


BIOTECNOLOGÍA Y AGRICULTURA

*Una recorrida por
la historia de esta
disciplina y sus
aplicaciones
actuales en las
ciencias agrarias*



El término biotecnología fue usado por primera vez en 1917 por el ingeniero húngaro Karl Ereky para describir un proceso integrado de crianza de cerdos a gran escala, alimentados con remolachas azucareras. Ereky la describió como “todas las líneas de trabajo por las cuales es posible generar productos mediante la adición de algo vivo a partir de una materia prima”, pero esta definición, extremadamente precisa para la época, fue ignorada por un tiempo.

Durante muchos años estuvo asociada a dos disciplinas muy diferentes de la ingeniería: la fermentación industrial y el estudio de la eficiencia en los lugares de trabajo, que hoy conocemos como ergonómica. Hasta que en 1961, el microbiólogo sueco Carl Göran Hedén puso fin a esta ambigüedad al denominarla como “la producción industrial de bienes y servicios por procesos que utilizan organismos, sistemas o procesos biológicos”. El sustento de esta disciplina fueron siempre los conocimientos provenientes de la microbiología, la bioquímica y la ingeniería química.

En la actualidad, es posible encontrar ejemplos de productos biotecnológicos en la vida cotidiana. Así como se usan levaduras para convertir la uva en vino o el lúpulo y la cebada en cerveza, otras actividades, como la obtención de antibióticos a partir de hongos y la producción de alimentos como el queso azul son frutos de esta disciplina. Medicamentos como la insulina, el factor de necrosis tumoral o la vacuna contra la Hepatitis B son obtenidos a partir de organismos que “aprendieron” a fabricar estas sustancias mediante el uso de biotecnología. Estos se encuadran en lo que hoy se denomina **biotecnología industrial**.





A fines de 1970, emergió un nuevo campo: la biotecnología molecular, fruto de la fusión de las tecnologías de ADN recombinante con la microbiología industrial tradicional. Plantas y animales se convirtieron en biorreactores naturales de productos génicos nuevos o alterados que nunca podrían haber sido generados sin metodologías como la mutagénesis y selección o el mejoramiento mediante cruzamiento. En el campo de la medicina, esta disciplina facilitó el desarrollo de nuevas terapias (terapia génica contra enfermedades como la hemofilia A) y sistemas de diagnóstico como la técnica de reacción en cadena de la polimerasa para la detección de enfermedades como el SIDA.

Como se mencionó, al procedimiento de introducir una nueva característica o función a un organismo vivo se lo denomina mejoramiento genético y es una de las tareas de la biotecnología moderna. Ésta utiliza técnicas que involucran el estudio y manipulación de una molécula presente en casi todos los organismos vivos: el ácido desoxirribonucleico o ADN. La gran mayoría de los seres vivos (exceptuando algunos virus) poseen esta molécula. El ADN cumple una función primordial en la herencia, ya que se comporta como una huella digital de la vida.

COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS

Como regla fundamental, el objetivo último de cualquier investigación o emprendimiento biotecnológico es el desarrollo de un producto comercial. En consecuencia, la rama molecular suele ser conducida por aspectos económicos, no solo porque son necesarias inversiones para llevar a cabo las tareas de investigación sino porque la expectativa de la generación de ganancias financieras impulsó el interés de grupos económicos, sobre todo en las etapas iniciales de gestación de la disciplina.

Un ejemplo emblemático: la tecnología del ADN recombinante

El 15 de octubre de 1980, a veinte minutos de haber ingresado a la Bolsa de Valores de Nueva York, la compañía biotecnológica estadounidense Genentech incrementó el precio de sus acciones de u\$s 35 a u\$s 89. Éste fue el más rápido aumento que haya experimentado el valor de una acción en la historia de ese mercado. Al cierre de ese día, el stock de Genentech era valuado en u\$s 71,25 por acción.



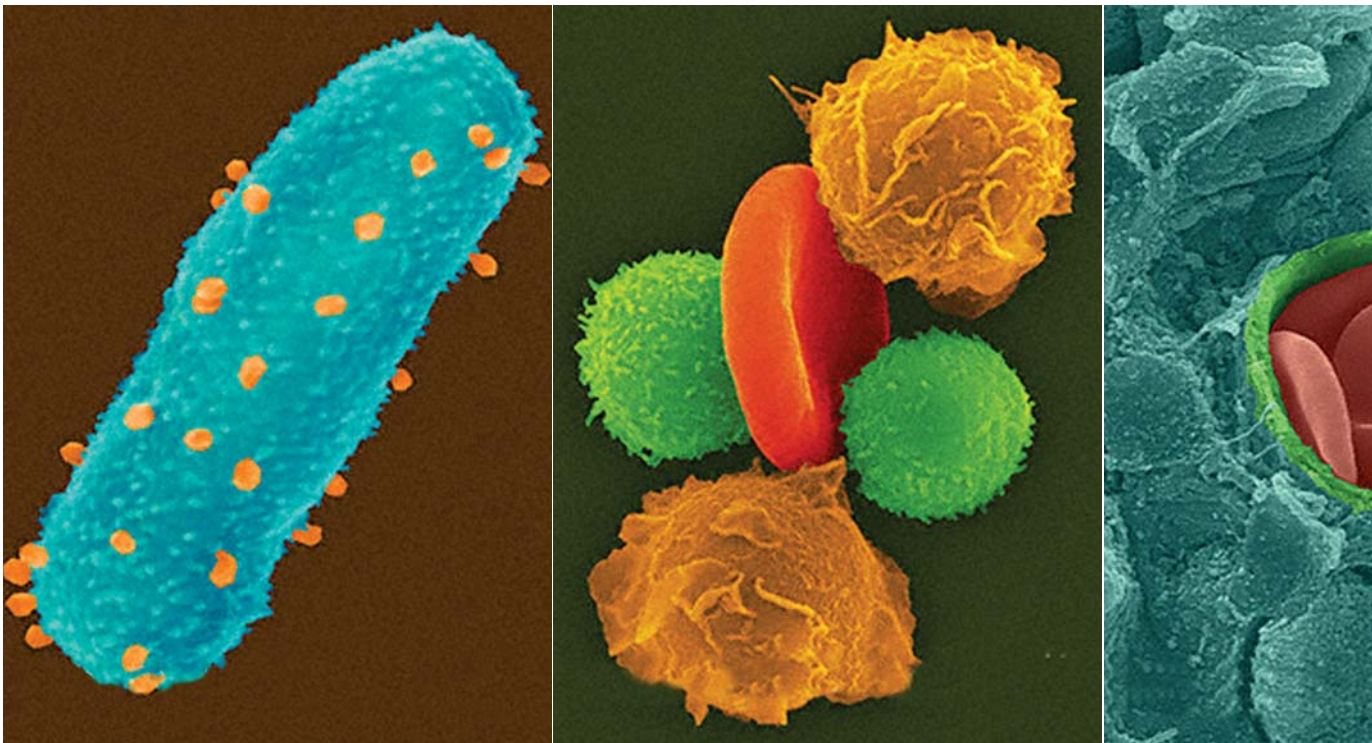
La licitación de las 528.000 acciones fue tan frenética que muchos inversionistas nunca tuvieron al menos la chance de adquirir una sola.

La empresa, que tenía cuatro años de antigüedad, se dedicaba a realizar “empalmes génicos”, lo que hoy conocemos como ADN recombinante, ingeniería genética, trasplante o clonamiento génico. Dos años antes, los científicos de Genentech habían aislado exitosamente porciones del gen que codifica para la insulina humana y los habían “trasplantado” a otros elementos genéticos (conocidos como vectores de clonamiento) que permitieron mantener los fragmentos génicos en la bacteria *Escherichia coli*. Estas células hospederas bacterianas actúan como fábricas biológicas que producen las dos cadenas peptídicas de la insulina humana. Una vez aislada de la bacteria y purificada, es utilizada por pacientes diabéticos mediante inyección subcutánea. La insulina antes era extraída de cerdos y ovejas, lo que en la mayoría de los casos producía alergias. La molécula obtenida a través del clonamiento en la bacteria *E.coli* es exactamente igual a la humana y por lo tanto no genera este inconveniente.

El frenesí de la compra de acciones de Genentech se debió tanto a la necesidad de evaluar el potencial de la tecnología del ADN recombinante como a los

sueños de futuras posibilidades que podría engendrar esta metodología sin precedentes. Muchos creyeron que sería la versión siglo XX del Cuerno de la Abundancia de la mitología griega, que se llenaría de alimento y bebida acorde al deseo del propietario.

Basándose en el entusiasmo de programas de televisión y artículos publicados en revistas y diarios, los sueños a menudo teñidos de fantasías de ciencia ficción fueron ilimitados. Se imaginaron increíbles zoológicos biológicos de microorganismos, plantas y animales. Los soñadores predijeron que algunos microorganismos modificados genéticamente reemplazarían fertilizantes químicos y otros podrían “comerse” derrames tóxicos; plantas podrían heredar de sus padres resistencia a una variedad de pestes o tener un contenido nutricional excepcional. El ganado tendría tiempos más cortos de crecimiento, mejor aprovechamiento del alimento y carne con menor contenido graso. Los mismos fantasearon convencidos que así como una característica biológica era genéticamente determinada por uno o algunos pocos genes (unidades heredables) serían creados fácilmente organismos con constituciones genéticas completamente nuevas. Hoy podemos ver, a pesar de la bomba comercial que pudo haber generado en sus inicios, que esta infatuación con la tecnología del ADN recombinante no estaba totalmente infundada.



APLICACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA A LAS CIENCIAS AGRARIAS

Las alternativas de las ciencias de la vida y la biotecnología como camino hacia una agricultura sustentable

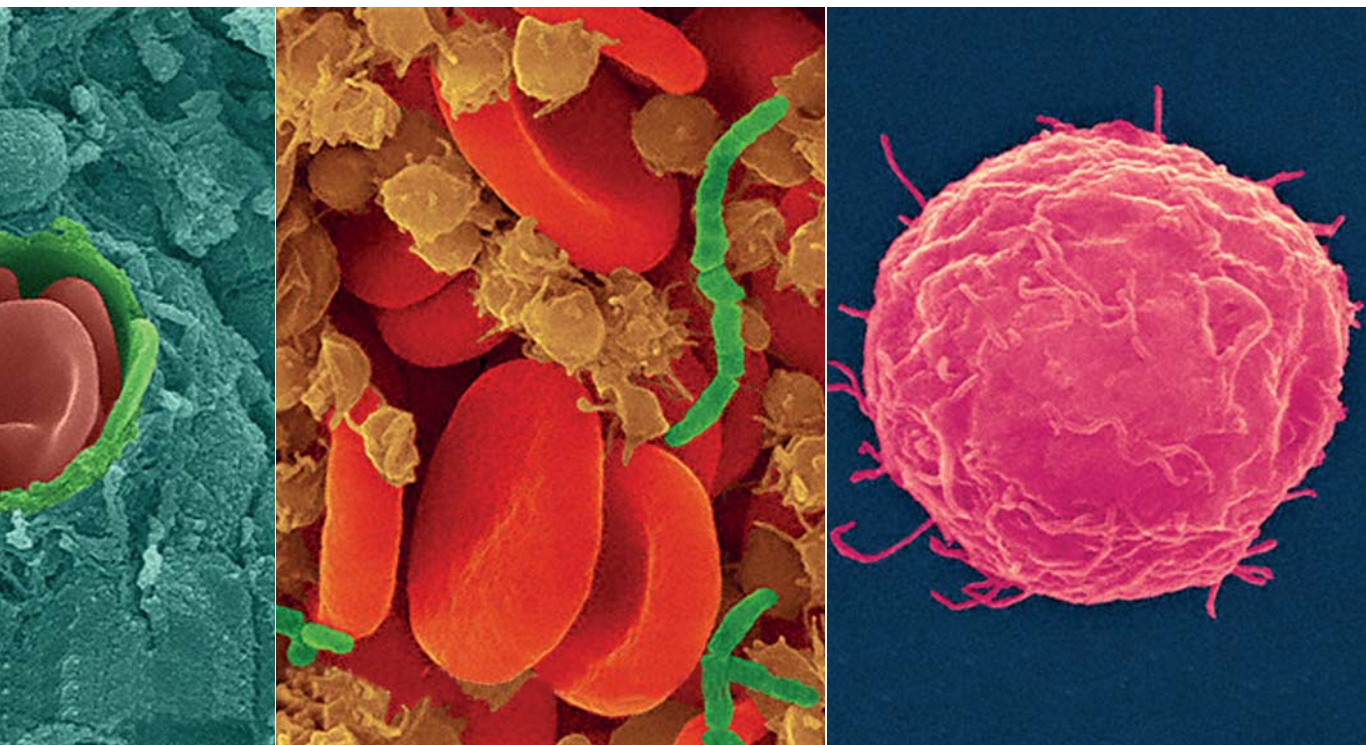
El debate actual sobre agricultura sustentable (Cumbre de la Alimentación de la FAO, 1996) plantea que la sostenibilidad es cada vez más un precepto crucial, aceptado y prioritario en el plano internacional contra la pobreza, el hambre y la malnutrición, las enfermedades infecciosas, la cooperación tecnológica, la educación y la liberalización de los intercambios.

Las proyecciones prevén un aumento de la demanda alimentaria, sobre todo en países en vías de desarrollo, lo que implica poder dar respuesta con un aumento de la productividad. Y aquí se vislumbraron dos posibilidades: aumentar la superficie de terrenos cultivados o mejorar el rendimiento y/o adaptación de cultivos a condiciones extremas de producción (altas temperaturas, salinidad, sequía, frío y otras). Debido a la protección de los entornos naturales y a que el aumento de la superficie cultivada solo alcanzaría a cubrir una quinta parte de la producción cerealera necesaria, la segunda opción fue considerada la apropiada.

América Latina y el Caribe, como región productora y exportadora de alimentos pueden transformarse en protagonistas en el campo de las ciencias de la vida y la biotecnología.

El progreso en estos ámbitos ayudará a la investigación y a la evaluación cuidadosa de las aplicaciones potenciales, con el fin de cubrir los temas de seguridad medioambiental y las necesidades locales relacionadas con la reducción de la pobreza, la mejora de la seguridad alimentaria y el aumento de la calidad nutricional.

Estas nuevas direcciones de la economía indican que aquellas naciones que pretendan crecer y generar riqueza deben necesariamente aceptar el desafío que implica aprender a utilizar los idiomas “digital y genético”. En este marco, empresas de distinto porte han evolucionado y crecido en el sector de la biotecnología generando directa e indirectamente cientos de miles de puestos de trabajo en todo el mundo. Algunos ejemplos son Amgen (productor de insumos utilizados en biología molecular), Genentech (productor de insulina humana y de Avastin, anticuerpo monoclonal anti-VEGF utilizado para el tratamiento del cáncer de colon) y Syngenta (productor de maíz BT).



Imágenes tomadas por Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

Como resultado de estos cambios económico-científicos se ha consolidado un modelo productor de bienes y servicios impulsado por inversiones tanto en el sector público como privado. Por ello es fundamental “para los países latinoamericanos entender que hay que buscar un lugar dentro de la nueva economía, que es una economía de conceptos más que una economía de toneladas y a la vez tratar de establecer parámetros de desarrollo sustentables que generen inversión, empleo y valor agregado”.

USOS EN NUESTRO PAÍS Y A NIVEL REGIONAL

En Argentina existe una amplia gama de aplicaciones a las ciencias agrarias que involucran metodologías biotecnológicas. Entre ellas: técnicas de ingeniería genética para conferir resistencia a virus en plantas (silenciamiento génico y clonamiento de proteínas de cápside viral), obtención de plantas libres de virus mediante cultivo de meristemas y termoterapia, certificación sanitaria de frutales (utiliza técnicas biotecnológicas en la fase de diagnóstico para determinación de estado libre de virus), control de enfermedades fúngicas y bacterianas por medio de transgenia de genes de resistencia, estrategias para el control de insectos plaga mediante la introducción de genes de resistencia a insectos y conservación del material genético a través de bancos de germoplasma por cultivo *in vitro*.



**Sólidas y Sencillas
Como una roca**

Felix Rogelio Chimenti 300 • Parque Industrial
Telfax: +54 (02941) 463425 CP (8336)
Villa Regina • Rio Negro • Patagonia Argentina
pazima@speedy.com.ar • www.pazima.com.ar

pazima

DIAGNÓSTICO DE VIRUS EN FRUTALES

LA PRUEBA MÁS UTILIZADA PARA LA DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES VIROSAS EN FRUTALES ES LA REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA, COMÚNMENTE LLAMADA PCR (*POLYMERASE CHAIN REACTION*). ÉSTA PERMITE IDENTIFICAR VIRUS CON CASI UN 100% DE CONFIABILIDAD Y A LA VEZ, HA POSIBILITADO EL DESARROLLO DE FORMAS DE CLASIFICACIÓN DE ESTOS PATÓGENOS BASADAS EN LA COMPOSICIÓN DE SU GENOMA MEDIANTE LA TÉCNICA CONOCIDA COMO SECUENCIACIÓN. DE ESTA MANERA ES POSIBLE LEER EL CÓDIGO GENÉTICO Y REALIZAR ESTUDIOS TAXONÓMICOS, LOS QUE PERMITEN CONOCER LOS MECANISMOS DE VIRULENCIA DE LOS PATÓGENOS, LA SIMILITUD CON OTROS AISLADOS REGISTRADOS EN EL MUNDO Y LA IDENTIDAD GENÉTICA DEL MICROORGANISMO.

A nivel regional, en la Estación Experimental Alto Valle se investiga la tipificación molecular de virus de frutales. Algunos virus que afectan a estas plantas han generado efectos devastadores a nivel mundial. Así por ejemplo, el virus de la "Tristeza de los cítricos" causó en Argentina la pérdida de más de 5 millones de árboles. Por otro lado, la producción de frutales de carozo desapareció en regiones de Europa donde se manifestó el virus causante de la "Enfermedad de Sharka" o *Plum Pox Virus*. Estos son dos ejemplos extremos de pérdidas provocadas por estos patógenos. Sin embargo, la mayoría de las enfermedades originadas por virus en plantas frutales se manifiestan en forma crónica pero no tienen efectos desastrosos, aunque causan un daño permanente anual a las plantaciones de carozo, pomáceas y vides.

En la zona del Alto Valle de Río Negro fue descrita la presencia de los virus PDV (virus del enanismo del *Prunus*), PNRSV (virus del moteado necrótico del *Prunus*) y ACLSV (virus de la mancha clorótica en la hoja del manzano) en frutales de carozo¹, y ApMV (virus del mosaico del manzano) y ASPV (virus de la madera estriada del manzano) en frutales de pepita.

En esta dirección apuntan los trabajos del laboratorio de Fitopatología de la Estación Experimental Alto Valle, donde se realiza la caracterización y estudio epidemiológico de estos virus y se llevan a cabo estudios filogenéticos (relación entre razas de virus). Estos aspectos aportan investigación básica a la aplicación de la Ley de Viveros o normas de producción de plantas de frutales de hoja caduca. ✕

¹ Rossini Mirta. 2004

Bibliografía consultada

1. Ernst & Young. The economic contribution of the biotec industry of the US economy. Mayo de 2000. Disponible en: <http://www.bio.org>
2. Echenique Viviana, Rubinstein Clara y Mroginski Luis. Biotecnología y Mejoramiento vegetal. Ediciones INTA, 2004. 446 p.
3. Glick Bernard y Pasternak J. Molecular Biotechnology: principles and applications of recombinant DNA. ASM Press, 1998. 683 p.
4. Pagiano Daniel. Biotecnología y mejoramiento vegetal. El papel de las nuevas biotecnologías en la producción agropecuaria. Ediciones INTA, 2004. 446 p.
5. Rossini Mirta. 2004. Presencia de algunos virus en frutales de carozo de Río Negro, Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 33 (2): 101-114.