



El mejoramiento genético de los cultivos de granos en la EEAOC

Fernando Ledesma, José R. Sánchez y Juan P. Nemeć*; Clara Espeche, Diego Méndez, Silvana Mamani y Oscar Vizgarra**; Brian Lane Wilde, Facundo Daniel y Daniel Gamboa***; Mario Devani****

*Proyecto Soja, **Proyecto Legumbres, ***Proyecto Trigo y Maíz, ****Jefe de sección, Coordinador Programa Granos EEAOC, granosoja@eeaac.org.ar

El mejoramiento genético de las plantas es la estrategia más valiosa para el aumento de la productividad de los cultivos comerciales de manera sostenible y ecológicamente equilibrada. Se estima que más de la mitad del incremento de la productividad de las principales especies agronómicas en los últimos 50 años pueden atribuirse a mejoras genéticas, a través de las cuales se han obtenido y liberado al mercado cultivares adaptados a los ambientes locales, con mayor rendimiento, mayor calidad de producto y diferentes grados de resistencia a enfermedades y a estrés térmicos e hídricos.

Pionera en la materia, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) ha trabajado desde sus inicios en la introducción y selección de los principales cultivos de la provincia, desarrollando luego programas de mejoramiento genético. Sus aportes para la generación y difusión de tecnología para el sector granario se han constituido en una importante fortaleza de la Institución. El Programa Granos hoy vigente incluye distintos proyectos dedicados a soja, maíz, trigo, poroto, garbanzo, lentejas y otros cultivos

alternativos siempre en exploración, todos orientados al desarrollo de cultivares adaptados a nuestras condiciones agroecológicas, con alto potencial de rendimiento y buen comportamiento sanitario, atentos a las tecnologías de cultivo que también fueron perfeccionándose. Muchas de las variedades liberadas y difundidas por la EEAOC ocupan hoy amplias áreas en el NOA, extendiéndose no solo a países limítrofes sino además a otras latitudes, corroborando su indiscutido liderazgo en este aspecto de su tarea.

El desarrollo de estos proyectos de mejoramiento varietal implica la participación de distintos equipos técnicos que aportan a los objetivos generales del Programa desde la especificidad de cada una de las

disciplinas intervinientes. La participación de los especialistas de Fitopatología, Zoología Agrícola, Malezas, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica, Suelos y Nutrición Vegetal, Biotecnología, Química, Semillas y Economía y Estadísticas, contribuyen en la EEAOC a la necesaria mirada integral de cada especie vegetal que se investiga y desarrolla.



La soja es el cultivo oleaginoso de mayor producción y consumo a nivel mundial. Si bien son aproximadamente 50 los países proveedores, el 91% de la producción la concentran EEUU (37%), Brasil (28%), Argentina (18%) y China (8%).

La Argentina es el tercer productor mundial de grano, aceite y harina de soja, y el primer exportador de aceite y harina de la oleaginosa. Además, el cultivo de soja es el de mayor importancia en nuestro país, tanto por la superficie que abarca (se cultiva en 16 provincias) como por los volúmenes producidos y exportados de grano y sus derivados. En el NOA ocupa aproximadamente 800.000 ha. En Tucumán, principalmente en el este y sur de la provincia, abarca parte de las regiones agrológicas del pedemonte Subhúmedo Seco y la llanura Chacopampeana (Ver relevamiento satelital en página 42).

Los programas de mejoramiento de granos de la EEAOC

■ Proyecto Soja

La EEAOC fue precursora en la experimentación y promoción del cultivo de la soja en la Argentina. Los primeros trabajos publicados se remontan a principios del siglo pasado (1912),

realizándose luego los primeros ensayos de experimentación agrícola (1934), que continuaron efectuándose de manera regular. Posteriormente, a partir de la década del 60, se difundieron en mayor medida las tareas de investigación y desarrollo tecnológico del cultivo, resultando de gran importancia para la expansión de la oleaginosa, no sólo en Tucumán sino en toda la región NOA. A través de la introducción y evaluación de variedades de soja desde el exterior, la EEAOC y otras instituciones del medio hicieron su aporte para el mejoramiento varietal. Los materiales evaluados y recomendados por la EEAOC llegaron a ocupar alrededor del 80% de la superficie sembrada en el NOA, contribuyendo en gran medida al aumento de los rendimientos en la región.

Una nueva etapa en el mejoramiento genético de la oleaginosa comienza a partir de la obtención de variedades locales, cuando la EEAOC implementó en la década de 1970 un Programa de Mejoramiento Genético que permitió la creación y difusión de variedades propias, tales como Tuc G 16, Monte Redondo, Shulka y Huayra. Luego, desde fines de siglo, se lograron también cultivares transgénicos resistentes al herbicida glifosato,

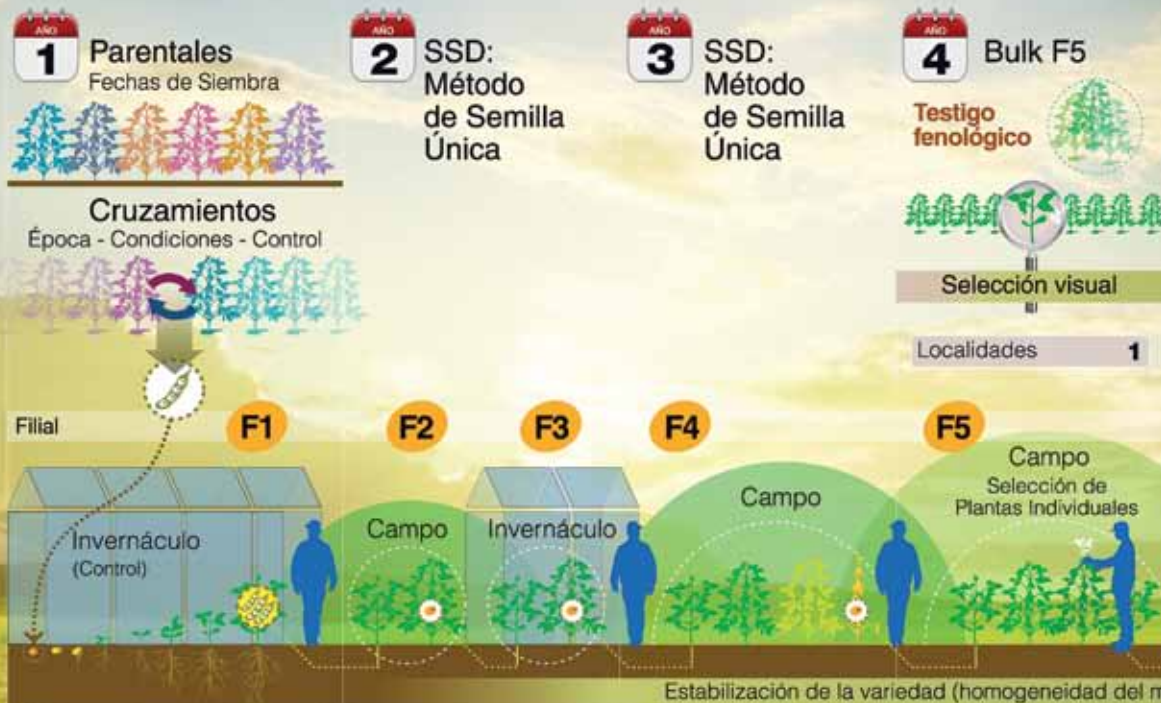
como Munasqa, Qaylla, Yanasu, Tarpusqa y Waynasoy.

La introducción, selección y difusión de nuevas variedades de soja por parte de la EEAOC impulsó al área productora en el NOA. Se destaca la creación de Munasqa y Qaylla, las dos primeras variedades resistentes al glifosato liberadas por una institución pública. Fueron precedidas por la liberación, inscripción y difusión de las variedades convencionales Shulka

■ Mejoramiento de especies autóгамicas

La soja es una especie de las denominadas autóгамicas; es decir, se reproduce por autofecundación, dando origen a semillas de idénticas características genéticas que la planta madre. Por ello, la obtención de variedades con atributos diferentes, pretendidos para un mejor comportamiento agronómico y/o sanitario y mayor rendimiento, sólo es posible mediante el cruzamiento inducido entre variedades con las características buscadas. La combinación genética da lugar a variedades con las características de ambos progenitores. La selección de las variedades buscadas se practica de acuerdo al comportamiento de las descendientes en el campo, en comparación con los progenitores, que obran como testigos.





y Huayra, resistentes al cancro del tallo y como una respuesta al manejo más efectivo de esta enfermedad inmediatamente después de su aparición en el país. La Estación intervino rápidamente para enfrentar con éxito tanto a la epifitía del cancro del tallo de la soja como a la aparición de la roya asiática de la soja en el país.

• Método de mejoramiento de Soja

El Proyecto Soja cuenta con un banco de germoplasma propio con gran variabilidad genética (determinada a partir de estudios moleculares de distancia genética), a partir del cual se realiza la selección de los progenitores o parentales.

Actualmente se utiliza el **método de semilla única modificado** (SSD, por sus siglas en inglés: "Single Seed Descent") en las primeras etapas, luego el sistema de "Bulk" por familias, y posteriormente se realizan **Ensayos Comparativos de Rendimiento** (ECR), de diferentes formatos, según el avance de las líneas.

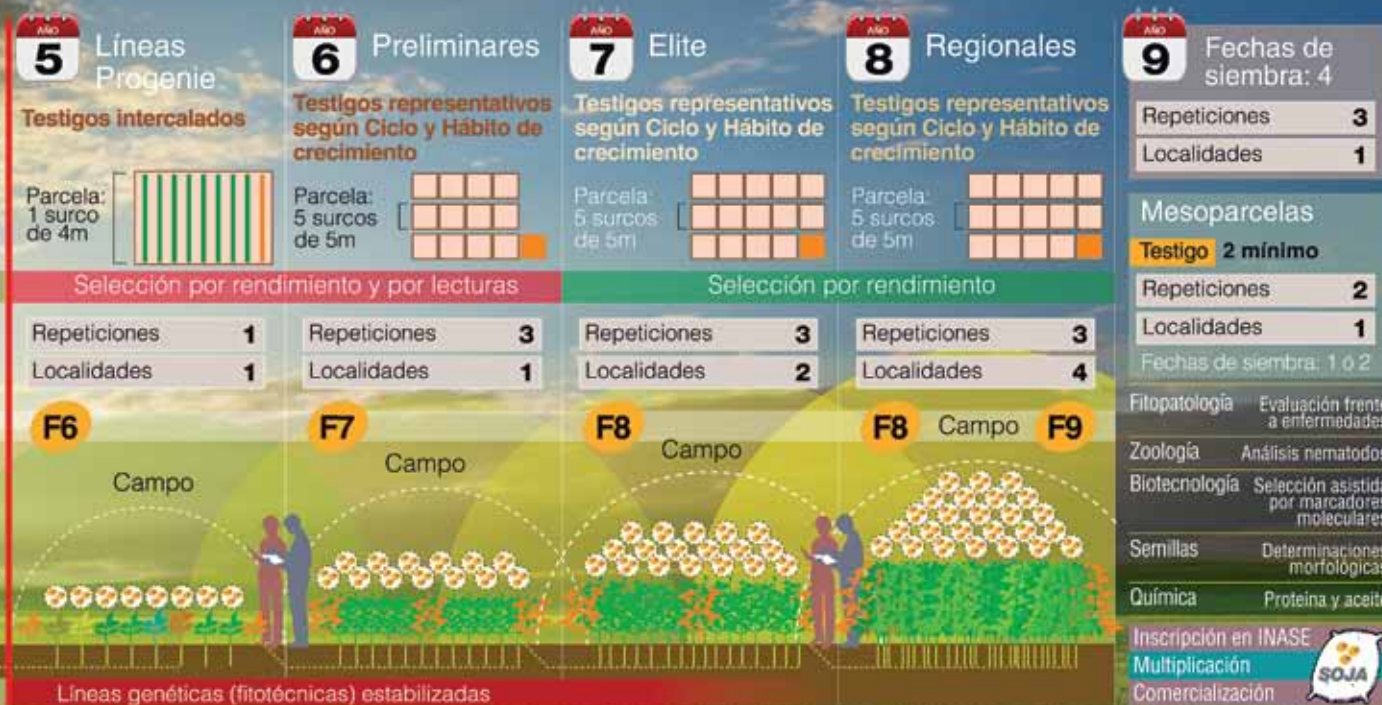
En el primer ciclo (año 1) se siembran los **Progenitores** a campo, que poseen caracteres de interés a incluir en la variedad ideal (Ideotipo) que se busca generar. Se los implanta en cuatro o cinco fechas de siembra a fin de lograr coincidencia en las floraciones de variedades parentales de diferentes grupos de madurez (GM). Se realizan cruzamientos (hibridaciones) de diferentes combinaciones de progenitores, en un período que generalmente inicia a mediados de enero hasta mediados de marzo. Los mismos son identificados al momento de realizarlos, para luego poder controlarlos y cosecharlos.

Estas semillas (**F1**), correctamente identificadas, se siembran en el segundo ciclo, realizándose comprobaciones de la hibridación, basadas en dos caracteres cualitativos de dominancia completa: color de flor y color de pubescencia. Además, se aplica glifosato para descartar todas aquellas autofecundaciones de madres no transgénicas. Todas las plantas fehacientemente comprobadas como descendientes de hibridación

se cosechan y se agrupan por combinación de parentales o familia fitotécnica.

Cada familia fitotécnica (**F2**) se siembra en conjunto a campo (año 2), separadas por sus progenitores, los cuales servirán de testigos fenológicos. En madurez fisiológica se cosechan una o dos semillas de cada planta, lo que permite mantener en el tiempo la variabilidad generada en la hibridación. De igual manera se implantan y cosechan las familias fitotécnicas **F3** y **F4** (año 3). Las filiales **F1** y **F3** se las siembran en invernáculo, mientras que el resto se lo lleva a cabo en el campo, a fin de avanzar generaciones en el menor tiempo posible.

Las parcelas del **Bulk F5** se realizan a campo en el siguiente ciclo (año 4), con igual formato que las anteriores, sólo que la cosecha difiere, ya que aquí se realiza la primera selección por parte de los mejoradores de la EEAOC. A medida que las plantas **F5** alcanzan la madurez, se realiza una selección de plantas individuales (presión de selección del 40% aproximadamente), identificándolas



por el nombre de sus progenitores y su GM y HC. La selección es visual por parte de los mejoradores, y se basa en los ideotipos buscados. Actualmente se buscan variedades adaptadas no solo a nuestra provincia, sino también al NOA, NEA y los países limítrofes de Bolivia, Paraguay y Brasil. Hace unos años se empezó a implantar ECR en Sudáfrica y Colombia, por lo que también se está trabajando en ideotipos que se adapten a estos países.

En el año 5, con la semilla de cada planta seleccionada se siembra un surco de 4 metros de largo, a campo, denominándose el ensayo **Líneas Progenie**. O sea, de una misma familia fitotécnica del Bulk se obtendrán varias líneas fitotécnicas, sin repetición. Se intercalan numerosos surcos con variedades testigos de similar hábito

de crecimiento (HC) y GM, ya que a partir de esta filial la selección se realiza basándose en el rendimiento de las parcelas.

A medida que avancen las filiales/generaciones, se incrementa el volumen de semillas de cada línea avanzada, por lo que las repeticiones irán aumentándose, así como las localidades donde se realizan las ECR, y la presión de la selección.

Finalmente se llega a los **Ensayos Regionales**, comprendidos por alrededor de 56 líneas avanzadas puras a testear en cuatro localidades representativas del aérea sojera (tres en Tucumán y una en Catamarca), de donde se seleccionarán las nuevas variedades a inscribir. Las mismas deben haber tenido por lo menos dos ciclos de rindes similares o mayores a los testigos, así como buen comportamiento

sanitario y agronómico. Mientras dura el proceso de inscripción de la variedad (uno a dos años), estos nuevos materiales participarán en ensayos de fechas de siembra y de mesoparcelas. De esta manera se tiene un mayor conocimiento de herramientas de manejo agronómico para brindar a los productores, a los efectos de lograr el máximo potencial de rendimiento de las mismas. Además se realizan en los laboratorios de la EEAOC análisis sanitarios y de calidad, los cuales incluyen comportamiento fitopatológico ante diversas enfermedades, reacción ante nematodos, calidad de semilla y determinaciones morfológicas requeridas por el ente inscriptor nacional. Estos estudios son a nivel tanto macroscópico, como microscópico y molecular, como ser los análisis asistidos por marcadores moleculares.

Presión de selección es el porcentaje de líneas fitotécnicas que avanzan, por selección del fitomejorador, de una etapa del programa de mejoramiento a la siguiente etapa superior.

Ej: Si hay 100 líneas fitotécnicas y se seleccionan 13, la presión de selección es de 13%.

Valores porcentuales bajos significan que se ha practicado una alta presión de selección, ya que hubo mucho descarte de líneas avanzadas. Inversamente, valores porcentuales altos, caracterizan una baja presión de selección.

Proyecto Trigo

La EEAOC realizó numerosas experiencias con cultivos cerealeros, particularmente con variedades de trigos argentinos tradicionales, que revelaron en el NOA escasa capacidad productiva. En función de estos resultados obtenidos se incorporaron materiales de diferentes orígenes (Brasil, Paraguay y México) para sustituir las variedades tradicionales. A partir de ese momento se puso mayor énfasis en el mejoramiento genético a escala reducida, con la asistencia del Centro Internacional de Mejoramiento Genético de Maíz y Trigo (CIMMYT), institución autónoma, científica y privada, con sede en México; relación que continúa hasta el presente. Del germoplasma provisto por el CIMMYT y de las incorporaciones realizadas surgió un banco de germoplasma local que logró registrar cultivares para el NOA rápidamente. Entre los cultivares destacados podemos citar CIANO 67 en el año 1973, TUC Norteño

en 1984, TUC Granivo en 1995 y TUC Elite 43 y Tuc Elite 17 de reciente liberación. Es importante destacar que producto de este trabajo, la variedad TUC Granivo, en especial, marcó un hito importante en el desarrollo triguero de la región, llegando a cubrir casi un 60 % del área triguera del NOA; y actualmente continúa siendo una variedad competitiva. En la búsqueda de ampliar su banco de germoplasma la EEAOC concretó la firma de un convenio con el semillero de la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA), que se encuentra en pleno funcionamiento y a punto de registrar nuevas variedades con probada adaptación y óptima calidad industrial.

Por otro lado la EEAOC es una importante difusora de variedades comerciales de reciente liberación, permitiendo de esta manera una actualización permanente de los cultivares registrados en el país, esfuerzos realizados a través de ensayos comparativos de rendimientos de variedades, tarea

ininterrumpida durante 53 años.

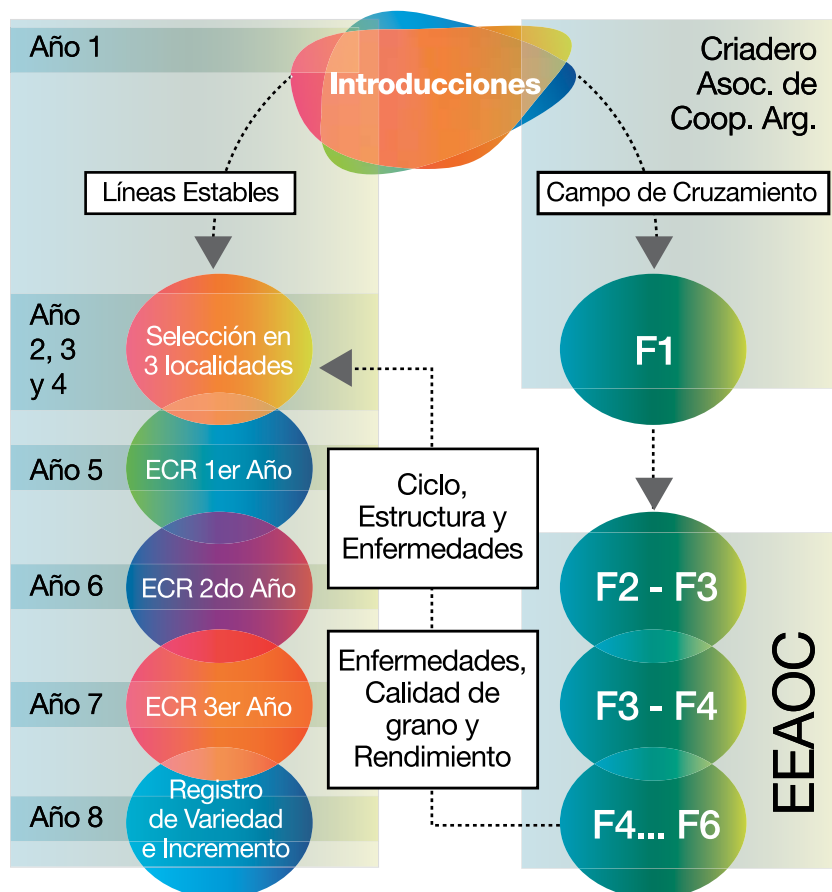
Es importante resaltar que se realiza introducciones y cruzamientos dirigidos en cultivares de trigos para fideos (*Triticum durum*), siendo el único centro de experimentación de la región del NOA.

En esta Estación Experimental también se trabaja en manejo agronómico del cultivo de trigo, manejo de plagas, enfermedades, malezas y calidad comercial.

• Método de mejoramiento de trigo

En el año 1 se incorporan los cultivares introducidos y los obtenidos de los cruzamientos dirigidos y relazados en la Experimental de Cabildo y Pergamino de la ACA.

En los años 2 ,3 y 4 se realizan ensayos de selección en tres localidades donde se someten a los cultivares a una alta presión de selección durante tres años en ambientes de secano y uno con



riego. Para seleccionar se tienen en cuenta ciclos, estructura de planta, enfermedades y los rendimientos comparados con los testigos más exigentes. Durante los años 5, 6 y 7 se llevan a cabo ensayos preliminares en dos localidades, sobre los cultivares sobresalientes, donde se evalúan los rendimientos y calidad comercial e industrial. A partir del año 6 se comienzan a incrementar los cultivares promisorios y se empiezan las confecciones de legajos y análisis de calidad para su posterior registro en el INASE.

■ Proyecto Maíz

Este proyecto se encuentra abocado a la producción de híbridos de maíz para la región y ya hace cuatro años que trabaja conjuntamente con la ACA. El pleno funcionamiento de este convenio permitió obtener el híbrido colorado Flint no transgénico ACA 622, que se encuentra sembrado en la región y en proceso de producción de semilla. Es importante destacar que la principal tarea de la EEAOC es la realización de ensayos y pruebas de los híbridos promisorios; la genética es de la ACA y la producción de semilla es responsabilidad del semillero Lealsem, con la gerencia técnica de la EEAOC y ACA. Se encuentra también en avanzado desarrollo la obtención de híbridos transgénicos para la región, los cuales estarán disponible en el mercado de semillas.

■ Proyecto Legumbres Secas

El Proyecto Legumbres Secas de la EEAOC trabaja en el mejoramiento genético de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) desde el año 1981. A partir del año 2002, con la iniciativa de incorporar nuevas alternativas al sistema productivo de la zona, se inicia el trabajo de mejoramiento en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), y a su vez, en la década del 2010, comenzó a evaluar alternativas

invernales como la lenteja (*Lens culinaris* Medik.) y la arveja (*Pisum sativum*). Recientemente se incorporó el cultivo de mungo (*Vigna radiata* L.) a los cultivos estivales.

• Mejoramiento genético de poroto

El poroto es la legumbre alimenticia más importante en el mundo y es ampliamente cultivada en Asia, América y África. Su producción a nivel mundial alcanza los 23 millones de toneladas métricas. Argentina se encuentra entre los cinco principales países exportadores y comercializa el 90% de su producción (FAO, 2012).

En Argentina, el poroto se cultiva en el noroeste argentino (NOA) fundamentalmente en las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán, donde se alcanza una producción aproximada de 350.000 tn/año (FAO, 2012).

• Obtención de variedades de poroto a través de introducción y selección

La producción de poroto en Argentina tuvo escasa relevancia hasta inicios de la década de 1970, debido a su baja presencia en la dieta del pueblo argentino y la precaria participación en los mercados internacionales. Sin embargo, a partir de esa época se produce un incremento considerable en la demanda de poroto en los países europeos, que repercute en el aumento de la producción de esta leguminosa en Argentina.

La expansión de la frontera agropecuaria del NOA trajo como consecuencia la aparición de diversos problemas de producción, particularmente de tipo fitosanitario.

Ante la situación fitosanitaria limitante para el cultivo del poroto en la región a principios de 1980, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC) de Tucumán inició un plan de trabajo para enfrentar los nuevos problemas, con la vinculación al Programa de Poroto del CIAT.

■ La genética de la EEAOC en el mundo

Los cultivares del Programa Granos de la EEAOC trascendieron las fronteras de la Argentina, para posicionarse, primero en países limítrofes y luego en otras regiones. Es el caso de las variedades de soja que ocupan en Bolivia más del 50% del área sembrada con esta oleaginosa desde hace varias campañas agrícolas. Además de ser evaluadas y sembradas en Paraguay y Brasil, con muy buenos resultados

La introducción de genotipos desde el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) comenzó en el año 1981, y se evaluaron en diversas zonas de la región. Estos genotipos correspondían a **porotos negros** y la primera variedad con alta resistencia a las principales virosis fue **DOR 41**, inscripta en el año 1982. Con ella se reemplazó a la variedad más difundida hasta ese momento conocida como "negro común". A **DOR 41** le siguieron **DOR 157** y **BAT 304**, en 1986. En 1995, la EEAOC libera los cultivares **TUC 390** y **TUC 500** como resultado de sus trabajos de selección desde 1991. Estas variedades presentaban, además de resistencia a virosis, una arquitectura de planta que favorecía la trilla directa. En 2005 se liberó **TUC 510**, que llegó a ocupar más del 50% del área sembrada en el NOA entre los años 2007 y 2010. En el año 2008 se inscribe ante el INASE la primera variedad de poroto negro con alta tolerancia a la mancha angular, **TUC 550**. Y finalmente, en el año 2010 se inscribe **TUC 300**, un material muy precoz, de 78 días de ciclo, que se muestra como una alternativa de siembra en áreas con riesgo frecuente de sequía y permite en siembras tardías escapar a las heladas tempranas.



Considerando el esquema planteado, es necesario aclarar que para identificar una variedad son muchas las líneas que deben ser evaluadas. Si bien varias de estas líneas no cumplen con todos los parámetros establecidos dentro de los objetivos del proyecto de mejoramiento, son consideradas para ser usadas como progenitores por tener una o varias características deseables.

• **Resistencia a bacteriosis común y mancha angular en poroto negro**

A pesar del progreso conseguido con las nuevas variedades comerciales inscritas hasta el momento, las enfermedades endémicas que se presentan con marcada virulencia en algunos años no permiten obtener los rendimientos potenciales y el mayor retorno económico que tienen las variedades liberadas. Como consecuencia de esta situación, se planteó la necesidad de desarrollar un programa de mejoramiento genético local e independiente para afrontar las limitantes sanitarias particulares del NOA.

Así comienza una nueva etapa en el mejoramiento genético del poroto a partir de la obtención de variedades locales. Uno de sus primeros objetivos apunta hacia la obtención de variedades de poroto negro adaptadas a la región con elevados niveles de resistencia a bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) y mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) manteniendo además un nivel alto de resistencia a las virosis (*Bean*

En cuanto al **poroto blanco**, en el año 1987 la EEAOC inscribe las primeras variedades: **TUC 56** tipo alubia; **TUC 27** tipo oval, y **TUC 122** tipo navy bean.

En 1988 se inscribieron los **porotos rojos, PVAD 1101** y **PVAD 1111**, que tienen una rápida aceptación por parte del sector productivo y reemplazan a la variedad más difundida hasta ese momento “chaucha colorada”. En el año 1992, se inscribe la variedad **TUC 180**, tipo Dark Red Kidney. Finalmente el año 2003, la institución, inscribió el primer material de poroto rojo chico, denominado **TUC 310**, con mercado centroamericano principalmente.

Otro color que la EEAOC venía evaluando es el **cranberry**, y como resultado de su trabajo, en el año

2003 inscribe la variedad de este tipo de poroto, denominada **TUC 241**.

Históricamente, el programa de mejoramiento se basó en la introducción y selección de genotipos desde el CIAT. Recientemente, también se estableció un convenio con el Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR), Londrina, Brasil, el cual tiene un importante programa de mejoramiento genético en poroto negro y carioca, fundamentalmente. En el año 2012 se realizaron las primeras introducciones desde el mismo.

Dentro de la metodología utilizada por el Proyecto Legumbres Secas en la obtención de variedades, se contempla el esquema de esta página.

golden mosaic virus y *Bean dwarf mosaic virus*).

Para llevar a cabo este trabajo de mejoramiento se escogieron como progenitores variedades comerciales de poroto negro de gran difusión y adaptación en el NOA. El CIAT aportó las fuentes de resistencia, y se realizaron los cruzamientos en dicho centro.

En una primera etapa se realizaron los cruzamientos simples; posteriormente, a partir de estas cruces se realizaron los cruzamientos dobles. La primera etapa de selección se realizó en el CIAT (F1-F2) y fue llevada a cabo por investigadores de la EEAOC con el apoyo de las secciones de virología, patología y fitomejoramiento de este centro.

Todas las selecciones individuales F2 fueron traídas a la Argentina para su evaluación y selección (individual y/o masal) hasta F6 en localidades de Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca, donde bacteriosis común y mancha angular se presentan frecuentemente con elevada incidencia y severidad. Actualmente estas líneas ya están estabilizadas y continúan su proceso de evaluación en ensayos, según el esquema planteado anteriormente.

• Cruzamientos locales realizados por la EEAOC

La primera etapa consiste en la selección de progenitores con las características deseables que se pretenden reunir en la nueva variedad. En lo posible se trata de escoger materiales adaptados a la región, con arquitectura adecuada para la trilla directa, calidad de grano y rendimientos altos, como así también otros materiales que complementan algún defecto específico de los primeros.

Se siembran los progenitores seleccionados, generalmente en invernadero de la EEAOC, teniendo en cuenta la sincronización de la

floración entre progenitores (Figura 1). Se efectúan los cruzamientos mediante polinización artificial y finalmente se cosechan las semillas híbridas.

La siguiente etapa consiste en el manejo de las poblaciones segregantes, que se realiza mediante el Método Genealógico o Pedigrí. Este método consiste en seleccionar plantas superiores a partir de la generación F2 y en las generaciones sucesivas, conservando un registro de las relaciones Padres-Progenies.

La obtención de variedades a través de cruzamientos locales es muy importante, ya que permite dirigir las cruces específicamente para los objetivos propuestos. La EEAOC trabaja en porotos de diversos colores. En **poroto blanco y rojo** se busca la incorporación de tolerancia a moho blanco (causada por *Sclerotinia esclerotiorum*), arquitectura de planta adaptada a trilla directa y buena calidad de grano. La fuente de resistencia de la variedad **A 195** es aportada por el CIAT.

En **poroto negro** se trabaja en la búsqueda de resistencia a la bacteriosis común y a la mancha angular. Los progenitores utilizados como fuentes de resistencia son **VAX 6** (de color rojo) y otros genotipos de color negro que ya tienen incorporada esta línea dentro de su Pedigrí.



Figura 1. Plantas de poroto sembradas en el invernadero de la EEAOC, para ser usadas como progenitores.

La importancia de la asociación del sector público y el privado

Desde fines de los 90' la EEAOC se asoció con el sector privado a los efectos de complementar su trabajo de investigación. La institución libera variedades de granos, realizando todo el proceso que esto implica, pero las etapas de incremento, clasificación, acondicionamiento, marketing y comercialización de la semilla de las variedades, es efectuado por la empresa Lealsem Semillas, una Unión Transitoria de Empresas (UTE). Los mismos vienen realizando estas etapas de manera ininterrumpida, de acuerdo a un convenio de vinculación tecnológica que desarrollaron con la EEAOC.

Esta complementariedad entre una institución pública con empresas privadas resultó estratégica para la difusión de los materiales de la EEAOC, no solamente en nuestro país, sino también en otros, especialmente en Bolivia.

De igual modo se está trabajando en la actualidad para la difusión de las nuevas variedades de soja en Sudáfrica por medio del convenio con la empresa Sensako. Esto permitirá comercializar la genética de la EEAOC de manera rápida y eficiente.

Por otro lado, es importante mencionar los convenios con la empresa Monsanto, a los fines de utilizar los genes de resistencia a herbicidas en la genética de la Institución.

Mejoramiento genético de garbanzo

El garbanzo es una legumbre importante que se cultiva y se consume en todo el mundo, especialmente en los países de Asia y África. Es una buena fuente de hidratos de carbono y proteínas, y la calidad de la proteína es considerada mejor que la de otras legumbres (Jukanti *et al.*, 2012).

Argentina, en los últimos años, de mero espectador ha pasado a ser en un período corto un actor protagonista del mercado mundial del garbanzo, integrando ya el selecto grupo de los grandes exportadores mundiales.

En mejoramiento genético de este cultivo, el Proyecto Legumbres Secas está trabajando básicamente por introducción y selección con el respaldo del International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Alepo, Siria. Desde este centro se introducen materiales que son evaluados y seleccionados en distintas zonas de la provincia de Tucumán y Catamarca.

Entre los viveros que se han evaluado hasta la fecha, pueden mencionarse: viveros de líneas elite, líneas para primavera, líneas con resistencia a sequía, a frío y a *Fusarium sp.*

Las evaluaciones de los viveros se realizaron en diversas localidades,

siendo la más reiterada a través de los años La Ramada (Departamento Burreyacu, provincia de Tucumán). La introducción de los viveros fue continua a través de los años, y actualmente con las líneas seleccionadas de las primeras introducciones se cuentan con ensayos preliminares y regionales.

También se pudo identificar en los viveros para *Fusarium*, líneas tipo Desi, el cual es un tipo de garbanzo diferente a lo difundido en nuestro país, que posee ciertas características deseables en los programas de mejoramiento y además tiene un mercado y un consumo mayor que los garbanzos Kabuli (Figura 2). Para poder ampliar la base genética en este tipo de garbanzo, se introdujeron en el año 2012 líneas desde el banco genético de granos de Australia.

Como fruto de la investigación de estos años, en 2013 se han inscripto ante el Instituto Nacional de Semillas (INASE) dos variedades de garbanzo tipo Kabuli: **TUC 403** y **TUC 464** (Vizgarra *et al.*, 2014).

La disponibilidad de variedades en nuestro país es muy estrecha siendo Chañarito S-156 y Norteño las únicas que alcanzaron hasta la actualidad una masiva difusión a nivel comercial (Martínez *et al.*, 2012). Por último se inscribieron, por parte del INTA, Kiara y Felipe.

El aporte de esta nueva genética será importante también debido

que las variedades y poblaciones actualmente difundidas llevan varios años en el mercado, por lo que es probable que hayan perdido gran parte de su pureza varietal, especialmente en aquellos casos en los que el productor hace el manejo de su propia semilla.

La comercialización del garbanzo se torna muy difícil en años donde la producción mundial es alta, y los requerimientos de los compradores se basan en granos de calibre grande (9 y 10), que representan a su vez mejor precio para el productor. Es por ello que el Proyecto, en los últimos años, ha dirigido su selección a genotipos Kabuli, con granos de calibres grandes. El proyecto cuenta también con líneas tolerantes al frío y a la sequía como así también genotipos tipo Desi y Kabuli, con resistencia a *Fusarium sp.*

Bibliografía consultada

FAO. 2012. FAOSTAT Agriculture Data. <http://www.fao.org/corp/statistics/es/>.

Jukanti A. K; P. M. Gaur; C. L. Gowda; R. N. Chibbar. 2012.

Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *Br J Nutr.*108 (1):11-26.

Martínez, M. J.; J. Carreras; M. Silva; C. G. Marioli Nobile; R. Aguilar; M. Turco; R. Badini; R. Grosso; M. J. Allende; R. Badini; M. Imga y G. Sphan. 2012. Garbanzo argentino de calidad en origen. [En línea]. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/garbanzo-argentino-de-calidad-en-origen/at_multi_download/file/21-%20Garbanzo%20Argentino%20de%20Calidad%20en%20Origen.pdf (consultado 9 mayo 2014).

Vizgarra, O. N.; C. M. Espeche, S.Y. Mamani Gonzales y L. D. Ploper. 2013. TUC 403 y TUC 464: dos nuevas variedades de garbanzo tipo Kabuli para el noroeste argentino. En "El cultivo del garbanzo en el NOA". Publicación especial N° 48. Marzo de 2014. ISSN: 0328-7300, pp 15 - 18.



Figura 2. Semillas de garbanzo tipo Kabuli (Izquierda) y Desi (derecha).