

Disertación del beneficiario del Premio Ing. Agr. Rodolfo L. Rossi

Los eventos biotecnológicos y su impacto en la agricultura.

**Sres. Presidentes,
Sres. Académicos,
Señoras y Señores:**

Deseo antes que nada agradecer tanto a la Bolsa de Cereales como a la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria la concesión de este premio hecho que me enorgullece y que estimo está por arriba de mis merecimientos. Agradezco también al Jurado y a la distinguida concurrencia que me acompaña y a la cual deseo no le resulte pesada esta disertación que he preparado. A todos nuevamente muchas gracias.

La manera de hacer agricultura en la Argentina se ha modificado significativamente en las últimas décadas.

Podemos decir que desde la «era mecánica» allá en los 50', pasamos a la «era tecnológica» en los 70 y 80, marcada por la amplia difusión de semillas mejoradas y el uso eficiente de un paquete de agroquímicos que permitieron una producción económica y más eficiente, aunque muy dependiente de la macroeconomía local, que en general influyó negativamente en la rentabilidad y desarrollo del sector.

A fines de los 80 y en la década actual, se hace presente la «era agronómica» en la que se destacan hechos significativos como el mejor uso de los recursos técnicos, la extensión de conocimientos sobre como producir mayores cosechas preservando el suelo y su entorno, la reducción de las labranzas, la incorporación de la revolucionaria Siembra Directa, el mejor

aprovechamiento de los potenciales de los nuevos híbridos y variedades, la modificación de la estructura de los cultivos, el uso de herbicidas, funguicidas e insecticidas más eficientes, el control integrado, la agricultura satelital en pleno desarrollo, la irrupción de la fertilización y del riego, el intercambio técnico-productivo realizado en mayores encuentros entre técnicos y productores, y todo en un marco de una economía estable y que deja actuar al sector permitiéndole mayor competitividad.

Sin embargo parece ser que los grandes cambios en la manera de producir y para que producir, se han iniciado recientemente con la denominada «era biotecnológica» y tal vez denominarla «era científico-tecnológica» pueda expresar mejor la sustancia de la que se nutre. El Dr. Smil de la Universidad de Manitoba, que es una de las autoridades líderes en productividad agrícola, ha dicho que la Biotecnología va a tener la misma importancia en la tecnología agrícola en el siglo XXI que el mejoramiento de plantas tuvo en el siglo presente y el Mejoramiento de plantas ha sido responsable de por lo menos la mitad de la llamada Revolución Verde.

La Biotecnología es la parte del conocimiento de la humanidad que todavía no ha sido completamente explotada, diríamos que recién comienza. La Biotecnología incrementa la velocidad

y precisión de los trabajos en el Mejoramiento vegetal y animal y potencia la más destacada herramienta con que se cuenta para incrementar los rendimientos. El primer eslabón que recibe el impacto de la biotecnología es la agricultura en sí misma y el siguiente es el productor agropecuario. Biotecnología es una herramienta competitiva y la industria de semilla debe aportar para ello. Un productor competitivo es un país competitivo.

Existen dos principios biológicos que explican estos avances.

El origen de la vida de los seres vivos de la tierra es común y el código que utiliza el ADN es común para todos ellos. Esto explica que si se extrae un gen de una planta y se logra introducirlo en el núcleo de una célula de otra planta, éste se va a expresar como una proteína de una planta de origen. Pero no sólo de una planta a otra, podría ser entre bacterias y plantas o entre plantas y animales.

El otro principio biológico es que cada célula de planta o animal, en su ADN contiene la información total para volver a producir el organismo completo (ej. clonación).

La ingeniería **Genética** es el aprovechamiento de estos dos principios para conseguir plantas y animales modificados genéticamente, para que se expresen genes que no le pertenecen, o que sobreexpresen un gen o que inhiban la expresión de un gen que se quiere silenciar. De esta forma nacen los denominados **Organismos Genéticamente Modificados (OGM's)**, conocidos como Plantas Transgénicas.

De la producción mundial de alimentos, el 64 % es consumido por los humanos, el 14 % lo consumen las plagas, el 12 % las enfermedades y el 10 % las malezas. Nuestra misión, es

mejorar estas proporciones, aumentando la «torta» y defendiendo el rendimiento.

El International Rice Research Institute ha colaborado en el desarrollo de un arroz resistente a un virus que hace perder más de 7 millones de tn. anuales. En esta especie se están desarrollando eventos que producen proteínas antifúngicas para el control de enfermedades, imposibles de conseguir por métodos tradicionales. Una soja experimental, ya está produciendo drogas oncológicas que antes se derivaban de cobayos. La producción de proteínas farmacológicas en base vegetal, parece ser superior por menor contaminación o rechazo por el sistema inmunológico humano.

Los denominados eventos biotecnológicos son diferentes entre sí en cuanto a diferentes parámetros, que van desde su origen molecular hasta su uso en el alimento final. Y también son diferentes en cuanto a su impacto directo en las prácticas y usos de la agricultura, y en la comercialización y destino de su producción.

Las ventajas que promete la Biotecnología están fuertemente cuestionadas por los denominados grupos «verdes anti-tech» en los países europeos, a los que les resulta difícil encontrar sustento científico a sus demandas, pero han logrado penetrar en la opinión de los consumidores. Cuestionan el uso en la agricultura pero no se preocupan por el uso en la medicina. Esto no ha influido mayormente en la comercialización de los productos transgénicos, ni en la movilización de inversiones al sector de las transformaciones genéticas.

Hoy estamos participando todos de lo que he denominado la Biotecnología Real, luego de muchos años de promesas. La agricultura ha

dado la bienvenida a las Sojas RR™, y son ya una práctica agrícola masiva. Los maíces y algodones Bt han sido aprobados para su comercialización.

Estos casos son ejemplos de las más seguras y más sustentables tecnologías por siempre probadas por la ciencia, que se hacen disponibles a través de las plantas modificadas.

Los efectos de la ingeniería genética en la mejora de plantas

Uno de los objetivos principales en los programas de mejoramiento genético es la formación de una población de base ancha. Esta se forma en el «breeding» tradicional con germoplasma exótico, con genotipos adaptados, de alguna forma el denominado «pool» genético. Todos contribuyen con diferentes proporciones al producto final. Un ejemplo, de un producto de alto impacto del breeding tradicional fue la obtención de la variedad de soja A5308. Esta provenía de un cruzamiento de dos variedades americanas de grupo 3 y 5 de adecuadas características agronómicas que resultó en un producto exitoso, por la novedad de su grupo de madurez, en el país de esos días y su potencial de rendimiento.

Un ejemplo más global es el incremento en los rendimientos del maíz en la historia del mejoramiento de este cultivo, con la introducción de los híbridos simples. Los productos se iban reemplazando por otros con mayor potencial de rendimiento o una resistencia nueva incorporada.

A partir de la Tecnología del ADN y de los avances en Ingeniería Genética se incorpora una forma nueva de ampliar la base genética en los programas de mejoramiento. Es una manera de aumentar la diversidad

genética y de no estar restringidos a la mayoría de los genes que han sido cruzados y mejorados por más de 100 años. La ingeniería genética permite «crear» nueva variabilidad genética, y nos da la posibilidad de obtener una nueva planta de acuerdo a ciertos objetivos y concretarlos mediante técnicas biotecnológicas. Los nuevos productos ven reducida su interacción con el ambiente, permitiéndoles expresar todo el potencial para el que fueron desarrollados.

La imposibilidad de desarrollar determinados productos con técnicas tradicionales, hablan de la importancia de la biotecnología en el mejoramiento. Uno de los ejemplos más conocidos es la soja con resistencia al glifosfato.

Para la superación en los rendimientos, primer objetivo irremplazable de todo programa, la estabilidad de los mismos y la defensa de los insectos, pestes y enfermedades, hoy los mejoradores cuentan con una nueva herramienta denominada «marcadores moleculares». Estos son genes que tienen un fenotipo que se puede determinar y que además son de origen genético. Son numerosas las ventajas y las aplicaciones que presentan con otros tipos de marcadores:

- No se necesita la planta entera.
- No son modificados por el ambiente.
- Permite la construcción de mapas genéticos.
- Asiste al mejorador en los procesos de retrocruzas.
- Estudia relaciones de parentesco.
- Permite la verificación de purezas genética.
- Hace una selección indirecta de caracteres difíciles de evaluar.

Los sistemas de marcadores moleculares más usados son: ISOENZIMAS/RFLPs/PCR/RAPDs/SCARs/MICROSATELITES/AFLPs/Secuencia de ADN.

Las instituciones y las empresas semilleras estamos utilizando estas técnicas de manera habitual. Se pueden mencionar algunos caracteres que se trabajan con estas tecnologías como son el contenido de aceite en girasol, la resistencia a nematodos en soja y al Fusarium, resistencia a virus en maíz, otros usos en la caracterización de variedades, caracterización de aislamientos de patógenos, planificación de cruzamientos y retrocruzas, etc.

En los próximos diez años se va a conocer el genoma completo de varias plantas y las funciones regulatorias de cada gen o grupo de genes. Será la era de la Función Genómica. Será posible conocer los genes que intervienen en procesos tan variados, como la resistencia a la sequía, al calor, a los suelos ácidos y alcalinos.

Los efectos en las empresas semilleras.

Todo esto está dando una significativa aceleración a los trabajos de mejora.

Los beneficios inmediatos son la constitución de programas más eficientes y el desarrollo más rápido de nuevos productos. Veamos que el primer permiso de experimentación de OGM en la Argentina, de sojas con tolerancia al glifosfato fue otorgado en 1991, y en ese mismo año se realizaron los primeros cruzamientos que dieron origen a las primeras variedades como A6001RG, lanzada comercialmente con gran volumen durante 1996. Prácticamente se redujo a la mitad la duración del tiempo de creación y desarrollo habitual (ej. A5409).

En las empresas de semillas, las nuevas tecnologías están produciendo una verdadera revolución. La

semilla será el principal vehículo de las innovaciones que se logren en muchos campos del conocimiento. Dado el mayor valor de los nuevos productos se han puesto en práctica las más sofisticadas metodologías de aceleración de generación para introducir los nuevos caracteres y ser los primeros en el mercado.

Cuando en las empresas los presupuestos en tecnologías no tradicionales en 1980 no existían, hoy se multiplican por varias veces lo que se gasta en breeding convencional. Desde otro ángulo podemos decir que en la cosecha 1993 nuestro programa de soja no probaba ninguna línea transgénica y en 1998 las líneas y variedades transgénicas superaban el 90 % del total en evaluación.

Es fundamental, no olvidar el siguiente concepto: "una nueva característica biotecnológica para ser exitosa debe estar contenida en el mejor germoplasma posible". Me atrevo a agregar que los conceptos, trabajos, habilidades y los talentos necesarios para desarrollar un producto exitoso no han cambiado.

Está claro que la tecnología está cambiando a las empresas de semillas. Hoy las semillas ven modificar su mercado significativamente. Son semillas más un valor agregado que le pertenecía a la industria agroquímica, alimentaria y otras.

La necesidad de protección de los nuevos logros, es imprescindible para aumentar las inversiones en Investigación Genética. Las nuevas tecnologías, nuevos genes, metodologías de que las empresas son propietarias, han creado un nuevo panorama en los instrumentos de protección, como son las patentes. Los costos de estas tecnologías son muy elevados y el retorno de la inversión debe estar asegurado.

Los países con legislación y cumplimiento efectivo de la misma, no presentan problema, más allá de las disputas entre los mismos actores por los derechos sobre diferentes partes de procesos o titularidad de las tecnologías. Sin embargo es una gran incógnita, cuando se puede limitar el desarrollo de la biotecnología en el área de las especies autógenas. El caso argentino es uno de ellos. Los usuarios de las semillas, el productor agropecuario y la cadena que lo continúa, debe apoyar con su propia y efectiva participación, o sea cumpliendo con las mismas.

Luego de una etapa en que los actores eran macro empresas conviviendo con otras más pequeñas sofisticadas, no menos exitosas, hoy la mayoría de los desarrollos son propiedad de grandes empresas muy poderosas con origen en los sectores farmacéutico o agroquímico.

El sector público local está cumpliendo un excelente rol en temas de Ingeniería Genética de plantas, si bien los presupuestos no son adecuados a la posición que tiene que ocupar el país en estos temas. La promoción de desarrollos locales en Biotecnología de plantas es fundamental para la incorporación de características específicas para la región, como la resistencia al Mal de Río 4^º en maíz y características deseables en el cultivo del girasol, entre otros, no tan importantes en otros países. La interacción del sector público y privado es decisiva para que se cumplan estos objetivos.

Debido a las asociaciones y adquisiciones entre empresas producidas recientemente, la consolidación de capitales en este negocio ha producido una real concentración en la propiedad de los desarrollos. Y como efecto directo un cambio dramático en la titularidad de las empresas de semillas.

Con esto se pretende unir las 3 patas de la mesa: genoplasma, mercado y desarrollo biotecnológicos.

Pero no hay dudas que se consolida la misión de poner la mejor tecnología en el mercado de la manera más rápida y segura, siendo el productor y el sector agropecuario todo, el receptor primarios de las mismas.

Los OGM (Organismos Genéticamente Modificados) en la Argentina

Debo destacar el papel fundamental que ha tenido en la Argentina el sector de gobierno en el desarrollo de la Biotecnología de Plantas.

En 1991 el Gobierno Nacional recibió el interés de empresas internacionales y nacionales (CIBACALGENE- NIDERA) para la realización de ensayos con OGM.

Por tal motivo fue creada en el ámbito de la SEAGPYA la Comisión Nacional de Biotecnología Agropecuaria. La normativa argentina está basada en las características y riesgos identificados del producto biotecnológico, no en el proceso mediante el cual fue originado. Está dirigida a los productos transgénicos en función del uso propuesto contemplando solo aquellos aspectos empleados para su obtención que pudieran significar un riesgo para el medio o ambiente, producción agropecuaria o la salud pública. (Vicien C.)

En el periodo 1991-1998 se otorgaron 286 solicitudes para experimentación con productos transgénicos. Cada uno corresponde a una empresa o institución que solicitó experimentar con un determinado evento. Hace ya dos temporadas, se solicitaron 74 permisos, correspondiendo a 20 eventos en maíz, 14 en girasol, 6 en soja, 3

en algodón , 2 en trigo, 2 en papa y 1 en alfalfa. Un evento puede ser presentado por diferentes empresas los que se consideran permisos separados con vencimiento en el ciclo del cultivo, extendiéndose el control del ensayo por el tema Bioseguridad por un período de tiempo que depende del evento en particular.

Del total de permisos hasta 1998, los porcentajes por cultivo son: maíz 50%, girasol 16 %, soja 15 %, algodón 9 %, papa 3 %, trigo 3 %, alfalfa y tomate 1 % cada uno.

Los temas en estudio y su porcentaje del total son: resistencia a insectos 45 %, resistencia a herbicidas 23 %, resistencia a enfermedades 13 %, resistencia a herbicidas-insectos combinados 13 %, valor agregado del grano 4 % y caracteres fisiológicos 2 %.

La Argentina viene liderando en este campo entre los países de América Latina y es destacada su participación a nivel mundial. La Argentina, con el 18 %, es el segundo en superficie de semillas transgénicas, luego de USA.

Como fue en el caso de la soja RRTM, la mayoría de los materiales ensayados por las empresas con fuerte breeding local, corresponden a genética local o adaptada. Esto es muy importante destacarlo, ya que no es un país de prueba o de ganancia de generaciones, y con excepción de algunos casos es tecnología que las empresas desarrollan para lanzar productos al mercado local.

La alta adopción de los OGM en la Argentina, a mi juicio se debe a las siguientes razones:

- 1- Reglas claras y oportunas sobre bioseguridad.
- 2- Sector semillero de avanzada.
- 3- Confianza del productor agropecuario.

- 4- Alto impacto en los rendimientos (horizontal y vertical).
- 5- Reducción de costos.
- 6- Productor de alto nivel tecnológico.
- 7- Necesidad de mejorar la competitividad
- 8- Apoyo unánime de las organizaciones del sector.
- 9- Escaso debate público y en medios no agropecuarios.

CONCLUSIONES

Todo lo expuesto presenta un panorama por el cual la agricultura que estábamos realizando no va a ser la misma.

La orientación que persiguen estos adelantos es la mayor producción de granos, proteínas, aceites y derivados para una población en constante crecimiento.

El agricultor deberá estar preparado para recibir los beneficios de estas tecnologías, empaquetadas en las semillas que él conocía y utilizaba, pero con un valor agregado muy superior. Le queda saber cuales van a ser las ecuaciones del costo/beneficio de cada uno de estos logros. La experiencia argentina indica que el productor es permeable en la medida que el ingreso marginal que incorpora el nuevo producto sea mayor al costo marginal.

Pero otras consideraciones sobre el impacto positivo de estas tecnologías sobre la sustentabilidad del sistema y el ambiente, deben influir en su decisión.

Las instituciones oficiales y las empresas involucradas en estos desarrollos, tienen también la misión de que estos productos puedan dar los beneficios para los que fueron creados.

Nada más, muchas gracias a todos.