

LA BIOTECNOLOGIA Y EL NUEVO MAPA AGRICOLA MUNDIAL

Felipe Torres Torres*

Dentro de la espectacularidad que caracteriza hoy en día a la biotecnología, recientemente se anunció, en el campo de la Ingeniería Genética, un logro sin precedente: dos equipos de investigación formados por la transnacional Dekalb Genetcs Corporations, fusión entre investigadores del Departamento de Agricultura Estadounidense y Monsanto Co., dieron a conocer que produjeron con éxito plantas de maíz fértiles alteradas genéticamente, capaces de transmitir la misma información a las siguientes generaciones. Esto que anteriormente aparecía como una barrera a vencer en el rubro de granos básicos, hoy en día aparece totalmente superada, ya que la manipulación genética sólo resultaba posible en plantas dicotiledonias como el jitomate, tabaco, semilla de colsa, ornamentales etc.

El procesamiento anunciado por Dekalb consiste en la utilización de un “gene arma” para acabar con las “pequeñas bolitas” que aparecían en células cultivadas a través de tucos de ensaye de la planta de maíz. Durante el experimento, las “bolitas” fueron revestidas con un gene que produce resistencia al herbicida bialafos. Las células alteradas fueron implantadas en plantas de maíz de tamaño completo, dando como resultado la producción de una semilla resistencia al herbicida.

El gene de resistencia bialafos fue utilizado como marcador que permitió a los científicos controlar el gene. Los científicos insertaron dos genes “marcadores”, con uno de ellos se consiguió que las células crecieran en presencia de un inhibidor; el otro fue tomado de una luciérnaga y su función en el experimento consistente en provocar que el gene que incorporan las células brille bajo cierto detector de luz baja especial.

El anterior es el esquema que se impone paulatinamente dentro de la producción agroalimentaria mundial y ocurre bajo el contexto de un proceso de centralización de capital más agresivo que deja prácticamente sin posibilidades de competitividad en el comercio de las materias primas a un amplio espectro de países dependientes y, dentro del sector agroalimentario en la medida que se conjugan factores de política económica desfavorable y una dependencia tecnológica crónica.

Resulta evidente constatar hoy en día, la forma en que dichas nuevas formas de producción inscritas en lo que ha dado en llamarse Tercera Revolución Científico-Teórica a delinear una nueva agricultura. Esta responde a la reorientación de las funciones del sector de apoyo al proyecto internacional de reestructuración industrial. En este sentido,. La nueva fase del desarrollo agrícola no mantendría

* Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.

mayores diferencias con respecto al papel clásico que le ha correspondido ocupar en el desarrollo del capitalismo.

Donde indiscutiblemente subyacen diferencias claras con respecto a fases anteriores del desarrollo agrícola está en las características que hoy adopta la aplicación del conocimiento científico, ya que viene a provocar modificaciones sustanciales en la especialización productiva; en las características de las plantas y la transformación de sus productos; en los insumos utilizados en el proceso productivo; en las modalidades del consumo y, dada la nueva composición orgánica del capital intrasectorial, hasta en la transferencia del valor de la agricultura a la industria.

Sin embargo, lo problemático de estos cambios parte no de su naturaleza tecnológica misma, sino del ahondamiento en las diferencias científicas y tecnológicas de países industrializados con respecto a los subdesarrollados, ya que el núcleo de poder de esta nueva agricultura radica en el desarrollo secular de la ciencia y la infraestructura creada para la aplicación de nuevas experimentaciones; amén de una mayor concentración de los recursos genéticos, proceso de este último que tiene largo tiempo de haber iniciado los países industrializados saqueando los centros originales de la diversidad ubicados en el tercer mundo.

Esta nueva agricultura acarrea paralelamente, una diferenciación sustancial en el coeficiente de productividad de los países, lo cual se ha logrado gracias a la complementariedad que existe entre el avance tecnológico de la agricultura y los avances registrados en otras esferas de las tecnologías punta como la microelectrónica y la cibernética; con ello tienden a desplazar a los países subdesarrollados como proveedores de materias primas alimentarias y no alimentarias y determinan de hecho, la orientación del patrón agrícola de estos últimos.

Gracias al aprovechamiento integral del avance científico generado en otras ramas de producción, la agricultura tiende a abandonar su fase de mecanización actual, por la automatización de todo el proceso productivo en forma casi similar a la industria.

Dado el deterioro sistemático que han sufrido los recursos vegetales y el rompimiento gradual de los ecosistemas derivados de la explotación intensiva irracional y la aplicación indiscriminada de métodos artificiales en la fase anterior, esta nueva fase pone un mayor énfasis en el equilibrio biológico y en el aprovechamiento racional de los recursos naturales y su regeneración.

Lo anterior implicará una recomposición de los sectores industriales que conforman la agricultura; así, algunos se reforzarán, otros desaparecerán y se crearán nuevos. Por ejemplo, la industria de fertilizantes químicos perderá importancia progresiva por los avances registrados en la fijación biológica del nitrógeno en las plantas; igual situación puede ocurrir con la industria de

insecticidas, ya que son casi un hecho los alcances que puede tener la manipulación genética para que la planta genere su propio herbicida. En cambio se reforzarán sectores como la computación aplicada a la agricultura con lo cual se lograría la automatización total del proceso de producción agrícola.

Todos estos avances generarán efectos profundos en la estructura de propiedad de la tierra, en la fuerza de trabajo y pueden acarrear una mayor pauperización de las condiciones de vida del campesinado, si es que las reglas del juego que se han establecido para la liberación del conocimiento científico no cambian de orientación en los objetivos definidos para mantener el nivel ascendente de la tasa de ganancia. Por otra parte, la incorporación del avance científico es ineludible en función del incremento mundial de las demandas alimentarias y la necesidad que existe hoy en día por preservar el equilibrio ecológico visto del globo terráqueo como ecosistema, que se pondría en peligro más acentuado con la ampliación de la frontera agrícola.

En tanto proceso no consolidado, la segunda fase de modernización agrícola enfrenta dificultades serias para su generalización, estas dificultades estriban justamente en que obstaculiza la lógica de acumulación, y tiene repercusiones importantes en la competencia por controlar los mercados mundiales de granos y cereales. Ello se ve reflejado en la tendencia a la baja de los precios donde, al menos en el caso norteamericano, los gobiernos han tenido que intervenir directamente por la vía de los subsidios^(*) a fin de mantener la competitividad internacional de sus productos; esta situación, sin embargo, mantendrá una corta durabilidad ya que representa un fuerte déficit para el erario público difícil de mantener con una economía en crisis. De cualquier manera, la competencia por los mercados se resolverá a favor de quien logre afianzarse en la carrera tecnológica y consiga a través de ella sujetar a los demás países productores.

La expresiones del cambio tecnológico encuentran ya una penetración abundante: los genetistas especializados en el desarrollo del maíz han comenzado a utilizar técnicas de cultivo de tejidos. Mediante ellas someten a las células de las semillas tiernas al efecto de agentes tóxicos como los herbicidas, si una de las células sufre mutaciones y se vuelve resistente al herbicida continuará reproduciéndose y podrá producir plantas que generan nuevas semillas o granos con estas mismas características de resistencia. En plantas como el tomate se han logrado introducir genes de bacterias que producen una proteína tóxica para los insectos, la técnica consiste en la implantación del gene deseado en la célula de la planta; las hojas de la planta producen la proteína y los insectos que se alimentan de ella mueren⁽¹⁾.

(*) En 1986 se calculaba en los Estados Unidos que el gobierno canalizaría alrededor de 30 mil millones de dólares en subsidios de apoyo a los agricultores, es decir, siete veces más de lo que gastó en 1981, cuando las ventas totales de exportación llegaron a una cifra record de 44 mil millones de dólares y los agricultores vendieron más de 160 mil millones de toneladas métricas al extranjero (Schneider Keith,).

(1) Schneider, Keith. Los avances científicos llevan hacia una era de excedentes alimentarios en el mundo, *Contexto*, año 4, No. 71, México, 1986, p. 39.

En el plano de la aplicación comercial, las variedades de maíz desarrolladas para que resistan el frío y maduren tres semanas antes que los híbridos normales, han permitido a los agricultores el cultivo de grandes campos de maíz más próximo al Polo Sur. Estas mismas variedades lograron que la superficie maicera de América del Norte se ampliara 400 km. más hacia el norte, los agricultores que sembraron más en la parte central del oeste de E. U., obtuvieron en 1986 una cosecha cinco veces el promedio obtenido por hectárea en la década de 1930⁽²⁾.

Los ejemplos recientes de la productividad logrados con la nueva tecnología agrícola abundan; los agricultores británicos comenzaron a cultivar a partir de 1979 una nueva variedad de cebada invernal que ya en 1983 produjo un millón de toneladas métricas, cantidad igual al 2.1 por ciento de la producción total de cebada en Europa de ese año. En los países de la Comunidad Económica Europea recientemente empezó a sembrar una nueva variedad de trigo invernal, la cual ha producido cosechas que son 20 por ciento mayores que antes. En los mismos Estados Unidos, diversas compañías han producido nuevas variedades de trigo híbrido que alcanza un rendimiento superior 30 por ciento sobre los híbridos normales.

La expansión de la nueva agricultura, junto a las preocupaciones recientes de los países subdesarrollados por lograr la autosuficiencia alimentaría ha llevado a una depresión del comercio internacional; éste tuvo una de sus mayores bajas en 1985 cuando se redujo en 38.5 millones de toneladas métricas, es decir el 18 por ciento según cálculos del Departamento de Agricultura de E. U., sin embargo hubo 320 millones de toneladas métricas de granos excedentarios, la cantidad más alta registrada en toda la historia. De no haberse llevado a cabo programas de reducción de tierras durante los últimos cinco años en E. U., los excedentes mundiales habrían alcanzado más de 600 millones de toneladas métricas⁽³⁾.

En función de su articulación al proyecto internacional de reestructuración industrial, la agricultura deberá readecuarse a los nuevos procesos de producción que requerirán menos materia prima y menos energéticos. Se explotarán en mayor grado los recursos internos de los países industrializados y mejorarán las técnicas de reciclado. En consecuencia, no solo las exportaciones manufactureras de los países se verán amenazados, también ocurrirá lo mismo con los productos del sector primario⁽⁴⁾.

Ante ello, el dilema que enfrentan actualmente los países subdesarrollados es vislumbrar la forma más adecuada de insertarse al desarrollo tecnológico de la nueva agricultura debido al atraso científico evidente, su necesidad e mantenerse

⁽²⁾ Idem, p.40.

⁽³⁾ Idem.

⁽⁴⁾ Junne, Gerard. Nuevas tecnologías una amenaza para las exportaciones de los países en desarrollo. En: *Revolución tecnológica y empleo: efectos sobre la división internacional del trabajo*, STPS-PNUD-OIT, 1986, P. 46.

en alguna forma dentro del mercado de materias primas, y la urgencia de satisfacer las propias demandas regionales de producción agrícolas.

Con base en lo anterior, deberán abocarse al desarrollo inmediato de por lo menos una línea de la nueva tecnología agrícola, siguiendo la realidad que presentan las posibilidades de sus propios recursos científicos, naturales y financieros, a efecto de mantener una competitividad parcial en el campo de las nuevas especializaciones, previendo las necesidades futuras del consumo y recursos para satisfacer, sobre todo, las crecientes demandas alimentarias mundiales, paradójicamente enfrentados a una competencia que no por eso permite el abaratamiento de los precios agrícolas.

A la fecha han surgido algunos intentos por prever esas necesidades para con base a ello proyectar el desarrollo futuro de la agricultura mundial, a efecto de no acentuar los desequilibrios irremediables venideros. Uno de estos intentos fue elaborado por la FAO⁽⁵⁾, sobre la base de un modelo prospectivo⁽⁶⁾ aplicado a 90 días de orbe.

Este organismo tiene en cuenta que los alcances de la tercera RTC en la agricultura podrían ser considerablemente más poderosos que los precedentes. Las primeras revoluciones agrícolas afectaron principalmente a los países desarrollados, tal vez el 40 por ciento de la tierra cultivable del mundo a la cuarta parte de la población mundial. La revolución genética de las plantas afecta al 90 por ciento de la tierra y a 4.5 mil millones de personas. Las semillas son mejores, más fáciles de desarrollar y los agricultores tienen pocos problemas para utilizarlos.

En el renglón de la producción^(*) sus fuentes principales serían: el aumento de la superficie cultivable, el incremento de la producción que se cosecha cada año y, sobre todo el aumento notable del rendimiento de cada unidad de tierra cosechada mediante la intensificación de la producción. El 15 por ciento de la producción se logra mediante la intensificación de cultivos, el cual se elevará del 79 por ciento en

⁽⁵⁾ FAO. Agricultura horizonte 2000. Colección FAO; Desarrollo económico y social, Romo 1981.

⁽⁶⁾ Las prospectivas se basan en tres modelos: 1) Modelo tendencia basado en la extrapolación de las tendencias pasadas en cuanto a la producción y el consumo de productos agrícolas; 2) Modelo A (optimista) se sustenta en la hipótesis de que los países en desarrollo alcancen los objetivos de crecimiento económico general establecidos en la nueva Estrategia Internacional de Desarrollo (EID) y mejoren su rendimiento agrícola; 3) Modelo B de crecimiento medio se basa en el supuesto de que se consigan tasas de crecimiento más modestas en la agricultura y en la economía en general.

El Modelo A tiene en cuenta que el crecimiento de acuerdo a la EID será de 7.0% para los países desarrollados como conjunto, 7.2% para los de ingreso mediano y 6.4% para los de ingreso más bajos. Las del Modelo B son: 5.7%, 5.9% y 5.1%, respectivamente.

^(*) En el Modelo A el objetivo es mejorar las tendencias de la autosuficiencia en alimentos básicos y aumentar los suministros para la exportación. Los límites principales son los recursos de tierra y agua, de inversión, los aumentos optimistas pero razonables de la productividad (rendimiento) y los obstáculos comerciales (de exportación). El Modelo B explora una trayectoria de crecimiento en la que los países, aún mejorando la producción tendencia, no consiguen el desarrollo propuesto en el Modelo B.

1980 a 86 por ciento en el año 2000. El aumento del Modelo b alcanza un 80 por ciento.

Un aspecto importante de este análisis es la prospección de los costos, ya que ello conformará la nueva tipología de productores. El promedio de cada nueva tipología de productores. El promedio de cada nueva hectárea será de 424 dólares (a precios de 1975) difiriendo 50 dólares en sabana y 1,000 cuando se desboca monte higrofitico. El costo de construcción de los sistemas de riego oscila desde 3,000 dólares por Ha., cuando se trata de controlar las inundaciones, hasta 7,000 para un sistema completo de rociadores.

Las tasa media en la aplicación de fertilizantes de países subdesarrollados se estimaba en 24kg/ha. de tierra cultivable en 1980; mientras que los países desarrollados aplicaron 155 kg/ha. en 1980; se calcula que hacia el año 2000 aumentará su uso en 8.5 y 7.5 por ciento.

Por otra parte se proyecta que en el año 2000 podrá cubrirse el 60 por ciento de las necesidades totales de semillas mejoradas, sin embargo será indispensable que la investigación contemple orientaciones más amplias y se corrijan gradualmente los inconvenientes de la revolución verde. Por ello, deberán producirse variedades que requieran menos insumos, que los utilicen más eficientemente, así como ampliar la investigación en platas hasta ahora descuidadas como el mijo y las leguminosas, entre otras. También deberán tener resistencia innata a plagas y ser más eficaces en la aplicación de insumos, aprovechamiento del agua, etcétera.

El Modelo A plantea la duplicación de la producción agrícola, el Modelo B gira en torno a un aumento del 30 por ciento. Ambos proyectos dependen de que se logre una gran transformación en la agricultura en los países subdesarrollados (casi una revolución agrícola) que entraña la modernización tecnológica, y se basa sobre todo en el aumento masivo de los insimos (bastante más del doble de las inversiones anuales y no menos del triple de los insumos corrientes solo que respecta al Modelo A). Situación que en los países subdesarrollados dependerían tentativamente de las importaciones, lo cual resulta doblemente complicado en un periodo de crisis.

En el año 2000 la construcción de la maquinaria será de 50 por ciento en América Latina y 1/3 en el Cercano Oriente. El crecimiento anual alcanzaría el 6.6 por ciento (tan solo en tractores se proyecta un crecimiento del 9.5 por ciento anual). El uso de animales disminuirá el 25 por ciento en 1980 al 18 por ciento en el año 2000; la fuerza de trabajo disminuye del 67 por ciento al 63 por ciento.

El consumo total de energía debe elevarse a 36 millones de toneladas en el año 2000 de acuerdo al Modelo A, el Modelo B requiere 6.9 por ciento de aumento en petróleo. Los fertilizantes representan prácticamente el 60 por ciento del aumento total de energía en ambos modelos, el segundo lugar corresponde a maquinaria.

Un aspecto importante para alcanzar los resultados en el incremento a la producción es el de la investigación; aquí se presenta un problema de desventaja, ya que alrededor del 80 por ciento de ella tiene lugar en países desarrollados. En los países subdesarrollados la investigación recibía durante 1980, alrededor del 0.5 por ciento de los ingresos agrícolas, o sea menos de un tercio de la proporción correspondiente en países desarrollados. Para apoyar el crecimiento de la producción del Modelo A. El gasto en investigación tendía que aumentar 8 por ciento anual hasta 1990, año en que sumará un total de 1,600 millones de dólares (de 1975), es decir, aproximadamente un 0.6 por ciento del PIB agrícola. El criterio de la investigación deberá ser prestar mayor atención a las necesidades de las tierras de secano en las zonas existen problemas de suelo y clima, y a los cultivos de subsistencia como las leguminosas, raíces y cereales secundarios; al igual que frutas y hortalizas que pueden atentar el desequilibrio existente entre la alimentación y las praderas y pastos para ganado.

En el renglón de inversiones, entre 1980 y el año 2000 se estiman un monto total de 1 billón 690 mil millones de dólares (de 1975) para lograr elevar la producción a razón de 3.7 por ciento anual. Para el Modelo B tal cifra es de 1 billón 386 mil millones de dólares. Alrededor de 41 por ciento de estas cifras se invertirán en el Lejano Oriente, 36 por ciento en el Lejano Oriente. El 28 por ciento de la inversión es para tractores y equipo y 20 por ciento para riego; la mayor parte de ella se concentraría en el lejano Oriente.

Bajo las consideraciones anteriores, los países subdesarrollados no tienen otra alternativa que la de incrementar su infraestructura en la investigación sobre granos y cereales y productos tropicales en general, proteger más sus recursos naturales y dar prioridad a convenios intra regionales para optimizar recursos financieros y técnicos ante el embate de las tecnologías externas.

Bajo cualquier escenario planteado, resulta indudable que la biotecnología constituye el marco de referencia a partir del cual se imponen las transformaciones tecnológicas de la agricultura y el futuro de la producción mundial del sector. Por tanto, conviene partir de un diagnóstico sobre la situación de nuestros avances en investigación que nos permitan enfrentar el nuevo reto.

Los esfuerzos que actualmente se realizan sobre investigación biotecnológica en México observan un buen nivel si se compara con la región latinoamericana en su conjunto, ya que solo Brasil, Argentina y en cierta medida Costa Rica y Colombia, mantiene además de nuestro país, programas de investigación más o menos definidos en este rubro.

Sin embargo, comparando nuestro país junto a líderes mundiales como los Estados Unidos, Japón y la Comunidad Económica Europea, las diferencias en cuanto a magnitud de resultados obtenidos y proyectados aparecen de manera notoria, ya que ello es efecto reflecto del monto de la inversión que se destina a la nueva investigación biotecnológica y a la importancia estratégica que le confieren.

De cualquier manera, lo más importante de analizar aquí, no es el nivel actual que tiene la investigación biotecnológica de nuestro país en el contexto internacional y el monto real de financiamiento, sino la propia estructura de la investigación apoyada con recursos técnicos y financieros escasos, su lógica y viabilidad interna, los criterios que pueden estar presentes en la definición de una política biotecnológica y las diversas líneas y niveles que observan la investigación en cuenta a producto esperado.

En un primer acercamiento observamos una clara desarticulación subsectorial en la definición de prioridades de la investigación biotecnológica; ello es reflejo de la ausencia de una política específica para investigación y desarrollo que además no contempla la retroalimentación de necesidades entre la comunidad académica, el aparato industrial y los tomadores de decisiones.

Lo anterior provoca, entre otros efectos, una repetición de proyectos que bajo una misma temática desarrollan diversos investigadores y equipos de trabajo, quienes a su vez poco se comunican los avances registrados, sólo así se explica una gran contradicción de proyectos en muy pocas líneas de investigación^(*). A ello debemos sumar el hecho de que se conoce con precisión la posible aplicación de los resultados de tales proyectos más allá de su discusión restringida dentro de la comunidad académica, tampoco queda clara su capacidad de respuesta frente a los grandes retos que presenta la crisis agroalimentaria actual. Asimismo, se detecta una contradicción en el aspecto operativo de la investigación, principalmente si comparamos lo que ocurre entre la academia y el sector industrial de los países desarrollados.

Mientras que en los países industrializados se manifiesta tendencialmente una fuerte integración entre los centros académicos y las empresas privadas, en nuestro caso, a pesar de esfuerzos recientes, los centros académicos no han encontrado una forma definida de vincularse al aparato industrial, ni para definir líneas de investigación ni para explotar comercialmente sus resultados. Todo ello puede traducirse a futuro en un mayor ahondamiento de la dependencia tecnológica, además de un debilitamiento de nuestra estructura de investigación al no encontrar que prácticamente la totalidad de nuestra investigación biotecnológica se desarrolla en centros de educación superior con apoyo financiero gubernamental.

^(*) Un desglose de las principales instituciones y líneas de proyectos dedicados a la investigación biotecnológica en México se encuentra agrupado con el trabajo Biotecnología: ¿Nueva vía de producción agroalimentaria de Rodríguez, Dinah y Torres, Felipe. Memorias del 7° Seminario de Economía Agrícola, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México, 1988. Ahí se hace referencia a técnicas utilizadas, productos abarcados y áreas donde se insertan los proyectos.

MÉXICO 1985

CENTROS DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIOS QUE CUENTAN CON INFRAESTRUCTURA FÍSICA ADECUADA Y PERSONAL EXPERIMENTADO PARA LA INVESTIGACIÓN BIOTECNOLÓGICA

Centro de investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología, UNAM, Cuernavaca, Mor.; cuenta con una superficie de 5,000 m². Áreas de interés: Ingeniería genética y biotecnología aplicada al sector salud y alimentos.

Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, UNAM, Cuernavaca, Mor.; cuenta con una superficie de 4,000 m². Áreas de interés: Biología molecular e ingeniería genética aplicada a células vegetales.

Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, México, D.F.; cuenta con una excelente planta piloto y laboratorio bien equipados. Áreas de interés: Fermentación e ingeniería enzimática.

Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN, Unidad de Biología Vegetal Moderna, Guanajuato, Gto.; cuenta con 8,000 m². Áreas de interés: Conservación y preservación de semillas, ingeniería genética aplicada a células vegetales.

Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, México, D.F.; tiene una planta piloto en operación y, en general, está bien equipado. Áreas de interés: Microbiología industrial, fermentación e ingeniería enzimática.

FUENTE: Tomado de Quintero, Rodolfo. Perspectiva de la Biotecnología en México, Fundación Barros Sierra – CONAYT, México, 1985.