

¿CÓMO RESPONDE EL MAÍZ A LA FERTILIZACIÓN EN LA REGION SEMIARIDA PAMPEANA?

Cristian Alvarez¹; Y. Feninger²; A. Giorgis²; M. Saks³; A. Grasso⁴; M Díaz-Zorita⁵

¹INTA AER Gral. Pico; ²Pasante AER Gral. Pico; ³Bunge Argentina S.A., ⁴Fertilizar AC, ⁵Fac. de Agronomía UNLPam
(alvarez.cristian@inta.gob.ar)

En condiciones de producción de secano de la región semiárida pampeana la cantidad de agua almacenada en los suelos en el momento de la siembra es el factor de mayor relevancia para definir los rendimientos de los cultivos. En maíz, el 80% de las variaciones producción se relacionan con diferencias en la cantidad de agua almacenada en los suelos en el momento de la siembra sin diferencias según la fecha de siembra de los cultivos (Figura 1). Además de las precipitaciones en el barbecho, las decisiones de manejo del sistema productivo, tales como rotaciones y labranzas, tienen un papel central en alcanzar las reservas de agua necesarias para el logro del cultivo.

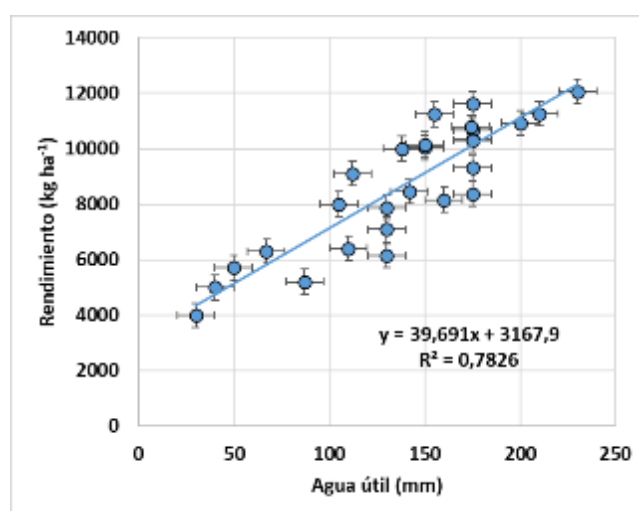


Figura 1. Producción de maíz según el contenido de agua en el momento de la siembra medido hasta 1,20 m en suelos de la región semiárida pampeana. Observaciones en condiciones frecuentes de producción de cultivos de siembra temprana o demorada entre 2014/15 y 2019/20.

La eficiencia de conversión o de uso del agua para la producción de maíz varía, entre otros factores, por la disponibilidad en cantidad y oportunidad de nutrientes. En la región semiárida pampeana, tal como se observa en el resto de la región pampeana se describen reducciones en los niveles extractables de nutrientes y de otros indicadores de la capacidad productiva de los suelos. Ante la identificación de provisiones insuficientes de nutrientes, las alternativas o estrategias de manejo de la fertilización son variadas alcanzándose así diferentes resultados sobre los rendimientos del cultivo y en la eficiencia de uso del agua. El manejo de la nutrición requiere de la integración de decisiones varias tal de contribuir en la elección de la dosis, momento y la ubicación del fertilizante a aplicar. Si bien abundan ensayos que muestran la contribución de correcciones de nutrientes sobre la producción del cultivo, son menos frecuentes estudios sobre los efectos de la integración de decisiones de fertilización atendiendo tanto a la condición de fertilidad del sitio, así como las expectativas de producción y la combinación de criterios de interpretación y de aplicación de fertilizantes. En este artículo presentamos los resultados de estudios recientes de comparación de estrategias para el manejo

de la fertilización de maíz y en particular la contribución de la fertilización con fósforo en sitios de la región semiárida pampeana.

En el primero de los estudios se compararon estrategias de fertilización del cultivo en un sitio próximo a Eduardo Castex (La Pampa) con predominio de suelos Paleustoles Petrocálculos (Tabla 1). Con presencia de tosca a profundidad entre 1,0 y 1,2 m. El agua útil al momento de la siembra fue de unos 150 mm quedando en aproximadamente 55 mm en marzo del 2019 (madurez fisiológica del maíz). El 30 de noviembre del 2018, sobre un cultivo antecesor de soja, se sembró maíz (DK 7210) en siembra directa, con una densidad de 3 plantas m⁻² y distanciadas 52 cm entre hileras. Se instalaron 5 tratamientos de fertilización: i) control sin fertilización, ii) frecuente zonal (correcciones promedio según registros de uso de fertilizantes en el noreste de La Pampa), iii) Normal (fertilización balanceada para rendimientos medios de la región), iv) Mejorado (fertilización según diagnóstico ajustado a mayores condiciones de producción) y v) Completo o según demandas de nutrientes no limitantes a la producción. Las dosis de cada elemento aplicado se resumen en la tabla 2. Se empleó superfostato triple (SFT), UAN, tiosulfato de amonio y Zn en formulación líquida como fuentes de P, de N, de S y de Zn respectivamente.

Tabla 1. Caracterización edáfica del sitio bajo estudio. MO: materia orgánica, Pe: fósforo extractable (Bray Kurtz 1), IMO: índice de materia orgánica

Profundidad	pH	MO (%)	N-NO ₃ (ppm)	N (kg/ha)	Pe (ppm)	S-SO ₄ (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	IMO
0 a 20 cm	6,4	1,83	16,1	40,3	5,2	10,4	0,62	0,21	3,1
20 a 60 cm	7,9		17,5	87,5		7,6			

Tabla 2 Tratamientos de fertilización y dosis aplicadas de nutrientes.

Tratamiento	Elemento (kg ha ⁻¹)			
	P	S	N	Zn
Completo	40	18	220	2
Mejorado	28	12	170	0
Normal	16	6	120	0
Frecuente	10	6	100	0
Control	0	0	0	0

El estudio para analizar la contribución del fósforo sobre la producción del cultivo también se desarrolló en un sitio aledaño a Eduardo Castex (LP). Sobre un suelo franco-arenoso con limitantes en profundidad (tosca 120cm) con 7 ppm de fósforo extractable (Bray Kurtz 1), 1,8 % de materia orgánica, pH 7 y 50 % de arena. El 5 de diciembre de 2018 se sembró maíz DK 7010 en siembra directa con 55000 plantas ha⁻¹ a 52,5 cm entre líneas bajo condiciones uniformes de fertilización con nitrógeno (60 kg ha⁻¹) y dosis crecientes de fertilización con fósforo (0, 12, 24 y 28 kg ha⁻¹) utilizando fueron fosfato monoamónico (FMA).

Resultados de la comparación de estrategias de fertilización de maíz

Los rendimientos de maíz variaron entre 4174 y 10364 kg ha⁻¹ mostrando diferentes resultados según las estrategias de fertilización planteada ($p < 0,05$, Figura 2). El incremento de rendimiento sobre control sin fertilizar fue de entre 26 y 60 % según tratamientos evaluados y se relacionó ($r = 0,74$, $p < 0,05$) fundamentalmente por una mayor formación de granos más que por cambios en el peso individual de los granos (Figura 3).

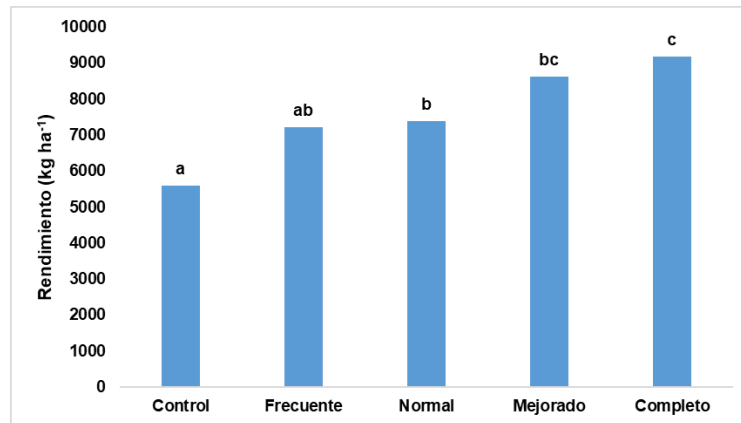


Figura 2. Rendimiento de maíz según estrategias de manejo de la fertilización en un sitio representativo de la región semiárida pampeana. Letras diferentes en la fila indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

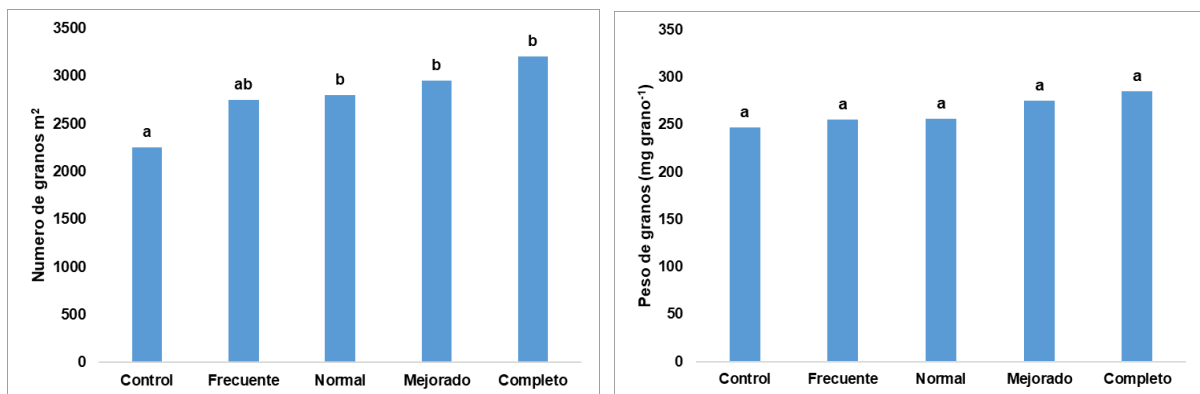


Figura 3. Número y peso individual de granos de maíz según estrategias de manejo de la fertilización en un sitio representativo de la región semiárida pampeana. Letras diferentes en la fila indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Al aumentar el aporte relativo de los nutrientes se describieron aumentos a razón de incrementos decrecientes en los rendimientos del cultivo independientemente del nutriente considerado resultando en mayor eficiencia en el uso del agua (Figura 6) cuando se combinaron las dosis mayores de NPS, además de incluir la aplicación de Zn. En cambio, la eficiencia de uso de los nutrientes varió entre estrategias de fertilización mostrando en todos los casos índices superiores a las relaciones medias históricas insumo:producto (rendimiento en grano por unidad de nutriente aplicado) favorables (Tabla 3). En el rango de dosis de nitrógeno exploradas la información disponible, si bien mostró aumentos de rendimientos a tasas de incrementos decrecientes acompañó condiciones relativamente uniformes en la eficiencia de uso del nutriente (Tabla 3). Sin embargo, los aumentos crecientes en la aplicación de fósforo mostraron reducción en la eficiencia de aprovechamiento del nutriente requiriendo intensificar la relación de ajustes en la dosis de corrección con este elemento tal de no interferir en la normal producción del maíz.

Tabla 3. Relaciones entre la producción de granos y la aplicación de nutrientes y el uso del agua según tratamientos de fertilización de maíz en un sitio representativo de la región semiárida pampeana. Letras diferentes en la columna de eficiencia de uso del agua indican diferencias entre tratamientos ($p < 0,05$).

Tratamiento	Agua kg grano mm ⁻¹	Fósforo kg grano (kg nutriente) ⁻¹	Nitrógeno kg grano (kg nutriente) ⁻¹	Azufre kg grano (kg nutriente) ⁻¹
Control	10,2 a			
Frecuente	12,8 b	161	16	268
Normal	13,2 b	111	15	297
Mejorado	15,3 c	108	18	252
Completo	16,3 c	90	16	199

Resultados de los aportes de la fertilización con fósforo a la producción del maíz

En el estudio de dosis de fertilización con fósforo los rendimientos variaron entre 8305 y 10881 kg ha⁻¹ mostrando aumentos lineales en la respuesta de cultivo. Estos aportes, según la dosis considerada representaron entre el 11 y el 27% de contribución acumulada. Similar comportamiento se observó en la eficiencia de uso del agua que se incrementó de 20 a casi 28 kg de grano por cada milímetro de agua consumido (Figura 4). Tal lo observado en el estudio de estrategias de fertilización, las diferencias en producción se relacionaron estrechamente con la cantidad de granos formados disminuyendo la contribución individual (peso de granos) al aumentar el número de estos por unidad de superficie.

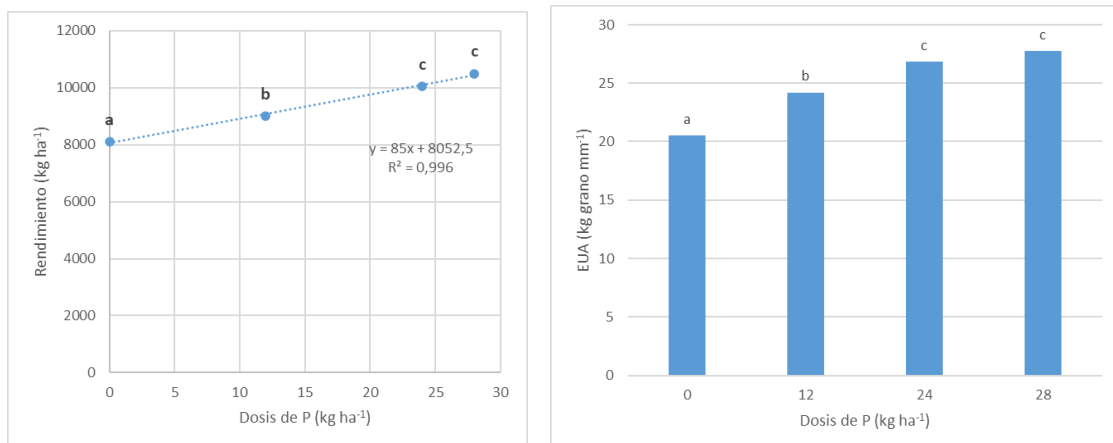


Figura 7. Producción de maíz y eficiencia de uso del agua (EUA) según dosis crecientes de fertilización de base con fósforo en un sitio representativo de la región semiárida pampeana. Letras diferentes en cada observación muestran diferencias entre dosis de fertilización ($p < 0,10$).

En la región semiárida pampeana la disponibilidad de nutrientes limita el 60 % de los rendimientos alcanzados por cultivos de maíz de secano. Dependiendo de la estrategia de manejo de la fertilización se alcanzan niveles de mejora de entre el 2 y hasta el 27 % sobre la práctica frecuente de fertilización. Los mayores aportes medidos en mejoras en la eficiencia de uso del agua se observan al implementar planteos de nutrición combinando la fertilización combinada NPS y NPSZn. En las condiciones estudiadas, al incrementarse la oferta de P – con niveles uniformes de N - se describen respuestas prácticamente lineales en producción y similar es el comportamiento al incrementarse el aporte de N aún con niveles crecientes de fertilización con fósforo.

Agradecimientos: PNAgua (1133033), PRET del este de La Pampa y a Fertilizar Asociación Civil por el financiamiento de este estudio y al Sr. Néstor Peinetti por la colaboración para la instalación, seguimiento y desarrollo de este estudio en su establecimiento.