sitios de las campañas 2020-2021 y 2021-2022, separados en tres ambientes.

El aporte de N por mineralización puede ser contemplado para mejorar los ajustes de los modelos incorporando para ello un estimador de la mineralización que es el Nan. Datos preliminares de esta Red de Nutrición del Norte Argentino presentados en el Congreso 2022 de Aapresid han mostrado para el análisis exclusivo de los sitios de la campaña 2020-2021 que hubo una mejora en el ajuste de los modelos. Para el próximo informe de esta Red, ya con los datos de Nan de las dos campañas, se podrá evaluar, en el total del conjunto de datos obtenidos hasta la fecha, cómo evoluciona el ajuste del modelo cuando se tiene en cuenta también el N aportado por mineralización a lo largo de la campaña (comúnmente llamado “la película”) sumado al N determinado en el suelo a la siembra (la “foto inicial”; Reussi Calvo et al, 2020).

Por último, cabe destacar que este es un análisis preliminar con los primeros datos obtenidos en dos campañas de esta Red de Nutrición. Las respuestas y los umbrales obtenidos hasta el momento deben ser considerados aún exploratorios. La continuación del proyecto con información de las dos próximas campañas (2022-2023 y 2023-2024) proporcionará un número de evaluaciones y un mayor rango de variación en condiciones ambientales.

## Consideraciones finales

- Se analizó la respuesta a N en 26 sitios de maíz durante las campañas 2020-2021 y 2021-2022.
- Los rendimientos variaron entre 2631 y  $13250 \text{ kg ha}^{-1}$ .
- Hubo una respuesta significativa a la fertilización en 11 sitios, que se concentraron principalmente en la campaña 2021-2022.
- Las respuestas se dieron en sitios con antecesor invernal trigo o barbecho, principalmente con mayores porcentajes de cobertura y agua útil a la siembra.
- Preliminarmente se observa un umbral crítico único de Nd de  $137-157 \text{ kg N ha}^{-1}$

## Agradecimientos

A los Dres. Fernando O. García y Nahuel I. Reussi Calvo por su apoyo constante y sus aportes desde el principio de esta Red y hasta la actualidad.

A todos los ensayistas y contratistas por su dedicación y trabajo para llevar adelante los ensayos de esta Red.

A las empresas Yara y Experta (AGD) por la financiación de esta Red.

## Bibliografía

- Álvarez, R.; F. Gutiérrez Boem; G. Rubio. 2015. Diagnóstico de la fertilidad y recomendación de fertilización. En: Álvarez R. Fertilidad de suelos y fertilización en la Región Pampeana. 1a Ed. Editorial Facultad de Agronomía: 263-274.
- Correndo, A. & F. García. 2014. Bases de la nutrición del cultivo de maíz. Respuesta a la fertilización con nitrógeno, fósforo, azufre y zinc. IPNI Cono Sur. Capítulo 6. Maíz. Manual CREA.
- Correndo A.; F. Gutiérrez Boem; F.O. García, et al. 2021. Attainable yield and soil texture as drivers of maize response to nitrogen: A synthesis analysis for Argentina. *Field Crops Research* 273.
- Coyos, T.; L. Borrás & B.L. Gambin. 2018. Site-specific covariates affecting yield response to nitrogen of late-sown maize in Central Argentina. *Agron. J.* 110 (4), 1544–1553.
- Díaz Valdez, S.T.; F.O. García & O.P. Caviglia. 2020. Calibración de umbrales críticos de nitrógeno disponible en el suelo para maíz tardío en Entre Ríos. *Ciencia del Suelo* 38(1):106-120.
- Di Rienzo, J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. González; M. Tablada; C.W. Robledo. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Echeverría, H.E.; H.R. Sainz Rozas & P.A. Barbieri. 2015. Maíz y sorgo. En: H.E. Echeverría y F.O. García (eds.) Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. 2da Edición. Cap. 14.
- Gambin, B.L., T. Coyos, G. Di Mauro, L. Borrás & L.A. Garibaldi. 2016. Exploring genotype, management, and environmental variables influencing grain yield of late-sown maize in central Argentina. *Agric. Syst.* 146:11–19.
- Maddonini, G.A.; R.A. Ruiz; P. Villariño & I. García de Salomon. 2003. Fertilización en los cultivos para grano. En: Producción de granos: bases funcionales para su manejo, Eds.: Satorre et al. Capítulo 19. 783 p.
- Mistrorigo, D. & O.R. Valentinuz. 2004. Fertilización de maíz en siembra directa en suelos molisoles y vertisoles del oeste de Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria* 8: 99-107.
- Reussi Calvo, N.I.; N. Diovisalvi; A. Berardo; F.O. García. 2020. Del paper al lote. ¿Cuándo, cómo y por qué debería fertilizar mis maíces? Laboratorio FERTILAB, FCA-INTA Balcarce, CONICET.
- Ritchie, S.W. & J.J. Hanway. 1982. How a corn plant develops. *Spec. Rep.* 48. Iowa State University of Science and Technology, Coop. Ext. Serv., Ames, Iowa.
- Salvagiotti, F.; H. Pedrol; J. Castellarin; J. Capurro; J.C. Felizia; A. Gargicevich & N. Trentino. 2002. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada en maíz. I - Relación entre la respuesta en rendimiento y la disponibilidad de nitrógeno a la siembra. Para Mejorar la Producción. INTA Oliveros. 20:67-70.
- Villarino, S.H.; G.A. Studdert; P. Baldassini; M.G. Cendoya; L. Ciuffoli; M. Mastrángel & G. Piñeiro. 2017. Deforestation impacts on soil organic carbon stocks in the Semiarid Chaco Region, Argentina, *Sci Total Environ.* 575:1056-1065.





**FERTILIZAR**

ASOCIACION CIVIL



**FERTILIZAR.ORG.AR**