



El inicio de operaciones de INDEAR: un nuevo actor en el campo de la agrobiotecnología en Argentina

Alejandro Mentaberry (*)

LA AGROINDUSTRIA ARGENTINA EN UN MUNDO DE OPORTUNIDADES

Las estimaciones sobre el crecimiento demográfico mundial y las perspectivas económicas indican que se necesitará duplicar la producción de alimentos y de energía en los próximos 20-30 años. Esto, que por sí mismo representa un enorme desafío productivo, deberá efectuarse en condiciones crecientemente limitantes de recursos físicos (agua, suelo, combustibles fósiles) y de bruscos cambios climáti-

cos. Estas y otras razones han puesto en evidencia que el paquete tecnológico introducido en la agricultura con la "Revolución Verde", fuertemente basado en riego y uso de agroquímicos, está encontrando sus límites. En consecuencia, la búsqueda de un nuevo paradigma que conjugue mayor eficiencia productiva con un tratamiento sustentable del medio ambiente es hoy objeto de numerosas discusiones y propuestas. Las bases para ello recién comienzan a esbozarse y distan mucho de haber sido concensuadas universalmente.

(*) Investigador del CONICET y Director Científico de INDEAR.



Paradójicamente, estas limitaciones se traducen hoy en oportunidades excepcionales para la Argentina, que dispone de abundantes recursos que a otros países les faltan. Argentina se identifica mundialmente como un productor de alimentos y ello se refleja en forma clara en la estructura de sus exportaciones. Actualmente, produce comida para abastecer a unos 300 millones de personas, y en el mediano plazo esta participación podría incrementarse considerablemente sobre la base de políticas adecuadas.

Además de los alimentos, la Argentina cuenta con otros recursos poco explotados (y muchas veces irracionalmente utilizados) que podrían incidir fuertemente en el crecimiento de otros sectores agroindustriales, como los de bioenergía, acuicultura e industria forestal. Si se implementaran medidas consistentes, la demanda de alimentos e insumos básicos garantizaría al país de una posición privilegiada en el comercio internacional y robustecería una palanca fundamental para su desarrollo económico.

El desarrollo de las cadenas agroindustriales en la dirección de la diversificación de productos, el procesamiento con mayor valor agregado y el entrelazamiento con otros sectores deberían ser la clave principal de los esfuerzos a largo plazo. Un modelo económico que se apoyara en estas características tendría la cuádruple virtud de: a) intensificar la ocupación territorial y la regionalización productiva; b) promover el desarrollo de PyMES y de nuevas redes económicas; c) proveer trabajo para la población que migra del campo ofertando empleos en las ciudades intermedias; y d) generar una mejor distribución de la riqueza y un sólido mercado interno.

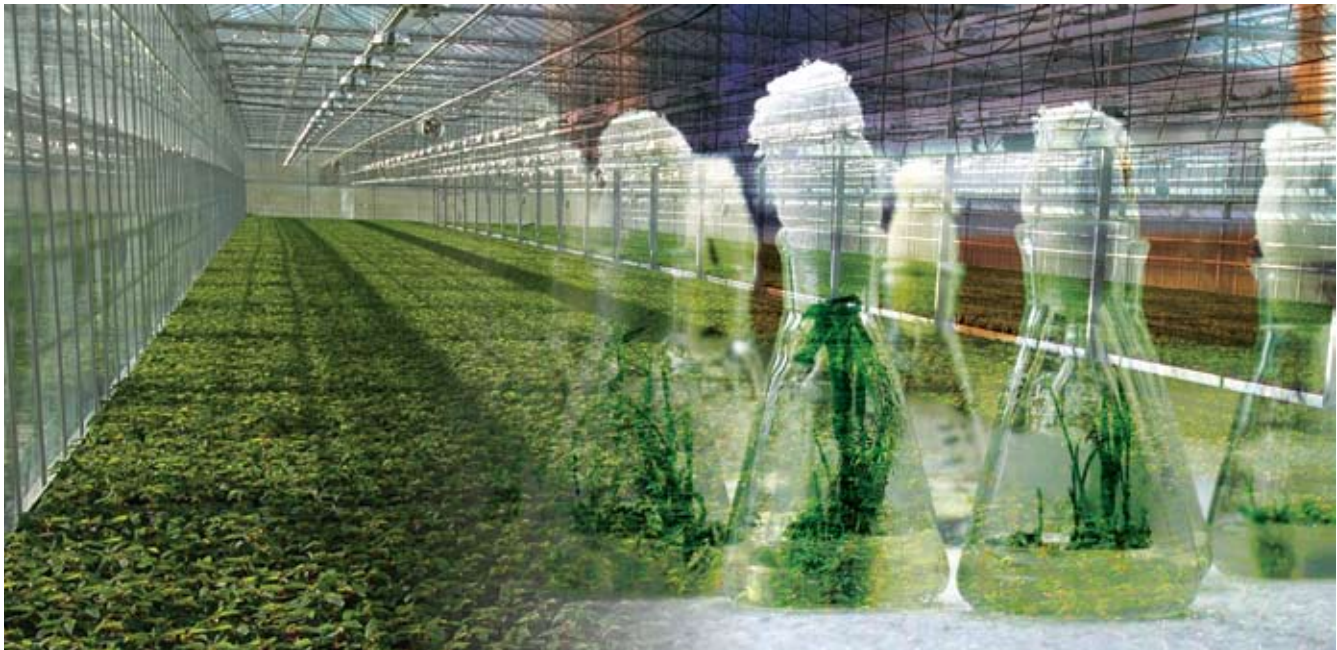
LAS ALIANZAS PÚBLICO-PRIVADAS SON UN REQUISITO BÁSICO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Es un lugar común afirmar que el grado de desarrollo eco-

nómico de un país y el nivel de vida de sus habitantes están estrechamente relacionados con la calidad de su sistema educativo y su desarrollo científico-tecnológico. Sin embargo, aunque Argentina posee una población relativamente educada y un sistema científico-tecnológico de considerable envergadura, ha tenido (y tiene) considerables dificultades para consolidar sus sistemas de innovación. Las razones para ello hay que rastrearlas en la inestabilidad política y económica del país y en incapacidad de sus dirigencias para adoptar políticas consensuadas de largo aliento. Este cuadro general determinó un contexto globalmente desfavorable que, con contadas excepciones, se reflejó históricamente tanto en las actitudes del sector productivo como del sector académico. Por otra parte, la construcción de una economía basada en el conocimiento no es un proceso lineal y requiere la adquisición de valores sociales que no pueden improvisarse fácilmente. En este sentido, el desarrollo de la cultura de innovación propia exigirá renovados compromisos por parte de los actores involucrados y un esfuerzo sostenido por parte del Estado.

En contraste con este panorama general, en los últimos años el sector agrícola demostró ser uno de los más propensos a adoptar y desarrollar innovaciones. El "boom" iniciado en los 90 se apoyó fuertemente en la introducción de métodos conservativos de manejo agronómico (siembra directa), la utilización de tecnologías de avanzada (imágenes satelitales, cultivos transgénicos) y el desarrollo de un nuevo entramado productivo (redes de servicios y de financiación). La combinación de estos factores dio como resultado un incremento sostenido de la producción, cuyo ascenso se ha mantenido aún en medio de fuertes crisis económicas y de conflictos sectoriales.

Como consecuencia, la Argentina, que había ingresado tardíamente en la agricultura intensiva, integró muy tempranamente elementos de las viejas y nuevas tecnologías y del ma-



nejo sustentable de los agro-ecosistemas en un proceso cuya originalidad es todavía escasamente valorada.

A principios de esta década, los productores de avanzada (en particular los agrupados en AAPRESID y CREA) se hicieron crecientemente conscientes del valor de la innovación y decidieron incursionar en el terreno del desarrollo tecnológico propio. Paralelamente, una profunda revalorización del papel de la investigación dentro del sector público (particularmente en el CONICET y en el INTA) llevó a la implementación de nuevos instrumentos para el establecimiento de alianzas con el sector privado.

Estas tendencias, que reflejaron virajes significativos tanto en la cultura empresarial como en la académica, tuvieron una primera expresión en la creación de Bioceres (2001), una empresa de tecnología para el sector agropecuario y, más tarde, de INDEAR (2004), un instituto agrobiotecnológico vinculado al CONICET, ambos surgidos en la Provincia de Santa Fe.

La concreción de estos vínculos entre actores públicos y privados se basa en una conclusión relativamente simple: en el contexto argentino, no es posible generar innovaciones tecnológicas avanzadas sin el concurso protagónico de ambos sectores. Por un lado, para poder generar riqueza basada en el conocimiento, el sector productivo requiere de la investigación profesionalizada, la cual hoy está mayoritariamente concentrada en instituciones del sector público. Por el otro, el sector de investigación público no puede incursionar en la producción de tecnología sin el respaldo económico y la experiencia práctica del sector productivo.

En forma paulatina, esta comprensión mutua ha permitido generar grados crecientes de confianza y estrategias comunes. Coincidentemente con ello, los instrumentos de promoción y financiación desarrollados por el Ministerio de Ciencia,

Técnica e Innovación Productiva (MINCyT) contribuyeron decisivamente a afrontar el riesgo inherente a este tipo de iniciativas.

Si bien el camino recorrido es considerable, el proceso se halla todavía en sus inicios. Su consolidación, a partir de las distintas visiones sectoriales, es un proceso complejo que implica la aceptación genuina de los intereses y valores de las contrapartes como condición básica para generar acciones sinérgicas. Esta comprensión sólo se adquirirá sobre una práctica compartida y requerirá cierto tiempo para transformarse en un logro permanente.

EL INSTITUTO DE AGROBIOTECNOLOGÍA DE ROSARIO (INDEAR)

El INDEAR se creó a partir de la inquietud de un conjunto de empresarios agropecuarios con el fin de incentivar la creación de tecnología propia y responder a los nuevos requerimientos de la producción agrícola con nuevos productos y servicios.

Mediante un convenio marco, la sede de INDEAR fue construida en el predio del CCT- Rosario del CONICET, el que cedió en comodato el terreno para este fin. El edificio, cuya primera etapa de construcción ha sido finalizada, cuenta con 11 laboratorios, facilidades para el alojamiento de equipos y servicios de apoyo y áreas dedicadas a oficinas, salas de reunión y espacio de administración. Entre otras dependencias, INDEAR posee un auditorio y cafetería propios, distintos espacios para el crecimiento y la experimentación con plantas en condiciones controladas, cuartos de preparación de materiales y depósitos de almacenamiento. Actualmente, se está completando la construcción de un invernadero dotado de estrictas condiciones de bioseguridad y de espacios para el crecimiento de plantas in vitro.

Parte de los laboratorios y espacios de investigación están ya en operaciones y se planea la inauguración sucesiva de los restantes en un plazo no mayor de dos años. El edificio posee en total cerca de 4.200 m² de superficie cubierta y está planeado para albergar una plantilla de 150-200 personas entre personal de investigación y administración.

El diseño institucional se apoya fuertemente en la organización de plataformas tecnológicas avanzadas. En una primera etapa, esto se ha traducido en la organización y entrada en funcionamiento de las plataformas de Secuenciación Genómica y de Bioinformática, de Cultivo de Tejidos y Transformación Vegetal, de Expresión de Proteínas en Plantas (molecular farming) y de Ensayos de Campo. Varios laboratorios temáticos, identificados según las prioridades definidas entre investigadores, tecnólogos y empresarios, están en proceso de organización y entrarán en funcionamiento en etapas ulteriores. Estas priorizaciones se establecieron en una serie de Talleres de Trabajo considerando los requerimientos presentes y futuros de la agricultura argentina, el estado del arte de la biotecnología contemporánea y el logro de una serie de objetivos estratégicos en el campo de la investigación.

LA BIOTECNOLOGÍA Y LA ERA DE LAS "ÓMICAS"

La biología molecular se originó en las investigaciones precursoras sobre el ADN en los años 40 del siglo pasado. En los años 70, los rápidos progresos en este campo sentaron las bases para obtener microorganismos modificados por ingeniería genética y, a principios de los años 80, plantas y animales transgénicos. La avalancha posterior de nuevos conocimientos se tradujo rápidamente en aplicaciones prácticas. De esta forma, en las últimas décadas del siglo XX, se conformó lo que se define como biotecnología moderna, un campo tecnológico que se apoya en distintas disciplinas científicas como la genética, la bioquímica, la biología molecular, el cultivo de tejidos, etc.

Aun cuando las repercusiones científicas y tecnológicas de este proceso resultaron extraordinarias, hacia el año 2000 se hizo evidente que la biología estaba ingresando en una nueva etapa, aún más vertiginosa que la anterior, con el desarrollo de los enfoques "ómicos" (genómica, proteómica, metabolómica, fenómica, etc.).

Como consecuencia de los primeros proyectos genómicos se asistió al desarrollo de nuevos paradigmas metodológicos y a una profunda reestructuración de la organización de la investigación. Los procedimientos clásicos del método experimental, basados en sistemas simplificados y en el control estricto de las variables experimentales, fueron complementados por enfoques de tipo holístico que se apoyan en la generación masiva de datos. A diferencia de los enfoques tradicionales, que producían informaciones parciales en forma sucesiva, los datos producidos mediante los nuevos enfoques son de

carácter global y son utilizados para extraer conclusiones definiendo a posteriori los temas de interés. Aunque esta forma de indagar no anula los procedimientos clásicos, permite acelerar enormemente la investigación por la cantidad de información que se genera.

Los datos generados por las distintas "ómicas" se integran en un único cuadro general, cuya finalidad es la recreación lo más completa posible de la estructura y regulación de las células. La producción de datos en escala masiva (high throughput science) requiere una enorme capacidad de procesamiento informático para su clasificación e interpretación.

A su vez, el desarrollo de instrumentos computacionales específicos permitió desarrollar el campo de la bioinformática, el cual, utilizando procedimientos propios del análisis de sistemas, pretende generar modelos biológicos *in silico* para reproducir el funcionamiento de las células y organismos.

Todos estos desarrollos, logrados en el lapso de aproximadamente una década, han permitido generar una enorme cantidad de conocimientos que han redundado profundamente en multiplicar las posibilidades de intervención sobre los sistemas biológicos y en el abordaje de aplicaciones biotecnológicas que hubieran sido inimaginables medio siglo atrás.

En este contexto, muchos expertos opinan que la biotecnología, tal como fue el caso de la informática a fines del siglo XX, proveerá el basamento de una nueva revolución económica, y han acuñado el término "bioeconomía" para aludir a este proceso.

LÍNEAS PRIORITARIAS DE INDEAR

En la concepción del INDEAR, los temas prioritarios para una agenda de investigación agrobiotecnológica deberían atender a dos objetivos principales: a) la necesidad de incrementar la eficiencia productiva y de diversificar y valorizar la producción agrícola; b) la necesidad de profundizar un modelo de agricultura conservacionista que permita utilizar los recursos físicos de manera sustentable.

En el primer caso, los problemas asociados a los distintos tipos de estreses que limitan la productividad de los grandes cultivos tienen en la agenda un lugar importante. Como consecuencia de los fenómenos de inestabilidad climática y los desplazamientos de las fronteras agrícolas, los problemas asociados a sequía, salinidad y estreses de tipo térmico (heladas, altas y bajas temperaturas) se han ido convirtiendo en uno de los factores de mayor incidencia en el rendimiento de los cultivos. Se piensa además que en las próximas décadas estos factores introducirán tensiones adicionales en la agricultura, por lo que es necesario incentivar desde ahora la investigación para responder apropiadamente a estas cuestiones.

A partir de investigación inicialmente contratada con Bio-



ceres, INDEAR viene trabajando, desde hace ya más de tres años, en la transformación genética de tres cultivos prioritarios (soja, trigo y maíz) con transgenes que confieren resistencia a sequía. Se cuenta ya con resultados promisorios en pruebas de campo y se planea profundizar esta línea en los próximos dos años.

Paralelamente, se ha comenzado a trabajar en el descubrimiento de nuevos genes para estreses de tipo abiótico a partir de la investigación propia y de una serie de acuerdos con grupos de investigación nacionales y extranjeros. Una de estas iniciativas es la participación de INDEAR en un proyecto financiado por BiotecSur (un programa multinacional entre el MERCOSUR y la Unión Europea) para la búsqueda y caracterización de nuevos genes para el mejoramiento de soja.

Por otra parte, la adopción masiva de la siembra directa y los efectos del cambio climático han llevado igualmente a una mayor incidencia del ataque por patógenos, particularmente los fúngicos y bacterianos. Esto se ha traducido en una mayor incidencia de costos productivos ante la aparición de plagas y enfermedades y ha puesto en evidencia la conveniencia de contar con resistencias de tipo genético. Como ha sido ya demostrado en el caso de las plantas resistentes a insectos, se espera que la introducción de resistencia a nivel genético permita incurrir en menores niveles de introducción de agroquímicos, con la consiguiente reducción de insumos, y con claros beneficios de tipo ambiental.

Una cuestión significativa para la diversificación de la agricultura es poder extender los avances que se logren en la tolerancia a estreses ambientales y biológicos a los cultivos secundarios, particularmente hortícolas, frutícolas y forrajeras. En este sentido, INDEAR planea incursionar, en alianza con laboratorios nacionales, en el desarrollo de nuevos nichos biotecnológicos basados en dichos cultivos.

En particular, teniendo en cuenta los grandes desplazamientos geográficos que están ocurriendo en la localización de la explotación ganadera, ha comenzado a desarrollar una serie de iniciativas en el campo de las pasturas y forrajeras con la finalidad de obtener variedades mejor adaptadas a las nuevas regiones de producción.

Otra línea importante en esta dirección es el desarrollo de nuevos cultivos de alto valor proteico con vistas a complementar la alimentación humana y animal. En esta dirección, INDEAR ha venido desarrollando tareas de mejoramiento para el desarrollo agronómico de seudocereales andinos (particularmente en amaranto) por algo más de tres años y cuenta ya con las primeras variedades mejoradas. La aplicación de métodos basados en el mejoramiento con marcadores moleculares, el mapeo genómico y la transformación vegetal a estas especies podría acelerar la obtención de sucesivas variedades de mejores propiedades agrícolas.

Otra importante iniciativa que cuenta con la participación de INDEAR es el proyecto PhasIbeAm para la secuenciación del genoma de una variante mesoamericana de *Phaseolus vulgaris* (poroto común), participación que se canaliza principalmente a través del aporte de la plataforma de Secuenciación Genómica. El proyecto, del cual participan otras instituciones de Argentina, Brasil, España y México, tiene ya un considerable grado de avance y, según los planes establecidos, será completado antes de fines del 2010. Se espera que este proyecto genere valiosos instrumentos para el mejoramiento de este cultivo y de otros relacionados. La experiencia adquirida en este proyecto será trasladada luego a otros cultivos de interés.

Como en el caso de los temas anteriores, las cuestiones relativas a la valorización de la producción primaria han sido incorporadas desde temprano a las líneas de trabajo de INDEAR. La plataforma de Expresión de Proteínas en Plantas



se ha fijado como objetivo inicial la producción de enzimas y biopéptidos de interés industrial a través de su producción en plantas de cártamo. Con este fin, INDEAR ha realizado acuerdos de transferencia de tecnología con la empresa canadiense SemBioSys y ha completado el desarrollo de un primer producto para la industria alimentaria que se encuentra actualmente en proceso de desregulación.

Por otra parte, en conjunto con otras instituciones nacionales y extranjeras, se ha completado el dossier inicial para la caracterización de nuevas actividades enzimáticas para la degradación de biomasa lignocelulósica, proceso que será de crucial importancia para la producción de biocombustibles de segunda generación.

El segundo gran campo en que INDEAR espera incursionar en profundidad tiene que ver con el desarrollo de una agricultura sustentable que dé continuidad a la revolución iniciada por las técnicas de siembra directa y las propuestas de agricultura certificada sostenidas desde AAPRESID y otras asociaciones de productores.

Un punto central en esta perspectiva es la preservación y sustentabilidad de los suelos agrícolas y el reemplazo de insumos productivos que, como los fertilizantes nitrogenados y los compuestos fosfatados, serán crecientemente limitantes a mediano plazo. Al decidir explorar esta temática, INDEAR parte de la premisa de que la conjunción de enfoques biotecnológicos avanzados con criterios respetuosos de las interacciones agro-ecosistémicas puede resultar no sólo en el desarrollo de tecnologías más "blandas" hacia el medio ambiente sino, también, en obtener altos incrementos de productividad.

Para avanzar en esta dirección, INDEAR ha impulsado el desarrollo de un Proyecto de Área Estratégica financiado por la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la

Tecnología (ANPCyT) que, con la participación de once grupos de investigación públicos, ha iniciado la secuenciación metagenómica (es decir la secuenciación conjunta de los genomas de microorganismos del suelo) de tres suelos pampeanos.

El proyecto en cuestión tiene un doble objetivo. Por una parte, se propone ahondar en el conocimiento de la estructura y dinámica de las poblaciones del suelo (básicamente bacterias y hongos) asociadas a los principales cultivos y distintas situaciones ambientales, con el fin de derivar de ello recomendaciones para el manejo agrícola y el desarrollo de nuevos biofertilizantes. Por el otro, se propone iniciar el camino de la prospección sistemática de recursos genéticos, con la finalidad de descubrir y caracterizar nuevos genes que puedan ser utilizados en aplicaciones de interés agrícola e industrial.

El proyecto, que ya lleva un año y medio de desarrollo, ha contribuido a la instalación de la primera instalación genómica del país y en estos momentos se encuentra en pleno avance. Una posible extensión de este proyecto, actualmente en vías de gestación, es la caracterización de biofertilizantes que puedan aplicarse a cultivos de cobertura.

Muchos otros proyectos de INDEAR se están debatiendo o comienzan a configurar sus carpetas. La puesta en operación del nuevo edificio en Rosario marca un punto crítico en el desarrollo de sus actividades y existen buenas razones para pensar que ellas se multiplicarán en el futuro. El balance de estos primeros años, signados en buena parte por la construcción de infraestructuras y equipos de trabajo, es aún más remarcable si se consideran las dificultades inherentes a todo comienzo y las coyunturas económicas (nacionales e internacionales) que hemos atravesado.

CONCLUSIÓN

Pese a los conflictos que tienden a confundir la escena argentina, vivimos en una época en que comienza a definirse un nuevo modelo de país. Este modelo estará signado por el desarrollo integral del territorio, un rol predominante de las economías regionales y una alta participación del sector agroindustrial y de sus servicios de apoyo.

El desarrollo de innovación, la creación de tecnología adaptada a nuestro propio modelo productivo y la promoción de la educación en todos los niveles son requisitos imprescindibles para el ingreso en la economía del siglo XXI.

Iniciativas como el INDEAR, focalizadas en el accionar mancomunado del Estado y del sector productivo privado, marcan el camino de esa Argentina posible. Tenemos por delante una gran ventana de oportunidad, pero dependerá de la sabiduría con que sepamos forjar una nueva cultura productiva el que podamos aprovecharla ●