



Proyecto Regional Agrícola Desarrollo Rural INTA PERGAMINO

EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN EN MAÍZ, COMPARANDO FUENTES TRADICIONALES Y NUEVAS FORMULACIONES

¹ Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

¹ Ing. Agr. Lucrecia A. Couretot

² Ing. Agr. Fernando Mousegne

² Ing. Agr. Marcelo López de Sabando

Introducción

El nitrógeno (N) es el principal elemento en la nutrición del cultivo de Maíz. La obtención de rendimientos elevados siempre esta asociada a una elevada eficiencia de uso de N (EUN), ya que su disponibilidad es limitante en la mayor parte de los suelos pampeanos y, aunque los cultivos son suplementados mediante fertilización, es habitual que se lo haga en dosis subóptimas. Con el objetivo de lograr elevadas EUN, se han desarrollado criterios de diagnóstico, herramientas de simulación y predicción de la respuesta esperable, y se han realizado numerosos experimentos destinados a evaluar momentos y formas de aplicación. Sin embargo, la mayoría de estos ensayos fueron realizados utilizando fuentes tradicionales de fertilizantes, ya sea sólidas como Urea (46-0-0), Nitrato de amonio calcáreo (27-0-0), o líquidas como UAN (32-0-0).

Una fuente nitrogenada ideal debería reunir como características baja susceptibilidad a la volatilización, proveer el N en una forma química de rápida disponibilidad y tener alta solubilidad aún en condiciones de baja humedad ambiental. Esto permitiría diferir su aplicación hacia las etapas de máxima demanda del cultivo, independientemente de las condiciones ambientales y sin la necesidad de incorporar el fertilizante en el suelo. Es probable que en un futuro cercano nuevos fertilizantes puedan reunir algunas de estas características.

Con la finalidad de generar mayor información local sobre el comportamiento de nuevas fuentes fertilizantes con alto grado de N en su formulación, se condujeron sendos ensayos cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento del cultivo de Maíz frente a diferentes estrategias de fertilización que comparan el uso de estas nuevas formulaciones con las fuentes tradicionales de N.

Materiales y métodos

Los ensayos fueron realizados en las localidades de La Trinidad (partido de General Arenales), y San Antonio de Areco, en todos los casos en siembra directa. Algunas características salientes de sitio y manejo de los ensayos se presentan en la Tabla 1.

(1) Técnicos de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino

(2) Técnicos de la Agencia de Extensión Rural de San Antonio de Areco INTA EEA Pergamino

Tabla 1: Características salientes de los sitios experimentales.

	La Trinidad	S. A. de Areco
Serie de Suelo	Rojas	Capitán Sarmiento
Tipo de Suelo	Argiudol típico	Argiudol típico
Antecesor	Trigo/Soja	Soja 1ra.
Hibrido sembrado	Dow Mass 494 MG	LT 622 MG
Fecha de siembra	17-Noviembre	29-Septiembre
Esp. e/ hileras (m)	0,52	0,70
Densidad lograda (pl/ha)	80000	75000

Para conducir los experimentos se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres (San Antonio de Areco) o cuatro (La Trinidad) repeticiones. Los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 2. Las aplicaciones de Fosfato diamónico y "Nitrocomplex" se realizaron en bandas localizadas al costado de la semilla. El fertilizante sólido denominado "Activa" se aplicó al voleo en el estado V6. La fuente líquida "SolMix" fue aplicada mediante chorreado en el centro de los entresurcos.

Tabla 2: Tratamientos evaluados. Estrategias de fertilización en Maíz, ensayos La Trinidad y San Antonio de Areco, campaña 2006/07.

Tratamiento	Dosis N kg/ha	Dosis P kg/ha	Dosis S kg/ha	Momento aplicación	Fuentes Fertilizante
T0	0	0	0		-----
T1	79	16	5	Siembra + V6	DAP (18-20-0) 80 kg + SolMix (28-0-0-2S) 240 kg
T2	81	6	9	V6	Activa (27-2-5) 300 kg
T3	88	4,4	8,7	Siembra + V6	Nitrocomplex (20-8,7-0) 50 kg + Activa (27-5-5) 290 kg

Al momento de la siembra se realizaron análisis químicos de suelo, cuyos resultados se presentan en Tabla 3.

Tabla 3: Análisis de suelo al momento de la siembra. Datos promedio de todas las repeticiones.

Variable evaluada		La Trinidad	S. A. de Areco
pH		5,5	6,0
MO (0-20 cm)	(%)	2,2	3,2
P Bray I (0-20 cm)	(mg kg ⁻¹)	9,2	10
N-Nitratos (0-20 cm)	(mg kg ⁻¹)	8,0	12
N-Nitratos (20-40 cm)	(mg kg ⁻¹)	13,0	6
N-Nitratos (40-60 cm)	(mg kg ⁻¹)	6,0	3
N total en suelo (0-60 cm)	(kg ha ⁻¹)	69	53
S-Sulfatos (0-20 cm)	(mg kg ⁻¹)	9	12
Arcilla (0-20 cm)	(%)	20	26
Limo (0-20 cm)	(%)	49	57
Arena (0-20 cm)	(%)	31	15

La cosecha se realizó en forma manual sobre una superficie de 5m², con trilla estacionaria de las muestras. Los datos obtenidos fueron analizados por análisis de varianza, estudiando los efectos de sitio, tratamiento y su interacción. Cuando se determinaron diferencias significativas entre tratamientos se realizaron comparaciones de medias, y, con los datos de rendimiento y dosis de N se calculó la Eficiencia agronómica de Uso del Nitrógeno (EUN), como Respuesta a N : kg N aplicado⁻¹.

Resultados y discusión

a) Condiciones climáticas de la campaña

Las precipitaciones durante el período octubre-marzo para los sitios experimentales se presentan en la Figura 1. Por su parte, los datos de radiación y temperatura de la localidad de Pergamino, ubicada geográficamente en una posición intermedia entre los ensayos se muestran en la Figura 2. El ambiente fue muy favorable, siendo el registro pluviométrico para los cinco meses señalados cercano a la media anual de la localidad. A pesar de la abundancia de lluvias, el número de días nublados y de baja insolación fue muy limitado, lo que posibilitó una adecuada oferta lumínica durante el período crítico para la definición de los rendimientos.

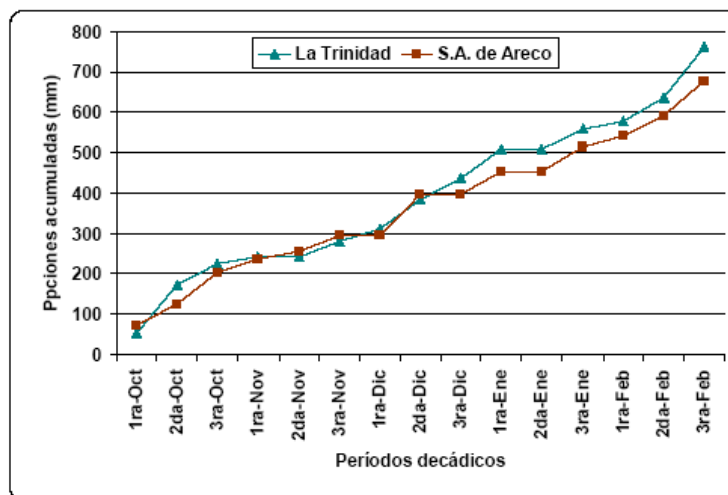


Figura 1: Precipitaciones acumuladas (mm) en periodos decádicos para las localidades de La Trinidad y San Antonio de Areco. Campaña 2006/07.

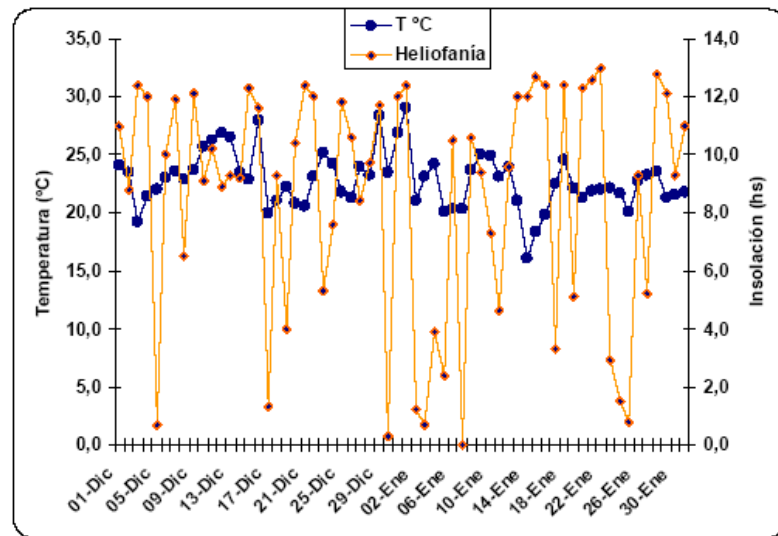


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diarias durante los meses de diciembre y enero, en el transcurso de los cuales se ubicó el periodo crítico para la definición de los rendimientos en todos los materiales. Localidad de Pergamino, (Bs As), campaña 2006/07.

b) Resultados de los ensayos

El análisis conjunto de los tratamientos arrojó efecto de sitio y de tratamiento, sin interacción entre ambos factores (Tabla 4). En la localidad de San Antonio de Areco se obtuvieron rendimientos superiores a La Trinidad. (Figura 3.a). Por su parte, todos los tratamientos superaron en rendimiento al testigo (Figura 3.b).

Tabla 4: Análisis de variancia (ANOVA) para rendimiento, tomando los tratamientos en arreglo factorial. Valores seguidos de ** representan efecto significativo del factor evaluado o interacción ($p < 0,05$) n.s. indica diferencias no significativas por efecto de tratamiento.

Factor	Efecto de tratamiento (valores de P)
Sitio	0,000 **
Tratamiento de fertilización	0.003 **
Sitio*Trat fertilización	0,199 n.s.
CV=	9,44 %

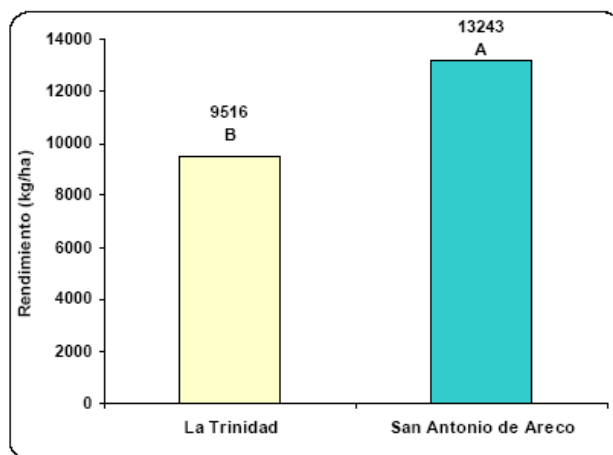


Figura 3.a

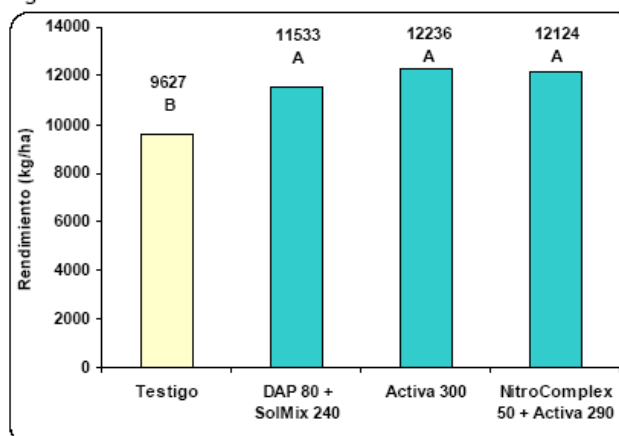


Figura 3.b.

Figura 3: Rendimiento medio de maíz en: Las localidades de ensayo, promedio de todos los tratamientos evaluados (3.a) y Diferentes estrategias de fertilización en maíz, promedio de dos localidades (3.b). Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Discriminando entre localidades, se determinó efecto de tratamiento para la localidad de La Trinidad ($P=0,000$; $CV=4,1\%$; Figura 4.a). En San Antonio de Areco en cambio, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P=0,61$; $CV=11,2\%$; Figura 4.b).

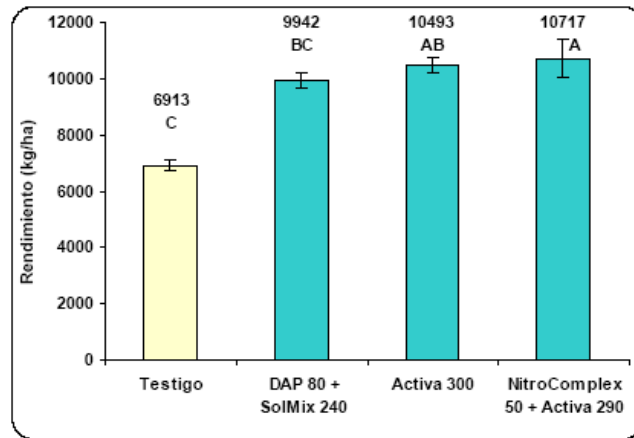


Figura 4.a. La Trinidad.

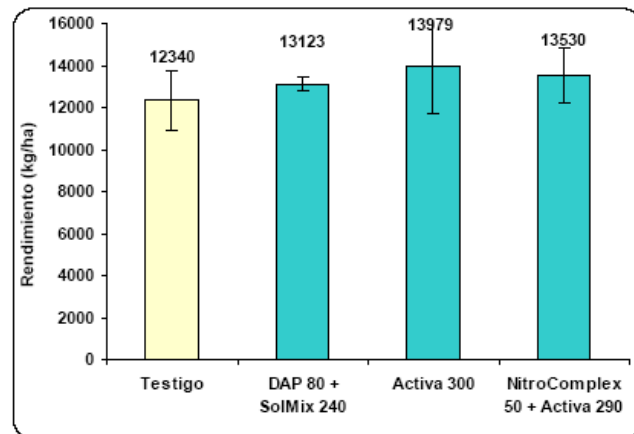


Figura 4.b. San Antonio de Areco.

Figura 4: Rendimiento como resultado de la aplicación de diferentes estrategias de fertilización en maíz. Localidades de La Trinidad (4.a) y San Antonio de Areco (4.b). Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras verticales indican la desviación Standard de la media.

El ensayo de San Antonio de Areco fue el de mayor rendimiento, y en La Trinidad se encontraron los valores más bajos. La baja fertilidad de este último sitio aparece evidenciada tanto en el bajo rendimiento del testigo como en los niveles de materia orgánica, pH, P y S-sulfatos (Tabla 3), propios de un ambiente altamente dependiente de la fertilización para obtener valores razonables de productividad. Si bien el tratamiento Nitrocomplex 50 + Activa 290 en La Trinidad superó significativamente a la tradicional fertilización de DAP 80 + SolMix 240, lo que en parte se podría explicar por el mayor aporte de N de aquel en relación a este último (Tabla 2), podría decirse que en líneas generales las estrategias evaluadas se ubicaron en un plano de equidad. En este marco, puede considerarse buena la performance de Activa 300, ya que se trató de una aplicación única, sin arrancador localizado a la siembra, lo que desde el punto de vista operativo resulta verdaderamente rescatable.

En la Figura 5 se presenta un análisis económico basado en la Eficiencia de Uso de N (EUN). La EUN fue claramente superior en La Trinidad, el ambiente más degradado y con mayor respuesta a la fertilización. La EUN de indiferencia está determinada por la relación producto/insumo (kg Maíz / kg N). Esta relación para la campaña 2006/07, utilizando fuentes tradicionales (Urea, UAN), se ubicó en alrededor de 6 kg grano / kg N y fue una de las más bajas de la historia, casi la mitad de la registrada en 2005/06 (Ferraris et al., 2006). Todos los tratamientos superaron ampliamente dicha relación.

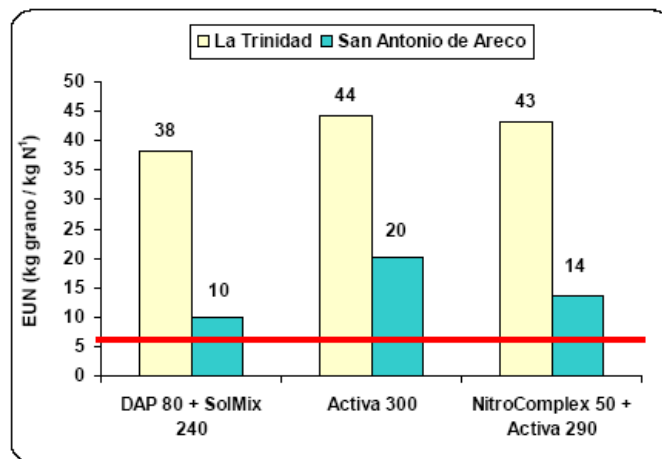


Figura 5: Eficiencia agronómica de Uso del Nitrógeno (Respuesta a N : kg N aplicado⁻¹) de diferentes estrategias de fertilización. La línea horizontal representa la Eficiencia de Uso de N de Indiferencia utilizando fuentes tradicionales de N, por encima de la cual la fertilización nitrogenada es económicamente rentable.

Conclusiones:

*Se determinaron diferencias significativas en los rendimientos por efecto de sitio y de tratamiento de fertilización. Discriminando sitios, se determinaron diferencias estadísticamente significativas por fertilización en La Trinidad, y no así en San Antonio de Areco.

*Los diferentes tratamientos de fertilización, como promedio de ambos ensayos, se ubicaron en un plano de equidad, con leves diferencias a favor de las nuevas formulaciones. En este contexto, resultan destacables los resultados del uso de Activa a la dosis de 300 kg ha⁻¹, por tratarse de una aplicación única de cobertura total en postemergencia, esquema apropiado para cubrir grandes superficies en poco tiempo.

Bibliografía:

- 📖 Ferraris, G. 2004. Pautas para el diagnóstico de la fertilidad azufrada en soja. Tesis MSc. EPG-FAUBA. 176p.
- 📖 Ferraris, G. y L. Couretot. 2006. Evaluación de diferentes Dosis y Momentos de aplicación de Nitrógeno y su interacción con el Azufre utilizando fuentes líquidas en el Norte de la provincia de Buenos Aires. En: Maíz en Siembra Directa. Revista de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. Agosto de 2006.