UNA EXPERIENCIA EXITOSA DE ARTICULACIÓN PÚBLICO-PRIVADA PARA LA INNOVACIÓN Y EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL MAÍZ: 34 AÑOS DEL CVT INTA-SEMILLEROS

Lorea RD[1,2]
[1]Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, INTA, Buenos Aires, Argentina
[2]Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Pergamino, Buenos Aires.
lorea.roberto@inta.gob.ar

A SUCCESSFUL PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP FOR INNOVATION AND MAIZE BREEDING: 34 YEARS OF THE INTA-SEED COMPANIES CVT PROGRAM

Abstract: The maize breeding program at the INTA Pergamino Experimental Agricultural Station has contributed to the development of Argentine maize germplasm for more than a century. Building upon this long tradition, the INTA-Seed Companies Technological Cooperation Agreement (CVT), established in 1992, created an innovative public-private partnership aimed at developing, improving, and disseminating elite maize germplasm to strengthen the national seed industry and accelerate genetic gain. Over 34 years, the agreement has supported the development and release of more than one hundred inbred lines, many of which have been incorporated into commercial breeding programs as hybrid parents or sources of genetic variability. The CVT significantly expanded the genetic base of the breeding program through the integration of temperate flint and dent germplasm, enabling the creation of new heterotic patterns and superior hybrids adapted to Argentine production systems. Beyond germplasm development, the partnership fostered scientific research, technology transfer, and human resource training through collaborations with universities and research institutions. The germplasm generated under this framework has supported studies on disease resistance, abiotic stress tolerance, quantitative genetics, genomics, and marker-assisted breeding. The INTA-Seed Companies CVT represents one of Argentina's longest-standing and most successful public-private breeding initiatives, providing a sustainable model for innovation, knowledge generation, and genetic improvement in maize.

Palabras Clave: articulación público-privada, maíz, mejoramiento, innovación
Keywords: public-private partnership, maize, breeding, innovation

Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino: una tradición de más de un siglo en el mejoramiento de maíz.

La historia del mejoramiento genético de maíz en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino se remonta a 1914, mucho antes de la creación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), cuando el entonces Ministerio de Agricultura de la Nación a través de sus chacras dio directivas para comenzar los primeros trabajos de evaluación, selección y adaptación de materiales destinados a responder a las necesidades de la agricultura argentina (foto 1). Aquellas iniciativas

dieron origen a un proceso continuo de investigación y desarrollo, potenciado ampliamente con la creación del INTA en 1956, que con más de 110 años de trayectoria constituye uno de los programas de mejoramiento de maíz más antiguos de América Latina (Ballestrasse, 2012).

A partir de la incorporación de los principios de la genética moderna durante las primeras décadas del siglo XX, el programa evolucionó desde la selección de variedades hacia el desarrollo de líneas endocriadas e híbridos, posicionando a Pergamino como un centro de referencia nacional en la generación de tecnología para el cultivo. Hacia mediados del siglo pasado, la Estación ya había realizado aportes significativos mediante la liberación de variedades e híbridos que contribuyeron a modernizar la producción maicera argentina.

Foto 1: Final de cosecha manual de maíz en una chacra de Rojas (BA) en la década del ‘20.

A lo largo de las décadas se construyó una amplia base de germoplasma adaptada a las condiciones de la región templada, caracterizada por su diversidad genética, la definición de grupos heteróticos propios del programa, la incorporación de tolerancia a las principales limitantes bióticas y abióticas que sufría el cultivo y el desarrollo de materiales con atributos específicos de calidad de grano. Este germoplasma, derivado principalmente de maíces colorados duros argentinos constituyó una fuente estratégica tanto para los programas públicos como para gran parte de la industria semillera nacional (Ballestrasse, 2012).

Entre las décadas de 1950 y 1970, Pergamino liberó variedades, líneas e híbridos que tuvieron amplia adopción y que contribuyeron a conformar la base genética utilizada posteriormente por numerosos programas de mejoramiento (foto 2). Durante esos años, la estación se consolidó como uno de los principales proveedores de germoplasma para el sector semillero argentino. Sin embargo, la posibilidad de inscripción de híbridos a pedigree cerrado permitió a las empresas semilleras utilizar las líneas públicas sin revelar su uso afectando la visibilidad de INTA como proveedor de germoplasma. En la década de 1980, el programa incorporó nuevos objetivos vinculados a la resistencia al Mal de Río Cuarto, la calidad de endosperma y la caracterización de materiales especiales, fortaleciendo además la provisión de germoplasma básico para complementar y ampliar la base genética disponible para los criaderos privados (Domingo, 2024; Ballestrasse, 2012).

Foto 2: Tareas de polinización manual por M. Illia. Década del ’70.

A comienzos de la década de 1990, en el marco de una nueva política institucional de vinculación tecnológica impulsada por el INTA, surgió la oportunidad de fortalecer y formalizar esa histórica articulación entre el sector público y el sector privado. El Grupo de Mejoramiento de Maíz de la EEA Pergamino identificó entonces la necesidad de generar un mecanismo que permitiera recuperar y potenciar el papel histórico del INTA como proveedor de germoplasma mejorado para la industria semillera argentina. Como respuesta a ese desafío, en 1992 se formalizó el Convenio de Vinculación Tecnológica (CVT) INTA-SEMILLEROS, una iniciativa destinada a desarrollar, mejorar y poner a disposición de las empresas nuevas poblaciones, líneas endocriadas y cultivares, asegurando la continuidad de una tradición de mejoramiento iniciada casi ocho décadas antes. Así, este Convenio constituyó la evolución natural de un proceso institucional iniciado en 1914. Fue la herramienta que permitió dar continuidad, en un nuevo contexto tecnológico e institucional, a una labor de mejoramiento genético que había contribuido durante décadas a la construcción de una de las bases de germoplasma más importantes del maíz argentino y que continúa generando aportes para el desarrollo de la cadena maicera nacional.

El Convenio de Vinculación Tecnológica INTA-SEMILLEROS: más de tres décadas de innovación colaborativa.

En mayo de 1992 se conformó el CVT INTA-SEMILLEROS, coordinado desde INTA por el Ing. Agr. PhD. Guillermo H. Eyhérabide, con la participación de veinticinco empresas semilleras nacionales e internacionales radicadas en Argentina (INTA, 1992). El objetivo central del convenio fue desarrollar y difundir germoplasma de maíz mejorado que contribuyera al progreso genético del cultivo y fortaleciera la capacidad de innovación de la industria semillera argentina. Desde su creación, se transformó en un mecanismo de articulación público-privada orientado al desarrollo de poblaciones de mejora, líneas endocriadas y otros recursos genéticos de interés para el mejoramiento (híbridos (foto 3) y Variedades de Polinización Libre). Los materiales generados fueron incorporados por las empresas participantes como parentales de híbridos comerciales o como fuentes de variabilidad para sus propios programas de selección, favoreciendo una amplia difusión del germoplasma desarrollado por INTA y una diversificación de las bases genéticas utilizadas por el sector semillero.

Foto 3: Híbrido simple TROYA INTA en San Antonio de Areco, marzo 2017.

Uno de los principales impactos del convenio fue el fortalecimiento del programa de mejoramiento de maíz de la EEA Pergamino. Los aportes realizados por las empresas permitieron incrementar la escala de trabajo, ampliar las redes de evaluación y acelerar los procesos de selección. Como resultado, durante más de tres décadas se

desarrollaron y liberaron más de un centenar de líneas identificadas con el prefijo “LP” (Figura 1), muchas de las cuales se destacaron por su habilidad combinatoria, adaptación agronómica, calidad de grano y comportamiento frente a enfermedades y estreses ambientales relevantes para los sistemas productivos argentinos. El convenio también permitió ampliar significativamente la diversidad genética disponible para el programa. Al histórico germoplasma flint argentino se incorporaron materiales dentados provenientes principalmente de Estados Unidos y Canadá, generando nuevas combinaciones heteróticas y ampliando las posibilidades de obtención de híbridos superiores. Esta integración de recursos genéticos permitió desarrollar materiales adaptados a los profundos cambios tecnológicos registrados en el cultivo durante las últimas décadas.

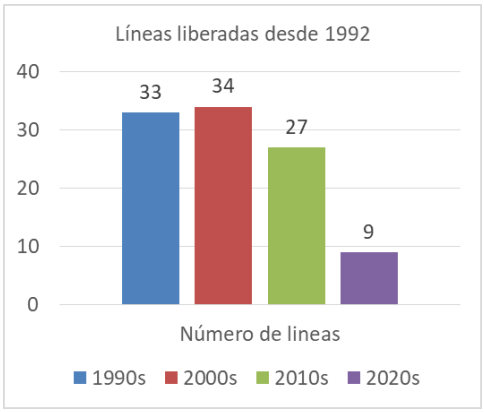

Figura 1: Líneas LP desarrolladas por INTA en el marco del CVT INTA-SEMILLEROS.

Paralelamente, el CVT se consolidó como un ámbito permanente de intercambio técnico entre mejoradores, investigadores y empresas. La interacción continua entre los distintos actores facilitó la definición de objetivos comunes, la identificación de nuevas demandas tecnológicas y la orientación de los esfuerzos de investigación hacia problemáticas prioritarias para la cadena maicera.

La disponibilidad de germoplasma, recursos e infraestructura (foto 4) generada por el convenio también impulsó una intensa actividad científica y de formación de recursos humanos. Los materiales desarrollados en el marco del CVT sirvieron de base para numerosos proyectos de investigación realizados en articulación con universidades y centros de investigación del país, originando tesis de grado, maestría y doctorado y contribuyendo a la formación de profesionales que posteriormente se incorporaron a organismos públicos, universidades y empresas semilleras (Eyhérabide, 2006). Entre las instituciones vinculadas a estas actividades se destacan la Universidad Nacional de Rosario, la Universidad de Buenos Aires, la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad Nacional de Río Cuarto, la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires y otras instituciones académicas del país.

Foto 4: Sembradora neumática, microparcelas de ensayos comparativos de rendimiento y cosechadora experimental del programa de Mejoramiento de maíz de la EEA INTA Pergamino.

Sobre el germoplasma desarrollado dentro del convenio se llevaron adelante numerosas investigaciones orientadas a comprender las bases genéticas, fisiológicas y moleculares de varios caracteres de importancia agronómica. Entre ellas se destacan los estudios sobre resistencia al virus del Mal de Río Cuarto (MRCV) (Torrent, 2026a) fusariosis de espiga (*Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*) (Presello, 2011), roya común del maíz (*Puccinia sorghi*), tizón foliar del norte (figura 2) (*Exserohilum turcicum*) (Torrent, 2018), cercosporiosis o mancha gris de la hoja (*Cercospora zeae-maydis*) (Pergentil, 2015), así como enfermedades asociadas a hongos productores de micotoxinas. Asimismo, se desarrollaron investigaciones vinculadas con la tolerancia al estrés hídrico y térmico, las interacciones con microorganismos del suelo, la eficiencia en el uso de nitrógeno y otros nutrientes, la calidad física y química del grano y los mecanismos asociados a la adaptación y estabilidad de rendimiento.

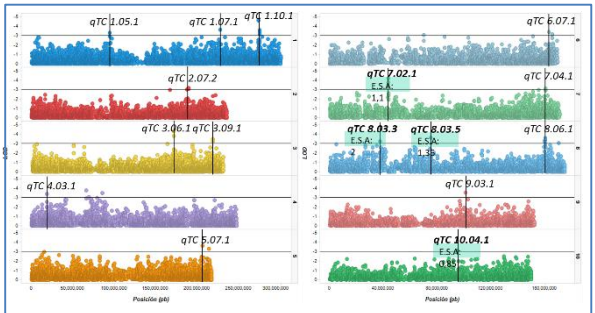

Figura 2: Identificación de QTLs asociados a la tolerancia a *Exserohilum turcicum*. Tesis de Maestría de I. Torrent (2018).

El convenio también proporcionó una plataforma única para estudios de genética cuantitativa, genómica y caracterización de recursos genéticos. A partir de estos materiales se investigaron los grupos heteróticos del maíz flint argentino, la utilización de poblaciones nativas como fuentes de variabilidad, la base genética de caracteres relacionados con la producibilidad de líneas y un amplio conjunto de aspectos vinculados con rendimiento, estabilidad, calidad, sanidad y adaptación ambiental. Estas investigaciones permitieron identificar regiones cromosómicas y loci de caracteres cuantitativos (QTL) asociados a múltiples caracteres de interés agronómico, generando herramientas para la selección asistida por marcadores y ampliando el conocimiento sobre las bases genéticas que sustentan el mejoramiento moderno del cultivo.

Un aspecto distintivo del CVT ha sido su capacidad para acompañar la evolución tecnológica del mejoramiento genético de maíz. A lo largo de más de tres décadas, el convenio fue incorporando y adaptando nuevas metodologías, desde los esquemas clásicos de selección y evaluación fenotípica hasta el uso de marcadores moleculares, herramientas de genética cuantitativa, análisis genómicos y enfoques interdisciplinarios de investigación. Esta capacidad de actualización permanente permitió que el germoplasma generado continuara siendo competitivo y relevante frente a los cambios ocurridos en los sistemas productivos, las demandas de la industria semillera y los desafíos sanitarios y ambientales del cultivo.

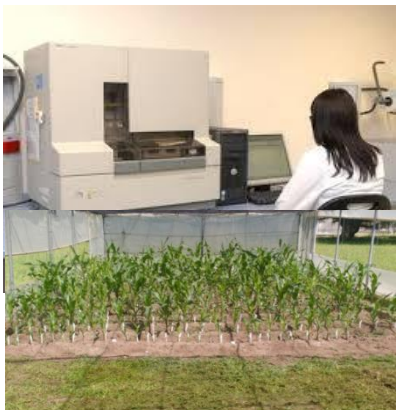

Foto 5: Laboratorio de Biotecnología de la EEA INTA

Finalmente, uno de los mayores logros del convenio ha sido garantizar la continuidad de los procesos de mejoramiento y generación de conocimiento durante más de treinta años. En distintos contextos institucionales y económicos, el CVT aportó recursos financieros, infraestructura, equipamiento, capacidad de evaluación y una estrecha interacción entre investigadores públicos y privados, permitiendo sostener líneas de investigación de relevancia nacional e internacional. Gracias a esta articulación fue posible mantener activo el desarrollo de germoplasma, fortalecer la formación de recursos humanos altamente especializados y consolidar una masa crítica de conocimientos que continúa contribuyendo al progreso genético del maíz argentino. En este sentido, el CVT INTA-SEMILLEROS constituye uno de los ejemplos más prolongados y exitosos de cooperación tecnológica entre el sistema público de investigación y la industria, prolongando y proyectando hacia el futuro una tradición de mejoramiento iniciada en Pergamino hace más de un siglo.

Desafíos y oportunidades para una nueva etapa del CVT INTA-SEMILLEROS:

El Convenio INTA-SEMILLEROS puede interpretarse como una expresión temprana de la concepción que actualmente sostiene el INTA respecto de la innovación tecnológica (Paolucci, 2025). En palabras de la institución, la vinculación tecnológica permite articular el conocimiento generado por la investigación científica con las necesidades del sector productivo, mientras que la firma de convenios y la cooperación público-privada constituyen herramientas clave para impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías destinadas a fortalecer la producción agropecuaria nacional.

A más de tres décadas de su creación, el CVT INTA-SEMILLEROS enfrenta un escenario muy diferente al que le dio origen. Durante los últimos años, la industria semillera mundial y nacional experimentó profundos procesos de transformación, caracterizados por la consolidación empresarial, la incorporación de nuevas tecnologías y la creciente concentración de programas de mejoramiento. Como resultado de fusiones, adquisiciones y reestructuraciones corporativas, muchas de las empresas que participaron en la constitución original del convenio dejaron de existir como tales o pasaron a integrar nuevas organizaciones, reduciéndose significativamente el número de socios participantes respecto de los años iniciales. Sin embargo, esta nueva realidad también abre una oportunidad para replantear y fortalecer el modelo de articulación público-privada que dio origen al convenio. El contexto actual, tanto a nivel institucional como sectorial, resulta particularmente favorable para el desarrollo de iniciativas colaborativas que permitan integrar capacidades científicas, recursos tecnológicos y demandas productivas. En este marco, la incorporación de nuevas empresas y actores vinculados a la cadena de valor del maíz aparece como un objetivo estratégico para ampliar el alcance y el impacto del germoplasma desarrollado por el programa de mejoramiento de la EEA Pergamino.

El acervo genético construido durante más de cien años de mejoramiento y fortalecido durante las últimas tres décadas por el CVT constituye una plataforma excepcional para afrontar los desafíos futuros. Actualmente se dispone de una amplia

diversidad de líneas y poblaciones adaptadas a condiciones templadas, con atributos de interés para la cadena maicera tal como se describió con anterioridad. Contamos hoy con una colección de más de 500 líneas endocriadas (figura 3), caracterizadas fenotípica y genotípicamente, participando de numerosos proyectos de investigación que han permitido identificar regiones genómicas y marcadores asociados a numerosos caracteres de interés agronómico (Torrent, 2026b). Esto nos ha permite avanzar hacia esquemas de selección asistida por marcadores y selección genómica, acelerando la identificación de materiales superiores y aumentando la eficiencia de los procesos de mejoramiento. Estas herramientas, combinadas con la experiencia acumulada del programa y la variabilidad existente en sus materiales, ofrecen una base sólida para generar nuevas innovaciones adaptadas a las demandas futuras del cultivo.

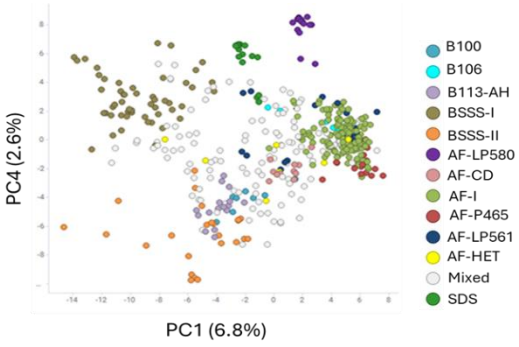

Figura 3: Variabilidad genotípica del germoplasma de la EEA INTA Pergamino. (Torrent, 2026b)

En este contexto, una ampliación de la participación empresarial permitiría incrementar la capacidad de evaluación, diversificar los ambientes de selección y acelerar la transferencia de los resultados hacia el sector productivo. Asimismo, fortalecería el intercambio de conocimientos entre mejoradores públicos y privados, favoreciendo la identificación de nuevas demandas tecnológicas y la definición conjunta de objetivos de mediano y largo plazo. De esta manera, el germoplasma desarrollado podría alcanzar una difusión aún mayor a través de nuevos híbridos y productos comerciales destinados a diferentes regiones y sistemas productivos.

La evolución del convenio en las próximas décadas también estará estrechamente vinculada con su capacidad para continuar integrando investigación, formación de recursos humanos e innovación tecnológica. La articulación multidisciplinaria con universidades, organismos científicos y empresas nos permite seguir desarrollando investigaciones básicas y aplicadas sobre genética, genómica, fisiología, sanidad y adaptación ambiental, al tiempo que contribuye a la formación de nuevas generaciones de profesionales especializados en mejoramiento de maíz.

En síntesis, el principal desafío hacia el futuro no es únicamente sostener una experiencia exitosa de cooperación público-privada, sino proyectarla hacia una nueva etapa de crecimiento. El germoplasma, el conocimiento acumulado, la infraestructura disponible y la experiencia adquirida constituyen una base excepcional para ello. La ampliación de la red de empresas participantes y la incorporación de nuevas tecnologías de mejoramiento ofrecen la posibilidad de relanzar el CVT INTA-SEMILLEROS como una herramienta estratégica para seguir contribuyendo al desarrollo competitivo y sustentable de la cadena maicera argentina durante las próximas décadas.

Referencias bibliográficas:

Ballestrasse, I., Calzolari, A., y Scheneiter, O. (Comps.). (2012). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino "Ing. Agr. Walter Kugler" 1912-2012: Un largo camino junto al desarrollo rural de la región. Ediciones INTA

Domingo, O. (2024). La Industria Semillera en la Argentina: de los primeros ensayos a su desarrollo biotecnológico actual. CAB: Anaquel Editora Consultora Comunicacional. ISBN 978-631-90765-0-9

Eyhérabide, G. H., Presello, D. A., Schlatter, A. R., y Fernández, A. (2006). Generación de germoplasma elite de maíz a partir de un emprendimiento de investigación y desarrollo público-privado. Congreso Nacional de Maíz. AIANBA-MAIZAR. https://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=163 agrolinkInstituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (1990). Plan de tecnología agropecuaria (PLANTA) 1990-1995. INTA.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (1992). Convenio de vinculación tecnológica INTA-Semilleros para el desarrollo y difusión de germoplasma mejorado de maíz. INTA.

Paulucci, E. (2025). Propiedad intelectual y transferencia de tecnología en el INTA. Coordinación Nacional de Vinculación Tecnológica y Relaciones Institucionales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Presentación en Gestión de la Tecnología y la Innovación en el Sector Público. https://www.frd.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2025/12/VTPI_INTA_2025.pdf

Pergentil, G. (2015). Mapeo de QTL para la resistencia a *cercospora zeae-maydis* en maíz (*zea mays* l.). Trabajo final de grado. ECANA. UNNOBA.

Presello, D.; Pereyra, A.; Iglesias, J.; Fauguel, C.; Sampietro, D.; Eyhérabide, G. (2011). Responses to selection of S5inbreds for broad-based resistance to ear rots and grain mycotoxin contamination caused by Fusarium spp. in maize; Springer; Euphytica; 178; 1; 3-2011; 23-29

Torrent, I. (2018). Caracterización fenotípica y genética de líneas de maíz templado (Zea mays L.) para el comportamiento frente al tizón común (Exserohilum turcicum). Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.

Torrent, I. (2026a). Predicción genómica de la resistencia a tizón común, roya común y Mal de Río Cuarto en germoplasma templado de maíz. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.

Torrent, I., Lorea, R., Micheli, D.Rodríguez, G.; Velazco, J.; Presello, D. y Federico, ML. (2026b). Genetic diversity and population structure of temperate maize (Zea mays L.) inbred lines from a public breeding program in Argentina. BMC Plant Biol. https://doi.org/10.1186/s12870-026-08935-7