Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris

ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FÓSFORO Y ZINC EN MAÍZ. CARACTERIZACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO

INTA EEA PERGAMINO
AÑO 2015

Ings. Agrs. (MSc) Gustavo N. Ferraris
INTA EEA Pergamino Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino.
ferraris.gustavo@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La Región Pampeana Argentina ha sufrido un progresivo deterioro en la fertilidad de los suelos a lo largo de su historia agrícola. Las estrategias de fertilización bajo el criterio de suficiencia comúnmente adoptadas en la mayor parte de los sistemas productivos arrojan un balance de nutrientes negativo en términos físicos y económicos. El Zinc (Zn) es uno de los elementos considerados esenciales. Su función principal es la de activador enzimático, catalizando innumerables reacciones en procesos metabólicos como la respiración, la síntesis de clorofila y proteínas. La deficiencia se asocia con la presencia de suelos arenosos de baja CIC, primaveras frías, dosis elevadas de fertilizante fosforado en la línea de siembra y baja concentración de este elemento en el suelo, siendo el maíz especialmente sensible a su deficiencia. La carencia de alguno de los elementos principales como nitrógeno (N) o fósforo (P) podría condicionar la respuesta a los restantes.

El objetivo de este trabajo de investigación es evaluar el efecto de la condición física de fuentes fosforo-azufradas, su composición química y el aporte de Zinc sobre parámetros intermedios y la productividad final de maíz. Hipotetizamos que 1. Existe respuesta agronómica a los nutrientes y fertilizantes aportados en esta experiencia 2. Las mezclas químicas logran superar a las físicas por su composición uniforme en cada gránulo de fertilizante y el aporte adicional de otros elementos como Zn

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento de campo en la localidad de Wheelwright, Santa Fe. Los suelos de los sitios corresponden a la Serie Hughes, Argiudol típico, Clase de Uso I. El experimento se sembró el día 19 de Octubre, y fue espaciado a 0,525 m entre hileras, a una densidad de 80000 pl/ha. El cultivar sembrado fue La Tijereta LT 619 VT3P.

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con 4 repeticiones y 4 tratamientos. Todas las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con 200 kg ha^{-1} de urea granulada al voleo. Los tratamientos evaluados se detallan en la Tabla 1 y el análisis de suelo del sitio en la Tabla 2.

Tabla 1: *Tratamientos evaluados en los ensayos. Fertilización en maíz, Wheelwright, Santa Fe. Campaña 2015/16.*

	Fertilización de base	Dosis (ml kg semilla^{-1})
T1		
T2	Microstar PZ	15 kg ha^{-1}
T3	Microstar PZ	20 kg ha^{-1}
T4	MAP	100 kg ha^{-1}

Tabla 2: *Análisis de suelo al momento de la siembra*

Sitio	pH	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-20 y 20-40 cm)	N- suelo 0-60 cm	S-Sulfatos (0-20 y 20-40 cm)	Zinc
	agua 1:2,5	%		mg kg^{-1}	ppm	kg ha^{-1}	mg kg^{-1}	ppm
Ww	5,7	3,49	0,175	15,8	5,3 – 1,7	20,4	7,4 - 5,8	1,46
Sitio	**Potasio**	**Magnesio**	**Calcio**	**Sodio**	**Manganeso**	**Cobre**	**Hierro**	**Boro**
	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}
Ww	414	214	1667	99	77,4	1,45	202	0,58

Se midió materia seca acumulada en V6, y en el estado V8 se determinó la intensidad de verde medida por Green seeker. En la floración se midió el número de hojas fotosintéticamente activas, el vigor, cobertura, altura de plantas e índice verde por Spad. A cosecha de determinaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza y comparaciones de medias.

RESULTADOS

Descripción climática de la campaña (ver: TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS SOBRE SEMILLA DE MAÍZ. EVALUACIÓN DE PSEUDOMONAS FLUORESCENS Y TRICHODERMA HARZIANUM. INTA EEA PERGAMINO, CAMPAÑA 2015/16).

Resultados del experimento

En la Tabla 3 se presentan los parámetros morfológicos y fisiológicos de cultivo así como los componentes del rendimiento, mientras que en la Figura 1 se describen los rendimientos y su significancia estadística.

Tabla 3: *Parámetros morfológicos y componentes de rendimiento del cultivo: Materia seca temprana, N° de hojas activas, Altura de planta, Intercepción, Vigor, Contenido de clorofila por Spad, Índice verde cuantificado por Green Seeker, y componentes numéricos del rendimiento, NG y PG. Fertilización fósforo-azufrada en Maíz. Wheelwright, siembra temprana, campaña 2015/16.*

Trat	Descripción	MSeca V6 (g m^{-2})	Nº Hojas activas R1	Altura planta (cm)	Cobertura R1 (%)	Spad R1	Green seeker V10
T1	**Testigo**	4203,3	11,0	245,0	85,8	48,1	0,76
T2	**Microstar PZ 15 kg**	4515,9	12,5	250,0	94,3	47,7	0,77
T3	**Microstar PZ 20 kg**	4958,7	13,0	257,0	95,7	47,6	0,76
T4	**MAP 100 kg**	4210,5	13,0	260,0	96,2	47,8	0,78
		0,37	**0,90**	**0,53**	**0,93**	**0,93**	**0,07**
Trat	**Descripción**	**Vigor (1-5)**	**Rendimiento (kg ha^{-1})**		**Dif T1 (kg ha^{-1})**	**NG/m^2**	**PG (g)**
T1	**Testigo**	3,50	**11661**			4287,1	272,0
T2	**Microstar PZ 15 kg**	4,00	**13954**		2293	5193,7	268,7
T3	**Microstar PZ 20 kg**	4,10	**14015**		2354	4993,6	280,7
T4	**MAP 100 kg**	3,80	**13659**		1998	4809,6	284,0
		0,88				**0,90**	**0,11**
Sign. Est (P=)			**0,03**				
CV (%)			**7,1**				

Índice de Vigor: *1 mínimo 5-máximo*

R2 Corresponde a los estados de cuajado de grano.

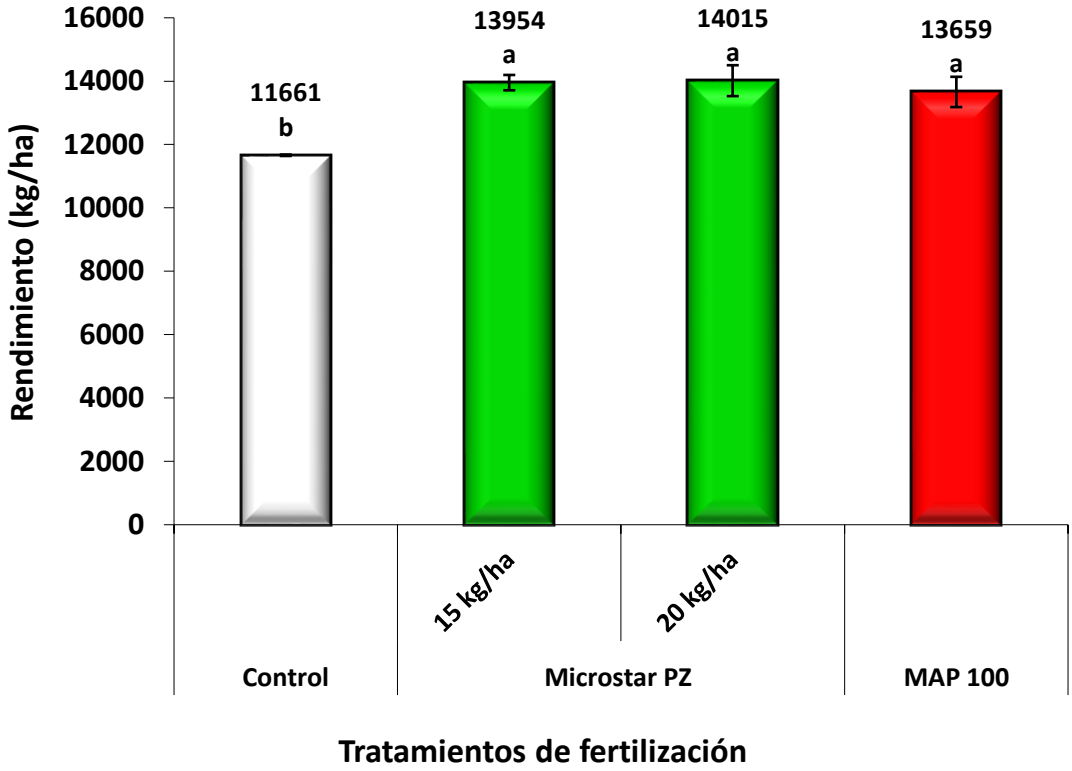

Figura 1: *Producción media de maíz según tratamientos de fertilización con fósforo, azufre y zinc en línea de siembra de maíz. Wheelwright, maíz de siembra temprana, ambiente de fertilidad media a alta. Año 2015/16. Letras diferentes sobre las columnas representan diferencias significativas entre tratamientos (LSD a=0,05). Las barras de error indican la desviación standard de la media.*

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

*Los rendimientos fueron elevados evidenciando un buen ambiente de producción, lluvias abundantes en un sitio no anegable y media a alta fertilización (Tabla 3 y Figura 1). El promedio del sitio alcanzó una media de 13322 kg ha^{-1}, y un rango entre 11661 a 14015 kg ha^{-1}.

*Se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0,001; cv=3,35 %). La respuesta obtenida alcanzó un rango entre 1998 y 2354 kg ha^{-1} con relación al Testigo. Se determinó un fuerte contraste entre el Control y tratamientos fertilizados, estos sin diferencia entre sí (Figura 1). Nose verificó efecto de dosis en Microstar, obteniendo el rendimiento máximo con 15 kg ha^{-1}.

*La mayor parte de las variables mostraron un buen grado de ajuste con la respuesta a la fertilización, destacando NG (R^2=0,90), Nº de hojas fotosintéticas en R1 (R^2=0,90) y cobertura e intercepción (R^2=0,93). El contenido de clorofila por Spad mostró una fuerte asociación pero negativa (R^2=0,93), a causa de las tonalidades oscuras por acumulación de antocianos de los tratamientos sin P (Tabla 3).

*Los resultados permiten aceptar la hipótesis 1, puesto que se determinaron diferencias significativas en los rendimientos por la aplicación de fertilizantes en línea de siembra. La hipótesis 2 en cambio no logra comprobarse, ya que las fuentes evaluadas se comportaron en un plano de equidad. Similar rendimiento con dosis menores de uso

determina, sin embargo, niveles de Eficiencia de uso de P (EUP) superiores por parte de Microstar PZ.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Berardo, A. 2003. Manejo del fósforo en los sistemas de producción pampeanos. In Simposio "El fósforo en la agricultura Argentina". INPOFOS. Rosario, 8 y 9 de mayo del 2003.

Boxler, M., F. O. García, A. Correndo, S. Gallo, R. Pozzi, M. Uranga, F. Bauschen, H. Rivero, N. Reussi Calvo y A. Berardo 2013. Red de Ensayos en Nutrición de Cultivos. Región CREA Sur de Santa Fe.Resultados de la campaña 2012/13: Maíz, 25 pp. Disponible on-line www.ipni.net/lacs

Ciampitti, I.A. 2009. Dinámica del fósforo del suelo en rotaciones agrícolas en ensayos de nutrición a largo plazo. M.Sc. thesis. FA-UBA. Buenos Aires, Argentina. XX pag.

Collino, D., M. de Luca, A. Perticari, S. Urquiaga, y R. Racca. 2007. Aporte de la FBN a la nutrición de la soja y factores que la limitan en diferentes regiones del país. Actas XXIII Reunión Latinoamericana de Rizobiología. Los Cocos, Córdoba. Argentina.

Correndo, A., M. Boxler y F. García. 2015. Reposición de nutrientes en el largo plazo ¿Qué nos dicen los números? Pp 84-94. Actas del Simposio Fertilidad 2015. Cd-ROM.

Fancelli, AL. 2006. Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Pp 11-27.En: M Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina.207pp.

Ferraris, G. 2016. Tecnologías destinadas a incremetnar la eficiencia de uso de los recursos en trigo: el rol de los promotores de crecimiento vegetal y micronutrientes. 4pp. En: Manual Técnico del Cultivo de Trigo. Edición 2016. AACREA (en prensa).

Ferraris, G., L. Couretot y J. Urrutia. 2010. Tecnonologías para la aplicación de microelementos en maíz. Dosis y sistemas de aplicación de zinc en combinación con fuentes nitrogeno-azufradas. V Jornada de Maíz. AIANBA-INTA EEA Pergamino. 11p.

Ferraris, G., M. Toribio, R. Falconi y L. Couretot. 2012. Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos en el largo plazo. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires. 6: 2-6.

Ferraris, G., F. Missart y F. Prats. 2016. Fertilización con zinc bajo diferentes escenarios de fertilidad nitrogenada en maíz de siembra temprana. En: XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. "Ordenamiento Territorial, Un desafío para la Ciencia del Suelo". Comisión III: Fertilidad y Nutrición Vegetal. Río Cuarto, 27 de Junio al 1 de Julio de 2016.

Ferraris, G., F. Mousegne y J. Urrutia. 2016. RESPUESTA ADITIVA A NITRÓGENO, AZUFRE Y ZINC EN TRIGO. RELACIÓN CON INDICADORES DE DIAGNÓSTICO. En: Revista de Tecnología Agropecuaria (RTA). INTA EEA Pergamino. 2 (I):34-38.

Ferraris, G., M. Toribio, R. Falconi y L. Couretot. 2015. Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos en el largo plazo. Actas CD Simposio Fertilidad 2015. pp 137-142. "Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro". Rosario, 19-20 Mayo 2015. IPNI Cono Sur – Fertilizar AC.

García, F.O.; L.I. Picone y A. Berardo. 2006. Fósforo. Pág. 99-121. En: H.E. Echeverría y F.O. García (eds.) Fertilidad de Suelos y Fertilización de cultivos. Editorial INTA, Buenos Aires, Argentina. 521p.

IPNI. 2013. Cálculo de requerimientos nutricionales. Planilla de cálculo para estimar la absorción y extracción de nutrientes en cereales, oleaginosas, industriales y forrajeras. IPNI Programa Latinoamérica Cono Sur. Disponible on line http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024.

Johnston A. and J. Keith Syers. 2009. A New Approach to Assessing Phosphorus Use Efficiency in Agriculture. Better Crops/Vol. 93 (2009, No. 3).

Mallarino, A.P., y J. Prater. 2007. Corn and soybean grain yield, P removal, and soil-test responses to long-term phosphorus fertilization strategies. Proceeding 19th Annual Integrated Crop Management Conference, Ames, Iowa State University.

Messiga, A.J., N. Ziadi, D. Plenet, L.E. Parent, y C. Morel. 2010. Long-term changes in soil phosphorus status related to P budgets under maize monoculture and mineral P fertilization. Soil Use and Management, 26, 354–364.

Miguez, F. e I. Daverede. 2015. Análisis económico de rotaciones y fertilización en soja. pp 155-158. Actas del Simposio Fertilidad 2015. Sesión de Posters. Cd-ROM.

Moralejo M. del P. y S. G. Acebal. 2010. Determinacion del contenido de Cu y Zn en suelos del sudoeste bonaerense. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. Actas en CD, 4pp.

Ritchie, S. and J. Hanway. 1993. How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. www.iastate.edu

Rivero, E, Cruzate, GA & R Turati. 2008. Azufre, boro y zinc: mapas de disponibilidad y reposición en suelos de la Región Pampeana. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Potrero de los Funes, San Luis. Actas en CD, 5pp.

Rubio G, MJ Cabello, FH. Gutiérrez Boem, E. Munaro. 2008. Estimating available soil P increases after P additions in Mollisols. Soil Science Soc. Amer. J. 72:1721-1727.

Scheid López, A. 2006. Micronutrientes: La experiencia brasilera. Filosofía de aplicación y eficiencia agronómica. Pp 29-78.En: M Vázquez(ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. 207pp.

Ventimiglia, L., L. Torrens Baudrix y M. Saks. 2012. Fósforo en la monocultura sojera: efecto de la dosis, forma y momento de aplicación sobre el balance nutricional. Informaciones Agronómicas Hispanoamérica 6: 23-26.