



■ Soja

Mejoramiento genético de la soja

Breeding: ciencia y arte

Ing. Rodolfo Rossi

Co-fundador de la Asociación de la Cadena de la Soja Argentina. Presidente entre 2014 y 2018.

■ Algo de historia

El breeding en Argentina se inicia con la introducción de materiales genéticos fundamentalmente desde EE.UU, hace más de 50 años. Hubo entidades públicas muy importantes que introdujeron genética, como la Universidad de Buenos Aires, el INTA y otras relevantes. Recién a partir de mediados de la década del 70 empiezan a aparecer programas locales a cargo de empresas

privadas, como es el caso de Ofpec (Organización Ferrarotti para el Campo) y la empresa Asgrow; programas que nacieron con el objetivo muy claro de desarrollar variedades para nuestro país.

A partir de 1983, empiezan a inscribirse las primeras variedades argentinas que tuvieron un gran impacto; tanto que siete años después, algo más del 70% de lo que se utilizaba ya era desarrollado acá. Ahí hubo un cambio varietal

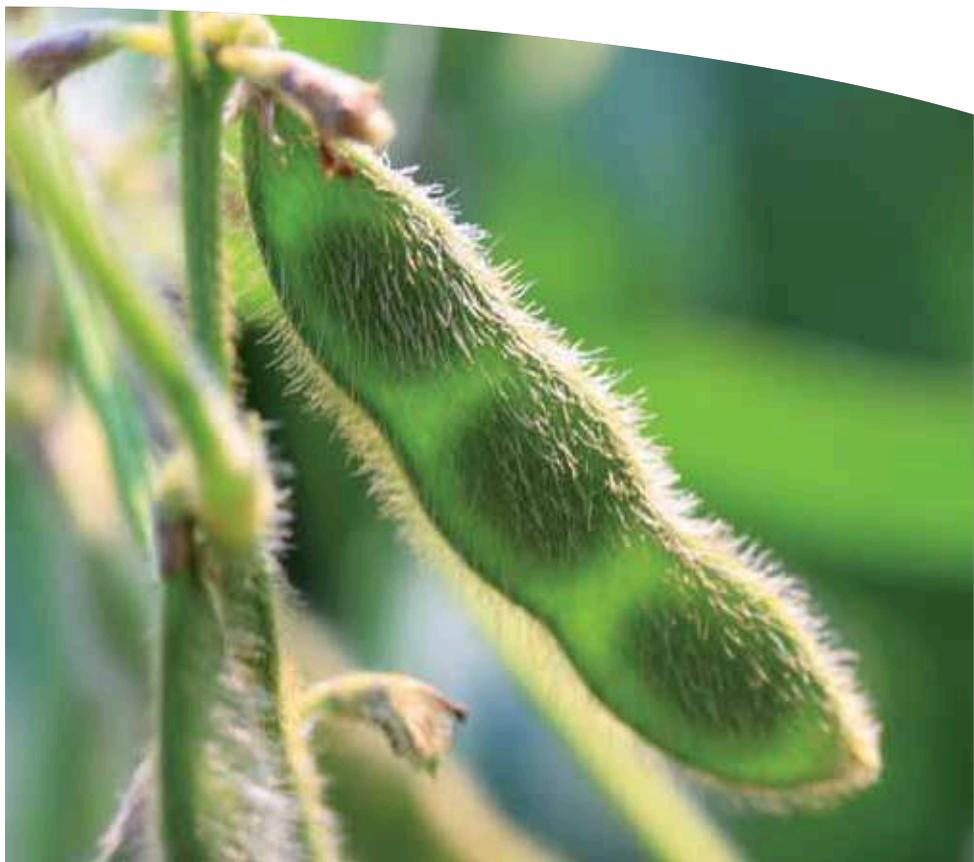
muy fuerte, más que nada dentro del grupo de madurez.

Obviamente, cuando estamos comparando porcentajes, lo hacemos contra distintas superficies con soja. Los programas de mejoramiento locales comenzaron cuando la soja ocupaba medio millón de hectáreas y entre dos y tres millones cuando comienzan los nuevos lanzamientos en 1983. En el año 90, con una madurez muy marcada de la genética nacional,

Argentina ya tenía cuatro millones de hectáreas. Son, por supuesto, cinco veces menos que las que tenemos ahora. Ahí se produce un quiebre del mejoramiento genético de desarrollo local con la aparición de las variedades transgénicas, o sea genes desarrollados en el exterior, como el de resistencia al glifosato básicamente, que empieza a incorporarse en el germoplasma local.

La buena noticia es que en seis años de trabajo, en 1996, empiezan a lanzarse las primeras variedades locales RR, en forma simultánea con EE.UU. Hasta entonces hubo un cambio varietal muy importante desde el punto de vista del grupo de maduración. En la década del 70 –siempre en relación con las superficies de entonces y su localización-, cuando empieza el mejoramiento de soja, más del 80% de esta se hallaba en la zona “RosaFé”. En ese tiempo, la de Tucumán era ya en gran parte soja nacional. Con el fuerte crecimiento posterior que hubo en Santa Fe, después en Córdoba y Buenos Aires, que es la provincia que más superficie sembrada tiene, se diversificaron las regiones y entonces también los grupos de maduración. Pero lo más importante es que hubo un cambio hacia la precocidad durante toda la década del 80; mucha genética en la zona central era del grupo 6, 7 y fueron al grupo 5 de manera muy rápida. Básicamente hubo una variedad, la A5308, producto del equipo mío de trabajo, que tomó más del 50% de la superficie argentina.

En la década de 1990 se inicia un cambio en dos aspectos; por un lado, un acortamiento más pronunciado en términos de maduración –especialmente el grupo 4 y el 3- y, simultáneamente, se desarrolla la primera variedad indeterminada del grupo 5, que toma a partir de ahí un impulso muy importante. Hoy podemos hablar de que gran parte de la superficie de la Argentina, Brasil y Paraguay



tienen variedades de crecimiento indeterminado. En cuanto a los grupos de madurez, podemos decir que los grupos 3 y 4 fueron sumando durante la década de 2000, y hoy a nivel nacional más del 65% está en esos grupos. Por supuesto, en el norte argentino, NOA y NEA, donde también se sembraron variedades de grupos largos, como los grupos 9 y 8 -variedades que venían de universidades brasileras o del sur de EE.UU- fueron de a poco recostándose en lo que sería el grupo 8 y de ahí para abajo. Si bien lo que es el grupo 7 largo y grupo 8 es lo más sembrado e indicado para la zona norte de la Argentina, hoy entran muy bien también las variedades del grupo 6 e incluso del grupo 5 indeterminados. Es una manera de mostrar cómo se ha evolucionado.

■ Evolución tecnológica

En los más de 40 años que llevo trabajando en el mejoramiento de soja, hemos tenido cambios cuanti y

cualitativos. En ese lapso, lo que antes se definía como mejoramiento genético convencional y que llevó a la construcción de la base de germoplasma, a la adaptación de la soja a distintas regiones del mundo, fue nutriéndose luego de nuevas tecnologías. Obviamente, un paso fundamental fue la ingeniería genética, que permitió –como representantes, digamos- el tema de la transgénesis. Pero una serie de distintas técnicas –software, maquinaria experimental más sofisticada, transmisión de datos, todo lo que llama fenotipado, marcación molecular, formas de introducir nuevos genes transgénicos o genes que existen en la naturaleza- es lo que hoy denominamos mejoramiento genético molecular. Lo llamamos así porque es un conjunto de ciencias que está alineándose para poder producir mejoras cuanti y cualitativas en las variedades de soja que tengan impacto en el productor.

Hoy el mejoramiento genético “convencional” ha evolucionado



hacia lo que se llama “nuevas técnicas” de mejoramiento genético. Hoy podemos trabajar a nivel molecular en todo lo que es el silenciamiento de genes, el cambio de genes dentro de la misma especie; pequeñas modificaciones en el genoma que antes se producían a nivel de mutaciones hoy se pueden hacer con un trabajo muy fino a nivel de genes y no a nivel de bases. Es toda una revolución la que hemos vivido en estos años y que todavía vamos a seguir viviendo, más allá de lo que se resuelva en el debate internacional acerca de su mayor o menor regulación, especialmente acerca de los transgénicos. En eso Argentina dio un puntapié muy fuerte, porque hoy existe un protocolo en la comisión nacional de biotecnología para, por lo menos, recibir estos nuevos productos y determinar si deben ser regulados. Pero este gran debate está dándose en Europa, básicamente, donde por supuesto hay una presión para que a algunos de estos proyectos se los considere transgénicos y sean regulados.

Lo positivo de estas tecnologías es que son mucho más baratas y de ellas pueden apropiarse las universidades y centros de

investigación, además de las grandes compañías multinacionales. Esto otorga una ventaja competitiva muy fuerte para todo el estamento de la ciencia y la tecnología, a nivel local y en otros lugares del mundo. Es muy importante. Todavía están por verse los resultados concretos, pero seguramente los habrá. Hemos venido trabajando –y lo seguiremos haciendo– en un mejoramiento basado en las leyes de la herencia de Mendel, pero estas nuevas técnicas nos permiten partir de un individuo o célula ya homocigota con el carácter que queremos introducir, cosa que facilita y agiliza notablemente el proceso de mejoramiento. Es algo netamente disruptivo.

Germoplasma y nuevas tecnologías

Evidentemente no todo puede solucionarse mediante las técnicas moleculares. Dentro de lo que es el mejoramiento genético y la diversidad, a veces aparece un nuevo problema u objetivo y tenemos que recurrir a los bancos de germoplasma. Creo que el ejemplo más moderno de todo esto ha sido cuando la roya de la soja irrumpe en el

continente americano, sobre todo Brasil, Paraguay, parte de Argentina y Estados Unidos, donde prácticamente ningún material tenía resistencia, y tuvimos que ir a buscar en las fuentes originales. Se introdujeron materiales del banco de germoplasma de Estados Unidos, la India, China, Vietnam. De ahí partieron algunos proyectos; algunos se han cristalizado. Se han hallado genes que existían en los bancos de germoplasma, en versiones primitivas, pero también puede ocurrir que se busque y no se encuentre. Por ejemplo, para que se comprenda, tener una variedad resistente al glifosato fue un objetivo permanente, desde que el glifosato apareció, pero como nunca se encontró en la especie soja una tolerancia o resistencia, hubo que lograrla de otra manera. Pero hay que tener en cuenta que cuando hablamos de cambios en la genética hablamos de uno o dos genes que pueden resultar revolucionarios, mientras detrás hay más de otros 20 mil y pico que conforman la especie. Una cosa es el chasis y el motor de un auto; y otra cosa es que tenga o no tenga aire acondicionado. Si no tenemos un buen auto, con buen arranque y un motor que ande bien, por más aire acondicionado que le pongamos, ese auto no será industrialmente viable.

En esto pasa algo parecido. El germoplasma sigue siendo, claramente, el sustento principal de las variedades. Pero de todas maneras, hay que jerarquizar también los impactos positivos



que han tenido tecnologías como la resistencia a glifosato y otros herbicidas, y también a los insectos. Estamos hablando de soja, pero si hablamos de maíz, debemos mencionar la importancia y la manera en que se generalizó el uso del maíz Bt en Argentina. Ese maíz cambió la manera de cultivar esa gramínea en el país, fue revolucionario. Permitió sembrar más tarde, esperarlo más, cosecharlo cuando ya esté seco, en fin, externalidades que han resultado muy favorables, con un fuerte impacto en la economía.

Así tenemos la base de germoplasma por un lado, el aporte de la transgénesis o las nuevas tecnologías moleculares por el otro y finalmente también cuestiones que tienen que ver con el manejo

Esto, de alguna manera, está limitando el impacto de estas tecnologías. Si uno analiza en prospectiva, hacia el futuro, probablemente los transgénicos en algún momento dejen de ser un elemento decisivo en el éxito de una variedad. No todos los productos que provengan de tecnologías derivadas de lo que es la ingeniería genética o la marcación molecular tendrán el mismo impacto. La resistencia a algunas enfermedades, que es una de las búsquedas importantes, en algunos casos podrán resolverse con esos recursos, en otros quizá no.

Para enfermedades como la muerte súbita, el fusarium o para la fitóftora, el impacto de las nuevas tecnologías de marcadores moleculares es



o el buen o mal uso, o abuso de estas tecnologías. Lo hemos visto en el caso del glifosato, en el que las variedades RR han ido perdiendo eficacia frente a la resistencia que se ha desarrollado en las malezas, resistencias cruzadas, además, cada vez más abundantes. O lo que ha ocurrido con el maíz Bt por la resistencia de los insectos que se está produciendo más rápido de lo que se pensaba oportunamente.

formidable. Pero se han dado otros casos. La variedad A 8000, que hasta hoy sigue siendo resistente a la mancha ojo de rana y que se utiliza en el norte del país – NEA y NOA- se logró mediante mejoramiento convencional, el gen estaba. Para el caso de la roya de la soja en cambio, no.

La expectativa de todos modos es que sigan existiendo estos cambios,

aunque cada porcentaje de mejora cada vez cueste más. En eso incide mucho el tema de los derechos de propiedad intelectual de las semillas, algo en lo que estamos muy flojos todavía en la Argentina. Eso retrasa la evolución de los productos. El acceso a ese mundo maravilloso cuesta plata, que proviene mayormente del sector privado. Si no hay retorno, las inversiones se ponen en duda.

■ La ciencia y el “arte”

El breeding, en cuanto actividad en general ha tomado en este momento distintas formas. Personalmente pienso que el arte siempre existe, que es fundamental y hay entender bien qué quiere decir. El arte es hacer un diseño varietal y proponérselo como objetivo. Y eso significa imaginar un conjunto de características y aptitudes. Por eso es que estoy incluyendo en esto todo lo que es el germoplasma, no solo una determinada característica. Hoy evidentemente todas estas tecnologías disponibles nos están facilitando una variabilidad genética pero al final, el que está cerca de la planta, el que la ve e interpreta su



interacción con el ambiente, el que de alguna manera va buscando el progreso genético en los cambios morfológicos, que los va poniendo en práctica en la medida de que esos cambios sustenten una mejora, y el que “decide” –palabra fundamental- siempre es el breeder, el “mejorador”. Hoy desde un laboratorio o una computadora se puede obviamente, con toda esta información disponible y con el uso de la inteligencia artificial, tomar decisiones que antes tomaba el breeder por sí solo. Pero creo que al final del día, el arte en la toma de decisiones es determinante. Yo valorizo mucho el arte, entendido de esa manera, como la capacidad de una persona para decidir cuál es el diseño de producto y si ese producto de alguna manera satisfará finalmente una determinada necesidad.

El diseño de productos es muy importante, porque no es lo mismo desarrollar, por ejemplo, un material para una zona cercana al ecuador que para la zona fría del sur de Buenos Aires, para

la que se necesitan variedades rendidoras en un corto período de crecimiento reproductivo. Un caso paradigmático es también la soja que se conoce como “juvenil”, insensibles al fotoperiodo, con la cual el Embrapa brasilero hizo crecer las zonas cercanas al ecuador. Vale como ejemplo también el impacto que hemos tenido en Brasil las empresas argentinas llegando muy rápidamente a un 40% del share por la introducción de materiales indeterminados que, independientemente del fotoperiodo, no limitan su altura el día que florecen y siguen creciendo, con lo que se obtiene un peso de semillas promedio más alto.

Me ha tocado ser de los primeros que tuvieron materiales transgénicos en la mano, y cuando apareció la transgénesis, todas las escuelas de mejoramiento genético se fueron extinguiendo en el mundo. Se fueron todas volcando a la biotecnología, hasta el punto en que en estos últimos años prácticamente ya no hay mejoradores, hay biotecnólogos. Con todo el respeto hacia los

biotecnólogos, diría que ese arte se ha ido perdiendo. Hoy un buen breeder es un bien escaso. ¿Desaparecerá con las nuevas tecnologías el breeding como profesión?

La primera vez que me enfrenté a un robot que permitía hacer cien marcaciones moleculares, en tres mil muestras, en un día, me asusté un poco. No por mí, obviamente, sino por lo que podía llegar a significar eso. Mientras lo que cambie sea la velocidad, la amplitud de los detalles a tener en cuenta, no hay problema. Lo que no debería ocurrir es que perdamos de vista la planta, la que va a crecer y desarrollarse en el campo, bajo determinadas y a veces únicas condiciones.

Hoy resultaría impensable renunciar al uso de las nuevas tecnologías aunque creo que hay que pensarlas en combinación con las experiencias del mejoramiento convencional. En las empresas exitosas a nivel internacional, el breeder sigue siendo el que al final del día decide hacia dónde ir. ▣

**XXX Congreso de la Sociedad Internacional
de Técnicos de la Caña de Azúcar**
Tucumán, 31 de agosto - 8 de septiembre de 2019

EnergíaCultivable *La próxima página*



ISSCT CONGRESS
ARGENTINA 2019

AZÚCAR

ALCOHOL

BIOMASA

Y DERIVADOS

**Lo que hacemos
Lo que haremos
Lo que tendremos que hacer**

www.issct-argentina2019.com
contacto@issct-argentina2019.com