



Comparación de dos formas de aplicación de nitrógeno en trigo, al voleo vs incorporado. Campaña 2018/2019

Pagnan, Luis¹; Bertram, Juan P.²; Sánchez, Martín²

¹INTA AER Justiniano Posse

²MAS Agroconsultores

pagnan.luis@inta.gob.ar

Introducción

En el cultivo de trigo la estrategia de fertilización nitrogenada condicionará el rendimiento y el logro de la calidad panadera deseada. En este sentido, el factor de mayor importancia corresponde al correcto ajuste de la dosis de nitrógeno (N) en función de la productividad del ambiente, sin embargo, fuente y forma de aplicación tendrán influencia en la eficiencia de uso del N aplicado.

En el sudeste de la provincia de Córdoba la aplicación de fertilizantes nitrogenados sólidos se realiza principalmente al voleo sobre la superficie del suelo y en menor proporción incorporado en líneas a profundidades variables, así el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta del rendimiento, porcentaje de proteína, gluten húmedo y peso hectolítrico (PH) ante dosis crecientes de N bajo dos formas de aplicación, incorporado y al voleo previo a la siembra.

Materiales y métodos

El ensayo fue realizado en Ordoñez, provincia de Córdoba, Argentina (32° 56' S; 62° 52' W), durante la campaña 2018-2019. El suelo corresponde a un hapludol típico serie Ordoñez (Oz), de textura franco limosa, perteneciente a la clase de capacidad de uso IIc (Carta de Suelos de la República Argentina, Hoja 3363-16 Justiniano Posse, 1978). El cultivo antecesor fue soja de primera.

El análisis realizado previo a la siembra mostró un suelo con contenido de materia orgánica bajo, pH bajo y conductividad eléctrica adecuada, siendo el fósforo (P) extractable muy bajo y el contenido de azufre alto (Gambaudo y Fontanetto, 2009), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros de fertilidad química de suelo del ambiente en que se desarrolló el ensayo.

Materia orgánica	pH (en agua 1:2,5)	Conductividad eléctrica	P asimilable	N de nitratos (0-60 cm)	Azufre (0-20 cm)
2,43 %	5,52	0,081 dS m ⁻¹	7,46 ppm	49,7 kg ha ⁻¹	50.7 ppm

Se establecieron cinco tratamientos (T) correspondientes a niveles crecientes de N inicial, considerando la disponibilidad del suelo hasta los 0.6 m de profundidad y el N aplicado como fertilizante (Cuadro 2). En el caso de T₀ corresponde a un tratamiento testigo, es decir que sólo tuvo el N disponible en el suelo a la siembra y el aplicado con el fertilizante en la línea de siembra.

Cuadro 2. Disponibilidad inicial de N (kg ha^{-1}) de cada tratamiento según forma de aplicación.

Tratamientos	Al voleo	Incorporado
T0	65,3	65,3
T1	115,9	128,5
T2	175,2	167,2
T3	225,9	217,3
T4	285,2	269,1

En todos los casos la fuente de N fue urea (46-0-0), los tratamientos al voleo se realizaron el día 11 de junio. Se utilizó una fertilizadora marca Altina HP 3918, con distribución neumática mediante difusores ubicados sobre un botalón, garantizando una adecuada distribución espacial del fertilizante. Mientras que en los tratamientos con aplicación incorporada se realizaron el día 13 de junio y se utilizó una fertilizadora marca SR con cuerpos de fertilización con abre surcos de doble disco, cola de castor y ruedas tapadoras, distanciados a 0.35 m entre sí.

Se sembró con una sembradora con dosificación mecánica a chorrillo en surcos distanciados a 0.21 m. En la línea de siembra se incorporó una mezcla química (MicroEssentials SZ) aportando 15.6 kg ha^{-1} de N, 22.7 kg ha^{-1} de P, 13 kg ha^{-1} de S y 1.3 kg ha^{-1} de Zn.

En el cuadro 3 se describe el manejo agronómico del ensayo.

Cuadro 3. Descripción del manejo agronómico.

Antecesor	Cultivar	Grupo de calidad	Fecha de siembra	Espaciamiento	Densidad
Soja 1°	DM Ceibo	2	16 de junio	0.21 m	370 pl. m^{-2}

El diseño empleado fue en bloques completos con dos repeticiones. La unidad experimental presentó 25 m de ancho y 400 m de largo. Las mismas se condujeron bajo un control total de malezas, plagas y enfermedades.

La cosecha se realizó en una franja central de cada parcela con una cosechadora automotriz Case IH 8230 con un cabezal draper de 12,2 m de ancho de labor, se determinó rendimiento en grano y posteriormente fue corregido según la humedad de comercialización (14 %).

Se efectuó el análisis de cada muestra cosechada en el laboratorio de Calidad Industrial de Cereales y Oleaginosas de la EEA INTA Marcos Juárez, donde se determinó el peso hectolítrico (PH), porcentaje de proteína y gluten húmedo (GH).

Las variables se analizaron mediante análisis de la varianza utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo, 2016). Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos se realizaron las comparaciones mediante el test LSD de Fisher.

Resultados y discusión

La siembra del cultivo se realizó con el perfil de suelo a capacidad de campo y la napa freática a 2,25 m de profundidad. Las precipitaciones entre mayo y noviembre acumularon 551 mm. Sin embargo, la distribución fue muy variable, siendo abundantes en mayo y noviembre y escasas en los meses restantes.

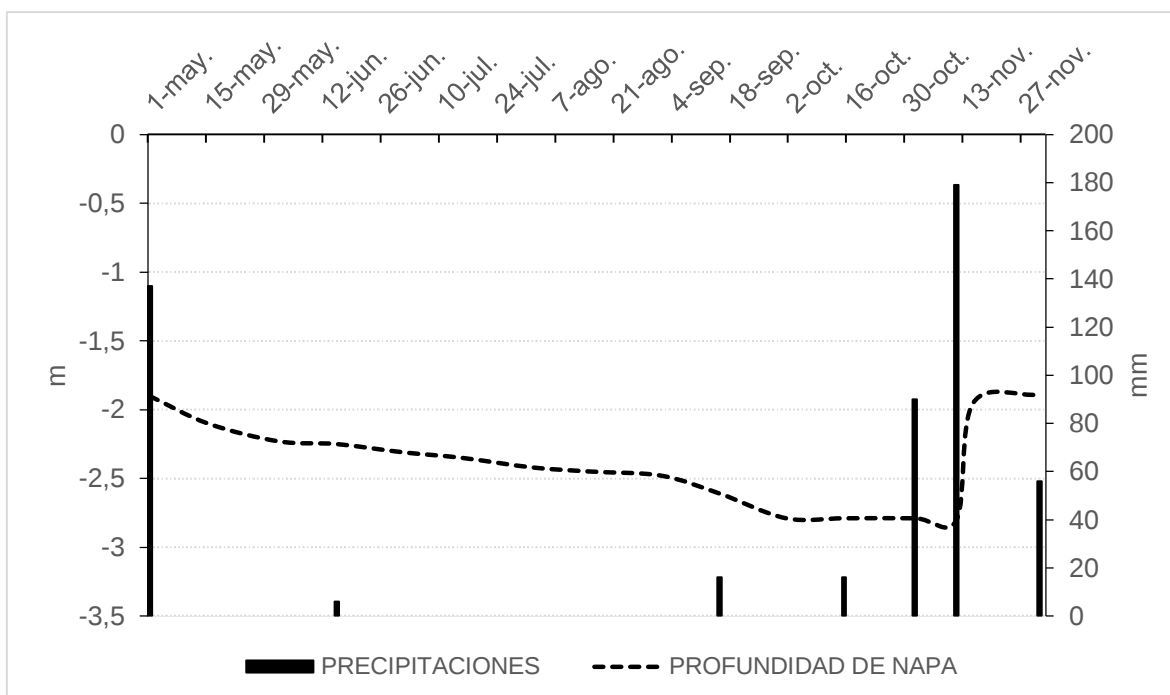


Gráfico 1. Precipitaciones y dinámica de la napa freática en el período mayo-noviembre de 2018.

Inmediatamente después de la aplicación al voleo se produjo una precipitación de 6 mm, la que presumiblemente permitió la incorporación de parte de la urea aplicada, posteriormente no se registraron precipitaciones hasta mediados de septiembre.

Las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo fueron buenas, obteniéndose un rendimiento promedio de todos los tratamientos de 4685 kg ha⁻¹.

Se realizó el análisis estadístico por separado entre tratamientos al voleo e incorporado ya que las disponibilidades de N en cada caso no resultaron comparables. El análisis de la varianza determinó la existencia de efectos significativos ($p < 0.05$) de la disponibilidad de N sobre el rendimiento (cuadro 4).

El incremento en la disponibilidad de N se tradujo en aumentos significativos en el rendimiento ($p < 0.05$), los menores rendimientos se obtuvieron en T₀, mientras que los mayores rendimientos se obtuvieron con las mayores disponibilidades de N (T₃ y T₄), sin embargo, cuando la aplicación se realizó en forma incorporada, no hubo diferencias significativas entre T₄, T₃, T₂ y T₁.

Cuadro 4. Rendimiento promedio por tratamiento del cultivar Don Mario Ceibo sembrado sobre rastrojo de soja expresado en kg ha⁻¹.

Tratamiento	Aplicación al voleo	Aplicación incorporada
T ₄	5085,1 a	4951,1 a
T ₃	5039,5 a	5171,5 a
T ₂	4848,0 ab	4931,4 a
T ₁	4404,1 b	4732,7 a
T ₀	3845,0 c	3845,0 b

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La variación del rendimiento ante incrementos en la disponibilidad de N se ajustó en las dos formas de aplicación a una relación cuadrática (gráfico 2). La menor disponibilidad de N correspondió a T₀, es decir que sólo tuvo el N disponible en el suelo y

el del fertilizante aplicado en la línea de siembra, siendo similar para las dos formas de aplicación. Ante disponibilidades bajas y medias de N, los tratamientos con aplicación al voleo expresaron menores rendimientos que aquellos en que el N fue incorporado. Se obtuvieron rendimientos máximos similares con las dos formas de aplicación, sin embargo, las dosis de N necesarias para alcanzarlos resultaron más elevadas cuando la aplicación fue al voleo.

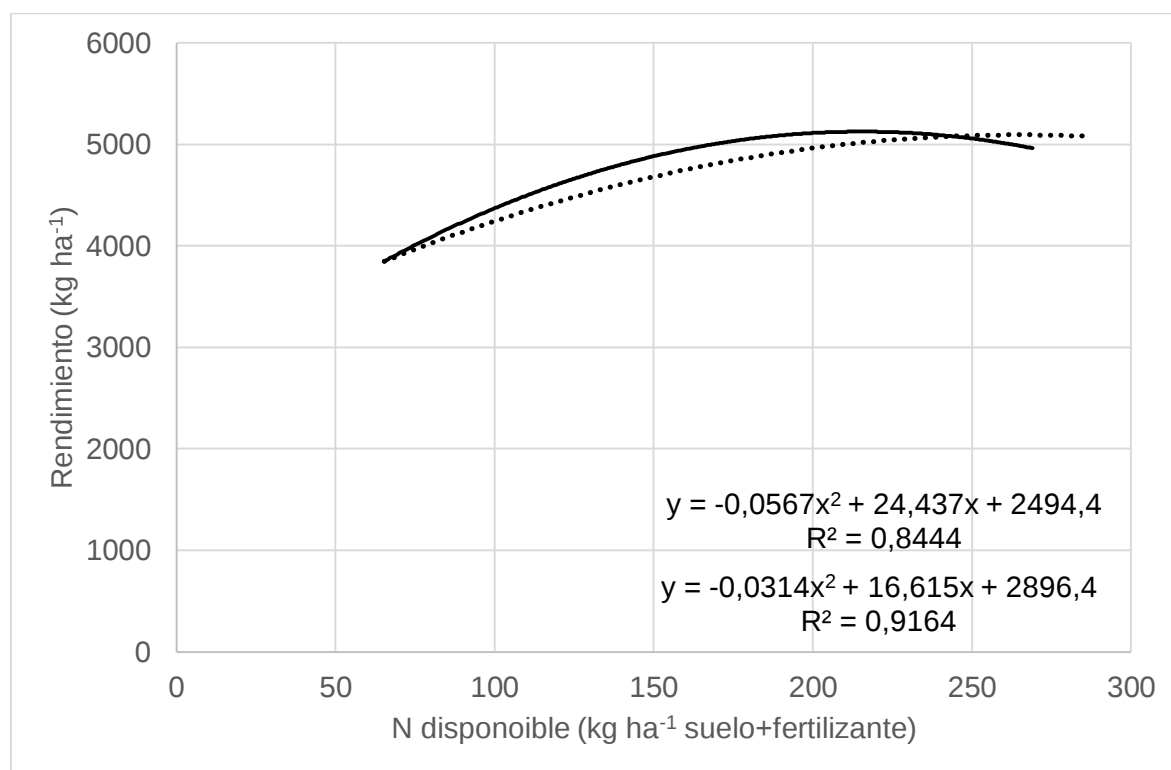


Gráfico 2. Rendimiento de trigo en función de la disponibilidad de N inicial (suelo + fertilizante) con dos formas de aplicación: al voleo (línea discontinua) e incorporado (línea continua). Cultivar Don Mario Ceibo sembrado sobre rastrojo de soja en la localidad de Ordoñez.

Con respecto a los parámetros de calidad, el análisis de la varianza determinó la existencia de efectos significativos ($p < 0.05$) de la disponibilidad de N sobre porcentaje de proteína, gluten húmedo y PH (cuadro 5).

Con respecto al PH los menores valores se obtuvieron en los tratamientos con menor aporte de N y consecuentemente menor rendimiento. En todos los tratamientos fertilizados los valores superaron los 76 kg hl⁻¹ límite mínimo del grado de calidad 2 (Norma XX), no así en T₀, cuyos valores correspondieron a mercadería de grado 3 de calidad (cuadro 5).

El porcentaje de proteína presentó un comportamiento similar al observado en el rendimiento, es decir, que se incrementó significativamente a medida que aumentó la disponibilidad de N.

Cuadro 5. Peso hectolítrico, porcentaje de proteína y gluten húmedo promedios por tratamiento en aplicaciones de N al voleo e incorporado. Cultivar Don Mario Ceibo.

Tratamiento	N aplicado al voleo			N incorporado		
	PH	Proteína	Gluten	PH	Proteína	Gluten
T ₄	77,5 a	13,5 a	34,1 a	77,3 a	13,7 a	34,6 a
T ₃	76,8 ab	13,2 ab	32,4 ab	77,3 a	13,2 b	33,8 a

T ₂	76,9 ab	12,9 b	31,3 b	76,6 ab	12,8 c	31,6 b
T ₁	76,1 bc	12,3 c	29,3 c	76,2 b	12,2 d	29,2 c
T ₀	75,2 c	10,9 d	24,9 d	75,2 c	10,9 e	24,9 d

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

El comportamiento del GH fue similar al del porcentaje de proteína. El rango de variación fue de 24,9 a 34,1 % de T₀ a T₄ con aplicación al voleo y de 24,9 a 34,6 % con aplicación incorporada. La respuesta del GH ante incrementos en la disponibilidad de N se ajustó a modelos cuadráticos (gráfico 3). Ante disponibilidades de N elevadas, la aplicación incorporada permitió obtener mayores porcentajes que al voleo.

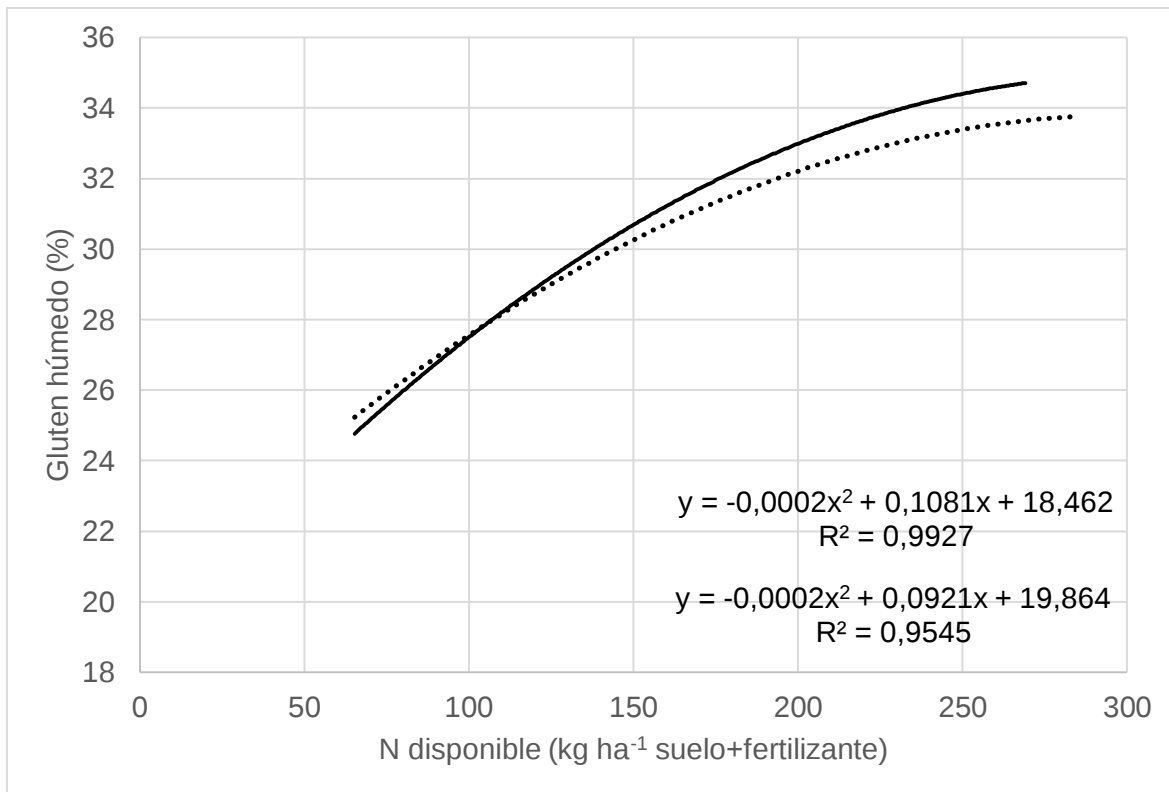


Gráfico 3. Gluten húmedo en trigo en función de la disponibilidad de N inicial (suelo + fertilizante) con dos formas de aplicación: al voleo (línea discontinua) e incorporado (línea continua). Cultivar Don Mario Ceibo sembrado sobre rastrojo de soja en la localidad de Ordoñez.

Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos durante la campaña 2017/2018 en la zona de la Laguna (Pagnan *et al.*, 2018), ya que, en este caso, las diferencias de rendimiento y parámetros de calidad panadera entre la aplicación al voleo e incorporada resultaron de menor magnitud, lo que podría ser explicado por la ocurrencia de una precipitación de manera inmediata después de la aplicación al voleo.

Consideraciones finales

-En las condiciones ambientales en que se desarrolló este ensayo, la aplicación de urea incorporada en el suelo permitió obtener rendimientos levemente superiores con disponibilidades de N bajas e intermedias.

-El rendimiento máximo fue similar bajo las dos formas de aplicación, sin embargo, la disponibilidad de N necesaria para obtenerlo resultó menor cuando el fertilizante fue incorporado.

-Los porcentajes de proteína resultaron similares entre ambas formas de aplicación, mientras que el gluten húmedo presentó valores levemente superiores con disponibilidades elevadas de N.

Agradecimientos

Se agradece a los propietarios de la empresa Ortega Hnos. S.A. quienes permitieron realizar este ensayo en su establecimiento, facilitando las maquinarias, insumos y personal necesarios para la ejecución.

A Leticia Mir del laboratorio de calidad industrial de cereales y oleaginosas de la EEA Marcos Juárez quien realizó el análisis de calidad en las muestras cosechadas.

Bibliografía

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Gambaudo, S.; Fontanetto, H. 2009. Tablas de consulta para el manejo y la nutrición de suelos y cultivos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Rafaela.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1978. Carta de suelos de la República Argentina, hoja 3363-16 Justiniano Posse.
- Norma XX: Trigo Pan. 2004. Publicado en internet, disponible en <https://www.bcr.com.ar/Normas/normas/NORMA%20XX%20Trigo%20Pan.pdf> Activo febrero de 2017.
- Pagnan L., Errasquin L., Bertram J., Sanchez M. 2018. Comparación de dos formas de aplicación de nitrógeno en trigo, al voleo vs incorporado. Actualización técnica de trigo 2018. INTA EEA Marcos Juárez.