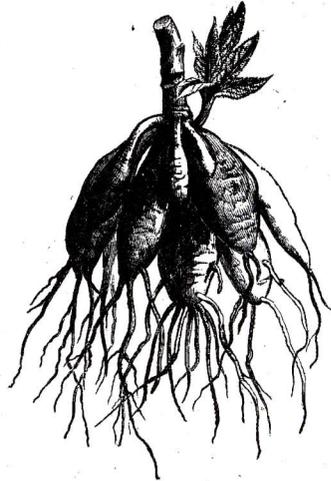


AUTOR INVITADO

William Roca*

Biotecnología y seguridad alimentaria en los países en desarrollo



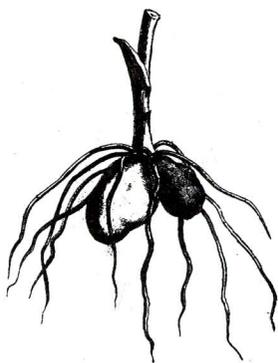
SE ESTIMA que la población mundial en el año 2020 será de 7.5 billones de habitantes, con más del 80% viviendo en los países en desarrollo (FAO, 1999). Aunque los datos globales sobre producción de alimentos superan el crecimiento de la población, un análisis por regiones o países (FAO, 1993) revela que, por ejemplo, entre 1979 y 1991, la producción de alimentos per cápita disminuyó en 20 países de bajos ingresos y en 25 países de mediano-alto ingreso. Así, la productividad de cultivos como el arroz y el trigo está disminuyendo en algunas de las regiones tradicionalmente más productivas como Asia, y se anticipa que en el año 2010 países en desarrollo, que eran exportadores netos de productos agrícolas, se convertirán en importadores netos. Entre los años 2020 – 2025, la demanda por alimentos de los países en desarrollo representará tres veces la producción actual anual de cereales de los EEUU, y sólo la demanda de arroz será equivalente a dos veces y media de la que cosechó la China en 1990. Además de los cereales, se espera un aumento significativo en la demanda de papa, yuca, y leguminosas de grano, los cuales representan el 40% de los alimentos consumidos en los países en desarrollo

(CGIAR, 1994). El gran desafío para la agricultura en los próximos 20 años, será el de producir suficiente alimento para la población creciente de los países en desarrollo, posiblemente con menos tierra cultivable y menos agua disponible para el riego.

En principio, hay dos posibles rutas hacia el mantenimiento de la producción agrícola y en particular, de la producción de alimentos a niveles que puedan satisfacer la demanda: la expansión de tierras agrícolas y/o la intensificación agrícola. Debido al proceso de deterioro ambiental, la ruta de intensificación agrícola (mayor productividad por unidad de área cultivada y energía utilizada) se considera ahora mucho más crítica que hace 20 años (NOVARTIS, 1998).

Las preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente, surgen al mismo tiempo que el desarrollo sin precedentes de la investigación genética a nivel celular y molecular que genera poderosas metodologías y técnicas, que en su conjunto reciben el nombre de biotecnología. Estos avances prometen contribuir significativamente al aumento de la productividad agrícola y a

Ph. D. en fisiología celular de plantas
*CIAT, A.A. 67-13, Cali, Colombia.



la conservación de los recursos naturales, mas allá del papel que tuvo la llamada Revolución Verde.

Tres áreas de la biotecnología están dejando ya sentir un impacto que supera las predicciones iniciales, y es inminente que en los primeros 10–20 años del nuevo siglo ocurra una verdadera revolución biogenética.

Avances de la Biotecnología

1. Tecnología genómica y bio-informática

Los marcadores moleculares no sólo están permitiendo analizar y caracterizar la diversidad genética de especies cultivadas y silvestres a nivel del ADN, sino también el mapeo, y utilización de genes y complejos genéticos de importancia agroeconómica. La tecnología genómica actualmente incluye: a.) información sobre el genoma (secuencias, relación con los mapas genéticos y comparación entre grupos de plantas); b.) micro muestras ordenadas de ADN obtenidas de grandes colecciones de plantas (mutantes o tratadas de varias formas); c.) micro bases sólidas ('chips') en las cuales se han inmovilizado fragmentos de ADN de miles de genes o genomas completos; y d.) bases de datos y poderosos programas de computación para almacenar enorme cantidad de información sobre productos de genes y sus perfiles de expresión, perfiles de proteínas modificadas, etc. Estas herramientas están siendo utilizadas para lograr aproximaciones integrales a los genomas de plantas, pudiéndose analizar simultáneamente la información de miles de genes o de sus productos (Chrispeels, 1998). Se han construido los mapas genéticos moleculares de más de 50 plantas económicamente importantes como maíz, arroz, papa, trigo, frijol, yuca, tomate, etc. y se espera que en los próximos años se tenga terminada la secuencia genética completa de *Arabidopsis* y otros cultivos importantes.

2. Tecnologías de transgénesis

Sólo hace 15 años se creó la primera planta transgénica conteniendo genes foráneos manipulados e introducidos usando la ingeniería genética. Desde entonces, se han producido plantas transgénicas de un gran número de cultivos como el maíz, colza, soya, algodón, tomate, arroz, papa, yuca, etc. La primera generación de plantas transgénicas demuestra la expresión estable de genes simples para resistencia principalmente a herbicidas, insectos y virus.

En 1996 se cultivaron cerca de 3 millones de hectáreas de plantas transgénicas a nivel comercial; en 1997 el área creció a más de 11 millones de hectáreas; y en 1998 los cultivos transgénicos a nivel comercial ocuparon cerca de 30 millones de hectáreas. El 74% se cultivó en los EEUU, el 16% en América Latina (Argentina y México) y el 10% restante se distribuyó entre Canadá, Australia, Francia, España y Sudáfrica (James, 1997). El resultado es que más de la mitad de la cosecha mundial de soya, y aproximadamente un tercio de la cosecha de maíz, se produce actualmente con plantas transgénicas. Además, varios millones de hectáreas de plantas transgénicas se ensayan anualmente bajo condiciones de bioseguridad en EEUU, Europa, China, Australia y Canadá. En América Latina unos 6 países actualmente llevan adelante ensayos de campo con plantas transgénicas.

Hasta ahora la adopción de la tecnología ha sido impresionante y el mayor impacto obtenido ha sido en la disminución del uso de pesticidas. Por ejemplo, el uso de pesticidas disminuyó entre el 30 - 100% en el cultivar de algodón-Bt en México y entre el 25 - 75% en el cultivo de soya-Bt en Argentina (James, 1997).

Al impacto ambiental y económico logrado por el menor uso de pesticidas se debe integrar el beneficio reportado por aumento de la productividad. Obviamente, es importante monitorear estos cultivos

en cuanto a su estabilidad y rendimiento en los próximos años.

Las investigaciones actuales en genómica e ingeniería genética ofrecen posibilidades para el mejoramiento de caracteres complejos como el potencial de rendimiento, mediante la re-ingeniería completa de funciones como la fotosíntesis y las relaciones hídricas de las plantas, la calidad y distribución de almidón, azúcares, aceites y proteínas (Mann, 1999). Otras investigaciones buscan transformar los cultivos comerciales en biofábricas para la producción de micronutrientes como el caroteno, las vacunas, los comestibles y los anticuerpos contra enfermedades infectocontagiosas (Mbbfat, 1998).

3. Tecnologías de multiplicación clonal

Aplicando diversas técnicas de cultivo de tejidos, se han logrado micropropagar más de 1000 especies de plantas. Unas 250 especies pueden ser propagadas masivamente, entre ellas las ornamentales, los frutales y los tubérculos. Últimamente se han adaptado tecnologías de micropropagación más eficientes usando bio-reactores y sistemas de inmersión temporal. La proliferación de yemas axilares *in vitro*, en numerosas plantas permite mantener la fidelidad genética de las plantas producidas por estos sistemas. La embriogénesis somática en medios líquidos de suspensión ofrece el mejor potencial de multiplicación masiva.

La micropropagación tiene un papel importante en la producción de material de siembra de manera rápida y masiva; además, puede ser adaptada a sistemas de conservación de la biodiversidad mediante la criopreservación. La producción de "semilla artificial" a través de la encapsulación de embriones somáticos está recibiendo atención para la siembra directa al suelo. La micropropagación es una tecnología de fácil implementación y por lo tanto, de adopción en los países en desarrollo.



El papel de la Biotecnología en la Seguridad Alimentaria

La falta de seguridad alimentaria es consecuencia de un desarrollo social, económico y tecnológico inadecuado. Por lo tanto, el papel de la biotecnología, así como de otras tecnologías de punta, debe ser visto dentro del contexto de la realidad del desarrollo socio-económico y tecnológico de la región o país. No es posible incluir a todos los países tropicales dentro del mismo esquema de desarrollo biotecnológico. Es necesario tener en cuenta la posición del país en el contexto de la economía regional y global, la exportación/importación de productos agrícolas, la importancia de la pequeña, mediana y gran agricultura en la economía del país, la capacidad de investigación y el potencial tecnológico del país y la existencia de normas e instituciones para estimular el desarrollo tecnológico (NOVARTIS, 1998).

Sobre la base del desarrollo tecnológico y de su estatus de exportadores o importadores de alimentos, los países en desarrollo tendrán mayor o menor ventaja comparativa para integrar la biotecnología en programas de investigación y desarrollo agrícola, para buscar la seguridad alimentaria (Commandeur, van Roozendaal, 1993). Así, países con base tecnológica fuerte pueden usar la biotecnología para orientar su agricultura hacia la diversificación de productos, si es que tradicionalmente han sido agroexportadores, o buscar la autosuficiencia en alimentos si su agroimportación ha sido alta. De otra parte, países de base tecnológica débil serían altamente vulnerables a la biotecnología de países más desarrollados, sobre todo si aquellos son exportadores netos de productos agrícolas sustituibles.

Por lo expuesto, la contribución de la biotecnología en la lucha por la seguridad alimentaria de los países en desarrollo, dependerá en gran medida de la capacidad para integrar la biotecnología a la realidad socioeconómica del país o región. Otros factores intrínsecos a la tecnología, como la bioseguridad, son también importantes, sobre todo en los países tropicales ricos en biodiversidad (Pratt, 1999), pero no tan determinantes como es el desarrollo socioeconómico y tecnológico.



BIBLIOGRAFÍA

CGIAR, 1994. The key role of the CGIAR's international agricultural research centers. Washington, D.C. p 3.

Chrispeels, M.J. 1998. Genomics. *Plant physiol.*118(3): 713.

Commandeur, P. and von Roozendaal, G. 1993. The impact of biotechnology on developing countries. Opportunities for technology assessment, research and development cooperation. Bonn: chap.3, p 49-52.

FAO, 1999. FAO COAG document on biotechnology. Press release PR 99/2.

FAO, 1993. Agriculture Toward 2010. 27th Session, Rome 6-25. p17.

James, C., 1997. Global status of transgenic crops in 1997. ISAAA Briefs No. 5 ISAAA: Ithaca, N.Y. 31pp.

Mann, Ch. 1999. Cros scientists seek a new revolution . *Science* 283: p 1-5.

Mbfftat, A.S. 1998. Toting up the early harvest of transgenic plants. *Science*, 282: 2176-2178.

NOVARTIS, 1998. The socio-political impact of biotechnology in developing countries. Novartis, Swizerland. 18 pp.

Pratt, T. 1999. Biotechnology and agriculture in the tropic. ISB/NBIAP, News Report.