

ELECCIÓN DE AMBIENTES, RENDIMIENTO Y FERTILIZACIÓN DE MAÍZ SEGÚN FECHA DE SIEMBRA.

DESARROLLO RURAL-UNIDAD TERRITORIAL AGRÍCOLA INTA EEA PERGAMINO

Ings. Agrs. (MSc) **Gustavo N. Ferraris** y **Lucrecia A. Couretot**

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

ferraris.gustavo@inta.gob.ar

El maíz es el segundo cultivo en importancia en la Región Pampeana Argentina. En la campaña 2013/14, ocupó una superficie de 4,3 millones has, y se espera una cosecha de 23,9 millones Ton (Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario). La disponibilidad hídrica alrededor de la floración es la principal limitante productiva. Con el antecedente de sequías reiteradas durante algunas de las últimas campañas, como 2007/08, 2008/09 y 2011/12, la superficie de maíz en siembras tardías se ha incrementado, en la búsqueda de estabilidad en los rendimientos. Los maíces de siembra tardía tienen la oportunidad de almacenar agua en el perfil, gracias a un barbecho más prolongado. Asimismo, la floración coincide con una etapa de menor cociente fototermal, pero con menor demanda atmosférica y mayor probabilidad de obtener precipitaciones adecuadas. Así, disminuyen su potencial de rendimiento pero también los desvíos con relación a un rendimiento medio aceptable.

FECHA DE SIEMBRA Y ESTRÉS HÍDRICO.

En el este de la Región Pampeana Argentina, la magnitud y el momento de ocurrencia de las precipitaciones está fuertemente afectado por el fenómeno ENSO (NOAA, 2014). Cuando ocurre un fenómeno El Niño, las precipitaciones aumentan desde la primavera favoreciendo la siembra de maíces en fecha tradicional. En cambio, en años con episodio La Niña, las lluvias de primavera disminuyen, tendencia que se acentúa en el mes de diciembre. Las máximas lluvias de verano suelen ocurrir en el período enero-febrero-marzo, coincidiendo con la floración de los maíces tardíos. Esta dinámica afecta las temperaturas, ya que la falta de precipitaciones suele estar acompañada de una baja en la humedad relativa y las precipitaciones.

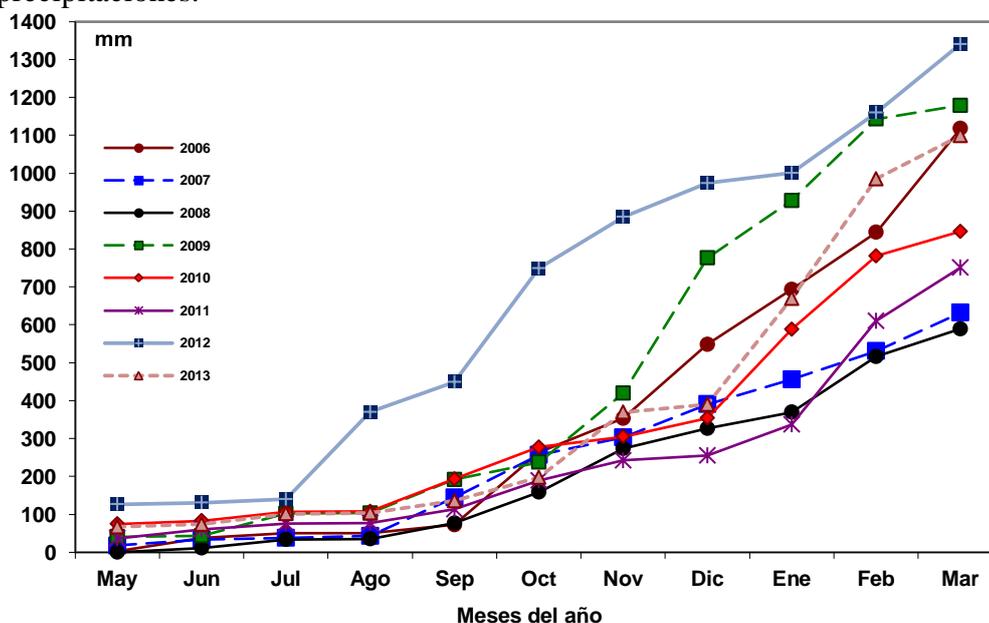


Figura 1: precipitaciones acumuladas en la EEA INTA Pergamino entre las campañas 2006/07 y 2013/14. Los años donde transcurre un evento El Niño (2006, 2009 y 2012) incrementan las

precipitaciones en la primavera. En cambio, los años en los que ocurre el fenómeno La Niña (2007, 2008, 2010, 2011) las lluvias aumentan desde enero, o permanece bajas durante todo el ciclo.

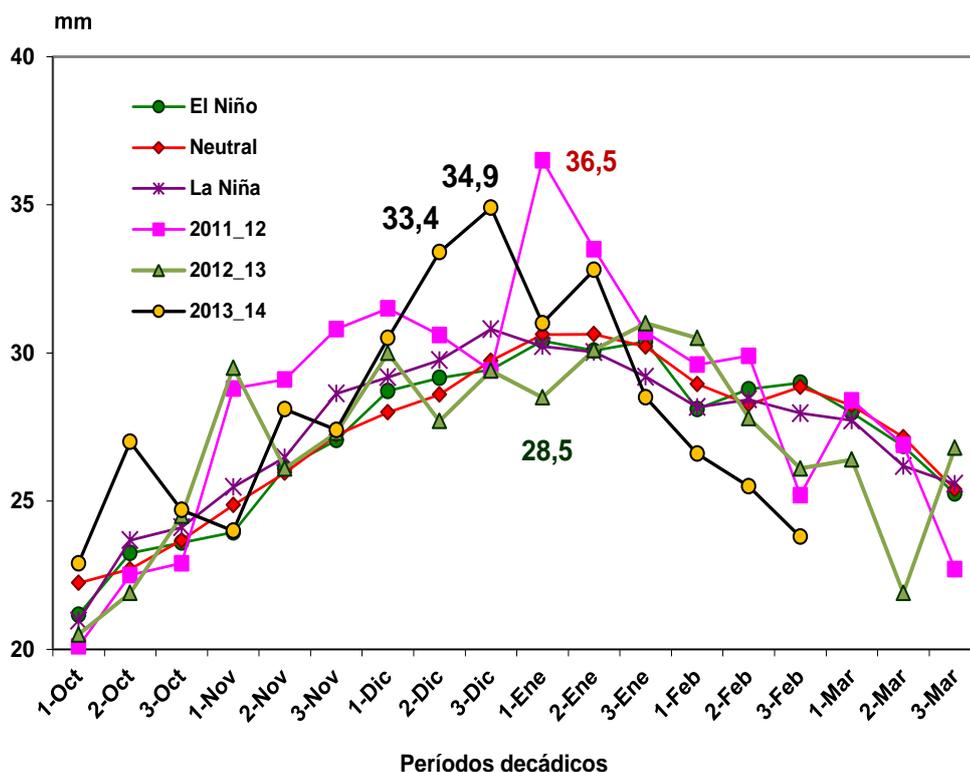


Figura 2: Promedio de las temperaturas máximas por década durante el ciclo de maíz. Se diferencian los años según fenómeno ENSO, y se incluyen las tres últimas campañas. Nótese el incremento de temperaturas de diciembre en años con fenómeno La Niña, con énfasis en 2011.

RENDIMIENTOS DE MAÍCES TEMPRANOS Y TARDÍOS.

En la Figura 3 se presentan datos apareados de rendimiento para pares de datos con un mismo sitio, manejo y fertilización, pero variando solamente la fecha de siembra. Se incluyen datos de producción de los Grupos CREA Región Buenos Aires Norte (Ermácora et al., 2013) y de ensayos de fertilización de la EEA Pergamino, realizados en Pergamino, Colón y Ferré (Ferraris et al., 2010; Ferraris y Couretot, 2013.a, b.). La pendiente de la relación ajustada es $\neq 1$ ($P=0,000$), lo que manifiesta la falta de correspondencia en el rendimiento entre ambas FS en un mismo sitio. Se demuestra que los maíces tardíos alcanzan mayores rendimientos en ambientes restrictivos, mientras que los tempranos suelen destacarse en situaciones productivas de alto potencial de rendimiento. El punto de equilibrio para esta región se ubica en un rango de 9000 a 9500 kg ha⁻¹ (Figura 3).

Aun en ciclos húmedos como la campaña 2012/13, varios puntos muestran desvíos negativos, evidenciando mayor rendimiento en fechas tardías. Se trata de parcelas con baja fertilización nitrogenada, donde la mayor disponibilidad en el suelo de los maíces tardíos es responsable de una mejor nutrición. Esto permite hipotetizar que, en muchos casos, el menor rendimiento de los maíces tempranos podría deberse a un inadecuado ajuste en la fertilización nitrogenada.

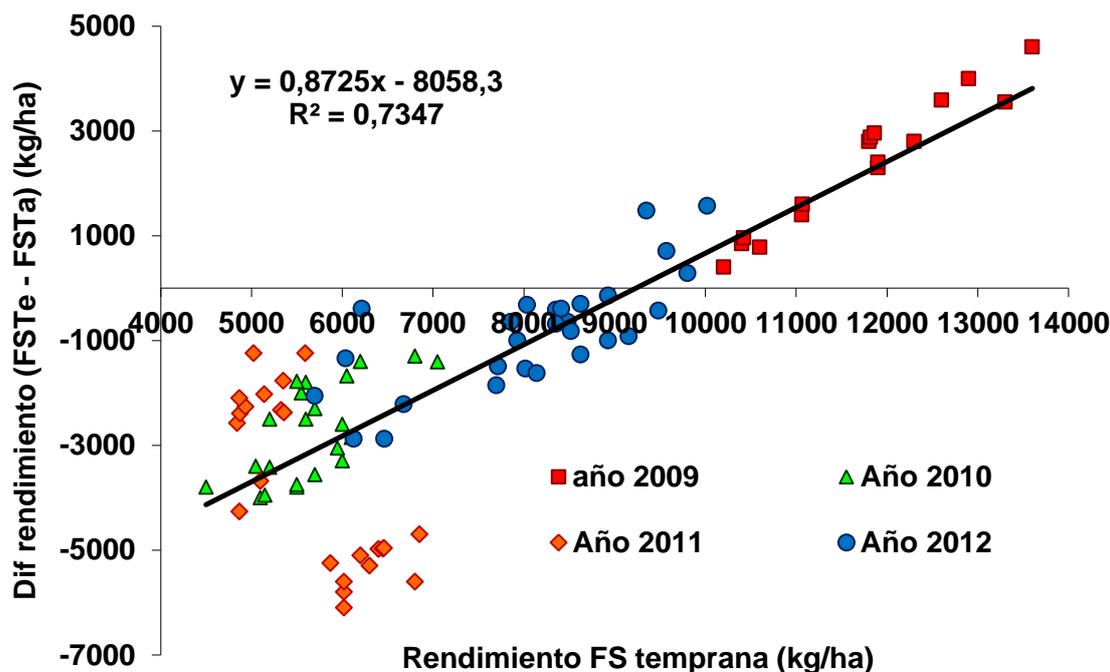


Figura 3: Relación entre los desvíos de rendimiento (FS temprana – FS tardía) y el rendimiento obtenido en fechas tempranas.

FERTILIZACIÓN NITROGENADA.

En la región Norte de Bs As y Sur de Santa Fe, es habitual observar un incremento de 30- 40 kgN ha⁻¹ en el período setiembre-diciembre. Por este motivo, aun cuando se decidiera un mismo objetivo de nitrógeno (sumando el contenido en el suelo a la siembra y el agregado mediante fertilización), lo cual actualmente es motivo de disenso, la dosis recomendada a aplicar puede reducirse considerablemente. Esto no aplica a maíces de segunda con antecesor trigo, cebada o colza, donde el consumo, la inmovilización en los residuos y la falta de tiempo en barbecho que permita la recomposición de nitratos reducen su disponibilidad, con frecuencia a valores menores a los observados a la siembra de maíces tempranos (Figura 4.a). Como consecuencia, se espera mayor respuesta a N en cultivos con antecesor invernal, en comparación con antecesor barbecho (Figura 4.b).

El rendimiento para la dosis de N0 es superior en FS tardía con relación a FS temprana, y la respuesta a la fertilización nitrogenada suele ser menor, lo mismo que la eficiencia de uso de nitrógeno (EUN) (Figura 5).

Persisten controversias acerca de la definición del N objetivo en ambas fechas de siembra. En ambientes de alto rendimiento del Sur de Santa Fe y Sudeste de Córdoba, Ascheri (2013) propone un mismo objetivo de N (suelo + fertilizante), siempre que se mantenga el rendimiento objetivo. Por el contrario, en el norte de Bs As sobre sitios de potencial intermedio, Ermácora et al, (2013) alcanzaron la máxima respuesta y rendimiento con un menor oferta de N en fechas de siembra tardía, en comparación con la tradicional siembra temprana. En otras situaciones se ha sugerido un comportamiento intermedio. Ferraris y Couretot (2013), en un ensayo de fertilización nitrogenada conducido en Pergamino, observaron un rendimiento base superior en FS tardía cuando la disponibilidad de N fue excesivamente baja (solo N proveniente del suelo)(Figura 6). Por el contrario, no existieron diferencias apreciables en el N necesario para alcanzar el rendimiento máximo. Este comportamiento se explicaría en la mayor importancia del N proveniente de la mineralización –que se espera superior en FS tardía- en condiciones de N limitante.

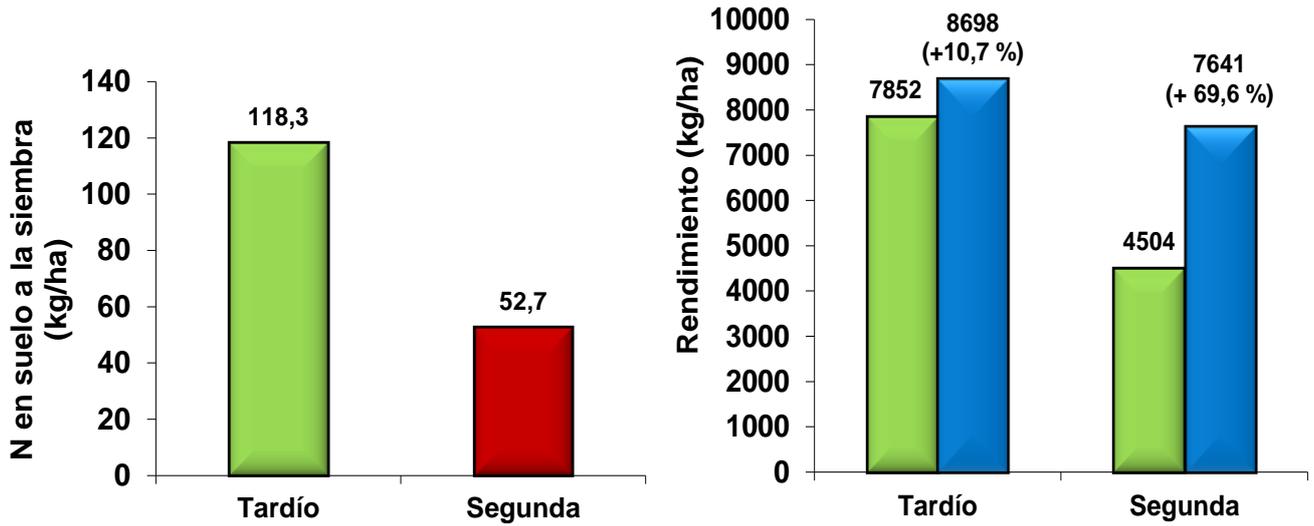
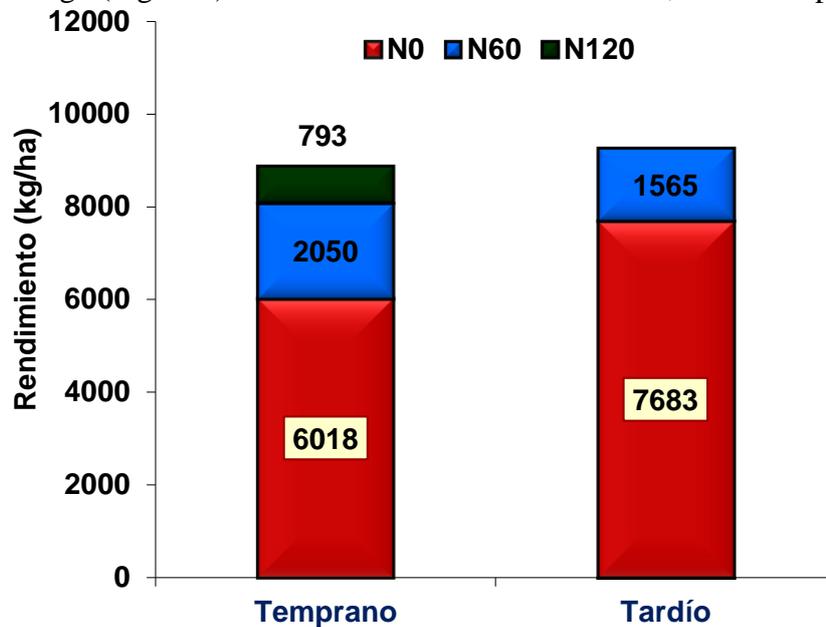


Figura 4.a

Figura 4.b

Figura 4: a) Disponibilidad de N y b) Respuesta a la fertilización, en maíces diferidos según antecesor barbecho (tardío) o trigo (segunda). Datos CREA Teodelina. JS Pizzi, analizado por G. Ferraris.



Estrategia de Producción de Maíz

Figura 5: Rendimiento de maíz en FS temprana y tardía, según dosis de N aplicado a la siembra. La cifra expresada para las dosis de N60 y N120 representan el incremento de rendimiento con relación a la dosis inmediatamente inferior (cero para N120 en FS tardía). Ensayo de fertilización nitrogenada en maíz, Pergamino, 2012/13.

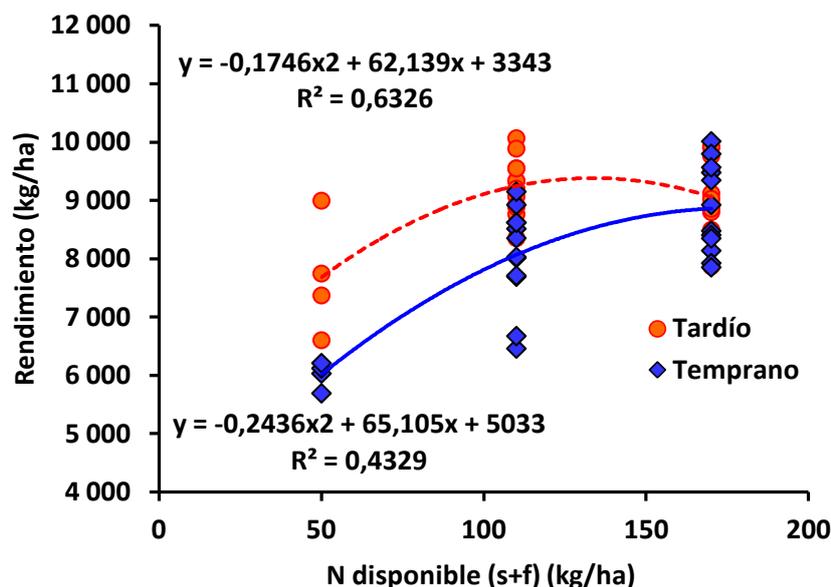


Figura 6: Relación rendimiento de maíz y N disponible (suelo 0-60 cm + fertilizante) según fecha de siembra para un mismo sitio experimental. Pergamino, 2012/13.

FERTILIZACIÓN FOSFORADA.

Los maíces de FS diferida han demostrado similar capacidad de responder a la fertilización fosforada si el nivel en el suelo es limitado, pero dicha respuesta es de menor magnitud y la saturación se alcanza a dosis más bajas de P (Figura 7). La mayor temperatura facilita la difusión de P a la vez que favorece el crecimiento y la captura de recursos. Estos procesos se ven severamente afectados cuando los cultivos crecen en suelos deficitarios en P, y aun fríos en los inicios de la primavera, situación típica que enfrentan los maíces de FS temprana. En FS tardía se comprobó además escasa diferencia entre variantes tecnológicas, como el cambio de fuentes, sistema de aplicación (cobertura total en superficie o localizado en bandas) (Figura 7).

Una visión de mediano plazo podría cuestionar los criterios habituales. La saturación de la respuesta a bajas dosis de P conduciría a aplicar niveles sensiblemente menores a los exportados con los granos, acentuando el balance negativo.

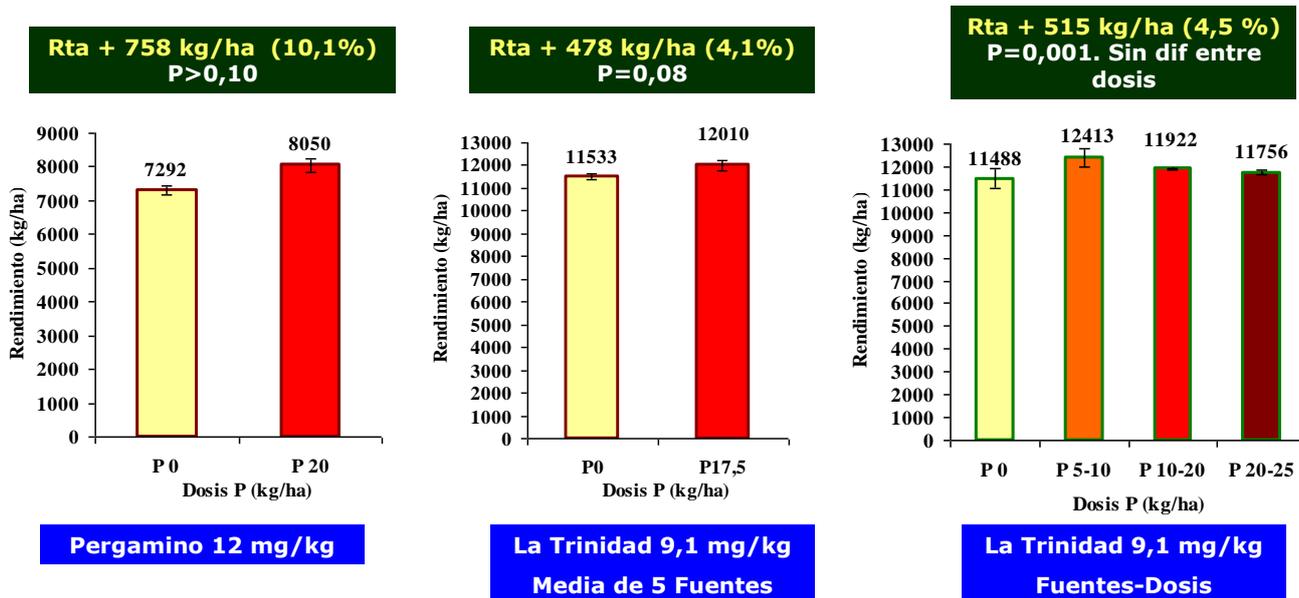


Figura 7: Respuesta a fósforo en maíces tardíos, en diferentes experimentos destinados a construir curvas de respuesta a la fertilización y evaluar variantes tecnológicas. Adaptado de Ferraris y Couretot, 2014.

OTROS NUTRIENTES

Como sucediera con N, la disponibilidad algunos microelementos como Zinc (Zn) y Boro (B) suele aumentar considerablemente al retrasar la fecha de siembra (Figura 8). Sin embargo, esto no implica que no exista potencial de respuesta a la fertilización (Figura 9). Un interrogante no dilucidado aun refiere a la fecha de análisis que debería tomarse como referencia.

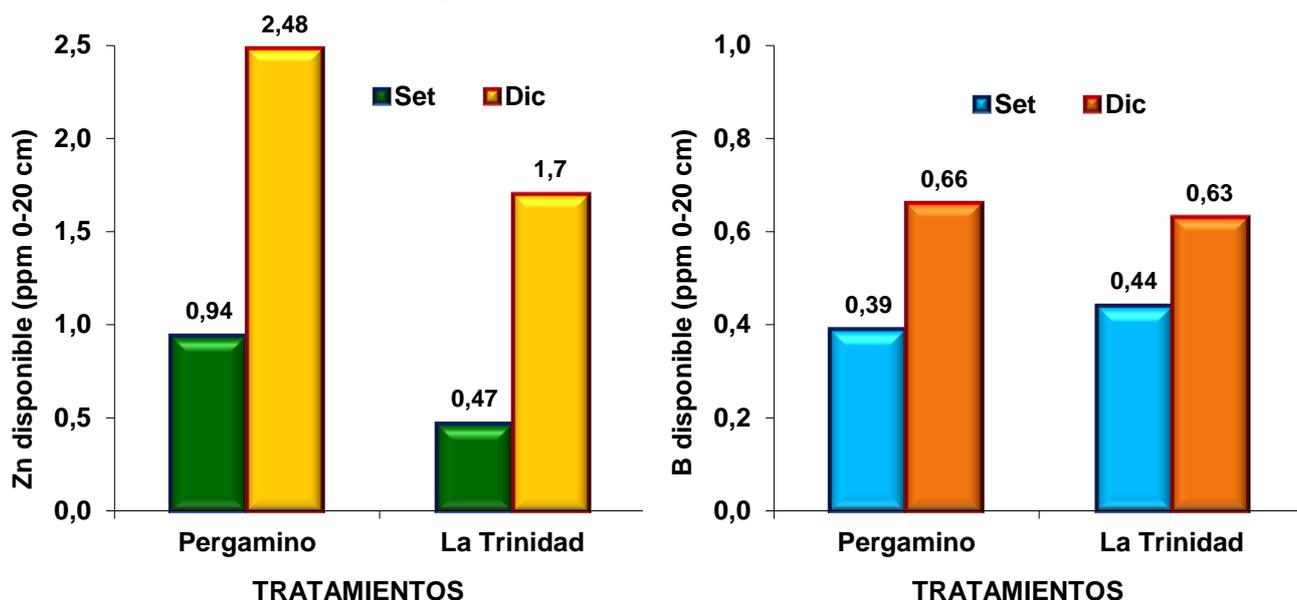


Figura 8: Disponibilidad de a) Zinc y b) Boro según fecha de análisis en dos experimentos de Maíz conducidos en Pergamino y La Trinidad.

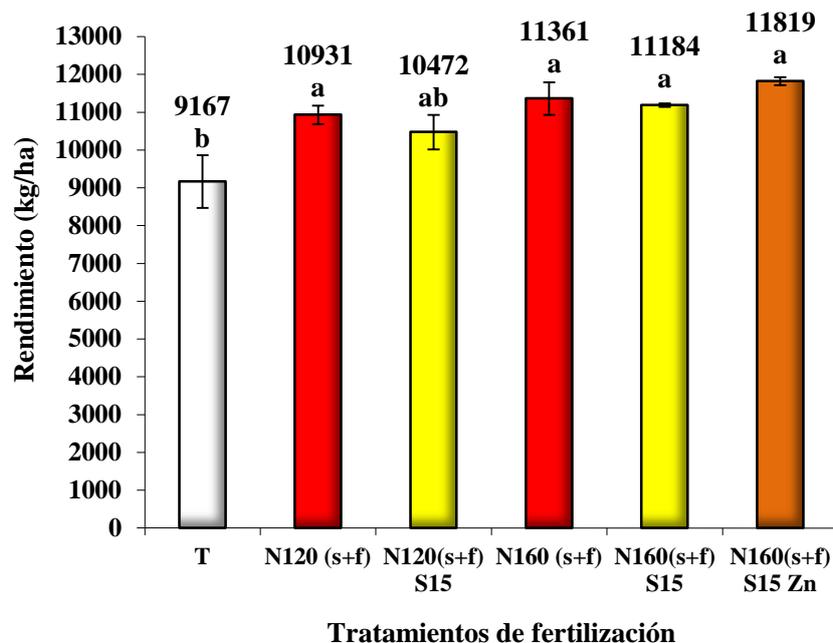


Figura 9: Respuesta a la fertilización con N, S y Zn en siembras tardías en la localidad de La Trinidad, General Arenales. Zn disponible (DTPA, 0-20 cm): Octubre 0, 71 mg kg⁻¹; Diciembre 1,6 mg kg⁻¹.

CONSIDERACIONES FINALES

Los maíces de FS temprana, tardía y de segunda alcanzan su óptimo en ambientes contrastantes. Mientras los tempranos expresan el acercamiento a rendimientos potenciales, los tardíos son un paradigma en la búsqueda de estabilidad productiva. En tanto, los maíces de segunda podrían significar un caso avanzado de intensificación productiva.

Los maíces tardíos permiten sostener la superficie de cultivo en ambientes desfavorables, bajar costos y generar altos volúmenes de residuos. Probablemente la fertilización no es el punto crítico en el manejo del cultivo – lo es mucho más en siembras tempranas o cultivos de segunda- pero el ajuste de dosis, la mitigación en las pérdidas de N, y el desafío de mantener un balance nutricional entre extracción y reposición son objetivos actuales, con el objetivo de afianzar su siembra e insertarlo dentro de los sistemas de producción.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- *Andrade, F.H. 2002. Bases funcionales de la producción del cultivo de maíz. Su aporte a la economía sostenible. En: Satorre, E.H. (Ed.) Guía Dekalb del cultivo de maíz. Buenos Aires: Servicios y Marketing Agropecuario. pp. 14-19.
- *Ascheri, L. 2013. Siembra de Maíces tardíos. En: Jornada CREA Sur de Santa Fe. Maíz 2013. Venado Tuerto, 24 de Julio.
- *Barraco, M y M. Díaz-Zorita, 2005. Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en Hapludoles Típicos. En: Ciencia del Suelo 23(2): 197-203.
- *Barraco, M., C. Scianca y A. Lardone. 2011. Fertilización con nitrógeno en maíces y sorgo tardío. Memoria Técnica 2010-2011. EEA INTA General Villegas. Pp 22-23.
- *Bolsa de Comercio de Rosario. Consultado 16-May-2014. Disponible on-line <http://www.bcr.com.ar/Pages/GEA/estimaProd.aspx>
- *Borrás, L. y B.L. Gambín (2011). Resultados de la red de ensayos de maíces tardíos Aapresid. Maíz en SD. Revista AAPRESID.
- *Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency – measurement and management. En: Fertilizer Best Management Practices: General Principles, Strategy for their Adoption and Voluntary Initiatives vs Regulations.

259 pp. Proc. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices. 7-9 March 2007. Brussels, Belgium. International Fertilizer Industry Association. Paris, France. pp. 1-28.

*Ermácora, M., E. Gandino y M. Reyes. 2013. Ensayos comparativos de híbridos y planteos productivos: Convencional vs. Tardío. Ensayos Zonales de Maíz. Campaña 2012-13. Zona Norte de Bs. As.

*Espósito, G.; W. Robledo, R. Bongiovanni, M. Ruffo, E. Diez y G. Balboa. 2012. Análisis del efecto año sobre la dosis variable de nitrógeno en maíz. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo “Latinoamérica unida protegiendo sus suelos”

*Espósito, G; C Castillo & R Balboa. 2006. Calibración y validación de un método de diagnóstico de fertilización nitrogenada en maíz para el sur de Córdoba (Argentina). Revista de Investigación Agraria. RIA, 35(3):45-63.

* Ferraris, G. y L. Couretot. 2013.a. Fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados en sistemas de producción de maíz tradicionales y tardíos. INTA EEA Pergamino. Informe técnico. 9 pp.

* Ferraris, G. y L. Couretot. 2013.b. Fertilización Nitrogenada de maíz bajo tres escenarios productivos. Eficiencia, efecto de fuente y uso de inhibidores. En: Maíz. Resultados de experiencias. Pp 145-151.

*Ferraris, G. y L. Couretot. 2014. Evaluación de fuentes fosforadas en Maíz tardío en el medio-oeste de Buenos Aires. Campaña 2011/12.

* Ferraris, G., L. Couretot y M. Toribio. 2010. Pérdidas de nitrógeno por volatilización y su implicancia en el rendimiento del cultivo de maíz en Pergamino (Bs As). Efectos de fuente, dosis y uso de inhibidores. Mesa de Fertilidad y Nutrición de Cultivo. IX Congreso Nacional de Maíz. 1º Simposio Nacional de Sorgo. 4 pp.

* Ferraris, G., L. Couretot y J. Urrutia. 2013. Respuesta a nitrógeno, azufre y zinc en maíz de siembra tardía en el medio-oeste de Buenos Aires. En: Maíz en Siembra Directa. Aapresid. 5 pp.

*Fontanetto H. y O. Keller. 2006. Manejo de la fertilización en Maíz. Experiencias en la Región Pampeana Argentina. En: Información Técnica de Cultivos de Verano. Campaña 2006. Publicación Miscelánea N° 106. pp 85-113 INTA EEA Rafaela.

*Maddoni. G. 2009. Fecha de siembra como estrategia de manejo de agua en maíz. En: XVII Congreso Aapresid. Actas. Rosario, Santa Fe, 19 al 21 de agosto de 2009. Rosario: Aapresid. p. 195.

*Reussi Calvo, N.I.; H. Sainz Roza; H.E. Echeverría & A. Berardo. 2013. Contribution of anaerobiosis incubated nitrogen to the diagnosis of nitrogen status in spring wheat. Agron. J. 2: doi:10.2134/agronj2012.0287.

* Scharf, PC; NR Kitchen; KA Sudduth; JG Davis; VC Hubbard & JA Lory. 2005. Field-scale variability in optimal nitrogen fertilizer rate for corn. Agron. J. 97:452–461.

*Snyder, CS & TW Bruulsema. 2007. Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America: Indices of Agronomic and Environmental Benefit. International Plant Nutrition Institute. June 2007. Ref # 07076. 4 pp. International Plant Nutrition Institute. Norcross, GA, USA. <http://www.ipni.net>.

Mar del Plata, Argentina – 16 al 20 de abril de 2012