

FERTILIZACION DE MAIZ EN SIEMBRA DIRECTA

RESULTADOS CICLO 2002/2003 EEA INTA MARCOS JUÁREZ(*)

(*) Información preparada por V. Gudelj; P. Vallone; C. Galarza; O. Gudelj; C. Lorenzon y B. Masiero.
Técnicos de la EEA INTA Marcos Juárez – vgudelj@correo.inta.gov.ar

En el ciclo 2002/03 se condujeron 6 ensayos de fertilización en el cultivo de maíz en lotes de diferentes historia agrícola de la EEA INTA Marcos Juárez (Cuadro 1), todos Argiudoles típicos de la Serie Marcos Juárez.

Los objetivos fueron:

- Evaluar diferentes momentos de aplicación del Nitrógeno (N): a la siembra, a 6ta. hoja y dividido, una parte a la siembra y el resto a 6ta. hoja.
- Evaluar diferentes formas de aplicación del N: en superficie e incorporado.
- Evaluar el efecto del Fósforo (P) en altas dosis de N.
- Evaluar el efecto del Azufre (S) en altas dosis de N.
- Evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada.

Cuadro 1. Características de los lotes

Lote	1B	1C3	3	9 -B	14-2	14-9
Característica						
Años de Agricultura	24	9	16	2	6	3
Antecesor	Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja	Soja	Trigo/Soja	Trigo/Soja
ppm nitratos (0 – 18 cm)	59	378	54	38	64	66
ppm de P (0 – 18 cm)	11	45	11	22	32	25
ppm S-SO ₄ (0-18cm)	4.15	8.12	7.02	7.8	9.6	10.2
Fecha Implantación	03/10/2002	03/10/2002	04/10/2002	01/10/2002	01/10/2002	04/10/2002
Precipitaciones en mm Siembra-Mad.Fisiológ.	531	531	531	531	531	531

El híbrido utilizado en todos los ensayos fue el DK688 MG.

Los tratamientos evaluados figuran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos

Aplicación de siembra		Aplicación de 4-6 hojas	
1)	Testigo absoluto		--
2)	60 N incorporado+ 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
3)	120 N incorporado + 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
4)	180 N incorporado + 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
5)	60 N voleo + 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
6)	120 N voleo + 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
7)	180 N voleo + 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
8)	Testigo de N 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
9)	23 P ₂ O ₅ + 12 S	60 N incorporado	
10)	23 P ₂ O ₅ + 12 S	120 N incorporado	
11)	23 P ₂ O ₅ + 12 S	180 N incorporado	
12)	23 P ₂ O ₅ + 12 S	60 N en superficie	
13)	23 P ₂ O ₅ + 12 S	120 N en superficie	
14)	23 P ₂ O ₅ + 12 S	180 N en superficie	
15)	Testigo de NS 23 P ₂ O ₅		--
16)	23 P ₂ O ₅	60 N incorporado	
17)	23 P ₂ O ₅	120 N incorporado	
18)	23 P ₂ O ₅	180 N incorporado	
19)	9 N 23 P ₂ O ₅ + 12 S		--
20)	9 N 23 P ₂ O ₅ + 12 S	51 N incorporado	
21)	9 N 23 P ₂ O ₅ + 12 S	111 N incorporado	
22)	9 N 23 P ₂ O ₅ + 12 S	171 N incorporado	

D:\Mis Documentos\Mirta\Inv y Des\papers\nitrogeno\INTA MJuarez1.doc

23) Testigo de S-P	-.-	180 N incorporado
24) Testigo de P	12 S	180 N incorporado

Las fuentes de fertilizantes utilizadas fueron:

- * Urea granulada (nitrógeno)
- * Fosfato diamónico (nitrógeno + fósforo)
- * Superfosfato triple de calcio (fósforo)
- * Superfosfato simple (fósforo y azufre)
- * Yeso granulado (azufre)

Los fertilizantes utilizados como arrancadores durante la implantación, se ubicaron a un costado y debajo de la semilla utilizando una sembradora con doble cuchilla.

El Nitrógeno aplicado en forma incorporada tanto en el momento de la siembra como en la 6ta. hoja del cultivo, se realizó con una fertilizadora provista de cuchilla y zapata, y desconectando de éstas las mangueras de bajada del fertilizante, se dejó caer la urea directamente en los tratamientos en los cuales había que poner urea en superficie sin incorporar. El fertilizante cae desde aproximadamente 15 cm y al tocar la superficie el chorro se dispersa asemejándose bastante a una aplicación al voleo que podría hacer el productor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 a 6 se muestran las respuestas a la fertilización nitrogenada en los distintos lotes y diferentes alternativas de aplicación.

Momentos de aplicación del N. Como se planteó en los objetivos se compararon tres momentos de aplicación: todo a la siembra, todo a la sexta hoja, una parte a la siembra y el resto a 6ta.hoja.

En el lote 1B, el rendimiento promedio cuando el Nitrógeno se aplicó en su totalidad en 6ta.hoja fue de 13.399 kg/ha, significativamente superior en un 5,1% a los 12.718 kg/ha que rindió cuando el nitrógeno se aplicó en su totalidad a la siembra. En todos los demás lotes no hubo diferencias significativas de rendimientos debidos al momento de aplicación del Nitrógeno (Figuras 2-5). Esto se podría explicar debido a que las lluvias en el período que va desde la siembra hasta la aplicación de 6ta.hoja totalizaron sólo 120 mm.

Recordemos que en presencia de Nitratos en este período donde las demandas de N del cultivo no son altas, si se dan abundantes lluvias puede haber pérdidas por lavado y por desnitrificación.

En los ensayos realizados en ciclos anteriores donde las lluvias en ese período fueron más abundantes, 256 mm (ciclo 2000/2001) y 198 mm (ciclo 2001/2002) las diferencias de rendimientos a favor de la aplicación total a 6ta.hoja respecto de la aplicación total a la siembra, fueron de mayor magnitud y ocurrieron en un mayor número de lotes.

Formas de aplicación. Cuando se aplica Nitrógeno al voleo o en superficie aumenta la rapidez de aplicación, pero también las posibilidades de pérdidas de N por volatilización si es que proviene de urea o fertilizantes que lo contengan. La magnitud de las pérdidas estaría asociado entre otros factores a temperaturas superiores a 10°C con un máximo en 25°C, presencia de humedad y de la enzima ureasa que se encuentra en el suelo y los rastrojos.

Experiencias realizadas en el INTA Marcos Juárez durante los ciclos (2000/2001) y (2001/2002) en el cultivo de maíz implantado en Siembra Directa, no mostraron diferencias significativas de rendimiento entre fuentes de N utilizados (Urea – CAN – UAN) ni entre formas de aplicación utilizada (en superficie sin incorporar e incorporado) aún cuando pasaron 8 días (ciclo 2000/2001) y 11 días (2001/2002) entre la aplicación y una lluvia que pudo haber incorporado el fertilizante aplicado en superficie.

Figura 1: Respuesta a N - Lote 1B

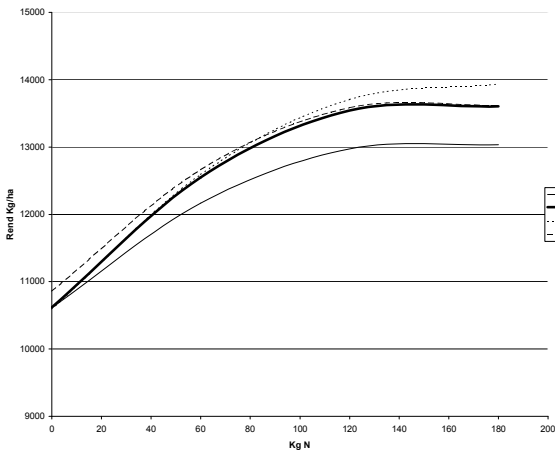


Figura 2: Respuesta a N - Lote 1C 3

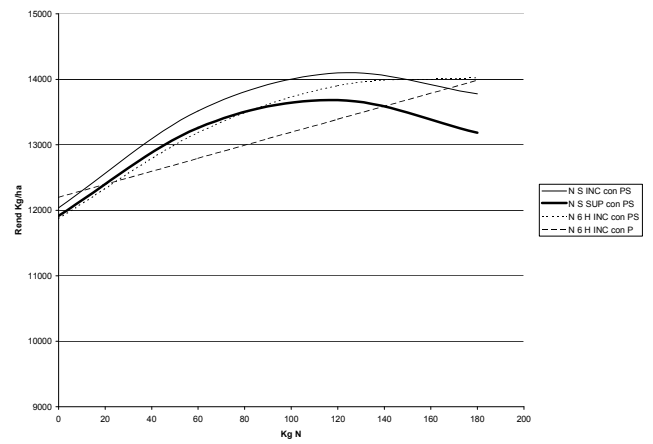


Figura 3: Respuesta a N - Lote 3

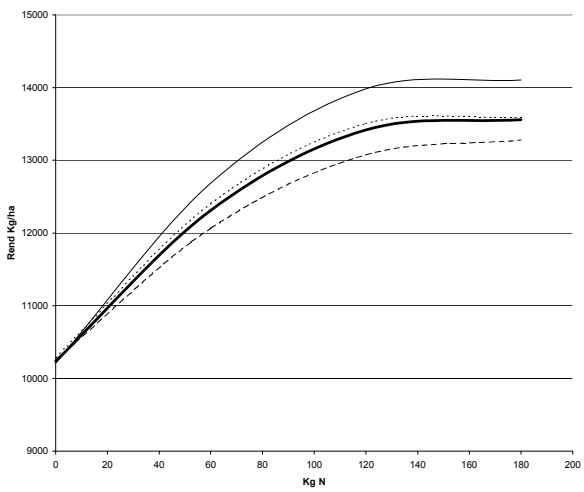


Figura 4: Respuesta a N - Lote 9-2

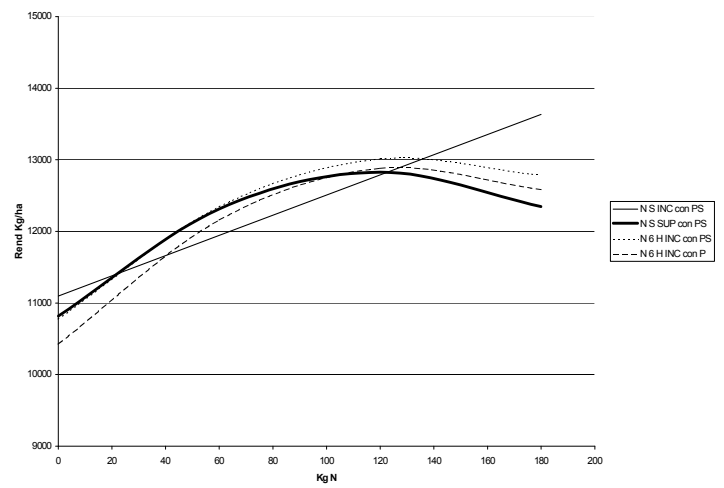


Figura 5: Respuesta a N - Lote 14-2

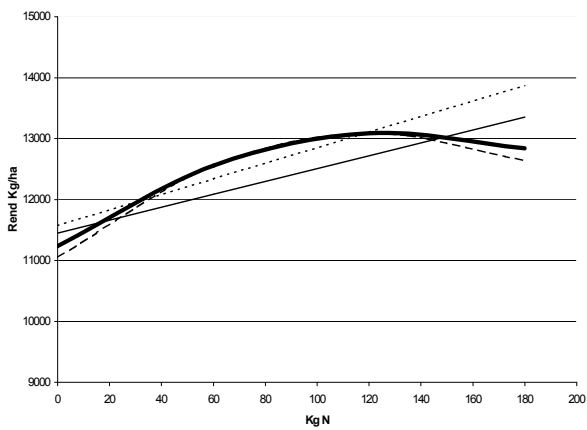
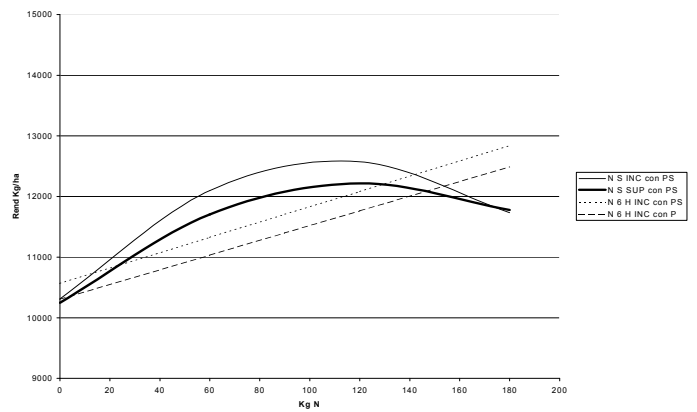
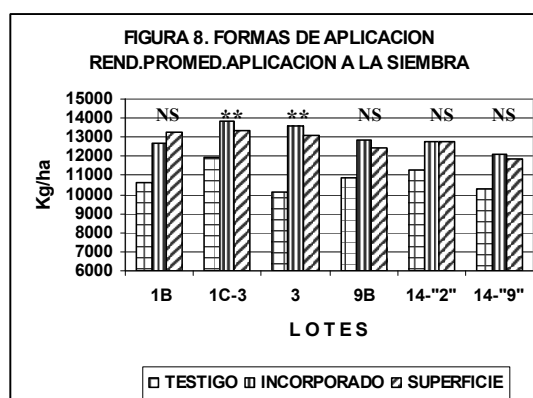
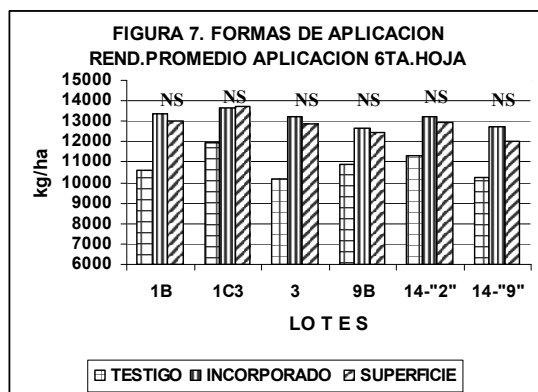


Figura 6 : Respuesta a N - Lote 14-9



En el ciclo 2002/2003 como se puede observar en el Cuadro 2, se hizo la experiencia sólo evaluando urea granulada en los 6 lotes y en dos momentos de aplicación, siembra y sexta hoja del cultivo.

Para el momento de sexta hoja, pasaron dos días entre la aplicación y una lluvia de 11 mm que pudo incorporar el fertilizante. En ningún caso hubo diferencias significativas entre los tratamientos con urea en superficie y los que incorporaron el fertilizante (Figuras 1-7).



NS: Diferencia no significativa

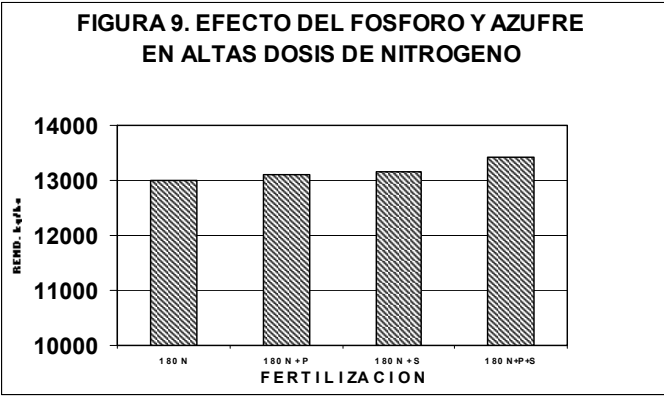
** : Diferencia significativa P = 0,05

Para la aplicación en el momento de siembra pasaron 10 días entre ésta y una lluvia que pudo haber incorporado el fertilizante. En dos de los seis lotes, el promedio de rendimientos de los tratamientos con urea incorporada, superó a los de urea en superficie (Figuras 2-3-8).

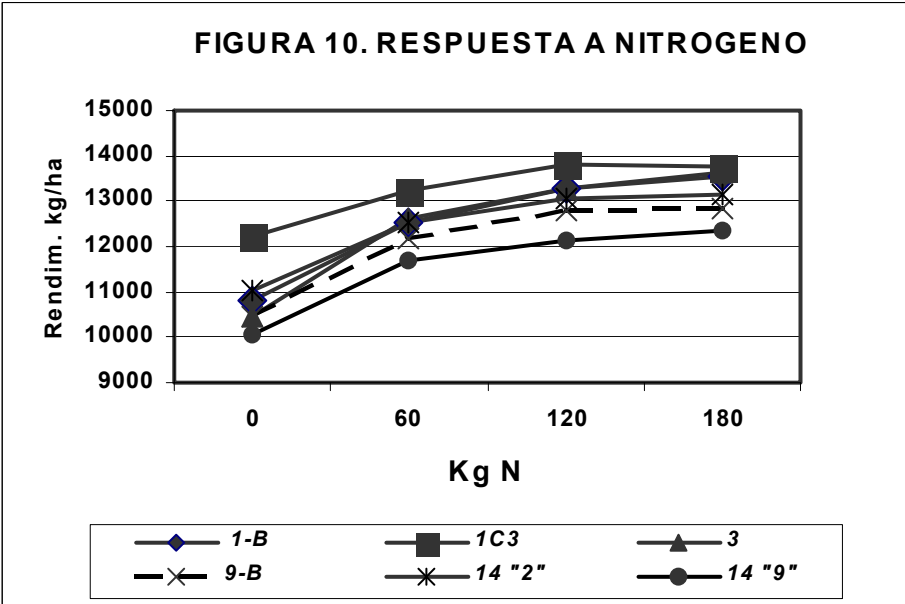
Comparando las condiciones de los tres ciclos de evaluación surge que en 2002/2003 en uno de los lotes que mostró diferencias (1C3), la cantidad de rastrojo en superficie fue de 6200 kg/ha, superior a los 2.600 kg/ha y 4.300 kg/ha correspondiente a los dos lotes de los años anteriores. Esto sugiere para el lote (1C3) una mayor actividad ureásica y por consiguiente una mayor pérdida de Nitrógeno por volatilización. Otro factor diferente es que la humedad relativa del aire en el 2002/2003 fue, en los días posteriores a la aplicación de media a alta, mientras que en los ciclos 2000/2001 y 2001/2002 fue de media a baja, lo que pudo también contribuir a aumentar las pérdidas. De todos modos en las diferencias de rendimientos promedios podemos apreciar que las pérdidas por haber aplicado la urea en superficie fueron bajas en ambos lotes, 3,4% en el Lote 1C3 y 3,6% en el Lote 3 (Figuras 2-3-8).

Respuesta a Fósforo y a Azufre. En ninguno de los ensayos hubo efecto significativo del Fósforo ni del Azufre cuando se agregaron estos elementos a las dosis de 180 kg de N (compara-

ción en los tratamientos 11 – 18 – 23 y 24 entre sí), es decir cuando se forzó el ambiente con altas dosis de Nitrógeno. Los valores de Fósforo determinados en el análisis de suelo (Cuadro 1) estuvieron por encima de los considerados críticos para el cultivo de maíz en ese tipo de suelo, excepto en los lotes de mayor cantidad de años de agricultura continua (Lote 1B y lote 3) donde, a pesar de tener valores por debajo de los considerados críticos, no hubo respuesta a la fertilización con Fósforo. Los valores de Azufre en todos los casos estuvieron por encima de los considerados críticos para este tipo de suelo. El promedio de rendimiento de los seis lotes se presenta en la Figura 9.



Respuesta a N. Hubo respuesta positiva a la aplicación de N en todos los lotes. Como no se detectaron en la mayoría de los sitios diferencias significativas entre formas y momentos de aplicación ni en las respuestas promedios con y sin azufre, los rendimientos obtenidos en cada una de las dosis de esas diferentes alternativas se promediaron y se muestran en la Figura 10.



En el Cuadro 3 se puede observar para cada lote la respuesta a la fertilización de acuerdo a los Kg de granos obtenidos por kg de N aplicado en los rangos de 0 – 60 y 60 – 120 kg de N.

Cuadro 3.

Lotes	Kg de granos obtenidos/kg de N aplicado					
	1-B	1C3	3	9 -B	14-2	14-9
Rangos de N						
0 - 60	29	16,8	35	28,8	24,5	27,3
60 - 120	12,4	9,2	11,73	10,21	9,38	7,2

Se observa para el rango de 0 – 60 kg N una alta respuesta en todos los lotes. En general los productores del área de influencia de la EEA INTA Marcos Juárez no están usando más de 60 kg de Nitrógeno/ha para fertilizar el maíz, con lo que están haciendo un buen negocio pero a expensas del suelo. En maíz 10000 kg estarían exportando 140 kg de nitrógeno con los granos y, las parcelas con dosis de 60 kg de N en todos los casos superaron los 11.709 kg/ha de maíz.

Considerando que, en la actualidad (Mayo 2003) el Nitrógeno cuesta 1.670 \$/tn y el maíz tiene un precio de 228 \$/tn, se necesitarían 7,33 kg de granos para pagar un kg de Nitrógeno. Si aspiramos a una ganancia marginal del 50% sobre lo invertido, necesitaríamos 11 kg de grano/kg de Nitrógeno aplicado para lograrlo.

En el Cuadro 3 vemos que los lotes con muchos años de agricultura continua 1-B y 3 superaron esos 11 kg de grano/kg de N aplicado en el rango de 60 – 120 kg de N. Teniendo en cuenta que la mayoría de los lotes del área tienen muchos años de agricultura continua, se puede decir que habría que elevar los niveles de N/ha que se aplican en la actualidad en el cultivo de maíz.

BIBLIOGRAFIA

- Gudelj, V.; Vallone, P.; Galarza, C.; Gudelj, O.; Lorenzón, C.; Masiero, B. “Fertilización de Maíz en Siembra Directa. Resultados 2000-2001”. Información para extensión N° 68. EEA INTA Marcos Juárez
- Gudelj, V.; Vallone, P.; Galarza, C.; Gudelj, O.; Lorenzón, C.; Masiero, B. “Fertilización de Maíz en Siembra Directa. Resultados 2000-2001”. Información para extensión N° 73. EEA INTA Marcos Juárez
- Ghida Daza, C. Comunicación Personal 2003.
- Arce, Elvecia. Comunicación Personal 2003.

Trabajo publicado en el informe para extensión n° 80 de la EEA INTA Marcos Juárez-julio 2003