

FUENTES TRADICIONALES Y ALTERNATIVAS PARA LA FERTILIZACIÓN DEL MAÍZ EN EL MEDIO-OESTE DE BUENOS AIRES

DESARROLLO RURAL-UNIDAD TERRITORIAL AGRÍCOLA INTA EEA PERGAMINO

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris ⁽¹⁾, Lucrecia A. Couretot⁽¹⁾

1. Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. Av Pte. Dr. Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino

2. Bunge Argentina SA

nferraris@pergamino.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

En la Región Pampeana Argentina, nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) limitan los rendimientos en grado variable según su disponibilidad en el suelo, tipo de cultivo, nivel de rendimiento y condiciones ambientales de la campaña. Las calibraciones efectuadas a partir de ensayos regionales permiten recomendar el agregado de P en maíz cuando su nivel en suelo es inferior a un rango de 15 a 20 ppm. Estas calibraciones fueron realizadas con fuentes sólidas tradicionales – básicamente superfosfato triple de calcio aplicado en el surco o en bandas localizadas al costado de la línea de siembra- que contienen el fósforo en forma de ortofosfato de cadena corta. En los últimos años han aparecido nuevas fuentes de aplicación, que proveen el fósforo como polifosfatos de cadena larga. La versatilidad de los fertilizantes líquidos permite a la vez realizar aplicaciones conjuntas de fuentes nitrogenadas y fosforadas, o estrategias que combinen fuentes sólidas y líquidas, a la siembra o durante el ciclo del cultivo.

Por otra parte, la estrategia habitual de manejo de N en maíz consiste en utilizar fuentes nitrogenadas sólidas a la siembra siendo lo más común urea, para completarse con fertilizantes líquidos en postemergencia. Sin embargo, en los últimos años han surgido diversas alternativas que además de proveer nitrógeno (N) permiten aportar otros elementos relevantes para la producción como azufre (S), zinc (Zn) y boro (B), cuya eficiencia requiere ser evaluada. La ventaja de realizar aplicaciones secuenciales a lo largo del ciclo se basan fundamentalmente en la posibilidad de reducir los procesos de pérdida que ocurren cuando se agregan cantidades elevadas en un único momento del ciclo.

El objetivo general de este experimento es evaluar la respuesta a diferentes estrategias de fertilización con fuentes tradicionales y alternativas en maíz. Los objetivos específicos son 1. Estudiar la eficiencia de formulaciones líquidas que proveen el P como polifosfato. 2. Evaluar fuentes con alto grado de nitrógeno y azufre de aplicación al suelo y 3. Cuantificar la respuesta al aporte complementario de elementos como zinc (Zn) y magnesio (Mg). Hipotetizamos que existe respuesta agronómica a los nutrientes aportados, pudiendo maximizarse la eficiencia agronómica de uso de estos elementos a través de combinaciones apropiadas de fuentes y dosis.

Palabras clave: maíz, fertilizantes líquidos, nitrógeno, fósforo, mesonutrientes, micronutrientes..

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un ensayo de campo en la localidad de La Trinidad, partido de General Arenales, (Buenos Aires). El suelo corresponde a la Serie Rojas, Clase I de muy buena productividad. El experimento se sembró el 23 de Noviembre, con el cultivar Dow 510 HXRR siendo trigo/soja el antecesor. En el ensayo, se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y siete tratamientos. El detalle de mismos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos de fertilización de Maíz en La Trinidad, General Arenales, campaña 2012/13.

Trat	Fuente	Dosis (kg - l ha ⁻¹)	Fuente complementaria	Momento aplicación	Densidad solución	Aporte nutrientes Tratamiento completo
T1	Testigo	-----	Urea 100 kg	-----		N46
T2	NTX N9-P20512-S7	100 kg	Urea 100 kg	Siembra, en superficie	1,26	N54 - P5,3 - S7
T3	NTX N9-P20512-S7 + Zn	100 kg	Urea 100 kg	Siembra, en superficie	1,26	N54 - P5,3 - S7 - Zn
T4	Mg5 S6	100 kg	MAP 100 kg + Urea 100	Siembra, en superficie		N57 – P28,5 - S7
T5	N20-P2O5 3-S4	400 kg		Siembra, en superficie	1,21	N80 - P5,3 – S16
T6	N20-P2O5 3-S4 + Zn	400 kg		Siembra, en superficie	1,20	N80 - P5,3 – S16 + Zn
T7	MAP 100 kg	100 kg	Urea 100 kg	Siembra, en superficie		N57 – P23

Por su parte, el análisis de suelo del sitio experimental se presenta en la Tabla 2. Se destaca un nivel de Materia orgánica elevado, medio de fósforo (P), N medio y bajo de S y Zn. Las bases de cambio presentan un valor normal.

Tabla 2: Análisis de suelo al momento de la siembra

Bloque	Prof.	MO	pH	Ntotal	N-NO3	N-NO3	P-Bray	S-SO4	K	Mg	Ca	Zn
	(cm)	(%)			ppm	kg/ha 0-60	ppm					
La Trinidad	0-20	3,92	5,9	0,195	18,0	60,3 kg	15	8,7	516	224	1719	0,71
General	20-40				3,8							
Arenales	40-60				1,4							

En floración plena (R2) se determinó la intensidad de verdor en hoja por medio del medidor de clorofila Minolta Spad 502 (Tabla 4) Este brinda una medida adimensional, no destructiva e indirecta del contenido de N foliar. Permite a la vez, cuantificar en forma objetiva y con mayor sutileza que la del ojo humano, eventuales diferencias entre tratamientos. La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Sobre una alícuota de cosecha se analizaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza, comparaciones de medias y análisis de correlación.

Descripción climática de la campaña

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones del sitio durante el ciclo de cultivo. Estas alcanzaron valores normales, aun cuando la ausencia de lluvias y altas temperaturas provocaron un agotamiento de las reservas hacia finales de enero (Figura 1). La buena capacidad de retención de los suelos permitió sostener rendimientos adecuados, no obstante la ocurrencia del período crítico en una etapa de ausencia de precipitaciones podría haber afectado en forma leve los rendimientos.

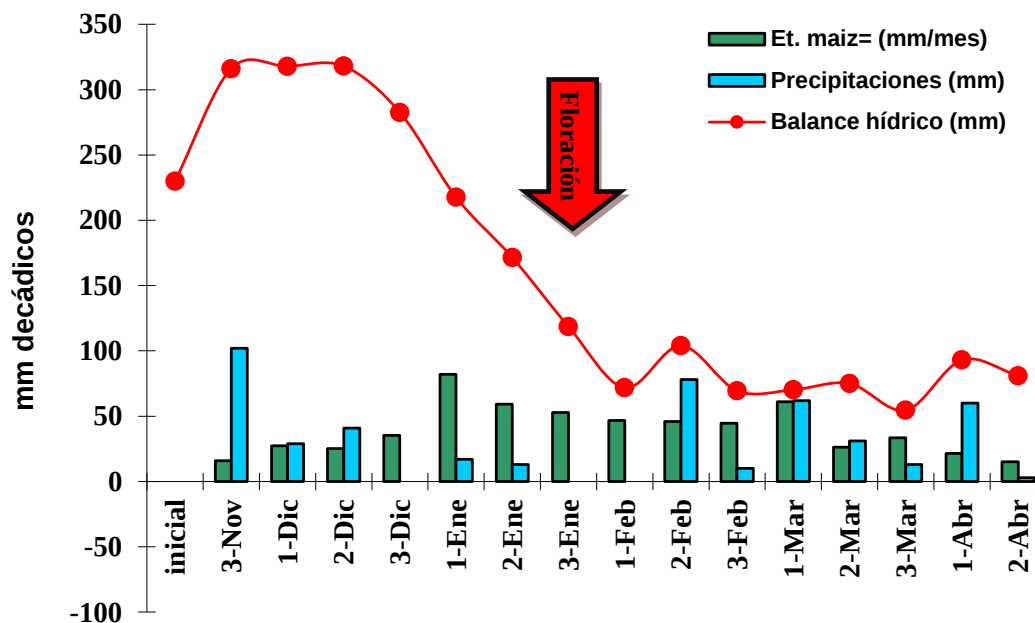


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulados (mm) en el sitio experimental. La Trinidad, General Arenales, Bs As. Agua disponible inicial en el suelo (200 cm) 230 mm. Precipitaciones totales en el ciclo 383 mm. Déficit acumulado de evapotranspiración 0 mm.

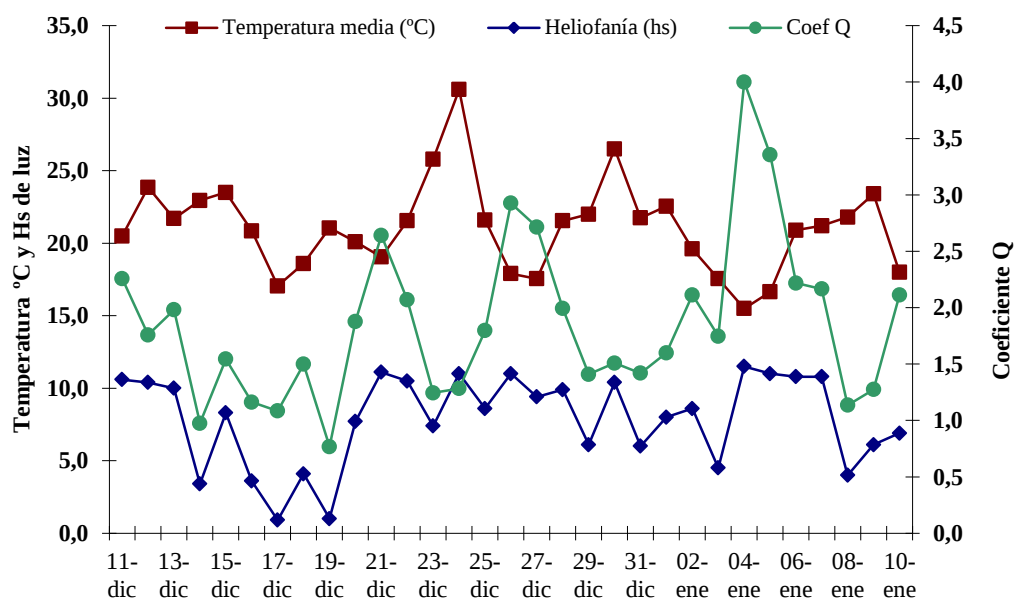


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diarias para el período 10 de Diciembre – 10 de Enero, en el transcurso del cual se ubicó la etapa crítica para la definición de los rendimientos. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As), campaña 2011/12.

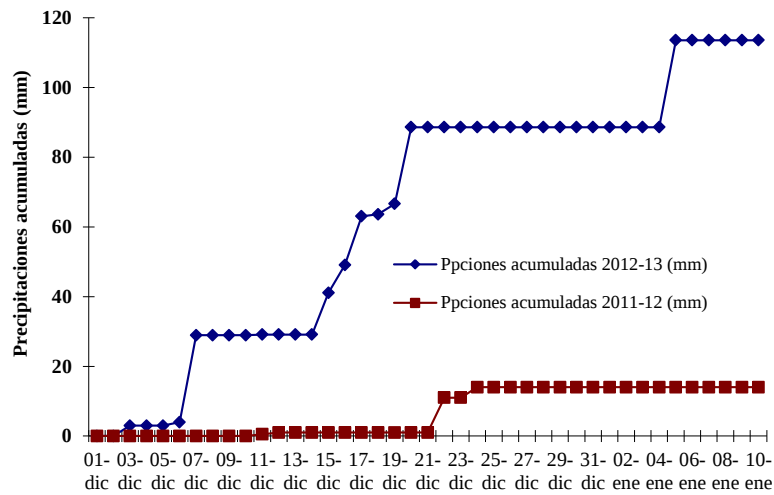


Figura 3.a

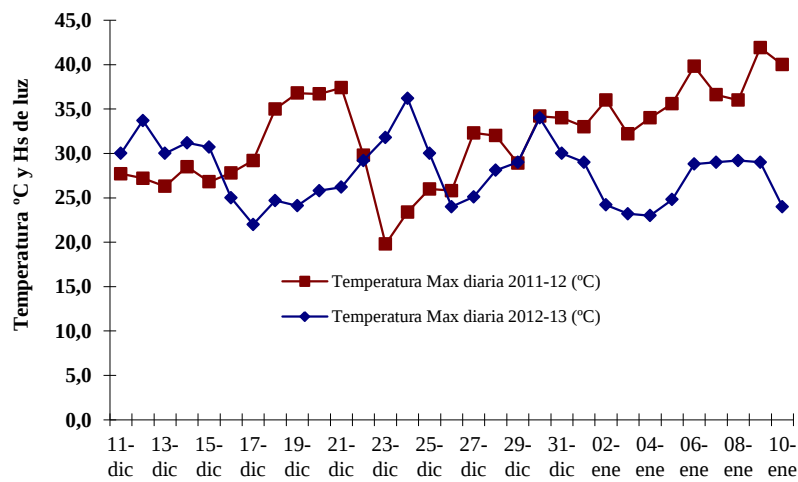


Figura 3.b

Figura 3: Precipitaciones y temperatura máxima diaria durante el período crítico para la campañas 2011/12 y 2012/13. Obsérvese el incremento de temperaturas hacia enero de 2012.

RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan las variables medidas en el experimento, mientras que en la Figura 4 se ilustran los rendimientos y su diferencia estadística.

Tabla 3: Intensidad de verde medida por Spad, rendimiento (kg ha^{-1}) y componentes en tratamientos de fertilización en maíz. La Trinidad, General Arenales, Campaña 2012/13.

Trat	Denominación	Intensidad Verde (Spad)	Rendimiento (kg ha^{-1})	NG m^{-2}	PG x 1000	Dif con T1 (kg ha^{-1})
T1	Testigo	43,6	9063	3427	264,5	
T2	NTX N9-P20512-S7	48,6	10175	3595	283,0	1112
T3	NTX N9-P20512-S7 + Zn	49,4	10825	3650	296,6	1762
T4	Mg5 S6	49,6	10000	3690	271,0	937
T5	N20-P2O5 3-S4	46,4	11048	4062	272,0	1985
T6	N20-P2O5 3-S4 + Zn	47,8	11397	4559	250,0	2334
T7	MAP 100 kg	47,8	10825	3772	287,0	1762
Efecto tratamiento P=			0,01			
CV (%)			6,3 %			
R2 vs rendimiento		0,22		0,64	0,00	

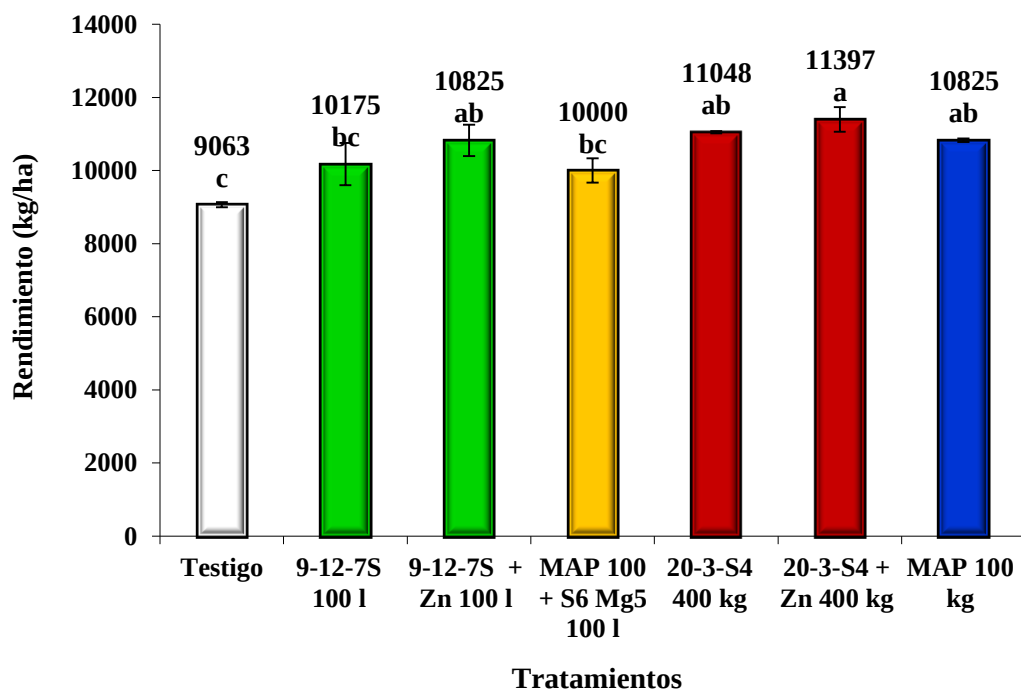


Figura 4: Rendimiento de grano de maíz (kg ha^{-1}) según estrategias de fertilización con fósforo, nitrógeno y otros elementos en maíz. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas entre tratamientos. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media. La Trinidad, General Arenales, Campaña 2012/13.

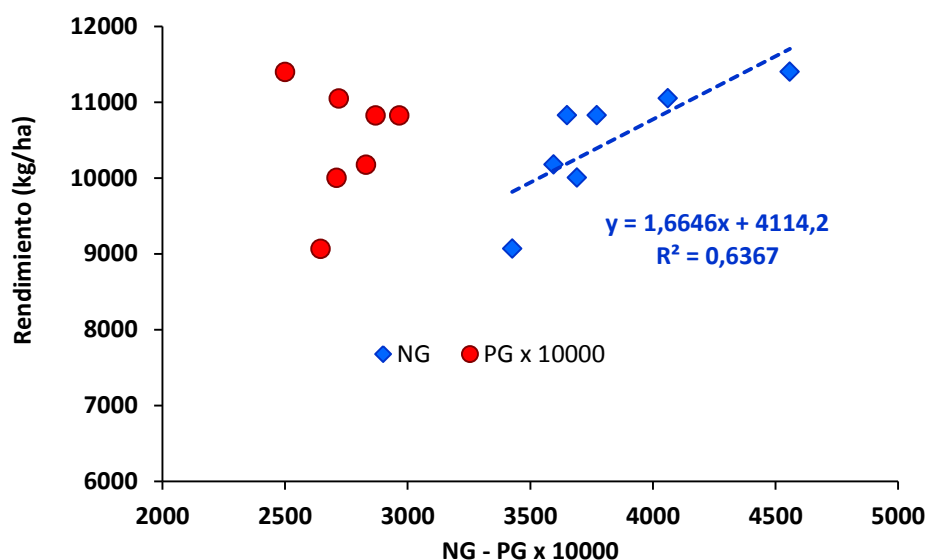


Figura 5: Relación entre el rendimiento y sus componentes, número (NG) y peso (PG) de los granos. La totalidad de la variación está explicada por diferencias en el NG.

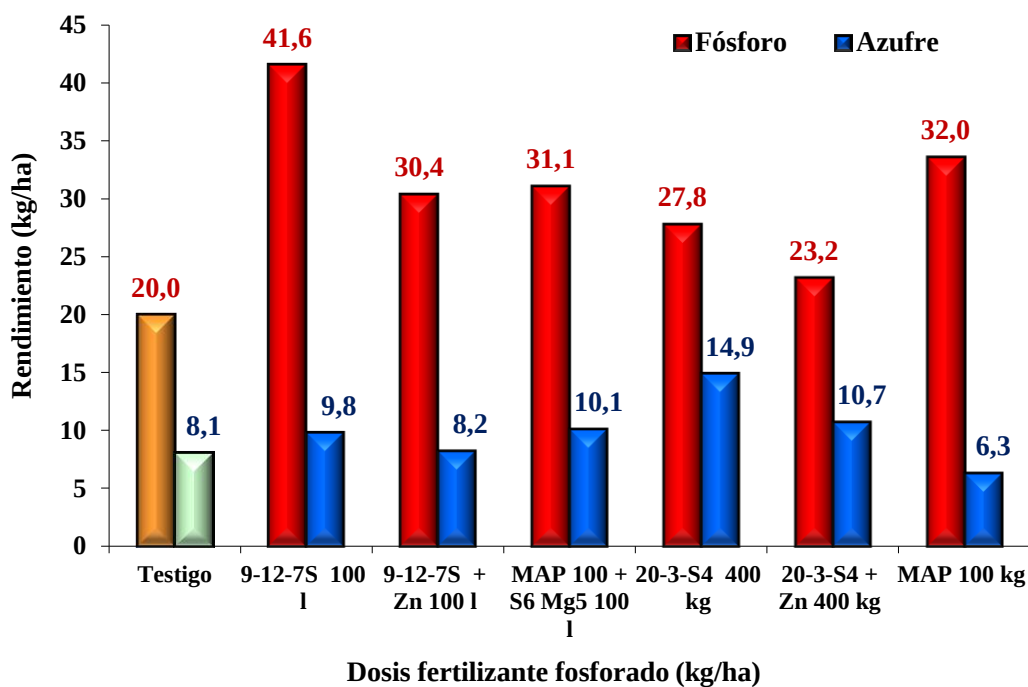


Figura 6: Fósforo y azufre residual en suelo (0-20 cm) luego de la cosecha del ensayo de maíz en la localidad La Trinidad. Campaña 2012/13.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- * Las condiciones ambientales fueron favorables para el cultivo de maíz, no obstante la ocurrencia de un déficit puntual durante enero que podría haber limitado ligeramente la productividad (Figura 1).
- * Los rendimientos abarcaron un rango entre 9063 y 11397 kg ha⁻¹. El sitio se caracterizó por su alta respuesta a la fertilización con P, así como también al incremento en la dosis de N (Tabla 3).
- * Se determinaron diferencias significativas entre tratamientos (P=0,01; CV=6,3 %)(Tabla 3). En el experimento se observaron síntomas incipientes de carencias de N y P en el testigo.
- * La respuesta a P es alta, considerando que el nivel en suelo era medio, y el maíz de siembra tardía.
- * La respuesta a N fue favorecida por las elevadas precipitaciones acontecidas durante la primavera, que habrían favorecido las pérdidas de N e incentivado la demanda de N por parte del cultivo, creando un ambiente predisponente a obtener altas eficiencias en el uso de N.

- * Los tratamientos con mayor producción fueron: NTX 20-3-S4 + Zn (T6), NTX 20-3-S4 (T5), NTX 9-12-S7 + Zn (T3) y MAP 100 (T7).
- * El uso de Zn mejoró considerablemente la producción, permitiendo obtener diferencias de 651 (T3-T2) y 349 (T6-T5) kg ha⁻¹, respectivamente.
- * Al menos en este experimento, el Mg no incrementó los rendimientos, al no verificarse mayores rendimientos en T4 vs T7.
- * Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis propuesta, ya que diferentes alternativas de fertilización permitieron incrementar los rendimientos del maíz en una fecha de siembra intermedia, siendo los tratamientos más destacados aquellos que incrementaron la oferta de N, seguidos por las fuentes de P, S y Zn igualmente mostraron un impacto significativo sobre los rendimientos. Sólo en el caso de Mg no se pudo comprobar que fuese un elemento con impacto en los rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- * Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. Evaluación de diferentes dosis y momentos de aplicación de nitrógeno y su interacción con fuentes líquidas utilizando fuentes líquidas en el norte de la provincia de Buenos Aires. Campaña 2006/07. En: Experiencias en Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Año 2007. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas: 136-146.
- * Ferraris, G. y L. Couretot. 2012. Respuesta del maíz a dosis crecientes de nitrógeno utilizando fuentes líquidas en combinación con inhibidores de la nitrificación. En: Experiencias en Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Año 2012. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas (en prensa).
- * González, M. 2000. First Report of Virulence in Argentine Populations of Puccinia sorghi to Rp Resistance Genes in Corn. Plant Diseases Vol 84:921.
- * Peterson, R.F.; F.A. Campbell; A.E. Hannah. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Canadian Journal Research 26: 496-500.
- * 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. Disponible on line www.iastate.edu
- * Trenkel, M.E. 1997. Improving Fertilizer Use Efficiency. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. 151 p