

# Respuesta productiva y de calidad a la fertilización nitrogenada en trigo

Fernando Jecke<sup>\*1</sup>, Gonzalo Santia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Agencia de Extensión Rural San Antonio de Areco (Argentina)

\* jecke.fernando@inta.gob.ar

Durante la campaña 2024 se observó un retraso en la aplicación de fertilizantes nitrogenados para refertilización en trigo, situación que podría afectar el rendimiento y la calidad del grano. Por ello se realizó un experimento con diferentes planteos de fertilización nitrogenada donde se evaluó la respuesta en rendimiento y calidad, observando una respuesta positiva al incremento de la dosis.

**PALABRAS CLAVE:** Trigo, Proteína, Dosis, Fertilizantes, Tecnología de aplicación.

## Introducción

El cultivo de trigo, principal cereal de invierno cultivado en la Región Pampeana ocupa un rol fundamental en las rotaciones agrícolas. Por su parte, el nitrógeno (N) es el elemento más

importante para la nutrición de las gramíneas (Marschner, 1995) La carencia de este elemento afecta el crecimiento, la expansión foliar, la eficiencia fotosintética, y como resultado final se ve afectado el rendimiento del cultivo, la calidad industrial y panadera de las harinas (Chen *et. al.*, 2024).

Durante la campaña 2024 se observó un retraso en la aplicación de fertilizantes nitrogenados para refertilización en trigo debido a la baja disponibilidad de los mismos. Esto podría llevar a problemas similares a los experimentados en 2015 cuando gran parte del trigo producido en la región agrícola argentina no cumplió con los estándares de calidad requerida por el mercado, registrando un contenido promedio de proteínas del orden del 9,5% (base 13,5%H) (Fertilizar AC).

Por lo tanto, ajustar la dosis, definir la fuente y el momento de aplicación generan beneficios en el rendimiento y la calidad del grano cosechado. La cantidad de nitrógeno aplicada influye directamente en el contenido de proteína del grano. Si bien un déficit puede reducir la calidad panadera. Por ello el objetivo de este experimento fue evaluar la respuesta del cultivo de trigo a diferentes dosis, fuentes y momentos de aplicación de N.

## Materiales y métodos

Durante el año 2024, se realizó un experimento de fertilización con la especie *Tritucum aestivum* L. implantado en Unidad Demostrativa Agrícola de la AER San Antonio de Areco, sobre un suelo Serie Capitán Sarmiento, Argiudol vertebral.

Se sembró el día 5 de Junio de 2023 en siembra directa, el material seleccionado fue la variedad IS Tero con una densidad de 300 pl/m<sup>2</sup> y con distanciamiento de 0,2 m entre líneas con parcelas de 5m de largo. Los experimentos tuvieron un diseño en bloques al azar (DBCA) con cuatro repeticiones y los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 1. Por su parte, el análisis de suelo se presentó en la Tabla 2, y las precipitaciones registradas a lo largo del ciclo del cultivo se presentan en la Figura 1. El cultivo se mantuvo libre de enfermedades y malezas.

Los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6 se aplicaron en Z 2.3 (macollaje) de la escala de Zadocks *et. al.* (1974) el 02/08/2024 previo a una precipitación que asegurara su correcta incorporación. La segunda aplicación del tratamiento 6 se realizó el 19/09/2024 previo a una precipitación; mientras que el fertilizante foliar se aplicó el 20/09/2024, en ambas el estado del cultivo fue Z 3.9.

A lo largo del ciclo del cultivo se realizaron evaluaciones de cobertura mediante la aplicación Canopeo (Oklahoma State University) (Z 2.5), NDVI por Green seeker (Z 2.5 y Z 3.2) e intercepción de la radiación fotosintéticamente activa mediante un ceptómetro (Z 6.0).

La cosecha se realizó con una cosechadora autopropulsada de parcelas dentro de los cinco surcos centrales (23/11/2024). Sobre una muestra del grano cosechado se determinó el peso de mil granos (PMG). Para el análisis de calidad se confeccionó una muestra compuesta por las 4 repeticiones y se cuantificó peso hectolítrico (PH), proteína sobre base húmeda al 13,5 %, proteína sobre sustancia seca (S.S.S.) y porcentaje de gluten en la Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca.

Se realizó un análisis de la varianza para un DBCA y se compararon las medias con el test Tukey al 0,05 con el programa Infostat Versión 2018e.

Tabla 1: Tratamientos de fertilización evaluados.

Tratamiento	Dosis y fuente	Fuente	Momento
T1	Testigo sin fertilización N		
T2	50 kg N/ha	Urea	Z 2.5
T3	100 kg N/ha	Urea	Z 2.5
T4	200 kg N/ha	Urea	Z 2.5
T5	200 kg N/ha 5 lts/ha de Fertilizante Foliar (355 gr N/lt)	Urea Azofol	Z 2.5 Z 3.9
T6	200 kg N/ha	Urea	Z 2.5
	20 kg N/ha sólido al suelo	Urea	Z 3.9

Tabla 2: Datos de suelo al momento de la siembra

Materia Orgánica	Fósforo	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos (20-40) cm	pH	Zn
%	mg/kg	ppm	pm	agua 1:2,5	ppm
3.1	17.6	10.8	11.1	5.9	0.68
Medio	Medio	Medio	Medio	Lig. ácido	Bajo
CE	Ca	Mg	K	Na	-
dS m <sup>-1</sup>	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	-
0.01	10.3	2.0	0.9	0.4	-
Muy Bajo	Muy alto	Alto	Muy alto	Muy bajo	-

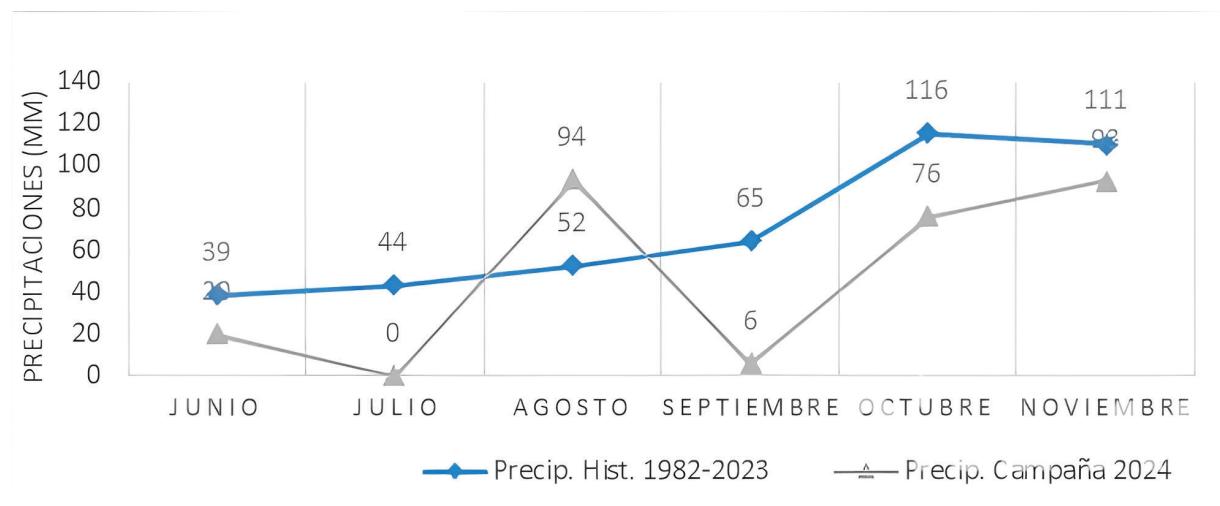
# Resultados y discusión

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones mensuales registradas entre los meses de Junio hasta Diciembre del año 2024 y las precipitaciones históricas promedio mensuales para los mismos meses entre 1982 y 2023. La preci-

pitación total durante el ciclo de crecimiento del cultivo ascendió a los 289 mm, mientras que la campaña pasada fue de 527mm y el promedio histórico para los mismos meses fue de 427 mm lo que indica que la oferta hídrica durante el ciclo fue limitada.

En cuanto a su distribución, las precipitaciones fueron muy irregulares. Los meses de junio, julio y septiembre acumularon en total 26 mm. En cambio, en agosto se acumularon 94 mm y 169 mm en la etapa final del ciclo del cultivo. Durante

los meses junio, julio y agosto se registraron temperaturas con valores más bajos de lo habitual. Las altas temperaturas de finales del mes de noviembre aceleraron el secado del grano y anticiparon la cosecha.



**Figura 1.** Precipitaciones mensuales durante la campaña 2024 y el promedio histórico (1982-2023) en la localidad de San Antonio de Areco.

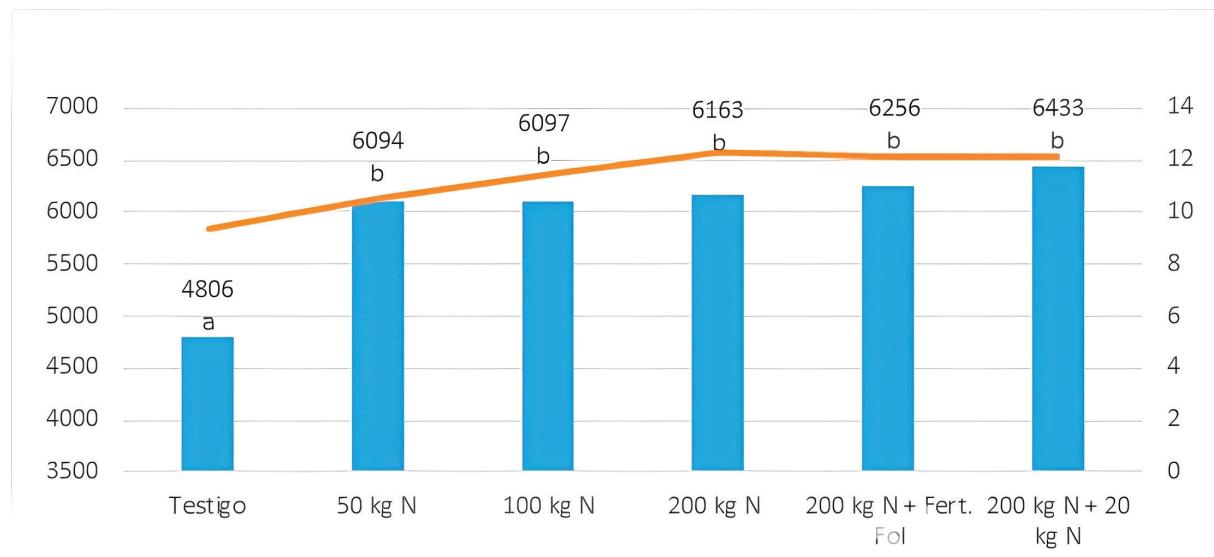
En la Tabla 3 se presentan los datos de observaciones tomadas durante el ciclo de cultivo. El rendimiento presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos fertilizados y el testigo absoluto (Tabla 3) registrando incrementos en el rango de en los 1288 Kg/ha para la dosis más baja de N (T2) a 1627 Kg/ha para el nivel máximo (T6). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos fertilizados debido, probablemente, a la adecuada disponibilidad de nitratos que poseía el suelo al momento de la siembra.

No se observaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en la evaluación de porcentaje de cobertura de suelo y NDVI en Z 2.5; aunque si para esta última en Z 3.2 observando diferencias significativas entre las dosis superiores a 100 kg N/ha y el testigo. Para el porcentaje de intercepción de la radiación solar no se encontraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ), aunque, como tendencia, los tratamientos fertilizados logran mayores valores que el testigo.

tura de suelo y NDVI en Z 2.5; aunque si para esta última en Z 3.2 observando diferencias significativas entre las dosis superiores a 100 kg N/ha y el testigo. Para el porcentaje de intercepción de la radiación solar no se encontraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ), aunque, como tendencia, los tratamientos fertilizados logran mayores valores que el testigo.

**Tabla 3:** Cobertura, NDVI, Intercepción de la radiación solar (%), PMG y rinde (kg/ha). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

T	Tratamientos	Cobertura Z 2.5	NDVI Z 2.5	NDVI Z 3.2	Intercepción (%) Z 6.0	PMG
T1	Testigo	64,3 a	0,53 a	0,62 a	58,2 a	38,5 a
T2	50 kg N	65,7 a	0,54 a	0,69 ab	74,3 a	37,3 a
T3	100 kg N	68,0 a	0,57 a	0,73 b	74,2 a	38,5 a
T4	200 kg N	67,0 a	0,55 a	0,74 b	76,9 a	37,8 a
T5	200 kg N + Fert. Fol	64,2 a	0,59 a	0,72 b	77,6 a	37,8 a
T6	200 kg N + 20kg N	71,9 a	0,59 a	0,74 b	65,1 a	38,5 a



**Figura 2:** Rendimiento y concentración de proteína (%) en trigo según dosis, fuentes y momento de aplicación de nitrógeno en trigo. San Antonio de Areco, campaña 2024.

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis de calidad realizado para cada tratamiento. Los niveles de proteína en base húmeda (es la que se tiene en cuenta para la comercialización) presentaron una correlación positiva con la dosis de N aplicado. En las dosis más bajas de N ( 50 y 100 kg N/ha) se observaron niveles más bajos de proteína, mientras que a partir de los 200 Kg N/ha no se observan incrementos

de proteína por el agregado de un fertilizante foliar o de urea al suelo en hoja bandera. Similar respuesta se observa con el porcentaje de proteína SSS y de gluten.

**Tabla 4:** Peso hectolítico, Proteína Bruta al 13,5 % de Humedad, Proteína sobre base seca (S.S.S.) y gluten húmedo (%)

T	Tratamientos	PH	Proteína B 13.5 Hum	Proteína S.S.S.	Gluten (%)
T1	Testigo	81,6	9,4	10,9	21,1
T2	50 kg N	82,0	10,5	12,1	24,5
T3	100 kg N	81,9	11,5	13,3	27,9
T4	200 kg N	82,0	12,3	14,2	30,1
T5	200 kg N + Fert. Fol	82,2	12,1	14,0	29,6
T6	200 kg N + 20kg N	82,6	12,1	14,0	29,7

## Conclusiones

Se lograron obtener niveles de productividad muy elevados con las dosis más bajas de fertilización nitrogenada (50 Kg N/ha) aunque a costo de diluir el N en grano perjudicando su calidad; mientras que se consiguieron valores adecuados de rendimiento y calidad con niveles de fertilización superiores a los 100 Kg N/ha. Se plantea como desafío futuro evaluar las estrategias descriptas en un ambiente con menor contenido de N en suelo, donde la recuperación y uso eficiente del N se vuelve crítica para obtener altos rendimientos con calidad.

# Bibliografía

Chen R.; Xiaotao H.; Wene W.; Hui Y. 2024. Impact of nitrogen on photosynthesis, remobilization, yield, and efficiency in winter wheat under heat and drought stress. En: Agricultural Water Management 302: 109013.

Fertilizar Asociación civil. 2024. La baja refertilización del trigo afectará la calidad del cultivo. Disponible en: <https://fertilizar.org.ar/la-baja-refertilizacion-del-trigo-afectara-la-calidad-del-cultivo/> [consultado: Febrero 2025].

Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press

Zadoks, J.C.; Chang T.T.; Konzak C.F. 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. En: Weed Research 14: 415-421.