



Ensayos Zona Norte de Bs. As.

Protocolos de Experimentación: Campaña 2016-17

Ensayos de fuente y dosis nitrogenada

Resumen:

Bajo las condiciones exploradas durante la campaña y bajo el esquema de experimentación definido, las respuestas a ofertas crecientes de nitrógeno se saturaron en la oferta máxima de nitrógeno total (180 kg/ha N en fecha temprana y 160 kg/ha N en tardía). Por segundo año, no se observaron diferencias importantes entre fuentes de nitrógeno. Lluvias muy próximas a la aplicación en cobertura lo explicarían. El análisis con datos de las últimas 5 campañas muestra que, la respuesta en rendimiento a ofertas crecientes de nitrógeno en los planteos de maíz tardío se presenta con una reducción notable en su variabilidad y define un rango de saturación de respuesta más acotado (120 a 150 vs 120 a 190 kg/ha N total en fecha temprana) y con un valor promedio de umbral de respuesta algo menor (135 vs 165 kg/ha N total) respecto a los planteos de maíces tempranos.

Introducción:

Luego del agua, **el nitrógeno** es uno de los principales factores limitantes de los rendimientos de maíz. Hoy el agregado de este nutriente a los cultivos extensivos constituye una práctica habitual en busca de mayores rendimientos y disminución de su variabilidad, ajustando las ofertas en función del ambiente productivo. Varias fuentes y formulaciones de fertilizantes nitrogenados se utilizan y comercializan en el país. Una amplia variedad de mezclas físicas han sido introducidas en los últimos años atendiendo a ampliar el espectro de nutrientes que es cubierto por la fertilización y a, eventualmente, mejorar la eficiencia de uso del fertilizante. YaraBela Nitrodoble es una **formulación** de fertilizante nitrogenado que introduce nitrógeno en forma de amonio y nitrato que podría mejorar la EUN aplicado al reducir pérdidas y aumentar la disponibilidad.

Por ello, el CREA Norte Bs.As junto y bajo el convenio marco AACREA-Yara por segunda campaña el cultivo de maíz consideró de relevancia evaluar diferentes modelos de fertilización y fuentes nitrogenadas. Analizaremos el impacto en rendimiento de tres modelos de nitrógeno bajo dos fuentes nitrogenadas.

Objetivos:

- 1) Evaluar en respuesta física y económica distintas fuentes nitrogenadas
- 2) Evaluar respuestas en rendimiento entre Modelos de oferta de Nitrógeno diferenciando entre planteos de fecha de siembra usando datos experimentales acumulados de campañas.

Manejo de los ensayos:

Los ensayos fueron planteados en grandes franjas a campo (0.2 Has tratamiento) sobre lotes de producción en áreas homogéneas del lote con la tecnología convencional de producción con repeticiones. Dos ensayos fueron sembrados: uno bajo fecha siembra convencional en ambiente de alta productividad y un ensayo (de baja productividad) fue sembrado de segunda, luego de arveja. La siembra de los tratamientos y su manejo respondió a un buen planteo productivo de la región en términos de fecha de siembra, control de malezas, plagas y enfermedades. La base común de fertilización fosforada fue de 140 kg/ha (Cuadro 1). Se utilizó el híbrido **Dk7210VT3P** con 85 mil pl/ha para fecha de siembra temprana y 67 mil pl/ha para fecha de siembra de segunda. Para definir los tratamientos, se utilizaron los datos de análisis de suelo que fueron tomados sobre la superficie del ensayo. Para esto, en el momento de la siembra se tomaron muestras de 0-20 sobre las que se determinó contenido de N-NO₃, P extractable (K&B I), S-SO₄ (acetato de amonio), MO y humedad (Cuadro 1). En profundidad (20-40 y 40-60) sólo se hicieron determinaciones de N-NO₃ y humedad. Las muestras fueron enviadas a un mismo laboratorio. Los tratamientos vinculados con nitrógeno quedaron definidos a partir de la oferta del suelo + fertilizante fosforado + fertilizante nitrogenado, siendo N Suelo - N140 y N180 kg/ha en el ensayo conducido en fecha temprana y N Suelo - N120 y N160 kg/ha en el sembrado sobre arveja.

Esquema de los ensayos:

Fuente de Nitrógeno UREA						Fuente de Nitrógeno NITRODOBLE					
Repet 1			Repet 2			Repet 1			Repet 2		
N Suelo	N 1	N 2	N Suelo	N 1	N 2	N Suelo	N 1	N 2	N Suelo	N 1	N 2

Figura 1: esquema de evaluación de dosis y fuentes nitrogenadas.

Campo	Localidad	SSuelo	Fecha Sbra	Antec	Ninic	Nmin	Pinic	Sinic	Fert fosf	Momento Fert N	Días	Fung V10	PpDic/Febr
Sta Ines	Alberdi	Sta Isabel (napa)	17/9 (3/10)	Tr/Sj	100	55	16.3	8.5	140 MAP	V6 superf	14	500ccAmXtra	280
La Teresita	Doyle	Rio Tala	30/12 (5/1)	Arv	85	47	12.4	5.1	100 MAP	Sbra superf	1	///	114

Cuadro 1: campo, localidad de referencia, serie de suelo, fecha de siembra (y emergencia), cultivo antecesor, nitrógeno inicial en kg/ha, nitrógeno mineralizable, fósforo y azufre en ppm, fertilización fosforada, momentos y forma de fertilización nitrogenada, días desde la aplicación del fertilizante y primera lluvia, fungicida y lluvias en periodo crítico.

Determinaciones:

A la siembra se realizó el muestreo estratificado 0-20, 20-40 y 40-60 para la determinación de N-NO₃ y, sólo en la muestra de 0-20 cm la determinación de MO, pH, P extractable, S, N-NO₃, N mineralizable, Ca, Mg, K, Na, Zn y B. Luego de la emergencia, se determinó el stand de plantas logradas en cada tratamiento en nueve repeticiones de 10 m lineales.

A la floración de los cultivos, se tomaron muestras de hojas de la espiga de los testigos sin fertilizar para el análisis de nutrientes foliares: N, P, S, Ca, Mg, K, Zn, Mn, B. A madurez fisiológica fueron contadas las plantas y espigas a cosecha en seis repeticiones de 10 m lineales.

Las parcelas fueron cosechadas mecánicamente y pesadas en balanzas. Una muestra de grano fue tomada para corregir los rendimientos a humedad comercial y para la determinación del P1000 granos.

3) Resultados:

3.1) Ensayos de Dosis y Fuentes de Nitrógeno:

SOURCE	DF	SS	% SCT	MS	F	P
Localidad	1	2.15E+08	88.3	2.15E+08	13054.55	<0.0001
Dosis	2	2.77E+07	11.4	1.38E+07	840.43	<0.0001
FuenteN	1	100621.5	0.0	100621.5	6.11	0.0294
Localidad*Dosis	2	364431	0.1	182215.5	11.07	0.0019
Localidad*FuenteN	1	23562.67	0.0	23562.67	1.43	0.2547
Dosis*FuenteN	2	62236	0.0	31118	1.89	0.1934
Loc*Dosis*FuenteN	2	69029.33	0.0	34514.67	2.1	0.1657
Error	12	197593	0.1	16466.08		
Total	23	2.43E+08	100.0			

Cuadro 1: ANOVA con porcentaje cuadrados totales y valor de probabilidad para las variables analizadas: localidad, dosis y fuente de nitrógeno y sus interacciones.

Se observan diferencias entre localidades con un fuerte impacto sobre los rendimientos explicando un 88% de la variabilidad de los resultados. También se observan diferencias significativas entre dosis total de nitrógeno ofertado y entre fuente de nitrógeno. Existió interacción entre localidad y oferta total de nitrógeno pero no con la fuente. Tampoco existió interacción nivel de nitrógeno y fuente (Cuadro 1). Los rendimientos marcan un incremento con aumentos en la oferta total de nitrógeno hasta las dosis máximas ofertadas (Figura 2).

El análisis foliar de los testigos sin fertilización nitrogenada mostró deficiencias de nitrógeno, fósforo y valores sobre el rango óptimo de azufre y valores de concentración bajos de Zn, Mg y B (datos no presentados).

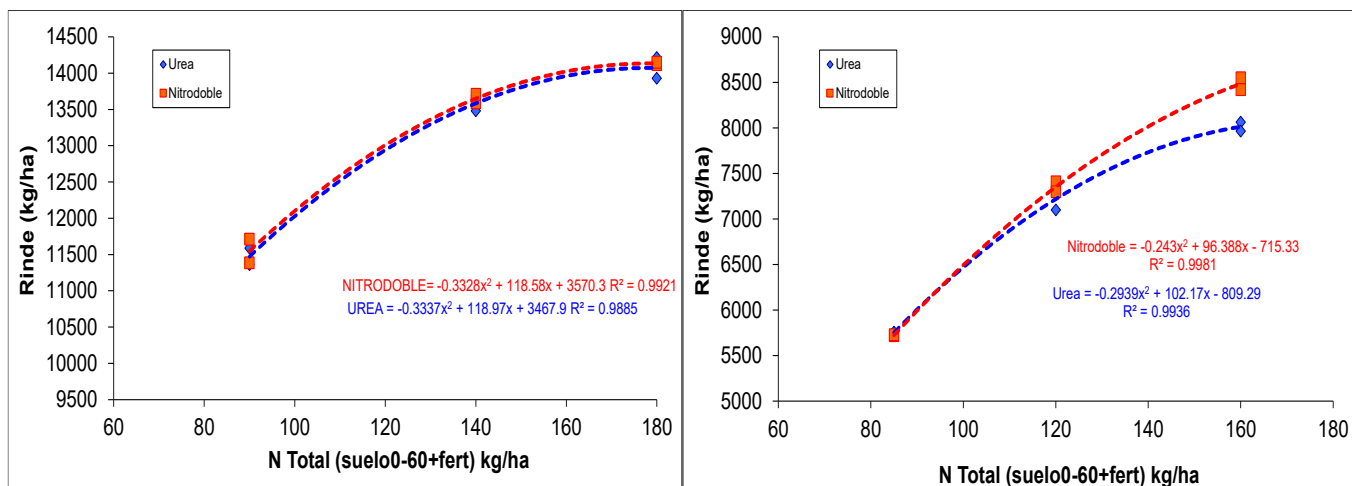


Figura 2: respuesta a la oferta creciente de nitrógeno diferenciado entre fuentes en cada uno de los sitios.

Campo	Tratamiento	Rinde	DifRto	Δ Gasto	Δ Ingreso	Resultado
La Teresita	N Suelo	5740	0	0	0	0
La Teresita	N120 UREA	7220	1480	35	200	165
La Teresita	N160 UREA	8013	2273	68	307	239
La Teresita	N120 NITROD	7351	1611	49	217	168
La Teresita	N160 NITROD	8485	2745	98	371	273
Sta Ines	N Suelo	11510	0	0	0	0
Sta Ines	N140 UREA	13583	2073	35	280	245
Sta Ines	N180 UREA	14071	2561	68	346	278
Sta Ines	N140 NITROD	13648	2138	49	289	240
Sta Ines	N180 NITROD	14132	2622	98	354	256

Cuadro 2: resultado económico de la práctica de fertilización con dos fuentes y dos niveles de N total comparado con el testigo sin fertilización. Precio Urea 390U\$\$/Tn; Precio Nitrodoble 320USS/Tn; Precio Neto Maíz 135USS/Tn.

Los dos campos presentaron respuestas económicas a la oferta creciente de nitrógeno con leves diferencias entre fuentes de nitrógeno (Cuadro 2).

3.2) Rendimiento Relativo para Dosis y Fuentes. Datos campaña 2015-16 y 2016-17

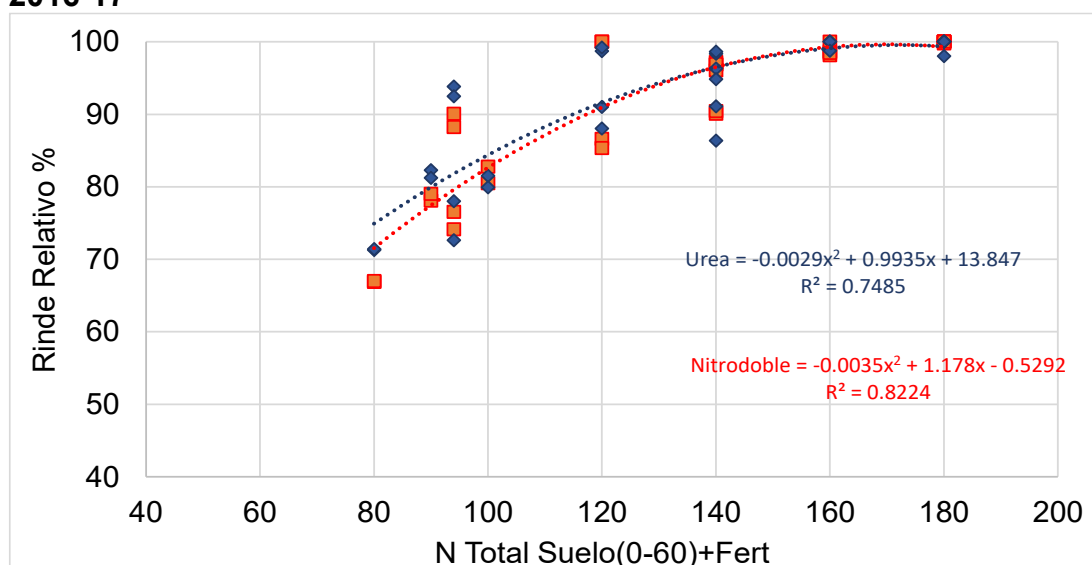


Figura 3: rendimiento relativo en función de la oferta total de N ofertado (suelo+fertilizante) diferenciado entre fuentes de nitrógeno. Datos campañas 2015-16 y 2016-17

No se observan diferencias en el rendimiento entre fuentes de nitrógeno ($p=0.51$) y sin interacción con la dosis ($p=0.80$). Sobre la curva de ajuste a la respuesta a ofertas crecientes de nitrógeno no se observan diferencias importantes entre fuentes (Figura 3). Lluvias cercanas a la aplicación en superficie pueden explicar estos resultados.

Respecto a dosis ofertada de N, se observan diferencias marcadas ($p=0.00$) con incrementos de rendimiento hasta ofertas de 160 kg/ha N total.

Rendimiento y oferta total de nitrógeno. Temprano vs. Tardío:

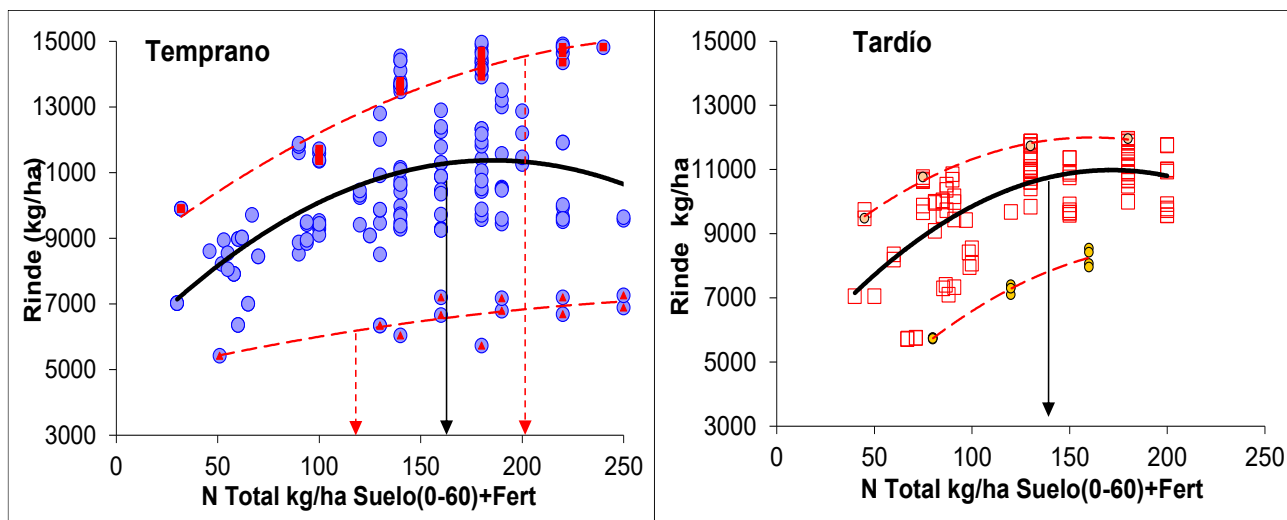


Figura 4: rendimiento en kg/ha en función de la oferta total de nitrógeno disponible como la suma de N suelo (0-60 cm) + fertilizantes diferenciados entre planteos de maíz temprano (izq) y maíz tardío (der) ajustados por función cuadrática promedio, máximos y mínimos.

Ajustando los datos con la función cuadrática, las respuestas a ofertas crecientes de nitrógeno se maximizan en 165 kg/ha N en tempranos como promedio con extremos de 120 y 200 kg/ha y; en 140 kg/ha N en tardíos achicando la variabilidad de manera significativa de las respuestas extremas (Figura 4). La variable nitrógeno total disponible en maíces tempranos explicó el 74% de la variabilidad de los rendimientos relativos a partir de una función bi lineal con un punto de quiebre en los 168 (± 8) kg/ha de N total y un valor de pendiente de 0.214 % por unidad de nitrógeno ofertado. Por su parte y con menor cantidad de datos en maíces tardíos, el nitrógeno total explicó el 66% de la variabilidad de los rendimientos relativos con un punto de quiebre en los 135 (± 5) kg/ha de N total y un valor de pendiente de 0.241% por unidad de nitrógeno en la zona de respuesta lineal de la función de ajuste bi lineal (Figura 5).

La primera diferencia entre los dos modelos (Temprano vs Tardío) a la hora de analizar las respuestas a la fertilización nitrogenada tiene que ver con la naturaleza propia de los planteos analizados. Los maíces en fecha de siembra tardía disminuyen significativamente la variabilidad de sus rendimientos en comparación con los planteos en fecha de siembra convencional, por lo tanto las diferencias en el valor de umbral de respuesta a nitrógeno entre planteos tendrá que ver con la variabilidad que se incorpora con la base de datos. Si la base de datos de los planteos de fecha de siembra temprana incorpora ensayos realizados en campañas y/o ambientes de media y alta productividad,

el umbral estará sesgado hacia valores más altos de nitrógeno (ej entre 160 y 200 kg/ha N). Si por el contrario, en la base de datos hay mayor proporción de situaciones de productividad media a baja, el umbral de respuesta a nitrógeno se moverá hacia valores más bajos de nitrógeno inicial (ej entre 120 y 160 kg/ha N). Esta es la variabilidad que, en el caso de maíces tardíos es significativamente menor y el punto de quiebre de las respuestas a nitrógeno más precisa (Figura 4 y 5).

El otro aspecto para entender las respuestas diferenciales entre planteos es que más allá de lo cuantitativo (oferta total de nitrógeno y rendimiento) existen marcadas diferencias en la relación oferta/demanda de nitrógeno a lo largo del ciclo del cultivo, claramente más sincronizada en los planteos de maíces tardíos.

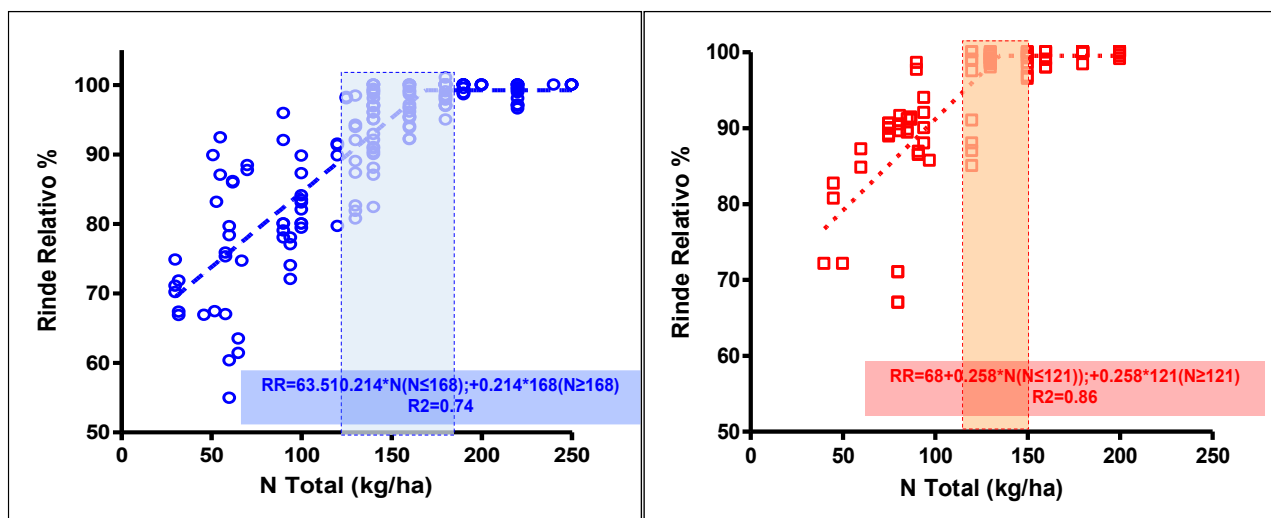


Figura 5: rendimiento relativo (campaña y sitio) en % en función de la oferta total de nitrógeno disponible como la suma de N suelo (0-60 cm) + fertilizantes diferenciados entre planteos de maíz temprano (izq) y maíz tardío (der) ajustados por función bilineal.