

¿Cómo llegar antes al mercado con nuevos cultivares de trigo?

Lassaga S.L.^{1,2}, Bessone V.¹, Acosta M.G.^{1,3}, Niz M.B.², Gieco L.C.^{1,2}, Casco V. H.²
 1-Departamento Mejoramiento, INTA EEA Paraná
 2-Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER
 3-Facultad de Ingeniería – UNER

Una de las mayores preocupaciones de todo mejorador de plantas es obtener cultivares superiores y competitivos en el menor tiempo posible. Para que el germoplasma desarrollado esté al alcance de los productores de manera rápida, se utilizan una serie de metodologías que permiten acortar los tiempos convencionales del mejoramiento.

Para lograr este objetivo, se pueden enumerar muchas estrategias, dependiendo del modo de reproducción de la especie considerada y de cómo responde a la manipulación de su sistema biológico.

Entre las metodologías más comunes se encuentran: el cultivo de micrósporas (partiendo de polen inmaduro), cultivo de anteras (utilizando las estructuras masculinas completas de una flor), cultivo de óvulos (usando las células correspondientes a la parte femenina de la flor), adelantamiento forzado con más de una generación anual (speed breeding) bajo condiciones ambientales semicontroladas, cruzamientos intraespecíficos por inductores de haploidía y cruzamientos amplios (interespecíficos o intergenéricos), entre otras.

Cruzamientos amplios trigo por maíz

Una de las metodologías que se ha desarrollado en la última década, es la de cruzamientos amplios de trigo por maíz (Fig. 1). Si bien las etapas de éste proceso están disponibles, su aplicación depende de una diversidad de factores que deben ser evaluados, ajustados y probados localmente para su utilización en un programa de mejoramiento. Esta técnica consiste en usar el trigo como progenitor femenino y el maíz como progenitor masculino (Fig. 2 a-c).

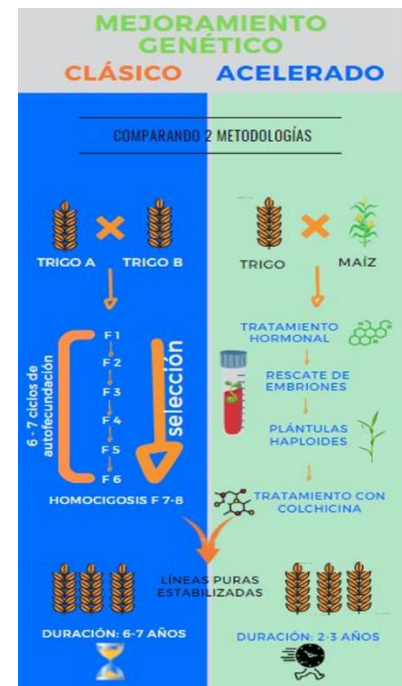


Fig. 1. Cuadro comparativo entre el método clásico de mejoramiento de trigo y el de cruzamientos amplios de trigo por maíz.



Fig. 2. Primeras etapas de la metodología cruzamiento amplio trigo por maíz: (a) Maíces sembrados en invernáculo en condiciones controladas y su respectivo polen; (b) trigos sembrados en invernáculo usados como madres; (c) castración de las espigas de trigo a ser polinizadas.

Una vez castradas las flores de trigo (Fig. 2-c), es decir, después de la eliminación de todas sus anteras, se deposita sobre ellas el polen del maíz y se las cubre con bolsas de papel (Fig. 3 a). A continuación, se realiza un tratamiento hormonal para evitar el aborto de las flores y después de 15-20 días los cariopses son quitados de las espigas (Fig. 3 b) y los embriones formados son identificados y rescatados mediante lupa binocular (Fig. 3 c).

Lo que ocurre en este proceso es que, uno de los tres núcleos del grano de polen de maíz, se ha fusionado con uno de los núcleos de trigo contenido en el ovario de la flor. Por un corto lapso, se forma un organismo híbrido entre el trigo y el maíz, pero como consecuencia de la escasa afinidad que posee el material genético del maíz con el metabolismo del trigo, sus cromosomas se pierden unas horas después de la polinización y fusión de los núcleos, luego de varias divisiones celulares.

Como consecuencia, continúa la formación del embrión de trigo únicamente con el aporte genético de la madre, generándose un individuo haploide, muy común en vegetales y casi inexistente entre los animales. Estos embriones de trigo haploides (tienen la mitad de la información genética correspondiente al aporte hecho por la madre) pueden vivir 20 días como máximo, ya que por su génesis no desarrollan tejidos de reserva (endosperma). Para lograr que continúen con su ontogénesis (germinar, crecer y desarrollarse), se debe recurrir a otra metodología: el rescate de embriones (Fig. 3-c).



Fig. 3. Obtención de embriones: (a) espiga de trigo polinizada cubierta con sobre de papel; (b) cariopses de trigo obtenidos luego de 15-20 días; (c) rescate de embriones en campana de flujo laminar bajo lupa.

Este procedimiento se realiza *in vitro* en medios de cultivo que los alimentan y permiten su germinación (Fig. 4-a). Una vez desarrollados, se transfieren a macetas para su rustificación (Fig. 4-b) y para continuar su desarrollo luego son llevadas a cámaras de crecimiento con condiciones controladas de luz y temperatura., (Fig. 4-c). Estas plántulas de trigo, por su condición de ser haploides son totalmente estériles, aunque cumplen con todas las etapas de desarrollo de una planta normal. Para recuperar su fertilidad, se debe duplicar su número cromosómico mediante la aplicación en las raicillas de las plántulas de una sustancia química (colchicina), lo que permite obtener líneas doble haploides (DH), genéticamente estabilizadas (Fig. 5-a). Estas DH son luego multiplicadas (Fig. 5-b) para aumentar el número de semillas disponibles para hacer otro tipo de ensayos y evaluar sus características agrónomicas.



Fig. 4. Crecimiento de las plántulas: (a) Embriones desarrollándose en medio de cultivo; (b) plántulas trasplantadas en maceta en proceso de rustificación; (c) plantas en cámara de crecimiento con condiciones controladas.

De esta manera, se logra obtener una línea pura y estabilizada (homocigosis perfecta) en solo un paso, evitando los 5-6 ciclos que se necesitan comúnmente para alcanzar esta estabilidad, lo que se traduce en un menor número de años.

Cabe resaltar que, si bien la descripción precedente puede parecer de extrema manipulación y a priori una forma antinatural de los procesos involucrados en la reproducción de las plantas, tanto la haploidía como la duplicación cromosómica, son fenómenos muy frecuentes en la naturaleza. Ambos procesos, han sido parte de la evolución natural del trigo que hoy se conoce, originado por el cruzamiento de diferentes especies y la duplicación de sus genomas. Los programas de mejoramiento actuales intentan imitar en parte este complejo proceso evolutivo, utilizando las herramientas descritas anteriormente para poner a disposición de los productores trigueros nuevo germoplasma en menor tiempo.



Fig. 5. Semillas y plantas resultantes: (a) semillas obtenidas de espigas doble-haploides, sembradas en bandeja para su germinación; (b) plantas de trigo doble-haploides trasplantadas a macetas y desarrollándose en invernáculo.

Para seguir leyendo...

- Gilles L. M., Martinant J.P., Rogowsky P.M. and T. Widiez. 2017. Haploids induction in plants. *Current Biology* 27, 1095-1097.
- Kumar O. and M. Choudhary. 2020. Double haploid: an overview. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* (2020) 9(1): 1012-1029.
- Lassaga, S.L.; Bessone, V., Dittrich, A.A.; Acosta, M.G.A. y Gieco, L.C. 2019. Obtención de dobles haploides mediante cruzamientos de trigo (*Triticum aestivum* L). por maíz (*Zea mays* L.). Ensayos preliminares. *Revista Científica Agropecuaria*, 23(2): 49-55.
- Srivastava P. and N.S. Bains. 2018. Accelerated Wheat Breeding: Doubled Haploids and Rapid Generation Advance. © Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018 437. S. S. Gosal, S. H. Wani (eds.), *Biotechnologies of Crop Improvement*, Volume 1, https://doi.org/10.1007/978-3-319-78283-6_13