

TENDENCIAS EN RENDIMIENTO DE MAÍZ ENTRE HÍBRIDOS ACTUALES Y ANTERIORES SEGUN FECHA DE SIEMBRA

María Otegui², Alfredo Cirilo^{*1}

Palabras clave: progreso, genética, manejo

La ganancia global de rendimiento en grano de maíz en Argentina, considerando mejoras genéticas y de manejo agronómico, ha sido pequeña en la última década. Esto coincide con la fuerte adopción de maíz de siembra tardía con reducciones en el peso individual del grano, alertando sobre la necesidad de atender la obtención de híbridos adaptados a tales siembras en los programas de mejoramiento.

INTRODUCCION

El rendimiento en grano en maíz (*Zea mays L.*) aumentó de manera sostenida a nivel mundial en los últimos 50 años (figura 1a), estimándose una tasa de ganancia global (incluye mejoras genéticas y de manejo agronómico) de 1,6% anual (Ray *et al.*, 2013). Si bien esta ganancia es la más alta entre los principales cultivos extensivos para grano, la brecha respecto al incremento requerido para satisfacer la demanda mundial hacia el 2050 (2,4% por año; Ray *et al.*, 2013) es muy grande. Los aumentos requeridos de producción deberán venir de la mano de aumentos sustanciales del rendimiento, tanto producto del mejoramiento genético como de mejoras en las prácticas de manejo, con el fin de optimizar el uso de la tierra hoy destinada a la agricultura si no se quiere continuar avanzando la frontera agrícola hacia ambientes considerados frágiles. Este último aspecto conlleva tanto la intensificación de la producción como también el logro de mayor estabilidad interanual en los rendimientos, especialmente tendiente a evitar años con fuertes disminuciones.

En el caso de Argentina se ha registrado un aumento sostenido en el rendimiento en grano del cultivo de maíz, con valores medios de 117 kg.ha⁻¹.año⁻¹ (2,58% anual) para el período 1970-2015. Esta tendencia, sin embargo, no fue uniforme. Se registraron aumentos (entre 63 y 198 kg.ha⁻¹.año⁻¹, según el período) hasta el año 2005, momento a partir del cual se verificó un marcado estancamiento en el rendimiento en grano (figura 1b). Esta respuesta coincide con una fuerte adopción de maíces de siembra tardía en las principa-

les provincias productoras de este cereal (figuras 1c y 1d). Con este manejo se busca aprovechar la mayor estabilidad de rendimiento en grano de esas siembras asociada a un balance hídrico más favorable (Mercau y Otegui, 2014), a pesar de su menor potencial de rendimiento (Otegui *et al.*, 1995).

Mejoramiento genético y ganancia de rendimiento

Los programas de mejoramiento genético de maíz han puesto énfasis en la evaluación de germoplasma en redes amplias de ensayos con el objetivo de seleccionar materiales con mayor tolerancia general al estrés abiótico, principalmente por déficit hídrico. En la zona núcleo Pampeana (i.e. norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe), donde se asientan los programas de mejora genética de las empresas con mayor participación en el mercado local, dichos esfuerzos se orientaron a la obtención de híbridos con comportamiento superior en fechas de siembra tempranas (Septiembre-Octubre). Para estas condiciones, los estudios de ganancia genética estimaron valores entre 105 y 249 kg.ha⁻¹.año⁻¹ (Eyhérbide y Damilano, 2001). Hasta la aparición en 1997 de maíces transgénicos con protección contra insectos, la siembra anticipada de maíz buscó escapar al déficit hídrico estival adelantando la floración y evitar la incidencia de plagas animales que se acrecienta con el retraso de la siembra. La introducción de la tecnología Bt eliminó esta última restricción, habilitando la fuerte adopción de siembras tardías que permiten al cultivo explorar los mejores balances hídricos ya mencionados (Mercau y Otegui, 2014).

1 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Pergamino, Argentina. * cirilo.alfredo@inta.gob.ar

2 - FAUBA-Conicet

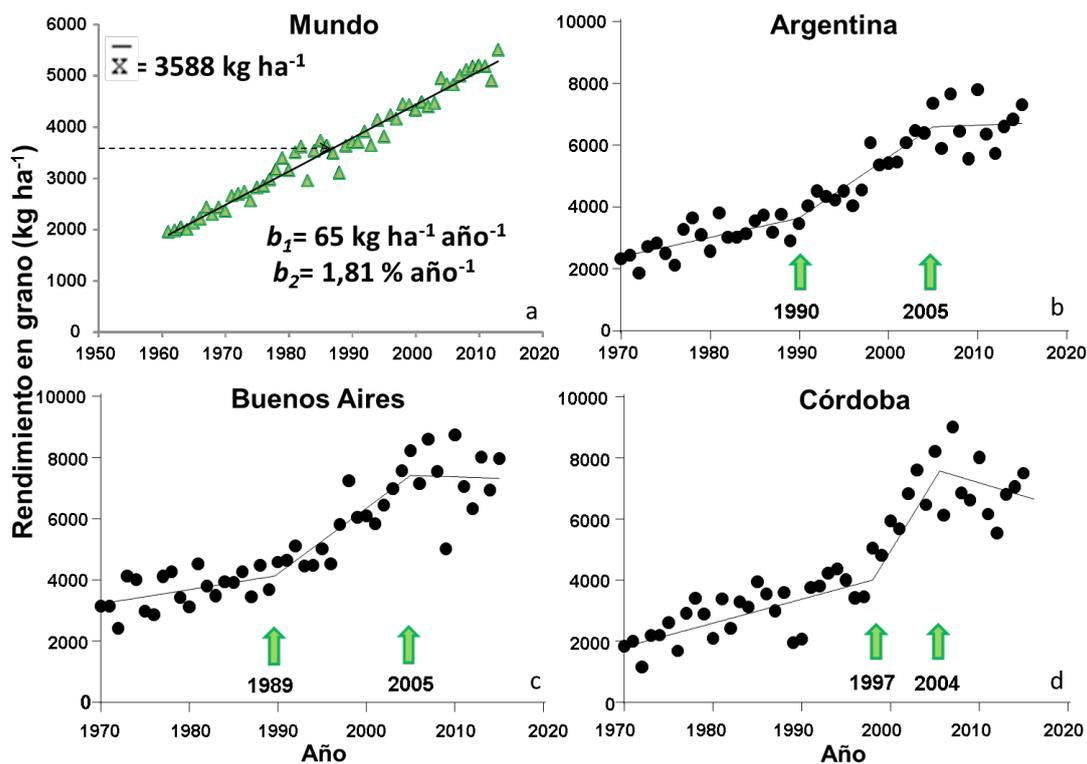


Figura 1. Evolución del rendimiento en grano de maíz a nivel mundial (a), en Argentina (b) y en las principales provincias productoras de Argentina (c-d). En la figura (a) se indica el valor promedio \bar{x} la ganancia global del período considerado, tanto en términos absolutos (b_1) como porcentuales ($b_2 = b_1 \times 100 / \bar{x}$). Las flechas en b-d indican los años en que se registró un cambio en la pendiente según los modelos tri-lineales ajustados. Los valores de pendiente en cada fase fueron 63, 198 y 11 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ en (b), 46, 214 y $-10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ en (c), y 78, 473 y $-86 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ en (d). Datos obtenidos de (a) FAO (www.fao.org), y (b-d) Minagri (www.agroindustria.gob.ar/sitio/).

Sobre un conjunto de híbridos de maíz liberados entre 1965 y 2012 en Argentina (29 híbridos totales, 19 de los cuales eran híbridos simples) se analizaron los efectos del mejoramiento genético tanto sobre el rendimiento en grano como sobre sus determinantes fisiológicos y componentes numéricos. Se observó que el mejoramiento genético provocó aumentos en la producción de biomasa total, el índice de cosecha (proporción de la biomasa total aérea que es cosechada como granos) y el número de granos por unidad de superficie, sin cambios en el peso individual del grano. Considerando el conjunto de todos los híbridos evaluados, el progreso genético (1,04 % anual) representa un 40% de la mejora total de rendimiento. Pero si sólo se tiene en cuenta a los híbridos simples, dicho progreso se reduce a 0.80% anual y representa el 31%. El resto sería atribuible a mejoras de manejo y a interacciones Genética \times Manejo. Estos resultados corresponden a cultivos creciendo en condiciones potenciales en siembras tempranas. Para contrastar el efecto del mejoramiento genético en los ambientes que exploran las siembras tardías, en INTA Pergamino se están conduciendo actualmente trabajos que incluyen híbridos simples de una misma empresa, representativos

de diferentes épocas del mejoramiento (liberados desde 1980), creciendo bajo riego en un rango amplio de densidades (60000-120000 plantas/ha) y en épocas de siembra contrastantes (Campaña 2014/2015 y 2015/2016). Los resultados preliminares indican que el efecto de la mejora genética para rendimiento en grano es reducido para híbridos simples en siembras tempranas (0,57 %/año), en concordancia con los antecedentes ya comentados. Cabe destacar que esta mejora se verifica exclusivamente al utilizar densidades de siembra altas (figura 2a). El efecto del mejoramiento se torna nulo en siembras tardías, independientemente de la densidad de siembra evaluada (figura 2b).

El análisis de los componentes numéricos del rendimiento reveló que se sostiene la tendencia a un aumento en el número de granos por m^2 como consecuencia del mejoramiento genético. Sin embargo, las mejoras del número de granos estuvieron acompañadas por una tendencia negativa en el peso individual del grano en siembras tardías. Esta compensación entre ambos componentes numéricos explicaría la ausencia de cambios en el rendimiento en grano entre híbridos de diferente época del mejoramiento al atrasar la fecha de

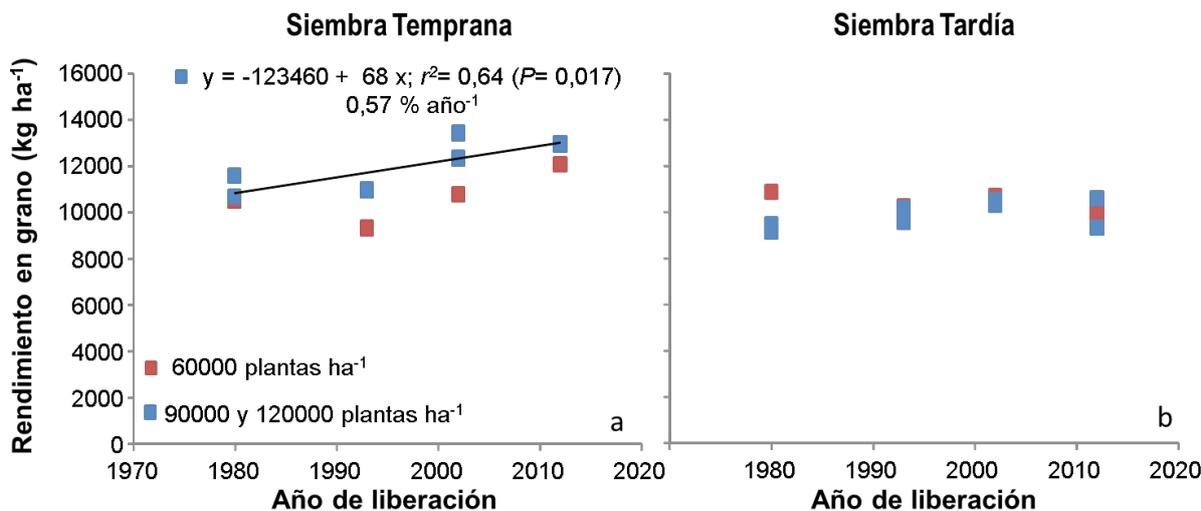


Figura 2. Efecto del mejoramiento genético para rendimiento en grano de maíz cultivado bajo riego en Pergamino en siembras tempranas (a) y tardías (b). En cada fecha de siembra se evaluaron tres densidades de plantas.

siembra (figura 2b). Estos resultados sugieren una insuficiente capacidad del cultivo para atender el llenado de los granos en las condiciones de oferta ambiental declinante propia de las siembras tardías (Cirilo y Andrade, 1996). Estos indicios alertan sobre la necesidad de atender esta deficiencia en los programas de mejoramiento para la obtención de híbridos adaptados a las siembras tardías.

CONCLUSIONES

La ganancia global de rendimiento en grano del cultivo de maíz en Argentina ha sido en promedio de 117 kg.ha⁻¹.año⁻¹ (2,58% anual) para el período 1970-2015, pero la mejora registrada en la última década fue casi nula (0,16% anual). Los estudios de progreso genético conducidos en Pergamino con siembras tempranas indican una mejora de 1,04% anual para híbridos liberados entre 1965 y 2012, que disminuye a 0,80% anual cuando sólo se consideran híbridos simples. Estas mejoras representan 40% y 31%, respectivamente, de la ganancia global de rendimiento de maíz en Argentina. En estudios recientes, con híbridos simples liberados desde 1980, el progreso genético es aún más bajo (0,57%/año) y cae a niveles casi nulos en siembras tardías, debido a que la reducción en el peso individual del grano que se registra en estas siembras compensa la mejora del número de granos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cirilo, A.G., Andrade F.H. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. En: Crop Science 36, 325-331.

Eyhérbide, G., Damilano, A. 2001. Evolución de la ganancia genética en rendimiento de grano de maíz en Argentina entre 1979 y 1998. En: Asociación de Ingenieros Agrónomos del Norte de la Provincia de Buenos Aires (Eds.), Actas VII Congreso Nacional de Maíz. 7 al 9 de noviembre, Pergamino (Arg.). p. 45.

Mercau, J.L.; Otegui, M.E. 2014. A modeling approach to explore water management strategies for late-sown maize and double-cropped wheat-maize in the rain-fed Pampas region of Argentina. En: Lajpat Ahuja, Liwang Ma, Robert Lascano (Eds), 'Advances in Agricultural Systems Modelin'. ASA-CSSA-SSSA, Baltimore, EEUU. 351-374 p.

Otegui, M.E.; Nicolini, M.G.; Ruiz, R.A.; Dodds, P. 1995. Sowing date effects on grain yield components for different maize genotypes. En: Agronomy Journal 87, 29-33.

Ray, D.K.; Mueller, N.D.; West, P.C.; Foley, J.A. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. En: PLOS ONE (Public Library of Science) 8, 1-8.