



EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN TRES CULTIVARES DE TRIGO PAN

EXPERIMENTACIÓN ADAPTATIVA EN LA REGIÓN SEMIARIDA DEL SOB

Ings. Agrs. Geronimo De Leo,(Dr.) Carlos Torres Carbonell, (Mg.) Andrea Lauric.

Grupo Extensión Establecimientos Rurales Extensivos
Agencia Extensión Bahía Blanca,
Estación Experimental Agropecuaria Bordenave
INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

INTRODUCCION

La fertilización de cualquier cultivo (destinado a la ganadería o a la agricultura) en nuestra región es una de las decisiones debatidas hace tiempo. Esto se debe a que, por lo general la precipitación y la heterogeneidad de suelos, afectan en distinta magnitud la respuesta al agregado externo. Además, dentro de las distintas variantes que afectan las decisiones podemos encontrar precios elevados de insumos, la limitación de rendimiento, el efecto de la sequía, la distribución de las precipitaciones, el bajo contenido de materia orgánica de los suelos, la profundidad efectiva, la respuesta de la especie vegetal, etc. Todas juegan un papel importante a la hora de tomar una determinación.

Diversos estudios establecen que un manejo estratégico de la fertilización (dosis y momento de aplicación) contribuyen no solo a lograr altos rendimientos, sino también a obtener una buena calidad del grano (Howard, 2002; Kruger 2011; Zilio, 2019). Para ello es necesario conocer las condiciones edáficas y la demanda establecida por el tipo de cultivo.

En el caso del Trigo, el nitrógeno (N) es un elemento indispensable para maximizar el rendimiento y la calidad. Álvarez et al. (2004), establecieron que la cantidad N requerida por tonelada de trigo producida, rondaría entre 30-35 kg N por Tn grano extraída.

En este contexto, se realizó un ensayo de experimentación adaptativa cercana a la zona de Cabildo, donde se buscó obtener datos reales de una explotación de pequeña escala, sobre el impacto del agregado de N externo, a un cultivo de trigo bajo siembra convencional.

El objetivo de este trabajo fue comparar el rendimiento entre dos cultivares de trigo versus un ecotipo local (^{1*}), frente a la fertilización nitrogenada, bajo un manejo de agricultura convencional modal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo se realizó en la Unidad Demostrativa de la Agencia de Extensión Bahía Blanca-INTA EEA Bordenave Establecimiento “El Trébol” (Cabildo), partido de Bahía Blanca en el Sudoeste Semiárido de la Pcia. de Buenos Aires. El establecimiento que pertenece a la Flia. Lucarelli - Elizondo, es una empresa agropecuaria de gestión familiar, que trabaja con el INTA desde el 2005. La misma se define como un sistema mixto, ganadero-agrícola (80-20 % respectivamente), donde la cría es la actividad predominante en ganadería y la siembra de trigo en agricultura.

Figura 1. Ubicación geográfica del relevamiento comparativo de trigo. (Fte. G. Earth, 2020).

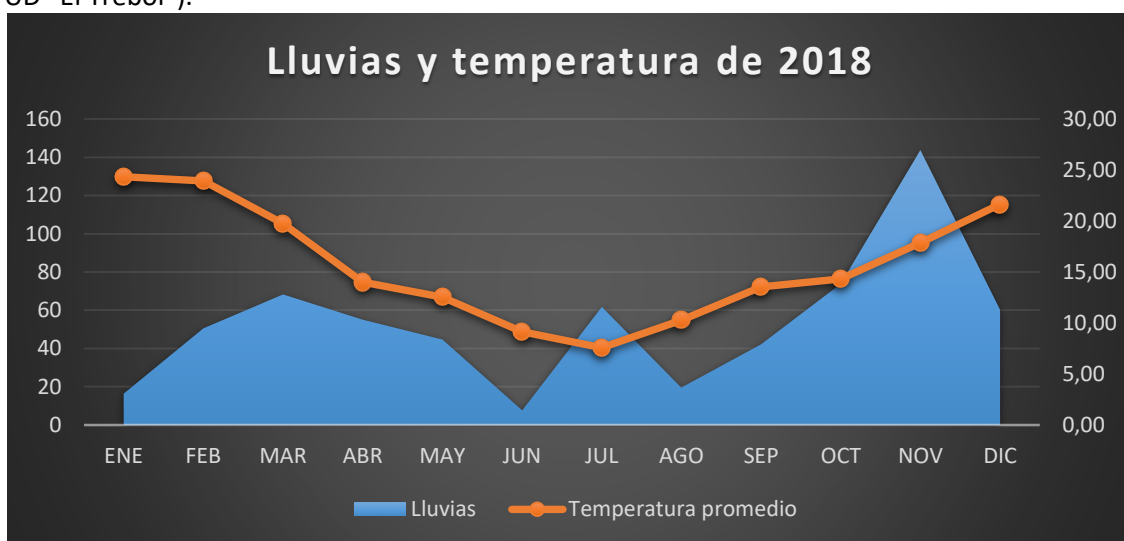


Climatología y suelo

El clima de la región se define como semiárido, con precipitaciones que se concentran en primavera y otoño, y alcanzan los valores mínimos en invierno. Existe un marcado déficit hídrico en las estaciones cálidas, debido a que la evapotranspiración supera ampliamente a la precipitación (Zotelo, 2011). Los suelos presentan un 70% de limitantes físico - químicas para uso agrícola (clase IV o superiores), un IP del 34% (índice de productividad, Atlas de suelo, 1989) y presencia de serios problemas de erosión (Saldungaray *et al.*, 1996). Según la clasificación

taxonómica (Soil Survey Staff, 1999) los suelos más representativos de la zona son los Paleustoles petrocálcicos con altos contenidos de limo y arenas finas (Echeverría, 1999). Es un sector de profundidad variable, desde 0,20 m con ascenso de afloraciones de tosca (carbonato de calcio) a más de un metro, con un promedio de 0,60 m. Durante el periodo de cultivo, se acumularon 409 mm hasta la cosecha, unos 100 mm por debajo del requerimiento esperado para esta especie el cual ronda los 500-550 mm, siendo el período de encañazón donde comienza el incremento en la demanda hídrica (3-4 mm por día) y las necesidades se hacen máximas en el llenado de granos (5-6 mm por día), (EEA Manfredi, 2014; Sanchez *et al*, 2015).

Grafico 1. Distribución mensual de la precipitación y la temperatura media del año 2018 (Fte. UD “El Trébol”).



Tratamientos

Los tratamientos contaron con los siguientes tres cultivares de ciclo largo elegidos para la evaluación con y sin fertilización nitrogenada: ProINTA Huenpan (**Huen**), ACA 202 (**Aca**) y un ecotipo local ^(1*) (**Ecot**). Siendo este último, un cultivar usado en este campo hace más de 20 años. Se utilizó un modelo de bloques completos al azar. Todos los tratamientos fueron sembrados entre el 1 y 3 de junio de 2018, a una densidad de 180 plantas m⁻². El lote elegido tiene historia previa de 4 años en siembras consecutivas de cultivos de cosecha fina, con labranza convencional sin reposición de nutrientes. El barbecho comenzó en febrero, con el control de malezas y preparación de cama de siembra con una pasada de rastra mediana. No hubo más labores hasta la fecha de implantación. La misma se realizó en tándem rastra +

^{1*} **Ecotipo**. En Biología evolutiva, subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales.

sembradora Juber de surco profundo distanciada a 25 cm sin fertilización de base. No se realizaron controles de hoja ancha ni gramíneas en pos emergencia.

La fertilización nitrogenada se realizó durante macollaje temprano (**Z 2.1**, según escala Zadok) con 90 kg ha⁻¹ de Urea (46%) a todos los cultivares, dejando sus respectivos testigos. La evaluación se basó en la comparativa de rinde entre los fertilizados y los no fertilizados, bajo estas condiciones de competencia por recursos. Para lo cual se cosecharon 1m² de espigas con 3 repeticiones al azar en el lote tratamientos y testigos. A partir de las mismas se determinó la cantidad espigas por m², granos por espiga, peso de 1000 y rinde por ha. Los datos fueron analizados por ANOVA y en el caso de diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó test de comparación de medias (Tukey, 5 %).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El desarrollo de los cultivares se evaluó desde la fecha de siembra hasta la cosecha. Los datos obtenidos, alcanzaron para determinar los componentes de rendimiento y la estimación de la producción mediante la trilla de los mismos, para los tratamientos fertilizados y sin fertilizar.

Así se pudo observar, que el mayor rendimiento fue para los tratamientos fertilizados: cultivar ProINTA Huenpan, seguido de ACA 202 y ecotipo local, con un rendimiento final de 2771, 1577 y 1200 kg ha⁻¹ respectivamente. En el caso de los tratamientos no fertilizados, encontramos que los rindes fueron similares entre si dando 765, 699 y 536 para Huen, Aca y Ecot respectivamente.

Gráfico 2. Rendimiento comparativo entre cultivares de los tratamientos con fertilización. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey, p<0,05).

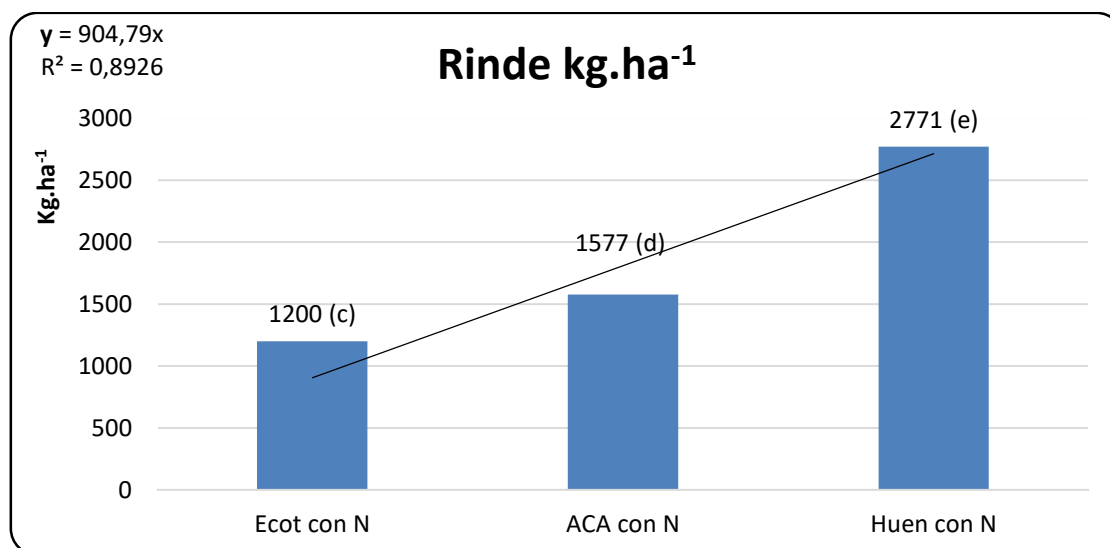
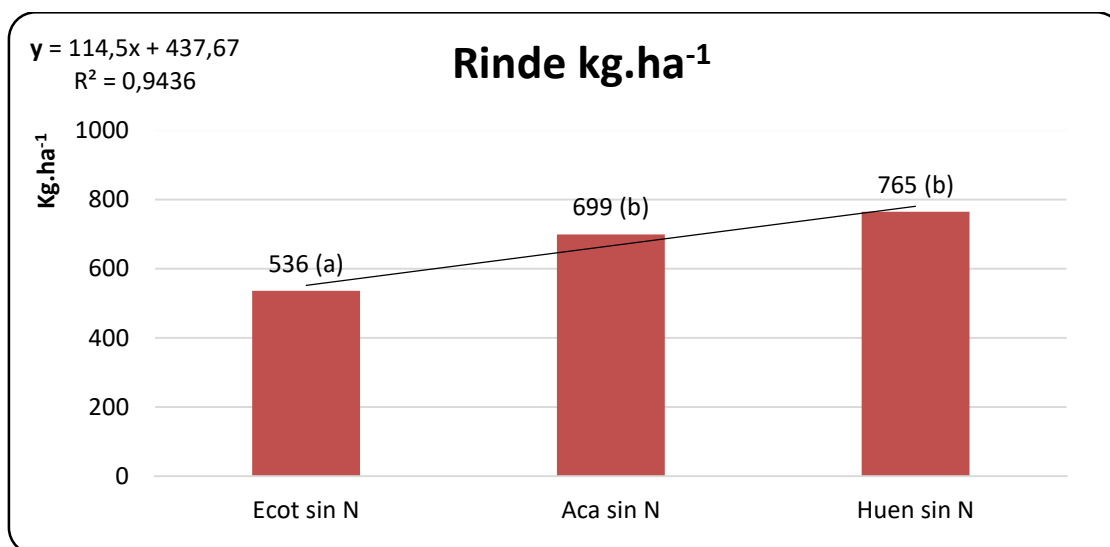


Gráfico 3. Rendimiento comparativo entre cultivares de los tratamientos sin fertilización. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey, $p < 0,05$).



Quando se analiza las posibilidades del cultivo, debemos tener en cuenta que, la estrategia de fertilización nitrogenada depende de interacciones entre el N edáfico, las precipitaciones (cantidad y distribución), la disponibilidad de agua útil en el suelo y los requerimientos del mismo (Bauer et al., 1992). Sin embargo, en este tipo de suelo, bajo estas condiciones, el agregado exógeno de nitrógeno en forma de Urea, tuvo un resultado netamente positivo. Cuando se evalúa cada varietal, respecto a su testigo, queda en evidencia la respuesta en rendimiento (Tabla 1).

Tabla 1. Diferencias de rendimiento entre los cultivares evaluados fertilizados y no con N, expresados en kg ha⁻¹ de trigo.

| Cultivares | Rinde con N kg ha ⁻¹ | Rinde sin N kg ha ⁻¹ | Diferencia kg ha ⁻¹ |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Ecotipo | 1200 (c) | 536 (a) | +664 |
| ACA 202 | 1577 (d) | 699 (b) | +878 |
| ProINTA Huenpan | 2771 (e) | 765 (b) | +2006 |

Cabe destacar, que no se hicieron controles de malezas en las etapas posteriores a la siembra. La decisión de no utilizar controles químicos en pos emergencia, permitió la proliferación de la flora habitual encontrada en nuestra región para estos planteos convencionales, donde las gramíneas (*Avena fatua* y *Lolium* sp.) son predominantes. Se sabe por distintos trabajos existente sobre estas especies como malezas en cultivos de cereales fino, el alto impacto sobre el desarrollo y el rendimiento final.

En este punto se hace esencial, evaluar costos-beneficios de esta práctica. En estas empresas agropecuarias de mediana a baja escala, el impacto del costo de la fertilización ha sido

motivo de negativa para la adopción de esta herramienta. Por eso, es cada vez más importante, relevar estas actividades con sus respectivos márgenes para tener un panorama más claro en la decisión final.

La determinación del resultado económico (Tabla 2) mostró que los márgenes fueron positivos. Sin embargo, la diferencia fue muy amplia a favor de *Huen*. A pesar de la fertilización, el número final obtenido fue más que interesante, si tenemos en cuenta que el rendimiento indiferencia fue de 875 kg ha⁻¹. Este es un punto de inflexión ya que los resultados de fertilización son afectados por muchas variables y la probabilidad de obtener resultados varía entre años. Si bien se trata de un cultivo muy versátil, las limitaciones edáficas, climáticas y de manejo en la zona, marcan una fuerte variabilidad en los resultados físicos y económicos.

Tabla 2. Determinaciones económicas de los tres tratamientos (Valores reales de la empresa familiar a Dic 2018).

| | Ecot | Aca | Huen |
|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Costos Directos</i> | \$ ha ⁻¹ | \$ ha ⁻¹ | \$ ha ⁻¹ |
| Labranza | 2840 | 2840 | 2840 |
| Semilla | 1280 | 1280 | 1280 |
| Fertilizantes | 1080 | 1080 | 1080 |
| Cosecha | 1800 | 1800 | 1800 |
| Total Costos Directos | 7000 | 7000 | 7000 |

| | \$ Tn⁻¹ | \$ Tn⁻¹ | \$ Tn⁻¹ |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Ingresos Directos</i> | \$ Tn ⁻¹ | \$ Tn ⁻¹ | \$ Tn ⁻¹ |
| Precio Grano | 8000 | 8000 | 8000 |
| Rendimiento | 1200 | 1577 | 2771 |
| Ingreso Bruto | 9600 | 12616 | 22168 |
| Gastos Comercialización | 1158 | 1338 | 1912 |
| Ingreso Neto | 8442 | 11278 | 20256 |

| Indicadores Económicos de Desempeño | | | |
|--|-------------|-------------|--------------|
| Rendimiento de indiferencia (kg ha ⁻¹) | 875 | 875 | 875 |
| Retorno Peso Gastado (\$) | 1,21 | 1,53 | 2,89 |
| Precio de Indiferencia (\$ Tn ⁻¹) | 5833 | 4667 | 2526 |
| Margen Bruto | 1442 | 4278 | 13256 |

Figura 2 y 3. Diferencia visual entre fertilizado y sin fertilizar. Espigas en formación de grano.



Esta tendencia es comúnmente observada por los profesionales de la Extensión en sus monitoreos técnicos en los distintos sistemas mixtos, sobre todo en labranza convencional y monocultivo. El relevamiento de la experiencia permite comparar posibles herramientas tecnológicas con el fin de aumentar las posibilidades a la hora de tomar decisiones. Nuestra región se caracteriza por poseer limitante tan marcadas que ponen en duda muchas alternativas valiosas. Esta práctica cobra relevancia dentro de estrategias de manejo integrado, donde junto a otras prácticas contribuirían a reducir la incidencia y perjuicios.

CONCLUSIÓN

- Se encontraron importantes diferencias entre cultivares, que, junto a la aplicación de fertilización, favorecieron los resultados productivos y económicos diferenciales. A pesar de su antigüedad, *Huen* superó ampliamente a *Aca* y a *Ecot* en estas condiciones.
- La fertilización demostró en este año particular un resultado netamente positivo. Aspecto a tener en cuenta a la hora de realizar cualquier actividad agrícola, en condiciones como las descritas.
- Quedó en evidencia el faltante de reposición de nutrientes en este tipo de lote, y que una alta parte de la limitante para el rendimiento, pasa por esta variable.
- A pesar de no haber realizado control de malezas de pos emergencia, se notó más relevancia en el agregado externo de N que la implicancia de estas en esta oportunidad.
- Este tipo de fertilización estratégica puede ser significativa en sistemas mixtos donde encontramos limitaciones (edáficas y climáticas) de rinde y acotada posibilidad financiera para la agricultura.
- Es de importancia el análisis de las labranzas convencionales, por todas las complicaciones que conlleva, más allá del resultado positivo. Las limitantes físicas conocidas en esta zona y la susceptibilidad a la erosión, hacen que se deba tener en cuenta y estudiar específicamente si es conveniente realizar este tipo de agricultura.



- Se deben seguir con los relevamientos a fin de establecer parámetros entre años y lotes, ya que la experimentación sucedió en un año en particular.

BIBLIOGRAFÍA

- Chantre G., Lodovichi M., Blanco A., Bandoni A., Sabbatini M. 2013. Toma de decisiones en sistemas agronómicos y su aplicación al manejo de malezas. Boletín Cerzos.
- De la Vega. 2013. Resistencia de malezas a herbicidas. Revista Especial Maleza Siembra Directa – AAPRESID.
- Zotelo, C. 2011. Variabilidad Climática y Ciclos Naturales. En: Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27824> (último acceso abril de 2016).
- INTA. Documento de discusión. 2016. CERBAS.
- Scian, B. 2009. Clima - Bahía Blanca y Sudoeste Bonaerense. En: PAOLONI, J.D. (comp.) 2009. Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca. Bahía Blanca: EdiUNS, 240 pp.
- Saldungaray, M., Gargano, A. y Aduriz, M. 1996. Sistemas agropecuarios de Bahía Blanca. 6. Análisis comparativo de los sistemas de producción representativos. Rev. Arg. Prod. Anim. 16 (3): 293-301.
- Echeverría N; Vallejos A y Silenzi J. 1999. Erodabilidad de suelos del Sur de la Región Semiárida Argentina. Tesis Magister. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur Altos del Palihue, 8000 Bahía Blanca.
- Soil Survey Staff- USDA. 1999. Soil Taxonomy: A Basic System for Classifying Soils, Agriculture Handbook 436, 863 p.
- Alvarez R., Steinbach H., Grigera S., Cartier E., Obregón A., García R. 2004. The balance sheet methods as a conceptual framework for nitrogen fertilization of wheat in pampean agroecosystems. Agron. J. 96: 1050-1057
- INTA, 1989. Mapa de Suelos de la provincia de Buenos Aires, Escala 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. 533 pp.
- INTA, 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 y 1:1.000.000. CIRN. Instituto de Evaluación de Tierras. Buenos Aires. Tomo I, 731 pp. y Tomo II, 677 pp.
- Howard, D., Newman, M., Essington, M. y Percell, W. 2002. Nitrogen fertilization of conservation tilled wheat II. Timing of nitrogen application of two nitrogen sources. J. Plant. Nutr. 25: 1329-1339.
- Galantini JA, Iglesias JO, Miglierina AM, Rosell RA, Glave A. 1992. Rotación y fertilización en sistemas de producción de la región semiárida argentina. I. productividad (calidad y rendimiento) del trigo. Rev. Fac. Agronomía (U.B.A.) 13: 67-75.
- Campbell, P.M., Healy, M.J., Oakeshott, J.G. (1992). Characterisation of juvenile hormone esterase in *Drosophila melanogaster*. Insect Biochem. Mol. Biol. 22(7): 665--677.
- Bauer A, Black A L, Frank A B. 1992. Nitrogen fertilization in relation to spring wheat development stage. En Kansas State University (Ed.). Proceedings of the Great Plains Soil Fertility Conference. Kansas State U.