

# EVALUACIÓN DEL FERTILIZANTE FERTIDEG, FOSFITOS Y FUNGICIDAS EN MAÍZ TARDÍO

## PROYECTO REGIONAL AGRÍCOLA, CRBAN.

**Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris y Lucrecia A. Couretot**

*Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino. Av. Frondizi km 4,5 B2700WAA Pergamino*  
[nferraris@pergamino.inta.gov.ar](mailto: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. En los últimos años, son reiterados los casos en los que se han documentado respuestas positivas a la aplicación de micronutrientes, siendo los más frecuentes en maíz los de zinc (Zn) y boro (B). Por otra parte, las enfermedades foliares se presentan todos los años actuando como limitantes de los rendimientos. Su evolución puede ser detenida mediante una estrategia supresiva como el uso de fungicida, o prevenida mediante la aplicación de sustancias que estimulan las defensas naturales de las plantas, función atribuida a moléculas como los fosfitos.

Los objetivos de este experimento fueron 1. Estudiar aplicaciones estratégicas de macro y micronutrientes por vía foliar sobre los cultivos. 2. Evaluar el efecto inductor de resistencia de fosfitos de potasio y manganeso sobre las enfermedades foliares y el rendimiento del cultivo y 3. Estudiar la interacción de los fertilizantes con fungicidas de aplicación foliar. Hipotetizamos que, por un efecto nutrición, inductor de resistencia, o por mejorar la eficacia de los fungicidas, es posible incrementar la productividad de maíz bajo condiciones de estrés hídrico.

**Palabras clave:** Maíz, micronutrientes, fertilizantes foliares, fosfitos, nutrición, protección.

### **Materiales y métodos:**

Se condujo un ensayo de campo en la localidad de La Trinidad (General Arenales, Santa Fe). El suelo corresponde a la Serie Rojas, Clase I de muy buena productividad. El experimento fue sembrado el día 20 de Noviembre en SD, con antecesor trigo/soja. Se utilizó el cultivar Dow 2M 495 MG.

La fertilización de base consistió en la aplicación de 60 kg ha<sup>-1</sup> de una mezcla (7-17-0-S5) a la siembra al costado de la semilla, y 150 kg ha<sup>-1</sup> de urea granulada (46-0-0) en entresurco a la siembra. En el ensayo, se utilizó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y siete tratamientos, cuya descripción se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Tratamientos para el control de enfermedades y la fertilización de Maíz. La Trinidad, campaña 2011/12.

Trat	Descripción	Dosis	Forma de aplicación
T1	Testigo		Foliar V7
T2	Fertideg Max	4000 ml ha <sup>-1</sup>	Foliar V7
T3	Fertideg Max + Tebuconazole + Carbendazim	6000 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup>	Foliar V7
T4	Fertideg Max + Borodeg	6000 ml ha <sup>-1</sup> 5000 ml ha <sup>-1</sup>	Foliar V7
T5	Fertideg Max + Fosfito K	6000 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup>	Foliar V7
T6	Fertideg Max + Fosfito Manganeseo	6000 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup>	Foliar V7
T7	Fertideg Max + Fosfito K Tebuconazole + Carbendazim	6000 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup>	Foliar V7
T8	Fertideg Max + Fosfito Mn Tebuconazole + Carbendazim +	6000 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup> 500 ml ha <sup>-1</sup>	Foliar V7

Por su parte, el análisis de suelo del sitio experimental se presenta en la Tabla 2. Se destaca un nivel de Materia orgánica y N relativamente medio a bajo, adecuado de P y medio de S. La disponibilidad de Zn es adecuada, de acuerdo con los umbrales críticos sugeridos, mientras que la de B se encuentra cercana al rango crítico (zona de respuesta probable). Las bases de cambio presentan un valor adecuado. Los sitios podrían caracterizarse como de fertilidad media, representativo de la región de estudio.

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

Bloque	Prof. (cm)	MO (%)	pH	Ntotal	N-NO3 ppm	N-NO3 kg/ha 0-60	P-Bray	S-SO4	K	Mg	Ca	Zn
Wheelwright	0-20	2,74	5,8	0,137	20,9	95,2	9,1	10,4	633	193	1541	0,84
	20-40				10,5							
	40-60				5,2							

Las aplicaciones de fungicida, fertilizante foliar y fosfitos fueron realizadas en el estado V7 (escala de Ritchie & Hanway, 1983), con mochila manual de presión constante. La misma contaba con un botallón aplicador de 200 cm provisto de 4 picos a 50 cm y pastillas de cono hueco 80015, que a una presión de 3 bares asperja 100 l ha<sup>-1</sup>. Las condiciones de cultivo y aplicación se presentan en las Tablas 3 y 4, respectivamente.

**Tabla 3:** Estado del cultivo al momento de la aplicación.

Momento de aplicación	Fecha de aplicación	Estado del cultivo	Altura (cm)	Cobertura (%)
V7	19-ene	V7	80	90

**Tabla 4:** Condiciones ambientales durante la aplicación.

Momento de aplicación	Humedad de suelo (0-2 cm)	Humedad de suelo (3-18 cm)	Temperatura aire (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad. viento (km h <sup>-1</sup> )	Nubosidad	Ppciones 24 hs dda
V7	Seco	Seco	27,6	60	4,56 E	4	0

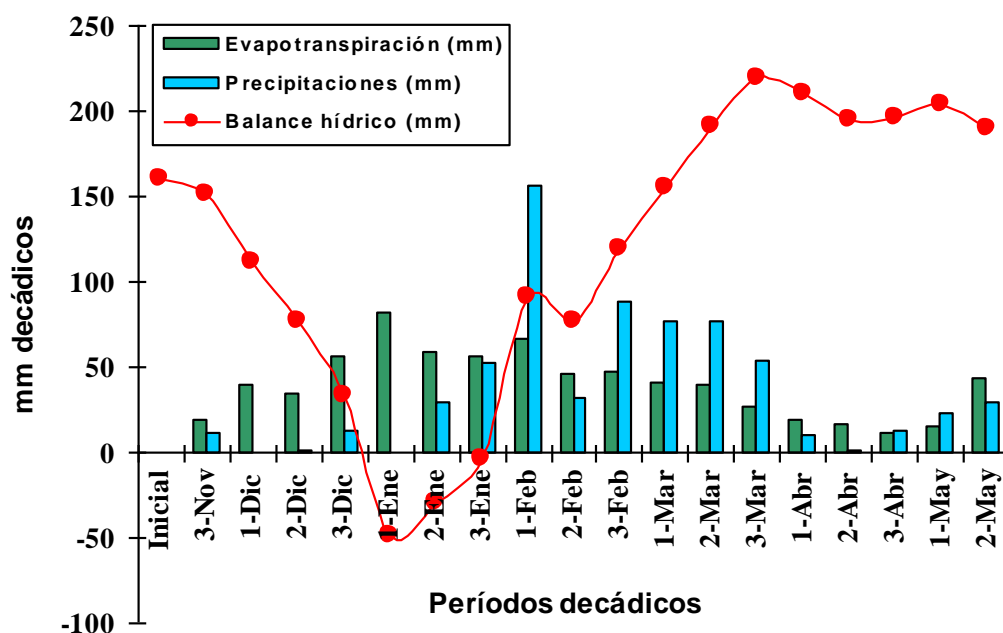
Escala de nubosidad: 0 completamente despejado, 9 completamente cubierto  
dda: después de aplicación.

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. Para evaluar el comportamiento a roya común, la enfermedad prevalente en esta campaña, se midieron la severidad y el tipo de infección (Tabla 4). En todos los casos, las observaciones se realizaron 15 post-aplicación (V11) y 35 días post-aplicación, una semana después de antesis (Estado R2). Para la evaluación de severidad de roya común del maíz se utilizó la escala visual para roya anaranjada de la hoja en trigo, (Peterson et al., 1948), que indica niveles de 1 a 5, siendo 1. 1 % de severidad 2. 5 % de severidad 3. 10 % de severidad 4. 20 % de severidad y 5. 50 % de severidad. El tipo de infección se midió con una escala de 1 a 4 (González, M., 2000) siendo: 1- Ausencia de síntomas o puntos necróticos o cloróticos, 2- Pústulas pequeñas con o sin puntos necróticos, 3- Pústulas grandes, y 4- Pústulas grandes con áreas necróticas que se unen. El tizón del norte *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard Suggs no se hizo presente.

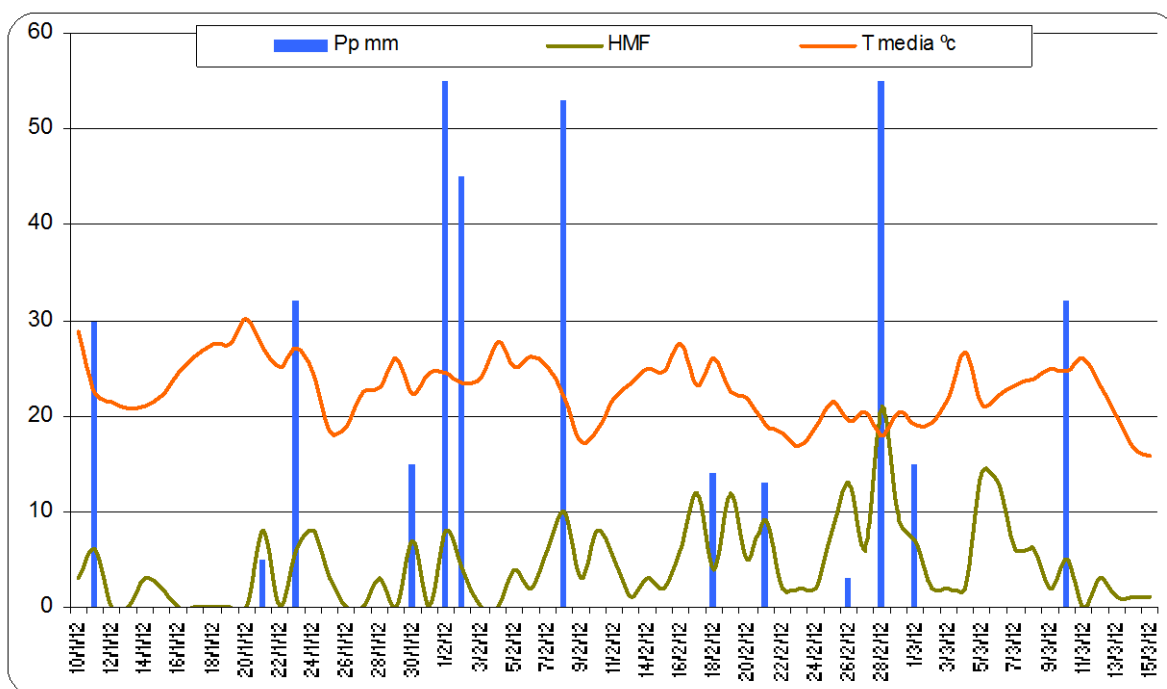
La cosecha se realizó en forma manual, con trilla estacionaria de las muestras. Sobre una alícuota de cosecha se analizaron los componentes del rendimiento, número (NG) y peso (P1000) de los granos. Para el estudio de los resultados se realizaron análisis de la varianza, comparaciones de medias y análisis de correlación.

### Descripción climática de la campaña

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones del sitio durante el ciclo de cultivo, y en la Figura 2 las temperaturas, horas de luz y el coeficiente fototermal (Q) entre el 10 de Diciembre y el 10 de Enero para la localidad de Pergamino, que constituyó la referencia más cercana donde obtener estos datos. La campaña se caracterizó por la dominancia de una sequía casi extrema. El déficit total acumulado, calculado como la diferencia entre la evapotranspiración real y potencial, alcanzó a 303 mm (Figura 1). Como consecuencia de las escasas precipitaciones, las condiciones de luminosidad no fueron restrictivas, aunque cobran poca relevancia bajo una situación de sequía tan intensa. La temperatura media fue del período fue muy elevada (Figura 2).



**Figura 1:** Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulados (mm) en el sitio experimental. La Trinidad, General Arenales. Agua disponible inicial en el suelo (200 cm) 160 mm. Precipitaciones totales en el ciclo 669 mm. Déficit acumulado de evapotranspiración 33 mm.



**Figura. 2:** Precipitaciones expresadas en mm (pp mm), horas de mojado foliar (HMF) y temperaturas medias (T Media) desde mediados de enero, febrero y principio de marzo en Pergamino, Bs As, campaña 2011/12. Estos datos climáticos evidencian condiciones ambientales conducentes para el desarrollo de Roya foliar del Maíz (*Puccinia sorghi*).

## Resultados

En la Tabla 5 se presenta la evaluación de enfermedades y Spad, y en la Tabla 6 los rendimientos y sus componentes. Con motivo de la sequía, la severidad de Roya común fue moderada. Al momento de la aplicación, en V7, alcanzaba a un 5%, levemente por debajo del umbral de control que se considera en 6 %.

**Tabla 5:** Evaluación de enfermedades e intensidad de verde por Spad de los diferentes tratamientos. Uso de fertilizantes, fungicidas y fosfitos en Maíz. La Trinidad, General Arenales, campaña 2011/12.

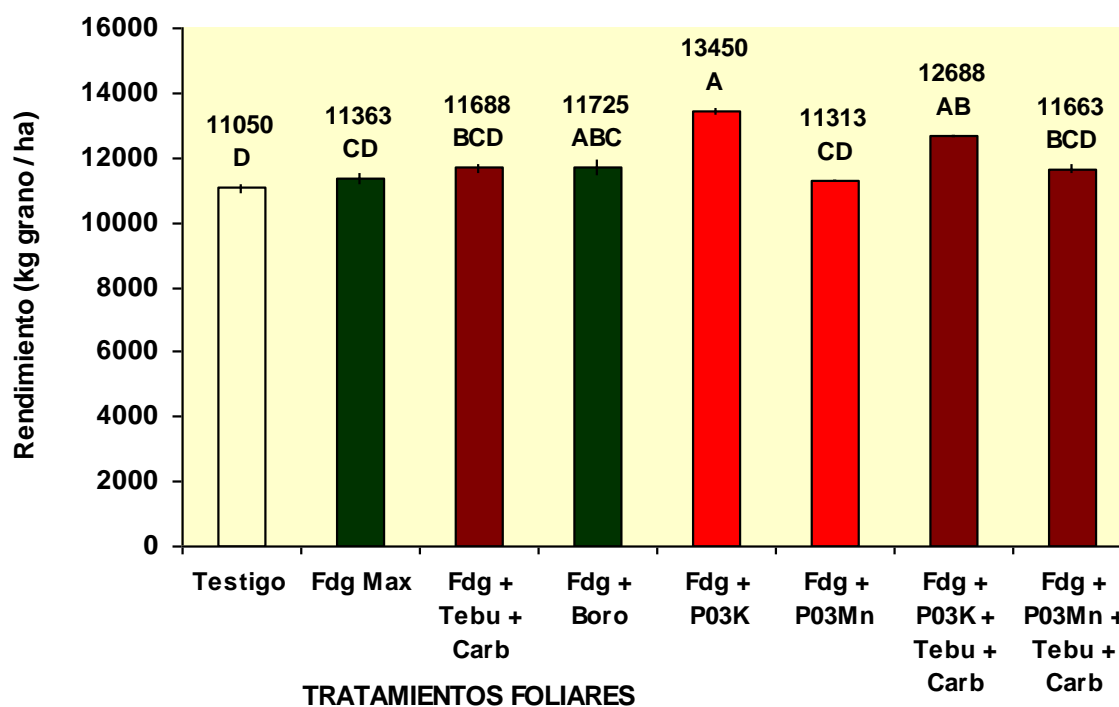
Trat.	Denominación	Unidades Spad V7	Roya Común del Maíz ( <i>Puccinia sorghi</i> ),			
			Severidad (%) V11 15 dda	Tamaño pústula (1-4)	Severidad (%) R2 35 dda	Tamaño pústula (1-4)
T1	Testigo	44,2	5	2	10	2-3
T2	Fertideg Max	47,3	5	2	10	2-3
T3	Fertideg Max + Tebuconazole + Carbendazim	45,1	1	2	5	2
T4	Fertideg Max + Borodeg	47,5	3	2	10	2
T5	Fertideg Max + Fosfito K	47,0	2	2	5	2
T6	Fertideg Max + Fosfito Manganeseo	46,8	2	2	5	2
T7	Fertideg Max + Fosfito K Tebuconazole + Carbendazim	47,4	Trazas	1	3	2
T8	Fertideg Max + Fosfito Mn Tebuconazole + Carbendazim +	47,2	Trazas	1	3	2

**Índice de Vigor:** En base a cobertura, sanidad, intensidad de verde y uniformidad. Escala 1 (mínimo)-5 (máximo vigor).  
**V7** Corresponde al estado de 7 hojas expandidas. **V11:** Corresponde al estado de 11 hojas expandidas.  
**R2:** Floración femenina.

**Tabla 6:** Fitotoxicidad, Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), componentes, y respuesta a tratamientos de aplicación foliar en maíz. La Trinidad, General Arenales. Campaña 2011/12.

Trat	Denominación	Fitotoxicidad (% área afectada)	Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	NG $\text{m}^{-2}$	PG x 1000	Dif con T1 ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
T1	Testigo	0	11050	2928,4	377,3	
T2	Fertideg Max	0	11363	2846,6	402,7	313
T3	Fertideg Max + Tebuconazole + Carbendazim	0	11688	2892,9	404,0	638
T4	Fertideg Max + Borodeg	0	11725	3021,9	388,0	675
T5	Fertideg Max + Fosfito K	0	13450	3478,4	386,7	2400
T6	Fertideg Max + Fosfito Manganeso	0	11313	2966,6	381,3	263
T7	Fertideg Max + Fosfito K Tebuconazole + Carbendazim	0	12688	3380,3	375,3	1638
T8	Fertideg Max + Fosfito Mn Tebuconazole + Carbendazim +	0	11663	3058,3	381,3	613
<b>Efecto tratamiento P=</b>			<b>0,03</b>			
<b>CV (%)</b>			<b>5,49</b>			

NG  $\text{m}^{-2}$ : número de granos  $\text{m}^{-2}$  PGx 1000: Peso de mil granos.



**Figura 3:** Producción de grano de maíz ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) según tratamientos con fertilizante, fungicida y fosfitos en Maíz, aplicados por vía foliar. Las barras verticales representan la desviación Standard de la media. La Trinidad, General Arenales. Campaña 2011/12.

## Discusión y conclusiones

\* El cultivo definió su rendimiento en la etapa post-sequía, sufriendo un leve déficit de 33 mm (Figura 1) que no impidió la obtención de excelentes niveles de producción.

\* Las condiciones fueron poco conducentes para la aparición de enfermedades, posibilitando que la severidad de Roya común (*Puccinia sorghi*) no sobrepasara el 10 % en R2, y otras enfermedades como Tizón por *Exserohilum turcicum* no se hicieran presentes.

\* Las formulaciones, mezclas de fungicidas, fungicidas y fertilizantes o fertilizantes y fosfitos fueron compatibles, formando soluciones. En ninguno de los casos provocaron fitotoxicidad sobre el área foliar.

\* Desde el punto de vista del control de enfermedades, los tratamientos con fungicida lograron detener el avance de la enfermedad, mostrando una residualidad moderada. Los fosfitos de potasio o manganeso complementaron el efecto fungicida. Sin alcanzar los niveles de control de aquellos, mejoraron su performance.

\* Las diferencias de rendimiento entre tratamientos fueron estadísticamente significativas ( $P=0,03$ ) (Tabla 6). Los tratamientos de mayor producción fueron aquellos que contemplaron el uso de fosfito de potasio, con diferencias de rendimiento de  $1638 \text{ kg ha}^{-1}$  (T7, con fungicida) y  $2400 \text{ kg ha}^{-1}$  (T5, sin fungicida), siendo destacados sobre el resto (Figura 3). El tratamiento con Boro (T4) consiguió igualmente superar los rendimientos del testigo. El uso de fungicida (T3) y fungicida más fosfito de manganeso (T8) originaron diferencias de rendimiento de  $638$  y  $613 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, aunque en este caso no fueron estadísticamente significativas.

\* Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis 1 – La aplicación de Boro incrementó los rendimientos de maíz soportando la hipótesis de mayor respuesta esperada bajo condiciones de estrés hídrico-, aceptar la hipótesis 2 – los fosfitos, especialmente el de potasio incrementaron los rendimientos en una magnitud que no es explicable totalmente por un efecto sanidad no un efecto nutrición, sino por la interacción entre ambos- y aceptar la hipótesis 3. El fungicida (Tratamiento 3) permitió obtener el máximo control de enfermedades pero no el rendimiento máximo. El rendimiento fue incrementado por la aplicación conjunta de fosfito de potasio (Tratamiento 7).

## Bibliografía consultada:

\*Alam, S. S. Naqvi, . and R. Ansari, R. 1999. Impact of soil pH on nutrient uptake by crop plant. pp 51-59. In: Pessarakli, M (eds). Handbook of Plant and Crop Stress, Second Edition. 1254 pp.

Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Campaña 2006/07. En: Experiencias en Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Año 2007. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas: 116-122.

\*Girma, K.; L. Martin; K. Freeman; J. Mosali; R. Teal; William. R. Raun; S. Moges; D Arnall. 2007 Determination of Optimum Rate and Growth Stage for Foliar-Applied Phosphorus in Corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Volume 38, Issue 9 & 10. pages 1137 – 1154.

\*Malavolta, E. 1986. Foliar fertilization in Brazil.- Present and perspectivas. pp. 170-192. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.

\*Mallarino, A.P., D.J. Wittry, D. Dousa, and P.N.Hinz. 1998. Variable rate phosphorus fertilization: On-farm research methods and evaluation for corn and soybean. In P.C. Robert et al. (ed.) Proc. Int. Conf. Precision Agric., 4<sup>th</sup>, Minneapolis, MN. 19–22 July 1998. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

\*Martens, D.C. y W.L. Lindsay. 1990. Testing soils for Copper, Iron, Manganese, and Zinc. En: R.L. Westerman (ed.) Soil testing and plant analysis. SSSA, Madison, pp. 229-264.

- \*Martens, D. and D. Westermann. 1991. Fertilizer Applications for Correcting. Micronutrient Deficiencies. Micronutrients in agriculture. Disponible on line.eprints.nwisrl.ars.usda.gov.
- \*Pais, I, J. Benton Jones. 2000. The handbook of trace elements. St. Lucie Press, Boca Raton, 223 p.
- \*Reetz, H.F. 1996. On-farm research opportunities through site-specific management. p. 1173–1176. In P.C. Robert et al. (ed.) Proc. Int Conf. Precision Agric., 3rd, Minneapolis, MN. 23–26 June 1996.
- trials were even smaller and less frequent than in small- management. p. 1173–1176. In P.C. Robert et al. (ed.) Proc. Int. plot trials. With the exception of one field in which Conf. Precision Agric., 3<sup>rd</sup>, Minneapolis, MN. 23–26 June 1996.
- \*Trinidad y Aguilar.1999. Fertilización foliar, respaldo importante en el rendimiento de cultivos. Terra Volúmen 17 número 3, 247:255
- \*Yuncai HU, Zoltan Burucs, Urs Schmidhalter (2008) Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. Soil Science & Plant Nutrition 54 (1):133–141
- \*Whitney, D.A. 1997. Fertilization. En: Soybean production handbook. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, C-449.