



# LAS POBLACIONES LOCALES DE MAÍZ COMO FUENTE PARA LA RESISTENCIA A ENFERMEDADES

**Raquel A. Defacio<sup>1,3\*</sup>, Juliana Iglesias<sup>1,3\*</sup>, María Belén Kistner<sup>1</sup>, Francisco H. Canteros<sup>2</sup>, Jorge Parrado<sup>2</sup> y Marcelo E. Ferrer<sup>1,3</sup>**

**Palabras clave: banco de germoplasma, fenotipado, resistencia múltiple (MDR)**

Las poblaciones locales de maíz pueden aportar atributos génicos originales para la resistencia a enfermedades. Obtener esa información conlleva un proceso arduo y sistemático de evaluación de los materiales. En el presente trabajo se presenta información sobre la existencia de resistencia múltiple a enfermedades en 200 poblaciones locales conservadas en el Banco de Germoplasma de INTA Pergamino.

## INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal de importancia para la alimentación y la industria. En la región maicera núcleo de Argentina, las enfermedades más importantes son roya común, tizón foliar, podredumbres de raíz, tallo y espiga y más recientemente enfermedades emergentes como bacteriosis y cercosporiosis (Parisi *et al.*, 2013). Según sus estilos de vida, los patógenos causales podrán ser agrupados como biótrofos (se desarrollan sobre tejido vivo), necrótrofos (necesitan causar muerte celular para poder progresar) y/o hemibiótrofos (etapas bio y necrotroficas de distinta duración). Cada estilo de vida patogénico implica además una cascada de señales bioquímicas y de defensa particulares. Para el control de las enfermedades, el desarrollo de resistencia genética a través del mejoramiento constituye una alternativa sustentable y durable. En este sentido, las poblaciones locales de maíz conservadas en el Banco Activo de la EEA INTA Pergamino (BAP) pueden aportar atributos génicos para resistencia a enfermedades siendo además, una fuente potencial de nuevos genes para los programas de mejoramiento. No obstante, las posibilidades de incluir germoplasma local se encuentran limitadas por la necesidad de identificar las poblaciones que presenten buenas características, lo cual implica un proceso sistemático de evaluación de los materiales colectados. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de un grupo de 200 poblaciones locales frente a un panel de enfermedades a campo, bajo infección natural.

## DESARROLLO

Los genotipos considerados en el trabajo incluyeron 200 poblaciones locales de 26 formas raciales de maíz colectadas en 14 provincias que se corresponden con diversas regiones agroclimáticas del país (gráfico 1). Como testigos, se utilizaron híbridos comerciales y variedades de INTA con diferente grado de susceptibilidad y resistencia a las enfermedades consideradas. Los experimentos para evaluar el comportamiento de estos materiales frente a roya común (*Pucciniasorghihongo* biótrofo), y carbón del maíz (*Ustilagomaydis*- hongo biótrofo) fueron conducidos en la EEA INTA Pergamino (Buenos Aires) bajo riego y los experimentos para evaluar tizón foliar (*Exherohilumturcicum*-hongo hemibiótrofo) y cercosporiosis (*Cercosporazeae-maydis* – hongo necrótrofo) se llevaron a cabo en el IIACS, Santa Rosa de Leales (Tucumán) en condiciones de secano. Ambos ensayos fueron realizados durante la campaña 2017/18, se sembraron en bloques completos aleatorizados, con dos repeticiones y las enfermedades se evaluaron bajo infección natural en ambientes con alta presión de los patógenos en cuestión. Las escalas utilizadas se presentan en la tabla 1. Con el fin de agrupar a las poblaciones en base a su similitud se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), considerando todas las variables y utilizando el promedio de los datos a través de las repeticiones y ambientes. Para corroborar la significancia de la relación entre la distancia genética obtenida entre las poblaciones y su origen geográfico se utilizó el test de

1- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – EEA Pergamino. 2- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – IIACS, Leales, Tucumán. 3- Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires \*[defacio.raquel@inta.gob.ar](mailto:defacio.raquel@inta.gob.ar); [iglesias.juliana@inta.gob.ar](mailto:iglesias.juliana@inta.gob.ar)

Mantel. Los análisis estadísticos se realizaron con el software NTSYS (Rholf, 2002).

**RESULTADOS**

El agrupamiento de los genotipos en función de las enfermedades evaluadas se presenta en un gráfico bidimensional (gráfico 1). Las dos primeras componentes explicaron un 59,4% de la variabilidad total observada. En el ACP puede observarse el agrupamiento conjunto de patógenos biótrofos, por un lado (*P. sorghi* y *U. maydis*) y de patógenos con fases necrotróficas dominantes por el otro lado (*E. turcicum* y *C. zea-maydis*). Adicionalmente pudo observarse como correlacionan entre sí las variables severidad y tipo de lesión tanto para *P. sorghi* como para *C. zea-maydis*.

Para cada uno de los patógenos considerados se encontraron poblaciones resistentes y susceptibles y en numerosas ocasiones se pudo observar un comportamiento opuesto entre las respuestas de resistencia frente a biótrofos versus hemibiótrofos-necrótrofos. Por otra parte y de gran importancia para este trabajo, se detectó la existencia de un grupo de poblaciones con resistencia múltiple a enfermedades.

Poblaciones como ARZM16033, ARZM14009 y ARZM14074 (parte inferior del ACP) mostraron un

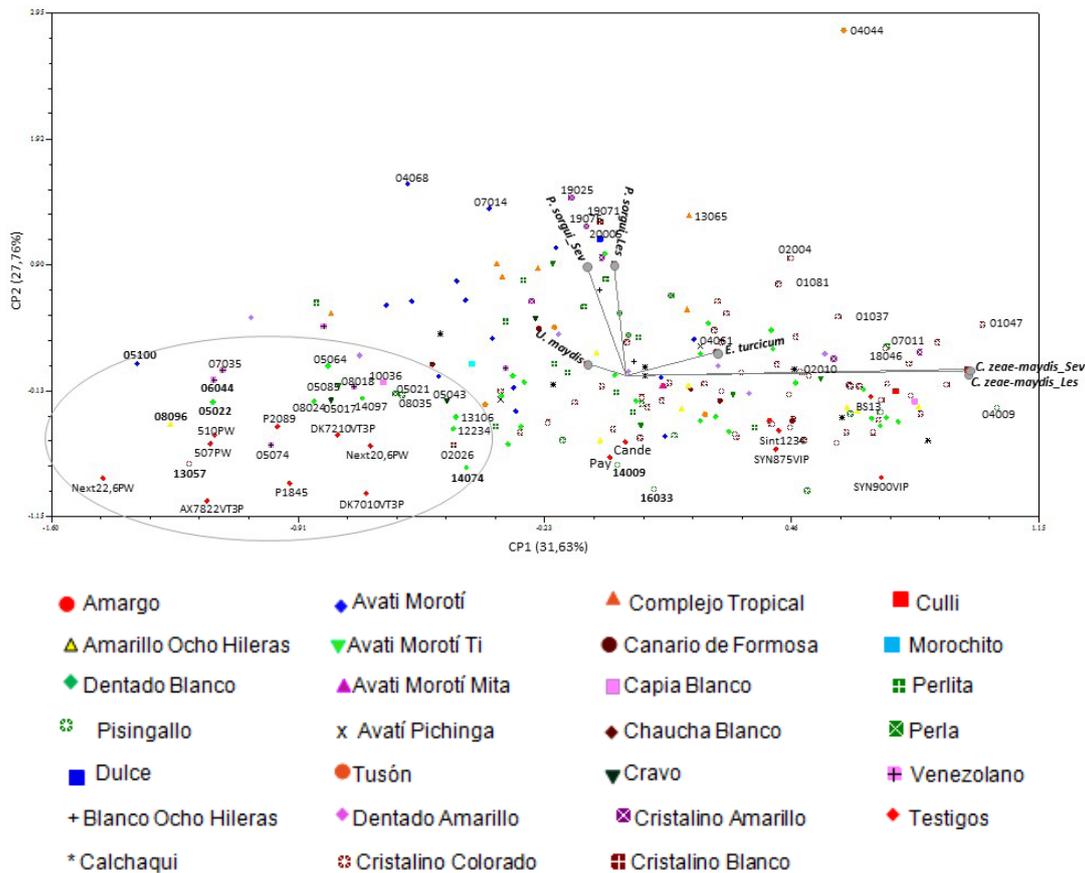
muy buen comportamiento frente a roya y carbón. Las mismas se ubican cercanamente a dos variedades de polinización abierta como son Payaguá y Candelaria. De manera opuesta (parte superior del ACP), las entradas ARZM04044, ARZM04068, ARZM07014, ARZM19025, ARZM13165, entre otras, mostraron los mayores valores de severidad de roya e incidencia de carbón. Poblaciones muy susceptibles a tizón foliar fueron ARZM02004, ARZM01081 ARZM01037 y ARZM07111, siendo las poblaciones ARZM13057 y ARZM08096 las de mejor comportamiento a dicha enfermedad (a la izquierda del ACP ubicadas con los testigos comerciales resistentes). Respecto a cercosporiosis, las poblaciones ARZM04009 y ARZM01047 fueron las más susceptibles y ARZM13057, ARZM05100, ARZM06044 y ARZM08096 las más resistentes.

La resistencia o susceptibilidad a cada una de las enfermedades no mostró relación significativa con su forma racial ni su origen geográfico, corroborado con el test de Mantel ( $r = 0,00027$ ).

Finalmente, en el gráfico 1 se destaca, en particular, un conjunto de poblaciones que mostraron resistencia a más de una enfermedad. Las mismas se ubicaron a la izquierda y abajo del ACP conjuntamente con la mayoría de los testigos comerciales lo cual estaría indicando el potencial de estas

**Tabla 1.** Escalas utilizadas para evaluar las enfermedades (basado en Carmona, 2008; CIMMYT, 1999; Brunelli *et al.*, 2004).

Escala	Roya común ( <i>P. sorghi</i> )		Tizón ( <i>E. turcicum</i> )	Cercosporiosis ( <i>C. zea-maydis</i> )		Carbón del maíz ( <i>U. maydis</i> )
	Severidad	Tipo de lesión		Severidad	Tipo de lesión	Incidencia
1	1% área foliar afectada	ausencia de síntomas, puede haber HR	infección leve	infección leve	sin síntomas	planta sana
2	5% área foliar afectada	pústulas errumpentes, con o sin puntos necróticos	número moderado de lesiones en hojas inferiores	número moderado de lesiones en hojas inferiores	hojas con <10 lesiones cloróticas	planta con presencia de la enfermedad medida en %
3	10% área foliar afectada	pústulas grandes errumpentes, pueden formar listas	lesiones abundantes en la parte inferior, pocas lesiones en estrato medio	lesiones abundantes en la parte inferior, pocas lesiones en estrato medio	hojas > 10 lesiones cloróticas, pocas lesiones necróticas	
4	20% área foliar afectada	pústulas grandes con áreas necróticas, rotura y quiebre de la hoja	lesiones abundantes en hojas del estrato medio e inferior, algunas lesiones en hojas superiores	lesiones abundantes en hojas del estrato medio e inferior, algunas lesiones en hojas superiores	hojas con > 20 lesiones cloróticas y necróticas	
5	50% área foliar afectada		lesiones abundantes en casi todos los estratos foliares, plantas prematuramente secas o muertas	lesiones abundantes en casi todos los estratos foliares, plantas prematuramente secas o muertas		



**Gráfico 1.** Biplot de las dos primeras componentes principales. Los vectores representan las diferentes enfermedades evaluadas y los puntos representan las poblaciones locales estudiadas (identificadas únicamente por su número, sin el prefijo ARZM). Los dos primeros números en el nombre de las poblaciones indican las provincias de colecta: 01: Bs.As., 02: Santa Fe, 03: Entre Ríos, 04: Corrientes, 05: Misiones, 06: Chaco, 07: Formosa, 08: Salta, 11: Santiago del Estero, 12: Catamarca, 12: La Rioja, 14: Córdoba, 18: La Pampa, 19: Neuquén. Dentro del círculo gris, las poblaciones con resistencia múltiple a enfermedades y en negrita se remarcan las poblaciones selectas para continuar en el programa de mejoramiento de maíz de la EEA.

poblaciones para aportar alelos para resistencia múltiple. En particular las entradas ARZM13057, ARZM05074 y ARZM08096 se presentaron como las más promisorias.

### CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos a partir de la evaluación de 200 poblaciones locales conservadas en el BAP frente a enfermedades prevalentes y emergentes en la zona núcleo maicera de Argentina sugieren la existencia de fuentes de resistencia a más de una enfermedad (resistencia múltiple). Dentro de este grupo se pudieron observar poblaciones pertenecientes a diversas formas raciales, colectadas en diferentes provincias argentinas, no encontrándose, al presente, ninguna asociación

entre la resistencia a enfermedades y el lugar de origen de las entradas evaluadas.

Actualmente se continúa con las evaluaciones, a los fines de sumar ambientes de evaluación e incrementar la precisión de los resultados obtenidos, e incorporar otras enfermedades emergentes y estreses. El presente trabajo es de suma importancia para el banco de germoplasma ya que se promueve el uso de las poblaciones locales conservadas. Previamente no se contaba con información robusta sobre el comportamiento frente a enfermedades de muchas de estas poblaciones existiendo sólo algunos resultados fragmentarios y para algunas enfermedades puntuales (Mal de Río Cuarto y podredumbres de espiga). Este tipo de evaluaciones revisten una importancia funda-

mental para poder responder a las demandas de germoplasma de los programas de mejoramiento tanto públicos como privados.

El potencial de las poblaciones locales de maíz excede su rol en la preservación de la diversidad genética y su uso como fuentes de alelos para diferentes caracteres. Las poblaciones pueden contribuir también al desarrollo de una agricultura más sostenible y menos vulnerable al cambio climático global y sus efectos, aportando como se demuestra aquí, alelos de resistencia múltiple a enfermedades.

Si bien este trabajo se realizó mayormente pensando en la zona núcleo de producción de maíz, las poblaciones consideradas también ofrecen la posibilidad de disponer de nuevos alelos para otras zonas de cultivo. Es decir que el germoplasma evaluado no solo estaría contribuyendo a aumentar la resiliencia del cultivo antes estos estreses sino que también podrían contribuir incrementando la adaptabilidad hacia nuevas áreas.

## BIBLIOGRAFIA

Brunelli K.R., Fazza A. C., Sobrinho C.A., Aranha Camargo L.E. 2006. Efeito do meio de cultura e do regime de luz na esporulação de *Cercospora zeae-maydis*. En: Summa Phytopatologica 32: 92-94.

Carmona M. 2008. Disponible en: <http://studylib.es/doc/285025/%C2%BFc%C3%B3mo-medir-la-roya-com%C3%BAAn-del-ma%C3%ADz> [consultado: septiembre 2018]

CIMMYT. 1999. Managing Trials and Reporting Data for CIMMYT. México DF.

Parisi L., Couretot L., Presello D., Suarez L., Magnone G., y Ferraris G. 2013. INTA Pergamino, evaluación de enfermedades de maíz en R4. Página web INTA Pergamino. <https://inta.gob.ar/documentos/maiz-evaluacion-de-enfermedades-en-r4> [consultado: septiembre 2018]

Rohlf, F.J. 2002. NTSYSpc: Numerical Taxonomy System, ver. 2.1. Exeter Publishing, Ltd. Setauket. NY. <<

