

# Bases de la nutrición del cultivo de maíz<sup>1</sup>

Adrián Correndo y Fernando García  
IPNI Cono Sur  
[acorrendo@ipni.net](mailto:acorrendo@ipni.net) – [fgarcia@ipni.net](mailto:fgarcia@ipni.net)

<sup>1</sup>Correndo, A.A., y F.O. García. 2014. Bases de la nutrición del cultivo de maíz. Cap. 6. En: Maíz: Técnicas probadas para una producción rentable. 1ra Ed. Marzo 2014. AACREA. Buenos Aires: 37-44.

## Conceptos básicos para el manejo de la fertilización

En un contexto de producción agropecuaria cada vez más demandante, diagnosticar correctamente el estado nutricional de los cultivos es condición necesaria para mejorar la eficiencia de utilización de los recursos e insumos involucrados en el sistema productivo. Así, el concepto central del Manejo Responsable de Nutrientes es realizar, para cada situación específica, un diagnóstico nutricional que permita la aplicación de la “fuente” correcta de nutrientes, en la “dosis” correcta, en el “momento” correcto, y en la “forma” correcta. Estos cuatro “requisitos” (4Rs) son necesarios para un manejo responsable de la nutrición, que contribuya de manera sostenible a la productividad de los cultivos y los sistemas (IPNI, 2013).

Existen principios científicos específicos que guían el desarrollo de las prácticas que determinan fuente, dosis, momento y forma correctos. Algunos ejemplos de los principios y prácticas que se debieran considerar para el manejo nutricional del maíz se muestran en la **Tabla 1**. En términos generales, los principios son comunes a todos los sistemas, pero la forma en que se ponen en práctica a nivel local varía en función de las condiciones específicas de suelo, cultivo, climáticas, económicas y sociales. Los productores y los asesores deberían procurar que las prácticas que seleccionan y aplican, estén de acuerdo con estos principios.

**Tabla 1.** Ejemplos de principios científicos y prácticas asociadas al manejo de nutrientes en el cultivo de maíz. Adaptado del Manual 4R de la Nutrición de Plantas, IPNI (2013).

MAIZ	LOS CUATRO REQUISITOS (4RS)			
	FUENTE	DOSIS	MOMENTO	FORMA
<b>PRINCIPIOS CIENTÍFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evaluar costo y oferta de nutrientes</li><li>- Adaptarse a las propiedades del suelo</li><li>- Evaluar riesgos de pérdidas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evaluar la oferta de nutrientes del suelo</li><li>- Evaluar la demanda del cultivo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evaluar las dinámicas de absorción del cultivo y de abastecimiento del suelo</li><li>- Determinar momentos de riesgo de pérdidas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reconocer los patrones de distribución de raíces</li><li>- Evaluar la variabilidad espacial</li></ul>
<b>ELECCIÓN DE PRÁCTICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fertilizantes sólidos o líquidos, mezclas o compuestos</li><li>- Productos protectores</li><li>- Abonos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Análisis del suelo</li><li>- Realizar cálculos económicos</li><li>- Balancear la remoción del cultivo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Previo a la siembra</li><li>- A la siembra</li><li>- En V4-6</li><li>- Aplicaciones divididas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Al voleo</li><li>- Incorporado</li><li>- En bandas</li><li>- Chorreado, inyectado</li><li>- Foliar</li><li>- Con la semilla</li><li>- Dosis variable</li></ul>

## El diagnóstico

El suelo es la principal fuente de nutrientes para las plantas y su oferta se estima usualmente a través del análisis de suelos de las formas “disponibles” o “extractables” de los nutrientes. La cantidad de nutriente que se extrae químicamente en un análisis, es

solo una proporción de la cantidad total de nutriente en el suelo, y la cantidad extraída tampoco es igual a la cantidad de nutriente absorbida por el cultivo pero mantiene una relación con ella y con el rendimiento del cultivo. Por lo tanto, el análisis del suelo representa un “índice de disponibilidad” de nutrientes para el cultivo.

El análisis de suelos constituye una de las mejores prácticas de manejo (MPM) para el uso de fertilizantes, y continúa siendo el enfoque más utilizado a nivel mundial, pero otras metodologías o enfoques tales como nuevos indicadores de suelo, muestreos geo-referenciados, análisis de planta, conocer los requerimientos de nutrientes, utilizar sensores remotos y modelos de simulación, aportan alternativas complementarias y/o superadoras para mejorar los diagnósticos de fertilidad (Janssen et al., 1990; Mercau, 2010; Melchiori, 2012; Ciampitti y García, 2007; Shanahan et al., 2008, Correndo y García, 2012, Espósito et al., 2012, Reussi Calvo et al., 2013).

Como se menciona líneas arriba, estimar la demanda de nutrientes del cultivo puede ser un primer paso hacia un buen diagnóstico. A modo orientativo, los requerimientos nutricionales pueden estimarse a partir de información como la que se muestra en la **Tabla 2**. Sin embargo, es recomendable contar con información propia ya que los valores pueden variar en función de las condiciones de cultivo.

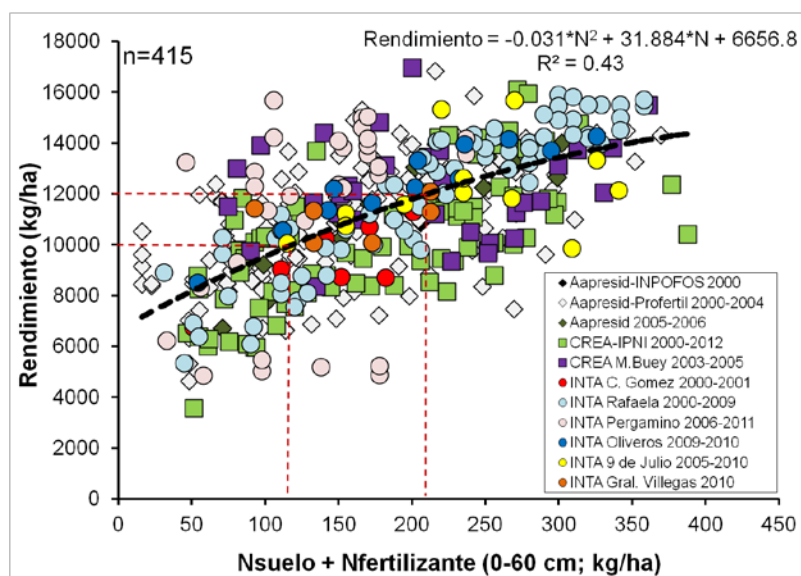
**Tabla 2.** Requerimientos estimados de macro y micro-nutrientes del cultivo de maíz, expresados como absorción total en planta y extracción en grano por tonelada de grano a humedad comercial (14.5%). Adaptado de IPNI (2013), disponible en: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>

MAIZ	Macronutrientes (kg tn <sup>-1</sup> )						Micronutrientes (g tn <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Cl
Absorción total	22	4	19	3	3	4	50	20	10	100	160	400
Extracción en grano	15	3	4	0.2	2	1	20	5	5	40	30	20

## El Manejo

### Nitrógeno (N)

De todos los nutrientes, el N es el pilar de la nutrición del cultivo. Es el nutriente que con mayor frecuencia limita la producción del maíz. Su importancia se refleja en la preocupación por el desarrollo de diferentes herramientas de diagnóstico: desde análisis de suelos a la siembra o 5-6 hojas, el análisis de plantas, el apoyo en modelos de simulación como *Maicero* (Satorre et al., 2006), hasta mediciones de índices espectrales mediante sensores remotos para decidir la fertilización en estados avanzados del cultivo. Cómo herramienta principal, las investigaciones en Argentina han permitido generar calibraciones basadas en la disponibilidad de N (como el contenido de N-nitrato en el suelo -Ns- a 0-60 cm previo o a la siembra + N del fertilizante -Nf-), facilitando la formulación de interpretaciones y recomendaciones (Ruiz et al., 2001; Álvarez et al., 2003; Pagani et al., 2008; García et al., 2010). En la **Figura 1**, para sitios en toda la región pampeana, se observa que a pesar de la gran variabilidad de ambientes explorados, el método de Ns+Nf logra explicar una buena parte de la variación del rendimiento del cultivo de maíz. Sin embargo, para mejores diagnósticos, la variabilidad debe ser considerada. La misma puede adjudicarse a factores de suelo limitantes, campaña climática, presencia de napa, aporte de N mineralizado durante el ciclo del cultivo, pérdidas del N (lixiviación, volatilización, desnitrificación), disponibilidad de otros nutrientes y otros factores de manejo (plagas, malezas, enfermedades).



**Figura 1.** Rendimiento de maíz en función de la disponibilidad de N (como N en el suelo -0-60cm- a la siembra del cultivo + N de fertilizante). Datos de 415 casos distribuidos en la región pampeana (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y La Pampa) en el período 2000-2012. Las líneas punteadas indican, según la función de ajuste, la disponibilidad de N necesaria para alcanzar rendimientos de 10 y 12 tn/ha. Regresión significativa ( $p < 0.0001$ ).

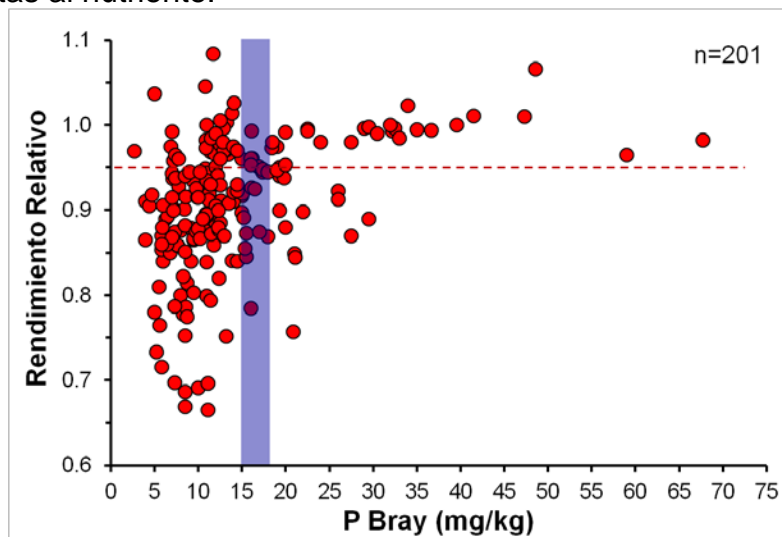
Los niveles objetivos de N ( $N_s + N_f$ ) deben considerarse según la zona y el nivel de rendimiento objetivo. Diferentes evaluaciones de resultados experimentales indican que disponibilidades de entre 140-170 kg N/ha, según el potencial de rendimiento, maximizan el beneficio económico de la fertilización nitrogenada (Alvarez et al., 2003; García et al., 2010; Salvagiotti et al., 2011). La generación de ajustes locales de esta metodología, por ejemplo para años climáticos contrastantes, presencia o no de napas, cultivo antecesor, o ciclos tempranos o tardíos; el cálculo del N anaeróbico ( $N_{an}$ ) como estimador de la oferta de N mineralizable durante el ciclo; y el manejo de la variabilidad espacial, entre otros, contribuyen a un uso más eficiente del N (Ferraris y Couretot, 2011; Espósito et al., 2012; Salvagiotti et al., 2012; Reussi Calvo et al., 2013).

Otras herramientas más complejas, como los análisis de N-nitrato en jugo de base del tallo (Echeverría et al., 2001; Lingua et al., 2007), o los métodos que evalúan el status de N en cultivos en activo crecimiento con sensores locales como el clorofilómetro SPAD 502 (Ferrari, 2011), o sensores remotos que estiman el índice de verdor normalizado – NDVI- (Melchiori, 2012), también pueden contribuir a un mejor diagnóstico. En especial, estas últimas herramientas surgen como alternativas de gran interés, dada la posibilidad de aplicación de N durante el ciclo y la sincronización de la oferta con la demanda de N, reduciendo el potencial de pérdida del nutriente.

Otra alternativa factible para mejorar la sincronía entre la aplicación y la absorción de N es la utilización de fertilizantes solubles recubiertos con productos que retrasan la liberación del nutriente y lo estabilizan, como los inhibidores de ureasa, o de la nitrificación, entre otros. Estos productos son más caros que los fertilizantes comunes, y actualmente existen en el mercado productos disponibles para cultivos extensivos como maíz con resultados de interés en diferentes investigaciones realizadas (Fontanetto y Bianchini, 2009; Ferraris y Couretot, 2011; Fontanetto et al., 2011; Salvagiotti et al., 2012).

## Fósforo (P)

El fósforo es, luego del N, el nutriente más relevante en la nutrición del cultivo. El diagnóstico de la fertilidad fosfatada de los suelos para el cultivo de maíz en Argentina se basa en el análisis en pre-siembra que determina el nivel de P Bray-1 a 0-20 cm. En la **Figura 2** se muestra la calibración del método para región pampeana, donde se estima un rango crítico entre 15 y 18 mg/kg por debajo del cual, el 77% de los casos presentó respuesta al agregado de P, y por encima del cual, el 67% de los casos no registró respuestas al nutriente.



**Figura 2.** Rendimiento relativo de maíz en función de la concentración de P Bray en el suelo (0-20 cm) a la siembra del cultivo. Datos de 201 ensayos en cultivos maíz distribuidos en la región pampeana (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, y Entre Ríos) en el período 1997-2012. La franja vertical, indica el rango crítico de P Bray (15-18) según el método de Cate y Nelson para alcanzar el 95% del rendimiento relativo.

Una vez conocido el nivel de P Bray del suelo, el criterio de fertilización para P puede definirse como de “suficiencia”, priorizando el cultivo inmediato, o de “construcción y mantenimiento”, priorizando el recurso suelo.

La fertilización fosfatada de los cultivos de grano en Argentina se ha realizado históricamente siguiendo el criterio o filosofía de suficiencia, que ha resultado en balances negativos de P (dosis inferiores a la extracción de P en las cosechas), con la consiguiente disminución de los niveles de P Bray del suelo. La decisión por uno u otro criterio, a partir del conocimiento agronómico, es empresarial y depende de factores tales como la tenencia de la tierra (propietario, arrendatario), disponibilidad de capital, etc. (**Tabla 3**). Las alternativas intermedias son validas y probablemente las más utilizadas en la actualidad (Mallarino, 2012). En cualquier caso, el conocimiento de las correlaciones, calibraciones y la interpretación del análisis de suelo contribuirá a una toma de decisión más adecuada para optimizar la eficiencia de uso del nutriente y de otros recursos. Por ej., para incrementar los niveles de P, en suelos de la región pampeana norte se reportaron aumentos de alrededor de 4 mg/kg (ppm) por cada 10 kg de P de balance positivo (Ciampitti et al., 2011).

Referido a la forma de aplicación, las aplicaciones en bandas son las que presentan mayor eficiencia de uso, pero las aplicaciones al voleo anticipadas unos 45-60 días a la siembra han mostrado eficiencias de uso similares si la dosis de aplicación de fertilizante fosfatado es alta (superior a los 20 kg/ha de P) y/o el nivel de P Bray no es muy bajo (superior a 8 mg/kg). Investigaciones recientes confirman similares eficiencias de uso del P aplicado al voleo y en bandas bajo estas condiciones (Barbagelata, 2011; Ferraris et al., 2012).

**Tabla 3.** Comparación de algunos aspectos comparativos del manejo de P entre los criterios de suficiencia, y de construcción y mantenimiento.

SUFICIENCIA	CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO
Puedo maximizar el rendimiento	Rendimientos máximos y menos variables
Dependo del precio anual del fertilizante	Mayor independencia del precio anual del fertilizante
Requiere muestreos más frecuentes	El muestreo se hace cada 2-4 años
Requiere aplicaciones más específicas	Aplicaciones de P de reposición más sencillas
Maximiza retorno al peso invertido de fertilizante	Maximiza el retorno del sistema
Estrategia de corto plazo	Estrategia de largo plazo

### **Azufre (S)**

En el caso de S, algunas redes de ensayos han permitido determinar umbrales críticos tentativos del nivel S-sulfato a 0-20 cm de profundidad en pre-siembra, con valores generalmente cercanos a 10 mg/kg, por debajo de los cuales la respuesta es altamente probable. Sin embargo, no se han podido generalizar metodologías con niveles críticos que sirvan de guía para la toma de decisión (Reussi Calvo y Echeverría, 2009; García et al., 2010; Echeverría et al., 2011).

Los ambientes más frecuentemente deficientes en S incluyen una o varias de las siguientes condiciones: suelos degradados, con muchos años de agricultura continua (especialmente soja), con historia de cultivos de alta producción con fertilización nitrogenada y fosfatada; suelos arenosos de bajo contenido de materia orgánica (MO); y/o suelos sin aporte de sulfato por presencia de napas freáticas superficiales. En maíz, las dosis de S recomendadas varían, según el nivel de rendimiento esperado y la historia agrícola del lote, entre 5 y 20 kg S/ha. Generalmente, las respuestas se saturan por encima de los 10-15 kg S/ha. Adicionalmente, es importante mencionar dos características de la respuesta al agregado de S: por un lado, es común observar una relación positiva con la respuesta a N, a veces de carácter sinérgico (Cordone et al., 2001; Capurro et al., 2003; Ferraris y Couretot, 2006; Pagani et al., 2009; Fontanetto et al., 2010; García et al., 2010); y por otra parte, considerando la fertilización de la rotación, el S es un nutriente que normalmente presenta efectos residuales sobre los rendimientos, incluso varias campañas luego de la fertilización (Fontanetto et al., 2003; García et al., 2010).

En cuanto a la fuente, generalmente es un nutriente acompañante en fuentes fosfatadas sólidas y nitrogenadas sólidas y líquidas, que en dosis normales, cubren las necesidades de S del cultivo. También está disponible en forma de yeso agrícola. El S elemental es de baja solubilidad y requiere sufrir procesos de oxidación para que las plantas lo puedan utilizar (Torres Duggan y Rodríguez, 2009).

### **Zinc (Zn)**

En la región pampeana argentina, la intensificación de la agricultura ha resultado en la disminución de los niveles de macro y micronutrientes (Sainz Rozas et al., 2013). En los últimos años, en maíz, se han incrementado en gran medida los casos de deficiencias de Zn en toda la región pampeana, con respuestas de rendimiento que oscilan entre 5% a 10%. Análisis iniciales indican que estas respuestas, generalmente se observan en suelos con prolongada historia agrícola, con caídas importantes de MO o en suelos arenosos de bajo contenido de MO, y con niveles de Zn (0-20 cm, extracción DTPA) menores de 1 mg/kg (Michiels y Ruffo, 2012; Ferraris y Couretot, 2013). Estas variables

están aun bajo estudio y no contamos con una metodología de recomendación específica.

En cuanto a la tecnología de fertilización, las respuestas se observan tanto con aplicaciones al suelo en mezclas solidas químicas o físicas y con líquidos, o en tratamientos de semillas y foliares (Prystupa et al., 2012). Las fuentes de Zn más utilizadas son los sulfatos, quelatos y oxisulfatos. Los sulfatos y quelatos son fertilizantes solubles, aptos para la fertilización foliar. Los sulfatos son los fertilizantes solubles más difundidos. Los quelatos son complejos orgánicos de Zn, usualmente más caros, tienen menor grado y se les atribuye mayor eficiencia. En los oxisulfatos, parte del Zn es muy soluble y parte es poco soluble, determinando una disolución gradual del nutriente (Melgar et al., 2012).

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, R., H. Steinbach, C. Alvarez, y S. Grigera.** 2003. Recomendaciones para la fertilización nitrogenada de trigo y maíz en la pampa ondulada. *Informaciones Agronómicas* 18. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. pp. 14-19.
- Barbagelata, P.** 2011. Fertilización fosfatada para trigo y maíz en siembra directa: Diagnóstico de fertilidad y estrategias de fertilización. *Actas Simposio Fertilidad* 2011. IPNI-Fertilizar AC. pp. 90-97.
- Capurro, J., C. Fiorito, R. Pagani, E. Arce, y L. Ferrero.** 2003. Fertilización del cultivo de maíz, Análisis de tres campañas en el área de Cañada de Gómez. *Maíz Campaña 2002/03. Para Mejorar la Producción N°23.* Santa Fe, Argentina, INTA EEA Oliveros. pp. 73-76.
- Ciampitti I.A., F.O. García, L.I. Picone, y G. Rubio.** 2011. Phosphorus budget and soil extractable dynamics in field crop rotations in Mollisols. *Soil Science Society of America Journal* 75:131-142.
- Ciampitti I.A., y F.O. García.** 2007. Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I Cereales, Oleaginosos e Industriales. *Informaciones Agronómicas* N° 33, *Archivo Agronómico* N° 11. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- Cordone, G.F., F. Martínez, J. Capurro, y R. Abrate.** 2001. Fertilización de maíz con nitrógeno y azufre en el centro-sur de la provincia de Santa Fe. VII Congreso Nacional de Maíz. AIANBA. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.
- Correndo, A.A., y F.O. García.** 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. *Archivo Agronómico* No. 14. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* No. 5. Marzo 2012. IPNI Cono Sur. Buenos Aires. Disponible en: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1155>
- Echeverría, H.E., H. Sainz Rozas, E. Herfurt, y S.A. Uhart.** 2001. "Nitrato en la base del tallo del maíz: I. Cambios durante la estación de crecimiento. *Ciencia del Suelo* 19 (2): 115-124.
- Echeverría, H.E., N. Reussi Calvo, A. Pagani, y L. Fernández.** 2011. Métodos de diagnóstico de deficiencia de azufre en los cultivos de trigo, soja de segunda y maíz. *Simposio Fertilidad 2012: La Nutrición de Cultivos Integrada al Sistema de Producción.* 18-19 de Mayo de 2011. Rosario. IPNI Cono Sur-Fertilizar AC. pp. 98-111.
- Espósito, G., W. Robledo, R. Bongiovani, M. Ruffo, y G. Balboa.** 2012. Dosificación variable de nitrógeno en maíz según el índice topográfico compuesto. *Actas XIX Congreso Latinoamericano - XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo: "Latinoamérica unida protegiendo a sus suelos".* 16-20 de Abril de 2012. Mar del Plata, Argentina. AACCS-SLCS. Cd-rom.
- Ferrari, M.** 2011. Métodos de diagnóstico de fertilidad nitrogenada en trigo y maíz. *Simposio Fertilidad 2012: La Nutrición de Cultivos Integrada al Sistema de Producción.* 18-19 de Mayo de 2011. Rosario. IPNI Cono Sur-Fertilizar AC. Disponible en: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1069>
- Ferraris, G.N. y L.A. Couretot.** 2006. Evaluación de diferentes dosis y momentos de aplicación de nitrógeno y su interacción con el azufre utilizando fuentes líquidas en el Norte de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Maíz en SD. Aapresid.* pp. 70-73.
- Ferraris, G.N., et al.** 2012. Respuesta a fósforo y nitrógeno en maíz en el norte-centro-oeste de Buenos Aires. *Revista Técnica Maíz en Siembra Directa.* Septiembre 2012. Aapresid. pp. 56-61.
- Ferraris, G.N., y L. Couretot.** 2011. Fertilización nitrogenada de maíz bajo tres escenarios productivos. *Proyecto Regional Agrícola, CERBAN. Maíz en Siembra Directa.* Aapresid. pp. 33-38.
- Ferraris, G.N., y L. Couretot.** 2013. Micronutrientes en región pampeana argentina: Posicionamiento y tecnología de aplicación. *En F. García y A. Correndo (ed.). Simposio Fertilidad 2013: Nutrición de Cultivos para la Intensificación Productiva Sustentable.* 22-23 de Mayo de 2013. Rosario. IPNI Cono Sur-Fertilizar AC. pp. 124-135.
- Fontanetto, H., H.S. Vivas, R. Albrecht, y J.L. Hotián.** 2003. La fertilización con N, P y S y su residualidad en una secuencia agrícola de la región central de Santa Fe: Efecto sobre el rendimiento de granos. *Simposio Fertilidad 2003: El Fósforo en la Agricultura Argentina,* Rosario, Santa Fe, INPOFOS Cono Sur. pp. 91-93.
- Fontanetto, H., O. Keller, J. Albrecht, H. Boschetto, C. Negro, L. Belotti, y D. Giailevra.** 2010. Fertilización combinada de N y S. *Maíz en Siembra Directa,* Aapresid: 85-90.
- Fontanetto, H., S. Gambaudo, O. Keller, J. Albrecht, G. Meroi, E. Weder, G. Gianinetto, y M. Sillón.** 2011. Fertilización nitrogenada en maíz. *Maíz en Siembra Directa.* Aapresid. pp. 39-42.
- Fontanetto, H., y A. Bianchini.** 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada con inhibidor de la ureasa en maíz de segunda. *Campaña 2007/08. Maíz en Siembra Directa.* Aapresid. pp. 121-122.
- García, F.O., M. Boxler, J. Minteguiga, R. Pozzi, L. Firpo, I.A. Ciampitti, A.A. Correndo, F. Bauschen, A. Berardo, y N. Reussi Calvo.** 2010. *La Red de Nutrición de la Región CREA Sur de Santa Fe: Resultados y conclusiones de los primeros diez años 2000-2009.* AACREA. 64p.
- IPNI.** 2013. 4R - Manual de Nutrición de Plantas: Un Manual Para Mejorar el Manejo de la Nutrición de Plantas. T.W. Bruulsema, P.E. Fixen, G.D. Sulewski, (eds.). *International Plant Nutrition Institute.* 1ra Edición Acassuso, Buenos Aires, Argentina. 140p.
- Janssen, B.H., F.C.T. Guiking, D. van der Eijk, E.M.A. Smaling, J. Wolf, y H. van Reuler.** 1990. A system for quantitative evaluation of the fertility of tropical soils (QUEFTS). *Geoderma,* 46:299-318.
- Lingua, S., M.E. Magnelli, y A. Bianchini.** 2007. Evaluación de diferentes dosis de N sobre el estado nutricional del cultivo de maíz en SD. *Ensayos en Siembra Directa.* Aapresid. pp. 46-56.
- Mallarino, A.P.** 2012. Nutrient management for increased crop productivity and reduced environmental impacts. *Actas XIX Congreso Latinoamericano - XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo: "Latinoamérica unida protegiendo a sus suelos".* 16-20 de Abril de 2012. Mar del Plata, Argentina. AACCS-SLCS. Cd-rom.

- Melchiori, R.J.M.** 2012. Fertilización variable con N: herramientas, criterios y recomendaciones. 19th ISTRO Conference – IV SUCS Meeting. Striving for Sustainable High Productivity. 24-28 Septiembre 2012. Montevideo, Uruguay.
- Melgar, R., M. Torres Duggan, y M.E. Camozzi.** 2012. Guía 2012. Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales. 1ra Ed. Fertilizar Asociación Civil. Buenos Aires, Argentina. 204p.
- Mercau, J.** 2010. Enfoques alternativos para el diagnóstico de fertilidad de suelos: una mirada con lentes de modelos funcionales de cultivo. Actas XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 31 de Mayo al 4 de Junio de 2010. Rosario, Argentina. AACs. Cd-rom.
- Michiels, C. L. y M.L. Ruffo.** 2012. El zinc limita el rendimiento del maíz en la región pampeana argentina. Actas CD XIX Congreso Latinoamericano – XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 16-20 de Abril de 2012. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Pagani A., H.E. Echeverría, H. Sainz Rozas, y P.A. Barbieri.** 2008. Dosis óptima económica de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo* 26(2):183-193.
- Pagani, A., H.E. Echeverría, y H.R. Sainz Rozas.** 2009. Respuesta a nitrógeno y azufre en el cultivo de maíz en diferentes ambientes de la provincia de Buenos Aires. *Ciencia del Suelo* 27 (1): 21-30.
- Prystupa, P., M. Torres Duggan, y G.N. Ferraris.** 2012. Tecnología de aplicación de micronutrientes en la región pampeana argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. No. 5. Marzo 2012. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. pp. 2-7.
- Reussi Calvo, N., H. Sainz Rozas, H.E. Echeverría, A. Berardo, y N. Diovisalvi.** 2013. ¿Contribuye el Nan a mejorar el diagnóstico de nitrógeno en maíz? *En* F. García y A. Correndo (ed.). Simposio Fertilidad 2013: Nutrición de Cultivos para la Intensificación Productiva Sustentable. 22-23 de Mayo de 2013. Rosario. IPNI Cono Sur-Fertilizar AC. pp. 269-272.
- Reussi Calvo, N., y H. Echeverría.** 2009. Azufre: Marco conceptual para definir las mejores prácticas de manejo en los cultivos. *En* F. García e I. Ciampitti (ed.). Simposio Fertilidad 2009: Mejores Prácticas de Manejo para una Mayor Eficiencia en la Nutrición de Cultivos. 12-13 de Mayo de 2009. Rosario. IPNI Cono Sur-Fertilizar AC. pp. 52-59.
- Ruiz R., E. Satorre, G. Maddoni, J. Carcova, y M. Otegui.** 2001. Umbrales de decisión para la fertilización nitrogenada en maíz. VII Congreso Nacional de Maíz. AIANBA. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.
- Sainz Rozas, H., M. Eyherabide, H.E. Echeverría, H. Angelini, G.E. Larrea, G.N. Ferraris, y M. Barraco.** 2013. ¿Cuál es el estado de la fertilidad de los suelos argentinos?. *En* F. García y A. Correndo (ed.). Simposio Fertilidad 2013: Nutrición de Cultivos para la Intensificación Productiva Sustentable. 22-23 de Mayo de 2013. Rosario. IPNI Cono Sur-Fertilizar AC. pp. 62-72.
- Salvagiotti, F., F. Ferraguti, y A. Manlla.** 2012. Respuesta a la fertilización y eficiencia en el uso del nitrógeno en maíz de siembra tardía sobre diferentes antecesores utilizando inhibidores de ureasa. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. No. 8, Diciembre 2012. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. pp 2-8.
- Salvagiotti, F., J. Castellarín, F. Ferraguti, y H. Pedrol.** 2011. Dosis óptima económica de nitrógeno en maíz según potencial de producción y disponibilidad de nitrógeno en la región pampeana norte. *Ciencia del Suelo* 29 (2): 199-212.
- Satorre, E.H., J.R. Micheloud, J. Belligoi, y J.L. Civasassi.** 2006. MAICERO: Nuevos Criterios para el Diagnóstico y Manejo de la Fertilización del Cultivo de Maíz en Argentina. Convenio AACREA y PROFERTIL S.A., software de aplicación agronómica.
- Shanahan, J.F., N.R. Kitchen, W.R. Raun, y J.S. Schepers.** 2008. Responsive in-season nitrogen management for cereals. *Computers and Electronics in Agriculture* 6(1): 51–62.
- Torres Duggan, M., y M.B. Rodríguez.** 2009. Buenas prácticas de manejo de fertilizantes azufrados: propiedades de las fuentes azufradas y su efectividad agronómica. *En* F. García e I. Ciampitti (ed.). Simposio Fertilidad 2009: Mejores Prácticas de Manejo para una Mayor Eficiencia en la Nutrición de Cultivos. 12-13 de Mayo de 2009. Rosario. IPNI Cono Sur-Fertilizar AC. pp. 224-233.