

## Ajuste de la fertilización nitrogenada en maíz temprano en el sudeste de Córdoba

Pagnan, Luis<sup>1</sup>; Bertram, Juan<sup>2</sup>; Sánchez, Martín<sup>2</sup>; Maccellari, Gustavo<sup>3</sup>; Crescimbeni, Alexis<sup>4</sup>; Pesaola Gabriel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INTA AER Justiniano Posse

<sup>2</sup>MAS Agroconsultores

<sup>3</sup>Asesor privado

<sup>4</sup>Coop. Agrícola de J. Posse

Palabras clave: fertilización – maíz - nitrógeno

### Introducción

En el cultivo de maíz, después de la definición de la fecha de siembra, el ajuste de la dosis de nitrógeno (N) constituye la práctica agronómica de mayor impacto sobre el rendimiento. A su vez, la deficiencia de N es el factor de manejo que con mayor frecuencia limita la producción del cultivo a nivel zonal.

En este sentido resulta de gran importancia contar con modelos de respuesta del rendimiento a la disponibilidad de N calibrados a nivel zonal, considerando el contenido de N-nitratos en el suelo a 60 cm de profundidad previo a la siembra + el N del fertilizante.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta del rendimiento de maíz de siembra temprana, ante dosis crecientes de N en ambientes representativos del sudeste de la provincia de Córdoba.

### Materiales y métodos

Se realizaron once experimentos a campo durante nueve años de evaluación en las localidades de Justiniano Posse, Monte Buey, Ordoñez, La Laguna, Idiazábal, Los Patos y Ballesteros provincia de Córdoba, Argentina (Tabla 1).

**Tabla 1. Sitios experimentales**

Sitio	Campaña	Localidad	Coordenadas	Suelo	Clase	Napa
<b>MB13/14</b>	2013/2014	Monte Buey	32°53'17.96" S; 62°33'52.34" W	Argiudol típico	IIc	Si
<b>JP14/15</b>	2014/2015	Just. Posse	32°46'20.77" S; 62°38'11.24" W	Argiudol típico	IIc	Si
<b>OZ14/15</b>	2014/2015	Ordoñez	32°49'40.01" S; 62°48'42.78" W	Hapludol típico	IIc	Si
<b>JP15/16</b>	2015/2016	Just. Posse	32°53'38.73" S; 62°36'15.03" W	Argiudol típico	IIc	Si
<b>JP16/17</b>	2016/2017	Just. Posse	32°52'13.21" S; 62°37'54.16" W	Argiudol típico	IIc	Si
<b>JP17/18</b>	2017/2018	Just. Posse	32°50'31.43" S; 62°39'17.98" W	Hapludol típico	IIc	Si
<b>ID18/19</b>	2018/2019	Idiazábal	32°45'14.24" S; 63°7'34.11" W	Complejo	IIIsc	Si
<b>LP19/20</b>	2019/2020	Los Patos	32°45'39.07" S; 62°44'1.75" W	Hapludol típico	IIc	Si
<b>Ba20/21</b>	2020/2021	Ballesteros	32°34'47.53" S; 63°8'39.42" W	Complejo	IVws	No
<b>LL20/21</b>	2020/2021	La Laguna	32°44'57.14" S; 63°9'53.18" W	Complejo	IIIsc	Si
<b>JP21/22</b>	2021/2022	Just. Posse	32°52'50.34" S; 62°41'49.83" W	Hapludol típico	IIc	Si

Los sitios experimentales presentaban niveles aceptables de cobertura en superficie dado a un historial de muchos años en siembra directa sin ningún tipo de labranzas. El maíz se sembró con antecesores soja de primera o trigo/soja de segunda. Se realizaron análisis de suelos previo a la siembra y fertilización. Los niveles de N de suelo variaron entre 39,2 y 88,1 kg ha<sup>-1</sup>, siendo el promedio de 62,2 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2. Parámetros de fertilidad química de los suelos.**

	MO (%)	pH (en agua 1:2,5)	P (ppm)	N suelo (kg ha <sup>-1</sup> , 0-60 cm)	S-SO <sub>4</sub> (ppm)
MB13/14	2,73	6,2	9,4	60,5	
JP14/15	2,23	6,3	8,64	56,0	24,6
OZ14/15	2,59	6,2	17,9	79,5	12,3
JP15/16	2,75	6,2	6,5	74,0	
JP16/17	2,35	6,0	8	62,8	
JP17/18	2,63	5,5	11	60,0	
ID18/19	2,53	6,32	13	57,8	12,6
LP19/20	2,18	5,6	5,4	54,6	5,8
Ba20/21	1,96	6,7	12	88,1	
LL20/21	2,1	6,6	13	39,2	
JP21/22	2,5	5,9	9	52,1	

En cada situación se establecieron cuatro o cinco niveles de N inicial, considerando la disponibilidad del suelo hasta los 0,6 m de profundidad y el N aplicado como fertilizante. Los niveles de N total disponible se ubicaron en un rango de 48 a 303 kg ha<sup>-1</sup>.

En todos los casos la fuente de N fue urea (46-0-0), en la mayoría de los casos la aplicación fue incorporada en el suelo ya sea con la sembradora al momento de la siembra o con fertilizadora en estadios de V4 a V6. En los casos en que se aplicó al voleo, se utilizó una fertilizadora marca Altina, con distribución neumática mediante difusores ubicados sobre un botalón, garantizando una adecuada distribución espacial del fertilizante.

La siembra del maíz se realizó en los meses de septiembre y octubre, se utilizaron híbridos de alto potencial rendimiento y la densidad de siembra se ajustó en cada caso a la recomendación del semillero. Se aplicaron fertilizantes fosforados incorporados en la línea de siembra, y en algunos casos con S y Zn (Tabla 3).

**Tabla 3. Manejo agronómico de los sitios experimentales**

Sitio	Híbrido	Fecha de siembra	Arrancador (kg ha <sup>-1</sup> )			Aplicación de urea	
			P	S	Zn	Forma	Momento
MB13/14	DK 670 VT3P	15/10/2013	21	12		Incorporada	presiembr
JP14/15	ACA 470 VT3P	2/10/2014	31,7			Incorporada	a la siembra
OZ14/15	ACA 470 VT3P	26/9/2014	20	11		Incorporada	V4
JP15/16	DK 7210 VT3P	23/9/2015	29,4			Incorporada	V3
JP16/17	DK 7210 VT3P	10/10/2016	36			Incorporada	V4
JP17/18	DK 7310 VT3P	19/9/2017	22,6	13	1,3	Incorporada	V6
ID18/19	DK 7320 VT3P	15/9/2018	17,6	10,1	1	Incorporada	a la siembra
LP19/20	I 799 VT3P	20/9/2019	21	12	1,2	Incorporada	a la siembra
Ba20/21	AX 7761 VT3PRO	14/9/2020	10,4	6	0,6	Incorporada	a la siembra
LL20/21	AX 7761 VT3PRO	8/9/2021	17,6	10,1	1,3	Al voleo	presiembr
JP21/22	DK 7272 VT3P	17/9/2021	23,5	13,5	1,35	Incorporada	V6

El diseño empleado fue en bloques completos con dos, tres o cuatro repeticiones según el sitio. La unidad experimental presentó entre 7,35 y 9,45 m de ancho y 400 m de largo. Las mismas se condujeron bajo un control total de malezas, plagas y enfermedades.

La cosecha de cada parcela se realizó con una cosechadora automotriz, se determinó rendimiento en grano y posteriormente fue corregido según la humedad de comercialización (14,5 %).

Las variables se analizaron utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo, 2016), y se realizó el análisis de regresión entre el rendimiento del cultivo y la disponibilidad de N.

## Resultados y Discusión

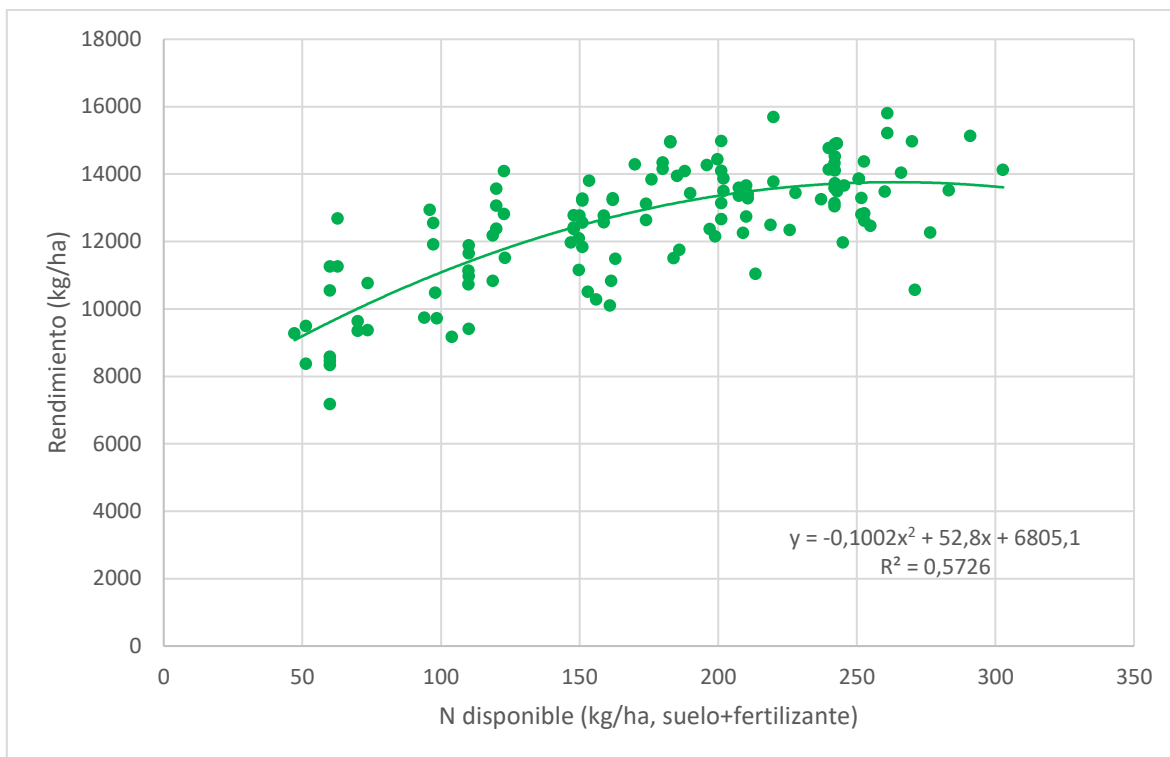
Al momento de la siembra en la totalidad de los sitios experimentales los contenidos de agua útil eran superiores al 70 % de capacidad de campo hasta los dos metros de profundidad. Aquellos que presentaban influencia de napa freática, esta se encontraba en profundidades menores a 3 m. Las precipitaciones acumuladas entre septiembre y marzo se ubicaron entre 406 y 823 mm (Tabla 4).

**Tabla 4. Precipitaciones (mm) en el período septiembre a febrero en cada sitio experimental.**

Sitio	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
<b>MB13/14</b>	8	128	162	72	176	209	755
<b>JP14/15</b>	89	83	132	152	186	181	823
<b>OZ14/15</b>	29	79	69	98	152	237	664
<b>JP15/16</b>	7	39	166	164	122	270	768
<b>JP16/17</b>	4	146	17	167	131	129	594
<b>JP17/18</b>	88	34	80	207	33	3	445
<b>ID18/19</b>	16	101	210	202	93	26	648
<b>LP19/20</b>	14	81	87	272	177	172	803
<b>Ba20/21</b>	40	75	32	106	126	27	406
<b>LL20/21</b>	26	100	34	111	166	87	524
<b>JP21/22</b>	21	51	170	52	85	57	446

En general las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo en fueron muy buenas, obteniéndose un rendimiento promedio de todos los sitios y tratamientos de 12.551 kg ha<sup>-1</sup>, con rendimientos mínimos cercanos a los 8.000 kg ha<sup>-1</sup>, asociados a los niveles de N más bajos y rendimientos máximos cercanos a los 16.000 kg ha<sup>-1</sup>.

La variación del rendimiento ante incrementos en la disponibilidad de N se ajustó a una relación cuadrática, logrando explicar este factor, el 57,2 % de la variación del rendimiento (Gráfico 1).



**Gráfico 1. Rendimiento del cultivo de maíz de siembra temprana en función de la disponibilidad de N (suelo + fertilizante) en el sudeste de la provincia de Córdoba.**

Considerando el modelo obtenido, la respuesta a la fertilización nitrogenada fue de  $4.658 \text{ kg ha}^{-1}$ , la disponibilidad óptima agronómica fue de  $263 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , permitiendo obtener un rendimiento máximo de  $13.760,8 \text{ kg ha}^{-1}$ . A la vez, considerando una relación de precios entre el costo por kg de N y el costo por kg de maíz de 9, la disponibilidad óptima económica resultó de  $218 \text{ kg de N por ha}^{-1}$ .

## Conclusiones

Las condiciones ambientales en que se desarrollaron estos experimentos resultaron muy favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz, obteniéndose elevados niveles de rendimiento y respuestas a la fertilización.

La disponibilidad de N permitió explicar el 57,2 % de la variación del rendimiento del cultivo, en este sentido, la determinación del N-nitratos hasta los 60 cm de profundidad previo a la siembra, resulta una herramienta de diagnóstico aceptable para el ajuste de la dosis de N a aplicar.

La disponibilidad óptima agronómica fue de  $263 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , mientras que, considerando una relación de precios entre el maíz y el N frecuente, la disponibilidad que permitió maximizar el margen económico fue de  $218 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

## Agradecimientos

Se agradece a las empresas M y M Ricciardi S.R.L., Justino Pérez Agropecuaria S.R.L., Ortega Hnos. S.A., Cooperativa Agrícola Ganadera de J. Posse y al señor Elsi Miani

quienes facilitaron las maquinarias, insumos y personal necesarios para la ejecución de los ensayos.

### **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>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1988. Carta de suelos de la República Argentina, hoja 3363-15 Etruria.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1978. Carta de suelos de la República Argentina, hoja 3363-16 Justiniano Posse.