

INTERACCIÓN DEL CLIMA Y LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA DEL CULTIVO DE MAÍZ EN ENTRE RÍOS

Pautasso, JM¹

1. INTA, P. Serrano 717. Diamante, ER, Argentina. pautasso.juan@inta.gob.ar

INTERACTION OF THE CLIMATE AND THE PHOSPHATE FERTILIZATION OF THE CORN CROP IN ENTRE RÍOS

ABSTRAC

Crop yields show significant interannual variability. Different factors condition the yield achievable each year in a given region. The water factor is the most important limitation presented by crops in rainfed systems, mainly explaining the total variability of maize yield from one year to another. On the other hand, the nutrient that conditions the growth and yield of maize to a greater extent is nitrogen, followed by phosphorus. The soil indicator that best relates to P availability is P Bray. With the objective of evaluating the effect of the application of P in the maize crop under different climatic conditions, trials were analyzed in producers' fields during several campaigns in different localities of the province of Entre Ríos. The ENSO (Niño-Neutro-Niña) forecast was taken as an indicator of climatic variability. It was found that the ENSO forecast at the end of August explained the variability of yields obtained in the maize crop planted in September. Lower responses to the addition of P were measured when the forecast was Niña. The P Bray is an indicator of response to the addition of P independent of the climatic year.

KEY WORDS: P Bray, ENOS, response.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento de los cultivos presenta una importante variabilidad interanual. Para explicar esta variación en rendimiento, Rabbinge (1993) diferencia entre rendimiento potencial, alcanzable y real; donde el rendimiento potencial está determinado por factores definitorios (radiación, temperatura, genética), el rendimiento alcanzable es el que puede obtenerse en condiciones de cantidades sub óptimas de factores limitantes (agua y nutrientes) y el rendimiento real es aquel que se obtiene actualmente y está determinado también por factores reductores (plagas, enfermedades y malezas). Según este autor, abasteciendo adecuadamente la nutrición de los cultivos el rendimiento alcanzable sería de 2 a 5 veces el rendimiento real, sugiriendo que el factor agua es la limitación más importante que presentan los cultivos en los sistemas de secano. Ray et al. (2015) estudiaron a escala global la variabilidad climática y su efecto en los rendimientos, informando que para Argentina alrededor del 40% de la variabilidad total del rendimiento de maíz de un año a otro se explica por la variabilidad climática interanual.

El nutriente que en mayor medida condiciona el crecimiento y rendimiento del maíz es el nitrógeno (N) (Echeverría y Sainz Rozas; 2015) seguido por el fósforo (García y col. 2015). Por otro lado, si el P está en niveles deficientes, condiciona la respuesta a la fertilización nitrogenada.

El indicador de suelos que mejor se relaciona con la disponibilidad de P es el P Bray. Para la región pampeana se ha definido un rango crítico de P Bray entre 14 y 18 ppm para maíz. El P Bray es un buen indicador para estimar la probabilidad de respuesta al agregado de P, no siendo tan adecuado para estimar la respuesta específica para un sitio y año dado debido a que su interpretación depende de numerosos factores edáficos, algunos de ellos determinados por el clima, tales como la temperatura y la humedad

(García y col., 2015).

Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de P en el cultivo de maíz en diferentes condiciones climáticas se analizaron ensayos en campos de productores durante varias campañas en diversas localidades de la provincia de Entre Ríos, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde la campaña 2009/10 hasta la 2021/22 se realizaron 30 ensayos de fertilización fosfatada en la zona Centro Oeste de la Provincia de Entre Ríos en campos de producción de maíz sembrados durante el mes de septiembre.

Los experimentos tuvieron un diseño en BCA con tres repeticiones, fertilizados a la siembra, las dosis de P utilizadas fueron entre 20 y 30 kg de P ha⁻¹ como FDA aplicados en superficie, todos los tratamientos se fertilizaron con N (tratamiento del productor, entre 46 y 92 kg ha⁻¹). Antes de la fertilización se extrajeron muestras de suelos de 0-20 cm.

Las unidades experimentales tuvieron una superficie de 26 m² (5 surcos por 10 metros). Para estimar rendimiento, de cada unidad experimental se cosecharon de forma manual dos surcos centrales por 6 metros de largo, se trilló con máquina experimental y el peso se corrigió a humedad de 14,5%.

Se utilizaron los indicadores climáticos del “laboratorio de ciencias físicas” de la NOAA (2022), caracterizando las campañas como “Niño”, “Neutro” o “Niña” según la predicción para el trimestre noviembre-diciembre-enero (período crítico del maíz) tomando la predicción del informe antes de la siembra del cultivo (segunda quincena de agosto).

Los sitios de los ensayos se caracterizaron según “Orden” de suelo como Molisol o Vertisol.

La variable del cultivo analizada fue la respuesta al agregado de P, medida como la diferencia entre el rendimiento del tratamiento fertilizado menos el testigo.

Para comparar medias se utilizó el paquete estadístico Infostat 2020 (Di Rienzo et al. 2020). Los análisis se realizaron sobre los valores promedios de los tratamientos en cada ensayo (se promediaron los bloques).

RESULTADOS

Caracterización general de los sitios:

En la Tabla 1 se resumen los valores de disponibilidad de P Bray según tipo de suelos. Los sitios que correspondieron a suelos Molisoles tuvieron un mayor P Bray que aquellos instalados sobre Vertisoles.

Tabla 1: Estadística descriptiva del P Bray informada por "Orden" de suelo.

Suelo	n	Media	D.E.*	Mín	Máx
Molisol	20	15,1	6,8	5,0	29,5
Vertisol	10	11,8	5,5	4,7	21,7

*D.E.: desvío estándar de la media

Rendimiento de maíz y respuesta a la fertilización en función del año climático:

En la Tabla 2 se detallan las campañas evaluadas, los ensayos realizados en cada una de las campañas y el pronóstico ENSO.

Tabla 2: Campañas, ensayos realizados y pronóstico ENSO.

Campaña	Cantidad de ensayos	Pronóstico ENSO
2009/10	2	Niño
2013/14	2	Neutro
2014/15	2	Niño
2015/16	5	Niño
2016/17	1	Niña
2017/18	4	Neutro
2018/19	1	Niño
2019/20	3	Neutro
2020/21	5	Niña
2021/22	5	Niña

El análisis de varianza no informó interacción significativa entre “evento ENSO*tipo de suelo”, tanto para el rendimiento de los testigos ($p = 0,58$) como para los fertilizados ($p = 0,44$). De esta manera, se informa el efecto sobre el rendimiento de los tratamientos de manera unificada (Figura 1).

El pronóstico ENSO explicó, tanto las diferencias entre rendimientos, para los tratamientos fertilizados como los testigos y si bien en valores absolutos los años Niño tuvieron mayores rendimientos, no se diferenciaron con los años pronosticados como Neutro.

La respuesta al agregado de P no fue afectada significativamente por el evento ENSO pronosticado a fin de agosto ($p = 0,24$) pero hubo menor magnitud de respuesta los años pronosticados como Niña (Figura 2).

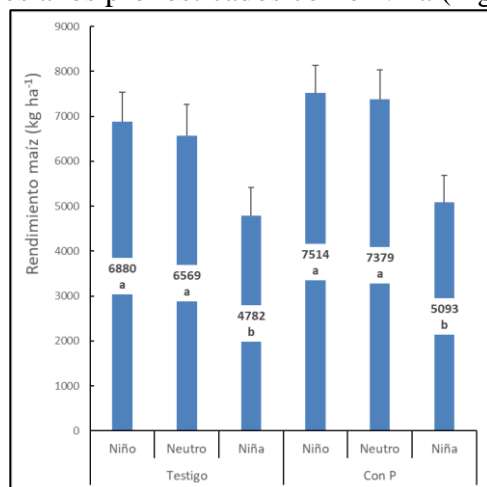


Figura 1: Rendimiento de maíz en función del tratamiento y ENSO. Para cada tratamiento, medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$; Test DGC).

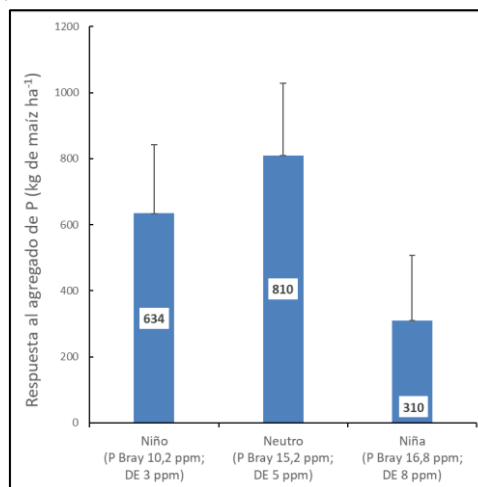


Figura 2: Respuesta al agregado de P en función del ENSO. Debajo de cada evento se señala el valor medio de P Bray y el desvío estándar de dicha media.

En la Figura 3 se relaciona el P Bray del suelo con la respuesta obtenida. Por cada incremento en el P Bray del suelo la respuesta decrece 47 kg de maíz por hectárea.

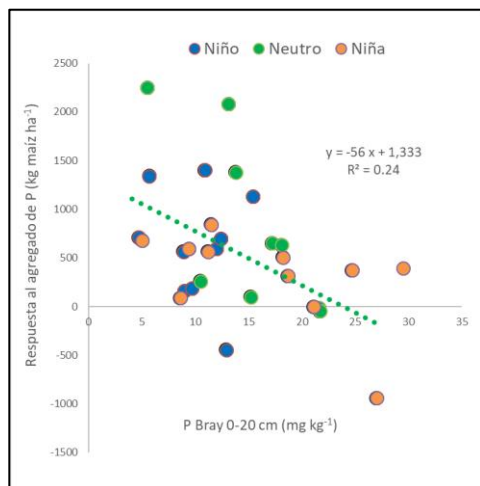


Figura 3: Respuesta al agregado de P en función del P Bray del suelo.

CONCLUSIÓN

El pronóstico ENSO previo a la siembra fue un buen indicador de rendimiento de maíz.

La respuesta al agregado de P tuvo una menor magnitud los años pronosticados como Niña.

El P Bray fue un buen indicador de respuesta al agregado de P, independientemente del año climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Echeverría H. y H. Sainz Rozas. 2015. Nitrógeno. Pp. 189-228. En H. E. Echeverría y F.O. García (eds). En Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA, Bs. As. Argentina.
- García F.; L. Picone e I. Ciampitti. 2015. Fósforo. Pp. 229-264. En H. E. Echeverría y F.O. García (eds). En Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA, Bs. As. Argentina.
- NOAA. 2022. National Oceanic and Atmospheric Administration. Climate Indices: Monthly Atmospheric and Ocean Time-Series. https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-cpc_plume
- Rabbinge, R. 1993. The Ecological Background in Food Production. In Crop Protection and Sustainable Agriculture. John Wiley and Sons. Symp. 177, Chicester (págs. 2 a 29).
- Ray, D.; J. Gerber; G. MacDonald & P. West. 2015. Climate variation explains a third of global crop yield variability. Nat. Commun. 6:5989 doi: 10.1038/ncomms6989 (2015).