

FERTILIZACION DE MAIZ EN DISTINTOS AMBIENTES DE LA REGION PAMPEANA NORTE. Campaña 2000/2001 *

G. Cordone⁽¹⁾, F. Martínez⁽¹⁾, R. Abrate⁽²⁾, J. Capurro⁽³⁾, A. Gargicevich⁽¹⁾, O. Gentili⁽¹⁾, J. Méndez⁽⁴⁾, G. Prieto⁽⁵⁾ y N. Trentino⁽⁶⁾.^{1*}

(1) Técnicos AER INTA Casilda, gcordone@inta.gov.ar, (2) Acopio Arequito, (3) AER INTA Cañada de Gómez, (4) AER INTA Totoras, (5) AER INTA Arroyo Seco y (6) AER INTA Las Rosas .

Las ventajas de la rotación de cultivos están suficientemente demostradas. Sin embargo, toda la región Pampeana Norte se ha convertido en un sistema con predominio del monocultivo “Soja-Soja” o “Trigo/Soja-Soja”. La incorporación de innovaciones específicas en soja (germoplasma RR), la facilidad y abaratamiento de su cultivo en siembra directa y la sostenida baja en la cotización del maíz, han contribuido a que el área de siembra de este cereal esté en franca declinación desde hace aproximadamente 10 años.

Además de los aspectos de mercado, existe una situación técnico-económica por la cual el maíz resulta menos atractivo: el gasto en insumos para realizar un cultivo de maíz de alta producción excede largamente al gasto para soja, muchos productores pagan alquileres excesivos como para “invertir” en maíz, y los rendimientos medios impiden obtener un retorno equivalente al que se obtiene con soja. La superficie de maíz seguirá disminuyendo si no se asegura un margen bruto atractivo, y la llave para tornarlo atractivo es obtener altos rendimientos estables. El potencial de los híbridos disponibles, el manejo del cultivo y la eficiente cosecha permiten alcanzar esa producción. Sin embargo, existen limitantes nutricionales generalizadas que impiden elevar los rendimientos medios.

Dentro de un programa de mayor amplitud, tendiente a identificar y remover las limitantes para obtener rendimientos altos y estables de maíz, el INTA del Sur de Santa Fe se propuso una serie de experimentos de fertilización con el objetivo de cuantificar la respuesta a la fertilización con Fósforo (P), con Fósforo y Nitrógeno (P+N) y con Fósforo, Nitrógeno y Azufre (P + N + S).

Materiales y Métodos

Se ensayaron 3 tratamientos de fertilización (Tabla 1), implantados en siembra directa. Se instalaron 12 sitios experimentales en campos de productores. Las localidades fueron: Charras y Laborde (SE de la Pcia. de Córdoba), Arequito, Cañada de Gómez, Casilda, Chañar Ladeado, J.B. Molina, Las Rosas, Los Nogales, Los Molinos, Totoras y Villada (Pcia. de Santa Fe). En algunas localidades se incluyó un testigo absoluto sin fertilizar para caracterizar el piso productivo del sitio. Las fuentes de fertilizantes utilizadas fueron Urea, Sulfato de amonio granulado (SA), Fosfato diamónico (DAP) y Fosfato monoamónico (MAP) a dosis medias de 90, 20 y 12 kg/ha, para N, P y S respectivamente.

¹Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N°11, Septiembre 2001.

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 2 repeticiones por sitio. La siembra, fertilización y cosecha se realizaron con la maquinaria del establecimiento. El rendimiento se obtuvo por cosecha mecánica de la parcela completa, el peso se registró con balanza digital de 4 platos. El tamaño mínimo de la unidad experimental fue de 700m². Los datos de rendimiento se analizaron a través de la elaboración de un Índice Ambiental (IA) que representa el promedio de rendimiento de los 3 tratamientos ensayados en cada localidad. Se ajustaron curvas de respuesta para cada tratamiento.

Tabla 1: Tratamientos de fertilización. Campaña 2000/01.

n°	Tratamiento p.c. kg/ha	Nutrientes (kg/ha)		
		N	P	S
1	MAP/DAP 100	15	20	0
2	MAP/DAP 100 + Urea 163	90	20	0
3	MAP/DAP 100 + Urea 140 + SA 50	90	20	12

El nivel de materia orgánica en los 0-20 cm superficiales de los sitios experimentales fue de 1.29 a 3.1%, la concentración de P en 11 sitios se ubicó entre 8 y 20 ppm y, en uno de los sitios, fue de 42 ppm (Bray I). La mayoría de los suelos fueron Argiudoles y algunos Hapludoles, con relieve plano o con algún grado de erosión hídrica. Las precipitaciones en el mes de diciembre fueron inferiores al promedio histórico en todas las localidades, con registros normales o superiores en el resto del ciclo. En diciembre, enero y febrero las temperaturas fueron superiores al promedio.

En 6 localidades, en las que se había incluido un testigo sin fertilizar, se realizó el cálculo del Beneficio Marginal (BM) en \$/ha de los 3 tratamientos experimentados respecto al testigo sin fertilizar.

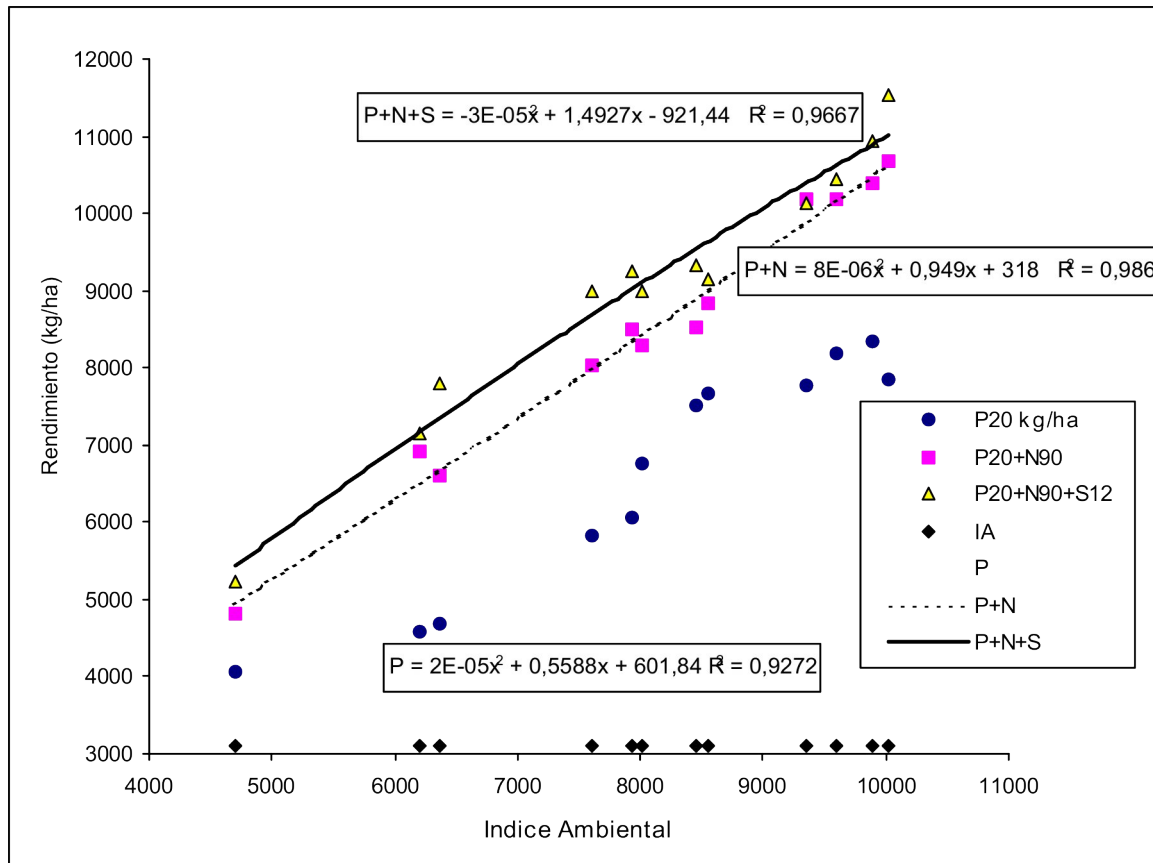
Resultados y Discusión

1. Respuesta al agregado de distintos nutrientes según el potencial productivo del sitio experimental.

Los rendimientos medios por localidad, así como los del tratamiento con aplicación de fertilizante fosfórico solo, muestran el rango del potencial productivo de los ambientes ensayados. En la Figura 1 se graficaron los rendimientos obtenidos en las 12 localidades de la región Pampeana Norte versus el IA. Esta figura permite evaluar la adaptabilidad de las distintas alternativas de fertilización ensayadas en una gama de ambientes representativos del área y de variado potencial productivo. Los ajustes de las 3 curvas fueron muy buenos ($R^2 > 0.92$), mostrando que las alternativas de fertilización propuestas se adaptan a la gama de ambientes experimentados. Se observa que en todos los sitios la aplicación de N+P incrementó los rendimientos respecto al tratamiento con P solo. La magnitud de la respuesta marginal por el agregado de S fue menor que la producida por el agregado de N. El término cuadrático fue negativo únicamente en el tratamiento N+P+S; esto significa que la respuesta al agregado de S ha entrado en la fase de incrementos decrecientes, mientras que la respuesta a P+N continúa en su

etapa de incremento en el rango de ambientes experimentados. Si se confirmara esta tendencia, en ambientes con mayor potencial productivo no habría respuesta al agregado de S, pero podría continuar la respuesta al agregado de P+N, algo similar ocurriría con los ambientes de muy bajo potencial productivo en los que convendría agregar solo P y N.

Figura 1: Efecto de la fertilización en ambientes de distinto potencial de rendimiento. 12 localidades. Campaña 2000/01.



2. Análisis económico de la fertilización

Para el cálculo económico se utilizaron los siguientes precios/tonelada de fertilizante al 15/6/01, área Casilda, contado, puesto en el campo: MAP/DAP \$320, Urea granulada \$260 y SA granulado \$195. El maíz cotizaba \$7.80/quintal disponible. Los otros gastos considerados fueron: 10 % de cosecha, 4 % de comercialización, flete corto y largo \$1,15/ton y \$0,30/ton de Paritarias. El costo de los fertilizantes para cada tratamiento se presenta en la Tabla 2, no se consideró el costo de aplicación pues se lo asumió incluido en el costo de la siembra, ya que fue aplicado conjuntamente con esta labor.

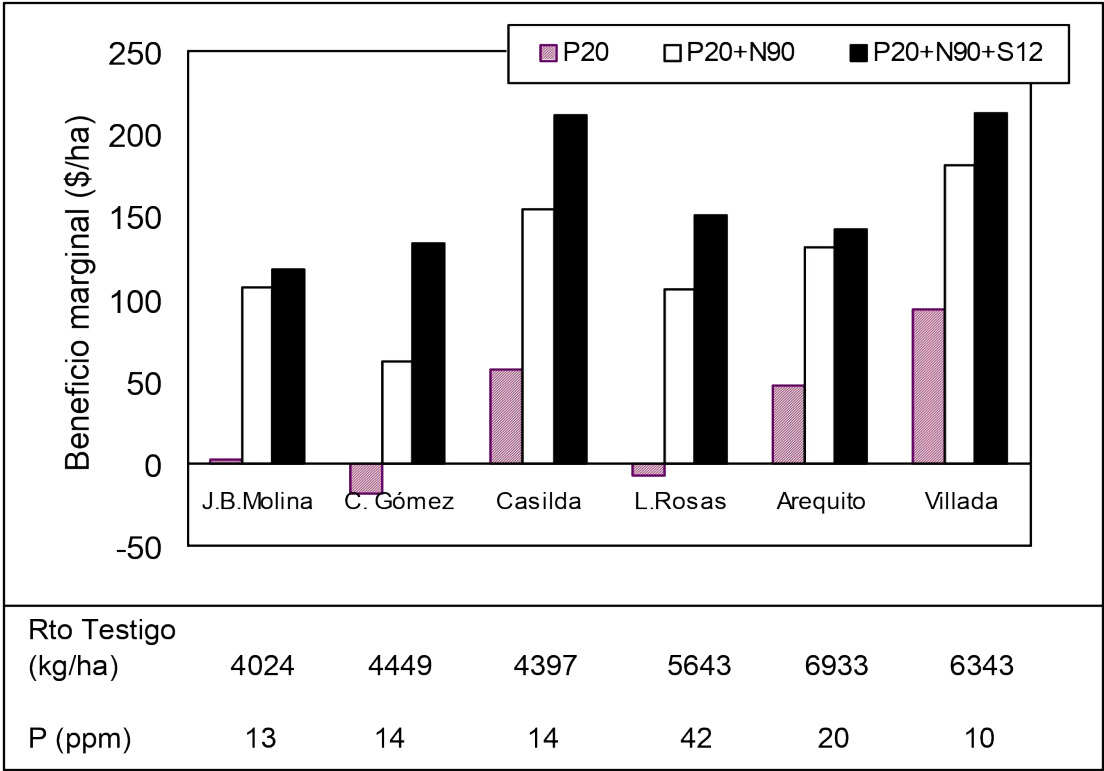
Se calculó el ingreso marginal por el incremento de rendimiento entre el testigo sin fertilizar y cada uno de los tratamientos, descontándole los costos del fertilizante y los gastos por cosecha, comercialización, flete y paritarias, así se obtuvo el beneficio marginal para cada tratamiento en cada sitio (Figura 2). En todos los ambientes y dosis ensayados, la fertilización con N+P produjo beneficios superiores a los \$62/ha. El agregado de N+P+S incrementó el

beneficio comparado con la alternativa anterior y produjo beneficios mayores a \$118/ha. El beneficio por la fertilización con P solo, fue desde valores negativos (asociado a un alto contenido inicial en el caso Las Rosas y/o a la marcada deficiencia de N y/o S) hasta valores de \$93/ha.

Tabla 2: Costo de las alternativas de fertilización.

Tratamiento p.c. kg/ha	Costo (\$/ha)
MAP/DAP 100	32.0
MAP/DAP 100 + Urea 163	74.4
MAP/DAP 100 + Urea 140 + SA 50	78.2

Figura 2: Beneficio marginal de la fertilización según los nutrientes agregados. 6 Localidades. Campaña 2000/01.



Consideraciones finales

- El amplio rango de “índices ambientales” (desde los 4700 a los 10000 kg/ha) en los cuales se evaluó la respuesta a las alternativas de fertilización propuestas, además de haberse realizado en campos de productores y con su propia maquinaria, sugiere que los resultados obtenidos podrían ser extrapolables a la mayor parte del área bajo estudio.

- Para la campaña agrícola y la gama de sitios analizados, los resultados muestran que la fertilización con N+P tuvo un comportamiento muy estable, y aumentó el rendimiento y el beneficio marginal por hectárea en todos los casos. Debe tenerse en cuenta que el rendimiento promedio de maíz en el área fue superior al de años anteriores, esto podría ser un indicador de menores limitaciones climáticas en el ciclo bajo estudio.
- El agregado de S a la fertilización con N+P aumentó el beneficio marginal en la mayoría de los sitios. A las dosis y fuentes propuestas, el costo adicional por aplicar S es más bajo que el costo de N y P, por lo tanto, mínimos incrementos de rendimiento se traducen en interesantes incrementos en el beneficio marginal. Algunos sitios en los cuales no hubo respuesta a la aplicación de S habían recibido fertilización comercial con este nutriente en años anteriores a la implantación del ensayo.
- Como se mencionó anteriormente, los resultados que se presentan abarcan un amplio rango de condiciones edafo-climáticas, pero deben ser confirmados cubriendo la variación ambiental interanual.