

Artículo de divulgación

# Resistencia genética a la Cancrosis del tallo de soja causada por *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*: una estrategia innovadora y sustentable

Peruzzo, A.M.<sup>1,2</sup>; Hernández, F.E.<sup>1,2</sup>; Pratta, GR<sup>1</sup>; Ploper, LD<sup>1</sup>; Pioli, R.N.<sup>1,2,3</sup><sup>1</sup>IICAR (Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario) - UNR - CONICET<sup>2</sup>Cátedra de Fitopatología, Laboratorio Biodiversidad Vegetal Microbiana

Facultad de Ciencias Agrarias - UNR

<sup>3</sup>CIUNR (Consejo de Investigaciones Científicas de la UNR)

pioli@iicar-conicet.gob.ar

## Introducción

EE.UU, Brasil y Argentina son los principales productores mundiales de soja (*Glycine max*); siendo Argentina y Brasil los responsables del 80% del incremento de la producción entre 1996 y 2017 (Bolsa de Comercio de Rosario, 2017). En Argentina y el mundo las enfermedades causan pérdidas del 10-15%, constituyendo un factor limitante para el rendimiento y calidad de granos, semillas y derivados (Wrather et al., 1997; 2010; Hartman et al., 1999; 2015). La cancrrosis del tallo de soja (CTS) es causada por el hongo *Diaporthe phaseolorum* en sus dos variedades: var. *meridionalis* (*Dpm*) y var. *caulivora* (*Dpc*) (Fernandez y Hanlin, 1996); Pioli et al., 2003). En 2001 se conoció el primer reporte sobre la CTS-*Dpc* en Argentina y la región (Pioli et al., 2001) y en 2002, su predominio en la región productora del cultivo (Pioli et al., 2002). En el germoplasma de soja se identificaron 4 genes de resistencia dominantes, independientes y de herencia simple para la CTS-causada por *Dpm*. Sin embargo, los genotipos de soja portadores de los genes *Rdm1-4* de resistencia a CTS-*Dpm* no fueron efectivos frente a CTS-*Dpc* (Pioli et al., 2003). Dado que no se disponía de genes *Rdc* identificados para CTS-*Dpc* en el germoplasma de soja, esta enfermedad representó un desafío altamente relevante durante más de una década.

Entre 1997 y 2008 se evaluaron 137 genotipos de soja mediante bioensayos de inoculaciones en invernaderos con aislamientos de *Dpc* de diferentes agro-ambientes, se incluyeron además plantas control sin inocular (con o sin heridas) (Pioli et al., 2003; 2006; 2009; Peruzzo et al., 2008; Benavidez et al., 2010). Se seleccionaron 20 genotipos de soja por su estabilidad en el com-

portamiento de resistencia/susceptibilidad frente a distintas cepas causales de CTS-*Dpc*. Luego de dos años de validar la reacción de estos genotipos frente a 4 cepas de *Dpc*, se discriminaron 3 fuentes de resistencia (Pioli et al., 2012) y 12 genotipos en dos grupos con comportamiento extremo 6 para resistencia y 6 para susceptibilidad (López Achaval, 2014).

En el marco de este proyecto se abordó la búsqueda e identificación de genes *Rdc* a la CTS-*Dpc*. Asimismo, la trascendencia del avance en el conocimiento logrado y aportado por esta investigación será dilucidar y dar respuestas a las limitantes o controversias planteadas, aplicando y/o aprovechando las ventajas de estrategias de manejo genético combinadas con herramientas biotecnológicas, claves para minimizar a una de las enfermedades más relevantes del cultivo de soja, de manera sustentable y sin riesgos para la salud humana y del ambiente.

## Metodología

El mejoramiento convencional resulta una técnica efectiva y que ha contribuido al desarrollo de la agricultura moderna, sustentable y sin riesgos residuales de contaminantes químicos-biológicos (Cubero, 2002). Sin embargo, estos programas requieren realizar numerosos ciclos de cruzamientos, seguidos por varias generaciones de autofecundación y selección de aquellos individuos que posean las características buscadas, insumiendo períodos de tiempo demasiado prolongados para generar un cultivar mejorado. Este proceso demanda además disponer de infraestructura y mano de obra adecuadas, convirtiéndose en una tarea costosa. Por ello, la biotecnología ha tenido un fuerte impacto sobre la agricultura, por ser

una herramienta útil y complementaria al mejoramiento convencional de cultivos de interés agronómico.

Se realizaron estudios para identificar y definir la herencia de genes *Rdc* de resistencia a la CTS-*Dpc* a través de un método mendeliano clásico. Adicionalmente en las primeras etapas de avance generacional se priorizó la incorporación del uso de marcadores moleculares codominantes (SNPs) con el objeto de validar la identidad y composición heterocigota de los individuos F<sub>1</sub>, hecho que aportó certeza a los resultados obtenidos a través de los ciclos de cruzamientos, generaciones de autofecundación y selección de individuos segregantes en filiales tempranas (F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>) (Peruzzo et al., 2017).

## Resultados y Discusión

La utilización de esta herramienta biotecnológica en una etapa temprana del proceso de mejora, permitió *identificar con certeza y definir la herencia mendeliana* de al menos un gen *Rdc* en el germoplasma de soja para resistencia a la CTS-*Dpc* denominado *Rdc1* (Peruzzo, 2018).

A partir de la obtención de los individuos F<sub>2</sub> y sus familias F<sub>2,3</sub> para conocer los perfiles de comportamiento fenotípico del germoplasma de soja frente a CTS-*Dpc* y localizar los genes de resistencia, se logró avanzar en la producción de semillas F<sub>5</sub>. En este ciclo de cultivo se continuará con la selección de individuos F<sub>6</sub> resistentes frente a CTS-*Dpc* con el fin de obtener en el corto plazo un cultivar de soja portador del gen *Rdc1* estabilizado en su expresión. La inserción de este cultivar innovador mejorado para CTS-*Dpc* constituirá una herramienta efectiva para disminuir pérdidas económicas de

rendimiento y calidad pero además constituye una estrategia sustentable de control de enfermedades y minimización de riesgos epidemiológicos y de contaminación química y biológica (Peruzzo et al., 2018).

Esta propuesta innovadora combina el mejoramiento convencional y aplicación de técnicas de mejoramiento asistido por marcadores moleculares para obtener, en un tiempo más acotado, nuevas fuentes de resistencia en el germoplasma de soja para la CTS-*Dpc* y potencialmente otras patologías de interés agronómico. De esta manera, contribuiremos al desarrollo de una agricultura moderna, sustentable, sin riesgos residuales de contaminantes y compatible con la salud del ambiente y comunidades urbano-rurales.

#### AGRADECIMIENTOS

Bolsa de Comercio de Rosario  
DM Seeds, Ing. Agr. B. Ferrari; Dr. G. Malone.  
IICAR (UNR-CONICET)  
FCA.UNR  
CONICET

#### Bibliografía

Benavidez R., Pioli R.N., Morandi E.N. (2010). "Response of the edamame edible soybean germoplasm to *Diaporthe phaseolorum*, causal agents of soybean stem canker, in Argentina". *Tropical Plant Pathology*, 35(1): 1–11.

Bolsa de Comercio de Rosario. (2017). *Boletín Informativo*. Rosario, Argentina.

Chiesa M.A., Pioli R.N., Morandi E.N. (2009). "Specific Resistance to Soybean Stem Canker Conferred by the *Rdm4* Locus". *Plant Pathology*, 58(69): 1032–1039.

Chiesa M.A., Cambursano M.V., Pioli R.N., Morandi E.N. (2017). "Molecular mapping of the genomic region conferring resistance to soybean stem canker in Hutcherson soybean". *Molecular Breeding*, 37(65): 1–12.

Cubero J.I. (2002). *Introducción a la mejora genética vegetal*. Mundi-Prensa Libros, Madrid, España.

Fernández F.A., and Hanlin R.T. (1996). "Morphological and RAPD analysis of *Diaporthe phaseolorum* from soybean". *Mycologia*, 88, 425–440.

Hartman G.L., Sinclair J.B., Rupe J.C. (1999). *Compendium of Soybean Diseases*. 4th Edition. APS Press. St. Paul, USA.

Hartman G.L., Rupe J.C., Sikora E.F., Domier L.L., Davis J.A., Steffey K.L. (Eds.). (2015). *Compendium of soybean diseases and pests*. APS PRESS. St. Paul, USA.

Peruzzo A., Pioli R.N., Formento N. (2008). *Relaciones bio-morfológicas entre aislamientos del complejo Diaporthe – Phomopsis obtenidos en diversos ambientes del área agrícola de Argentina*. In: 10° Congreso y 28° Jornada Anual Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Argentina.

Peruzzo A.M., Hernández F.E., Pratta G.R., Ploper L.D., Pioli R.N. (2017). *Segregación diferencial de la resistencia a cancro del tallo de soja (Diaporthe phaseolorum var. caulivora) en cruzamientos que comparten el mismo progenitor resistente*. In: IV Jornada Uruguaya de Fitopatología – II Jornada Uruguaya de Protección Vegetal. Montevideo, Uruguay.

Peruzzo (2018). Búsqueda en identificación de resistencia a la Cancrosis del tallo de soja causada por *Diaporthe phaseolorum* var. *Caulivora* Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

Peruzzo A.M., Hernández F.E., Pratta G.R., Cabodevila V., Cacchiarelli P., Ploper L.D., Pioli R.N. (2018). Búsqueda e identificación de resistencia a la cancrrosis del tallo de soja causada por *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (2018) 1° Taller Nacional de Enfermedades de cultivos extensivos. UNNOBA, Pergamino, Buenos Aires.

Pioli R.N., Morandi E.N., Bisaro V. (2001). First report of soybean stem canker caused by *D. phaseolorum* var. *caulivora* in Argentina. *Plant Disease Note*, 85(1): 95.

Pioli R.N., Morandi E.N., Luque A., Gosparini C.O. (2002). Recent outbreak of soybean stem canker caused by *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* in the main soybean producing region of Argentina. *Plant Disease Note*, 86(12): 1403.

López Achaval P., Jacobi S., Pacifico T., López S., Pratta G., Pioli R. 2014. Validación de la respuesta del germoplasma de *Glycine max* frente a cuatro cepas de *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*. In: XVI Congreso y XXXIV Reunión anual Sociedad de Biología Rosario. Rosario, Argentina.

Pioli R.N., Morandi E.N., Martínez M.C., Lucca F., Tozzini A., Bisaro V., Hopp E., (2003). "Morphologic, molecular, and pathogenic characterization of *Diaporthe phaseolorum* variability in the core soybean-producing area of Argentina". *Phytopathology*, 93(2): 136–146.

Pioli R.N., and Morandi E.N. (2006). *Situación del complejo Diaporthe Phomopsis en el cultivo de soja de Argentina*. In: 3° Congreso de soja del Mercosur–Mercosoja. Rosario, Argentina.

Pioli R.N., Cairo C.A., Martínez M.C., Benavidez R., Bisaro V., Maumary R., Morandi E.N. (2009). *Morphological, molecular and pathogenic studies of Diaporthe phaseolorum var. caulivora in Argentina*. In: World Soybean Research Conference VIII. Beijing, China.

Wrather JA, Anderson TR, Arsyad DM, Gai J, Ploper LD, PortaPuglia A, Ram HH, Yorinori JT (1997) Soybean disease loss estimates for the Top 10 soybean producing countries in 1994. *Plant Disease* 81:107–110.

Wrather J.A., Anderson T.R., Arsyad D.M., Gai J., Ploper L.D., Porta-Puglia A., Ram H.H., Wrather J.A., Shannon G., Balardin R., Carregal L., Escobar R., Gupta G.K., Tenuta A. (2010). "Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006". *Plant Health Progress*, 10: 1094.

