
Frederick H. Buttel ()*

*Ideología y tecnología agronómica
a finales del siglo XX:
la biotecnología como símbolo
y como sustancia (**)*

INTRODUCCION

Forma parte integrante de la ideología de la ciencia moderna y del desarrollo tecnológico la afirmación de que aquélla carece en principio, si no en la práctica, de ideología. Pero forma parte integrante de la sociología de la ciencia y de la tecnología la idea de que ambas son prácticas sociales en las cuales intervienen relaciones tanto entre personas como entre éstas y el mundo natural. Desde este punto de vista, el desarrollo tecnológico y el cambio tecnológico intervienen en la dinámica fundamental de la sociedad: en la distribución social (clases sociales, desigualdad, etc.), en el poder social (intervención pública, autoridad política, procesos legales) y en la cultura (creencias primordiales, ideología).

Aunque la evaluación del desarrollo de la biotecnología agraria no debe ignorar sus dimensiones materiales (cómo el desarrollo de los productos biotecnológicos está condicio-

(*) Profesor de Sociología Rural, Universidad de Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706, EE.UU.

(**) Trabajo preparado para la Conferencia «Biotecnología y agricultura: ¿evolución técnica o revolución?». Roma, Italia, 28-29 de mayo de 1992. Recibido en redacción en septiembre de 1992.

nado por la clase y el poder; por ejemplo, Busch y cols., 1991), la tesis del presente trabajo es que la dinámica de la biotecnología ha implicado una dimensión ideológica importante y, en algunos aspectos, autónoma. Así, cuando surgió la biotecnología agraria, se hicieron dominantes una serie de ideas sobre su naturaleza, en particular sobre su potencial «revolucionario». Estas ideas no sólo influyeron entre los más vigorosos defensores y promotores de la biotecnología, sino también entre sus oponentes más ruidosos.

Las dimensiones ideológicas y simbólicas de la biotecnología agraria han sido tanto normales y corrientes como situacionales y excepcionales. Como se demostrará en breve, la ciencia y la tecnología son, por su naturaleza intrínseca, terreno de juego (cuando no de lucha) ideológico, sobre todo, en lo que atañe a la ciencia y la tecnología agraria. Pero la ideología de la biotecnología tiene un carácter situacional crucial o excepcional; con esto me refiero a la preocupación acerca de la naturaleza «revolucionaria», capaz de «hacer época», de las formas tecnológicas basadas en instrumentos celulares y moleculares propias de la biología moderna. La ideología de la biotecnología puede retrotraerse a ciertos desajustes importantes –y, en gran medida, contradictorios– del desarrollo tecnológico-agronómico surgidos a principios de la década de 1970, y que en la mayor parte de los casos continúan afectando hoy a la economía política de la ciencia y la tecnología agrarias. Al elaborar este juicio, insistiré, sobre todo, en la experiencia de Estados Unidos, aunque casi todos los comentarios son aplicables a otros países industriales avanzados.

Tras una breve reflexión histórica sobre ideología y tecnología agraria, examinaré las fuerzas que conformaron la ideología de la biotecnología durante sus años de formación, desde mediados de la década de 1970 hasta finales de la de 1980. A continuación evaluaré brevemente la idea del carácter revolucionario de la biotecnología agraria; aunque recurriré, sobre todo, a algunos de mis trabajos anteriores, mostraré también cómo algunas de estas tesis se han convertido,

despacio y a regañadientes, en saber convencional, y se están incorporando a la ideología dominante de la investigación agraria.

Concluiré con el debate de algunas de las repercusiones futuras de la transición ideológica de la biotecnología agraria. En particular, sugeriré que la investigación agraria pública está entrando en una nueva era. Esta, aunque no más cargada de ideología que las anteriores, se caracteriza por la politización y por la lucha ideológica franca y transparente. La nueva política de la ciencia agraria tiene también un carácter cada vez menos sectorial, en el sentido de que quienes hablan de ciencia agraria o a favor de ella proceden de círculos cada vez más amplios de proponentes y peticionarios de tecnología, que en su mayor parte no son agricultores ni mantienen relaciones estrechas con éstos. Conforme ha ido disminuyendo la importancia de la agricultura dentro del conjunto de la economía, incluso en áreas rurales, ha ido aumentando el interés que suscitan las políticas públicas en el campo de la ciencia y la tecnología.

LA DIMENSION IDEOLOGICA DE LA TECNOLOGIA AGRARIA: UNA PERSPECTIVA HISTORICA

La historia de las ciencias en general, y de la ciencia agronómica en particular, es una dilatada lucha de significados, símbolos e ideas. Así, una importante dimensión del surgimiento de la ciencia moderna fue el fenómeno en virtud del cual el conocimiento científico se separó del conocimiento ordinario (tradicional, surgido de la experiencia, religioso) (Kloppenburg, 1991). Este fenómeno supuso en parte una lucha entre científicos e instituciones dominantes (en particular, la religión y el Estado) por ocupar una posición desde la cual pudiese sancionarse y validarse el conocimiento. Aunque gran parte de esta lucha se libró en campos de las ciencias naturales ajenas a la agricultura y precedió a la aparición de la ciencia agronómica, el elemento ideológico del desarro-

llo de la ciencia y la tecnología agronómica no fue menos importante. Los pioneros de esta ciencia se enfrentaban a la necesidad de establecer límites entre el conocimiento científico y el conocimiento común de los agricultores y de demostrar la superioridad del primero sobre el segundo a los ojos tanto de los agricultores como de otras instituciones agrarias. Alimentadas por éxitos ocasionales, en especial por la introducción de nuevas variedades procedentes de otros continentes y regiones y por la lucha contra las enfermedades animales y humanas, las instituciones «establecidas» de la naciente ciencia y tecnología agronómica lograron consolidar el terreno conquistado; para ello no sólo adularon a su nueva clientela de empresarios agrarios «progresistas», sino que trataron de controlar el poder del Estado en el programa de modernización técnica de la agricultura.

Aunque los científicos lograron dirigir cada vez más recursos públicos hacia la investigación agraria, tales esfuerzos fueron por lo general insuficientes. En Estados Unidos, por ejemplo, la inmensa mayoría de los agricultores seguían sin prestar atención a la ciencia agronómica cuando el siglo XX estaba ya muy avanzado. Por supuesto, acogían con gusto las nuevas tecnologías que les resolvían dificultades y les facilitaban el trabajo; pero tales tecnologías procedían casi siempre de vecinos inventores, no de los laboratorios científicos. También se contemplaban con suspicacia las intenciones y la capacidad de las escuelas de agronomía (*land-grant colleges of agriculture*) (1) (Marcus, 1986). Los científicos agrónomos eran cada vez más conscientes de la necesidad de trabajar con los agricultores para demostrarles la utilidad de los nuevos métodos; las «demostraciones» eran, de hecho, la columna vertebral de estas primeras actividades de «extensión». En consecuencia, los científicos aceptaron la necesidad de superar las ideas y valores tradicionales de los agricultores con el fin de superar el analfabetismo, cuando no

(1) *Nota del editor:* Se trata del sistema norteamericano de Escuelas Superiores de Agronomía que contaban con concesiones de tierras para la experimentación y demostración agronómica.

la superstición y la ignorancia que, en su opinión, obstaculizaban la innovación tecnológica. Pero los beneficios de estos esfuerzos por colaborar con los agricultores fueron modestos mientras los ejércitos de agentes de extensión no se admitieron como elementos decisivos de una gran campaña para desencadenar la revolución tecnológica del campo. Gracias a la ley Smith-Lever de 1914, que estableció el servicio de extensión agraria a escala nacional, los científicos, obligados a distribuir sus fuerzas entre investigación, enseñanza y extensión, quedaron libres para centrarse en la investigación. Con el tiempo, este programa de modernización técnica comprendería, no sólo la concesión de tierras para la investigación, la enseñanza a residentes y la extensión, sino también subvenciones públicas y otras formas de intervención para resolver la superproducción y los problemas sociales rurales derivados de la modernización técnica.

Incluso cuando el poder del Estado que apoyaba la modernización de la agricultura estuvo mejor controlado, se dieron repetidos casos de resistencia pasiva, y ocasionalmente activa, al programa tecnológico de las escuelas de agronomía y al Gobierno federal (Danbom, 1979, 1986). Algunas organizaciones de agricultores, tales como la «Grange», se opusieron fuertemente a la legislación federal que estableció las estaciones agrarias experimentales a finales de la década de los ochenta del siglo pasado, que producirían unas crisis de superproducción aún más fuerte. Harían falta dos guerras mundiales –con las consiguientes movilizaciones auxiliadas por la ciencia agronómica y la inseguridad de posguerra en cuanto al abastecimiento nacional de productos alimenticios– y algunos éxitos muy llamativos (tipificados en Estados Unidos por el maíz híbrido) para que la investigación agronómica alcanzase su «fase normal».

En el campo de la investigación agronómica, normalidad no sólo significa presupuestos cada vez mayores en términos reales y más éxitos tecnológicos. Esta fase normal, que el historiador de la Escuela de Agronomía de mi universidad ha llamado «edad de oro» (Jenkins, 1991:134), comprende tam-

bién la consolidación de una clase de agricultores interesados por la técnica y el establecimiento de políticas federales de productos agrarios para absorber los excedentes. Quizá lo más importante sea que la edad de oro de la investigación agraria lleva consigo un claro marchamo *ideológico*. En primer lugar, se trataba de una ideología dominante «produccionista» (según la cual el aumento de la producción es intrínseca y socialmente deseable, ya que todas las partes se benefician de tal aumento). El produccionismo enfatizaba los beneficios colectivos de la nueva tecnología e, implícitamente, ocultaba los costes sociales del cambio técnico y el modo en que se distribuían los beneficios de la nueva tecnología. La ideología produccionista se mostró especialmente eficaz en proporcionar un sentido compartido de proyección entre la comunidad de investigadores agronómicos del sector público, la industria agraria, las principales organizaciones agrarias y los responsables federales de la formulación de políticas agrarias. En segundo lugar, el produccionismo fue típicamente propuesto a través de un simbolismo mágico materializado en tablas que revelan, por un lado, unos rendimientos y producción crecientes y unos gastos en alimentación por parte del consumidor decrecientes y, por otro, una serie de tecnologías coronadas por grandes éxitos (como el maíz híbrido, las variedades de arroz y trigo de la revolución verde, el DDT, la inseminación artificial).

LA PARADOJA DE LA INVESTIGACION AGRARIA

Aunque esta «edad de oro» de la investigación agraria pública es inevitablemente el patrón con que se miden el esfuerzo científico de la década de 1860, la Gran Depresión y la situación, ahora politizada, de las últimas dos décadas, es útil tener en cuenta su carácter excepcional. Fue, ante todo, una era de crecimiento sostenido, en términos reales, de la inversión pública en investigación agraria. Aunque tal aumento fue posible gracias a la excelente acogida del incre-

mento de productividad logrado por la investigación pública, por el apoyo de la clientela agraria en las cámaras legislativas y por medidas similares, el análisis retrospectivo indica que las bases sociales y fiscales de la edad de oro de la investigación pública hunden sus raíces en la estructura social general de la época. Los años siguientes a la segunda Guerra Mundial se caracterizaron por el reforzamiento del Estado, la rápida acumulación global de capital, la expansión de la capacidad fiscal y reguladora del Estado y –sobre todo en el contexto de Estados Unidos– el auge de la enseñanza superior pública. En Estados Unidos, los créditos para investigación agraria pública a lo largo del siglo XX proceden, en medida cada vez más importante, de los Estados. En general, estos créditos han aumentado al ritmo del crecimiento masivo de la inversión pública en las universidades estatales para atender las aspiraciones de los jóvenes en ascenso, deseosos de incorporarse a unos mercados de trabajo caracterizados por el continuo aumento de los puestos de trabajo y por el crecimiento de los salarios reales. Aunque el éxito de la investigación agraria contribuyó en la época que nos ocupa al aumento de los créditos federales y estatales, los defensores de la investigación pública encontraban pocas dificultades para obtener presupuestos más amplios en aquel clima de expansión general del Estado y de explosión de la demanda de enseñanza pública superior. Aun cuando durante la edad de oro de la investigación pública la máquina tecnológica (Cochrane, 1979) giraba a la máxima velocidad y el ritmo de disminución del número de explotaciones agrarias era también máximo, el programa de modernización tecnológica de la agricultura encontró poca oposición. La ideología produccionista continuó siendo dominante, y las relaciones sociales de cambio y adopción de tecnologías eran pacíficas, pese a las alteraciones sociales que tenían lugar en el medio rural.

De hecho, cabe argumentar que, dada la naturaleza de la investigación y la tecnología agraria, lo normal es que la financiación pública de la investigación sea lo impuesto y la

oposición al cambio tecnológico rápido esté siempre latente. La investigación agronómica es paradójica, en el sentido de que, al mismo tiempo que genera beneficios reales o potenciales en favor de grupos muy diversos, cuenta con una base de apoyo político activo normalmente reducida y vulnerable. Este aspecto ha sido reconocido siempre, aunque de manera indirecta, por los economistas especializados en investigación agraria. Incluso durante la edad de oro de la investigación pública, economistas como Schultz (1977) observaron una pauta prolongada de «infrainversión» en investigación agraria (véase la revisión de esta nutrida línea bibliográfica en Hayami y Ruttan, 1985), que se atribuyó al hecho de que muy poca gente aceptaba las ventajas de la investigación y presionaba en este sentido. También los administradores de la investigación pública en agronomía han reconocido esta situación. Durante muchas décadas, los administradores de los «land-grant colleges of agriculture» han comprobado que, pese a los beneficios reales o percibidos que la investigación agraria tiene para agricultores, consumidores, empresas de transformación de productos agrarios, población rural o no urbana, etc., hay muy pocos grupos dispuestos a conceder la importancia debida a las presiones sobre la Administración (sobre todo a escala nacional) con el fin de ampliar los créditos para investigación agraria. Estos administradores han reconocido que son ellos mismos quienes deben asumir la principal responsabilidad de presionar a favor de tales fondos.

En esencia, la paradoja de la investigación agraria es la siguiente: en primer y más importante lugar, está lo que podría llamarse ambivalencia del agricultor ante la investigación agraria (Kloppenburg y Buttel, 1987; Buttel y Busch, 1988; Gillespie y Buttel, 1989). Esta ambivalencia radica en el hecho de que la investigación agraria no beneficia sin ambigüedades a los agricultores en su conjunto, tomados como agregado nacional de productores cuyos principales mercados son los interiores. La investigación agraria, al aumentar la productividad, y en especial la producción agraria, tiende a

reducir los precios de los productos del campo y a poner en marcha una máquina tecnológica que obliga a una parte de los agricultores a abandonar su actividad o, si las condiciones del mercado de trabajo no agrario son apropiadas, los atrae hacia empleos no agrarios mejor remunerados. Esta tendencia se debe, en gran medida, a que casi todos los productos agrarios tienen precios bajos y están sujetos a la elasticidad renta de la demanda; en consecuencia, los beneficios que los agricultores obtienen de la investigación son mínimos (y la ambivalencia en relación con la investigación es probablemente máxima) para los productos de precio más bajo y con elasticidad renta de la demanda (es decir, para los productos alimenticios básicos). Por supuesto, hay una parte de los agricultores que sí se benefician de la investigación agraria orientada al aumento de la productividad, sobre todo los que primero adoptan las nuevas tecnologías, los cuales perciben rentas de innovación hasta que una proporción determinada de los agricultores adopta también dicha tecnología y provoca la caída de los precios y acelera el ciclo tecnológico (Cochrane, 1979). En cualquier caso, estos pioneros de las nuevas tecnologías son una minoría dentro de la población agraria, frente a la mayoría de quienes perciben pocas o ninguna ventaja. Asimismo, dado que el aumento de la productividad agraria tiende a presionar los precios de los productos a la baja, los intereses políticos de los agricultores suelen estar mucho más próximos al mantenimiento de los precios y la valoración de sus inversiones en tierra y otros bienes de producción que a la investigación en nuevas tecnologías (2). Dicho de otra manera más simple, la mayoría de los agricultores hoy preferirían precios más altos procedentes de planes productivos o de políticas proteccionistas que les beneficien directamente y a corto plazo, en vez del desarrollo de programas de investigación agraria cuyos beneficios se obtendrían

(2) Por igual motivo, los agricultores tampoco suelen oponerse activamente a la investigación, ya que algunas nuevas tecnologías les ayudan a resolver los problemas de producción inmediatos, a reducir los aspectos más fatigosos de su trabajo, etc. «Ambivalencia» que tiende a ser el punto de vista dominante de la investigación y de la tecnología entre la mayor parte de los agricultores.

en un plazo más largo y no necesariamente de forma directa para un agricultor determinado.

En segundo lugar, por lo común los consumidores han sido históricamente los principales beneficiarios de la investigación agraria, tanto en Estados Unidos como en otros países. En Estados Unidos, algunos críticos de la investigación agraria han rebatido esta proposición, argumentando por lo general, no sin algo de razón, que la materia prima agraria es un componente cada vez menos importante del precio al por menor de los productos alimenticios, y que es el aumento de los costes de transformación, transporte y comercialización el responsable de que los precios de la comida sean más altos de lo que deberían. No obstante, como propuesta histórica general, la idea de que el consumidor se beneficia de la investigación agraria es muy válida. En tal caso, ¿por qué los consumidores no han apoyado activamente tal investigación a escala federal? La respuesta hay que buscarla en dos posibles «posturas del consumidor» al respecto. La postura general –la del conjunto de los ciudadanos que todos los años se benefician en mayor o menor grado de unos productos alimenticios más baratos– sostiene que los beneficios que perciben los consumidores son excesivamente difusos o intangibles para impulsar a los ciudadanos, en cuanto consumidores, a movilizarse en apoyo de los créditos federales para investigación. Cada consumidor recibe anualmente unos beneficios demasiado reducidos para formar parte de su «conciencia política», aun cuando la acumulación anual de pequeñas ganancias dé lugar a grandes ahorros al cabo de varias décadas. La postura más concreta –la de los «grupos de consumidores»– es aún menos favorable a los créditos federales para investigación, en cuanto que estos grupos, a menudo, han criticado el propio sistema de investigación agraria por considerarlo responsable del uso de plaguicidas y aditivos alimentarios potencialmente nocivos y del aumento excesivo de los costes de transformación y comercialización de los productos alimenticios. Por tanto, los consumidores, aun constituyendo el principal grupo de beneficiarios de la investigación agraria,

tienden a apoyar muy poco los créditos federales para tal fin. Por razones similares, los no agricultores que viven en el campo o fuera de las ciudades pocas veces han apoyado activamente los créditos federales para investigación agraria o desarrollo rural.

La experiencia histórica del apoyo básico a la investigación agraria a escala federal indica que hay dos grandes grupos de defensores de esta actividad: los administradores de la investigación agraria y los propios investigadores, por razones obvias; y las empresas de transformación de productos agrarios, porque la investigación pública en plantas, animales, ingeniería o ciencias sociales puede ayudarles a ampliar sus líneas de productos o a mejorar su trabajo de marketing. Este apoyo ha sido pequeño, y los créditos federales, modestos, en especial en el capítulo de financiación de programas de investigación en el marco del «land-grant system», piedra angular de la investigación agraria en Estados Unidos. La magnitud de los fondos asignados se debe, en gran medida, al aumento de la inversión estatal en enseñanza superior, ya señalada, y a la circunstancia de que, en un Estado determinado, interesa a los agricultores apoyar en «su» estación experimental las investigaciones que les ayuden a competir con los agricultores de otros estados (3). En consecuencia, los agricultores (o, al menos, una parte considerable de ellos), en contraste con la postura ambivalente que mantienen ante la investigación agraria federal, se

(3) Esta clase de afirmaciones puestas en boca de funcionarios de las escuelas de agronomía se repiten con frecuencia en las recopilaciones históricas de la evolución de las ciencias agronómicas durante el siglo XX. Así, Jenkins (1991:175), en su historia de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Wisconsin, cita a Glenn Pound, decano de dicha escuela entre mediados de la década de 1960 y finales de la siguiente, con ocasión de una entrevista publicada en un periódico para influir sobre el órgano legislativo del Estado: «La agricultura significa demasiado para la economía de Wisconsin, y no podemos permitirnos el lujo de sembrar en investigación agraria menos que otros estados. Si no proporcionamos a nuestros productores una corriente constante de información sobre la forma de reducir los costes de producción, no podrán competir». Pero adviértase que la financiación descentralizada estatal y regional de la investigación pública en Estados Unidos es distinta de la normal en casi todos los demás países avanzados. La lógica de la competencia entre agricultores de distintas regiones y la considerable capacidad fiscal de las administraciones estatales de Estados Unidos, se han combinado para crear el sistema de investigación agraria más grande del mundo.

ven inducidos a apoyar activamente la investigación del Estado (4).

LA APARICION DE LA IDEOLOGIA DE LA BIOTECNOLOGIA

Aunque la ideología de la biotecnología es en cierto sentido una extensión lógica de la ideología produccionista de la agronomía posterior a la segunda Guerra Mundial, su aparición no puede explicarse sólo por el hecho de que la investigación pública haya aceptado la biotecnología como la fase siguiente e inevitable del produccionismo. De hecho, en la medida en que la biotecnología hunde sus raíces en la investigación básica en biología molecular y celular, los administradores de los «land-grant colleges of agriculture» tienen una larga tradición de *resistencia* a las presiones favorables a evolucionar en esa dirección (Hadwiger, 1981). Si al final han cedido es porque la economía política de la investigación agraria pública ha sufrido algunos cambios profundos.

En los albores de la biotecnología, a principios de la década de 1970, había indicios reveladores de que la edad de oro de la investigación agraria pública no continuaría indefinidamente. En 1972 y en 1973 se produjeron ciertos aconte-

(4) Adviértase que la razón de ser de este sistema de investigación pública descentralizado, cuyo eje financiero proviene de los órganos legislativos estatales, y no del Congreso ni del ejecutivo, es la investigación aplicada y adaptada a las condiciones locales, que beneficia de manera desproporcionada a los agricultores y otros residentes de las zonas rurales de un Estado determinado. Como se verá más adelante, el estatuto de investigación aplicada y adaptada a las condiciones locales como principio organizador que sustenta las estaciones de experimentación agronómica de Estados Unidos y el «land-grant system» se ha erosionado. En parte, esto obedece a que se considera que la vanguardia de la moderna investigación agraria está en la biotecnología básica, como consecuencia de lo cual se asignan menos recursos a la investigación aplicada. Además, la investigación en biotecnología tiende a producir tecnología genérica (es decir, de aplicabilidad nacional global), por oposición a la tecnología adaptada a las condiciones locales. En las últimas décadas ha aumentado también la investigación agraria industrial y, por tanto, la patrocinada por la industria en las estaciones experimentales. Durante la última década, esta investigación industrial y patrocinada por la industria se ha centrado cada vez más en la biotecnología. Con el tiempo, la industria se ha ganado para las estaciones experimentales, al menos en la práctica, una importancia como cliente que han perdido los grupos locales de agricultores.

cimientos que conformarían durante muchos años la política de investigación pública. En primer lugar, el Agribusiness Accountability Project de 1972 publicó una versión interna de *Tomates duros, tiempos duros* (más tarde publicado como Hightower, 1973), una denuncia sin compromisos y muy difundida del sistema de estaciones experimentales, al que se acusaba de haberse centrado en la tecnología de aumento de la productividad, beneficiosa, sobre todo, para la industria agroalimentaria y las grandes explotaciones, a expensas de las explotaciones familiares, los trabajadores agrarios y el medio ambiente rural. En segundo lugar, en 1972 se publicó el Informe Pound (Consejo Nacional de Investigación, 1972), un análisis del rendimiento del sistema de investigación pública realizado por un comité de la Academia Nacional de Ciencias presidido por Glenn Pound, decano de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Wisconsin. En él, que fue muy controvertido, se censuró la complacencia del sistema de investigación pública, argumentando que las estaciones experimentales apoyaban una investigación de baja calidad excesivamente orientada hacia los productos genéricos y apartada de los avances de la biología básica (véase en Fundación Rockefeller, 1982, una crítica más reciente de la investigación en el «land-grant system» desde el punto de vista de la ciencia básica, en la cual se propone con firmeza la necesidad de considerar la biotecnología). Fuertemente respaldados por la élite científica del «land-grant system», la mayor parte de los administradores de estos centros reaccionaron con enfado al informe Pound, argumentando que la investigación agraria tenía que ser aplicada, adaptada a las condiciones locales, y no básica. También en 1972, el grupo Cohen-Boyer, de Stanford y la Universidad de California en Berkeley, obtuvo sus primeros éxitos en el terreno de la clonación genética y el DNA recombinante. Asimismo, a principios de la década de 1970, cobró fuerza la sensibilización respecto al problema del medio ambiente y empezaron a crecer en tamaño e influencia los grupos ecologistas. Aunque el movimiento ecologista todavía se centraba primordialmente en la conservación de los espacios naturales y la atenuación

de la contaminación industrial, algunos de sus representantes más perspicaces empezaban a darse cuenta de que la agricultura, por ser la actividad que más suelo utilizaba en Estados Unidos, debía analizarse también desde el punto de vista del medio ambiente. También a principios de la década de 1970, y por primera vez desde el final de la segunda Guerra Mundial, se recortó, en términos reales, la financiación federal de la investigación agraria.

La ideología de la biotecnología se enraiza, en gran medida, en las medidas políticas coyunturales que acompañaron al descubrimiento del DNA recombinante por parte de Cohen y Boyer. Cuando se descubrió el rDNA, Cohen y Boyer apenas eran conscientes de que la técnica encerrase algún potencial industrial importante; de hecho, retrasaron la solicitud de una patente del proceso del rDNA hasta casi la fecha límite (1 año después de su publicación). Y muy poco después del desarrollo de esta metodología fundamental, los biólogos moleculares —en particular algunos notables especialistas, como Paul Berg, David Baltimore y Maxine Singer— manifestaron su preocupación por los posibles riesgos que el DNA recombinante entrañaba para la salud humana, debido al peligro de que organismos nocivos escapasen del laboratorio. Pidieron a los científicos que aplicasen medidas de seguridad estrictas, aunque voluntarias, para evitar la salida accidental de materiales del laboratorio y que suspendiesen temporalmente los experimentos muy peligrosos. Esta inquietud culminó en los llamados informes Berg y, por fin, en la conferencia de Asilomar de 1975, en la cual se alcanzó un consenso provisional sobre la necesidad de adoptar precauciones extremas en los experimentos con rDNA. Como era de esperar, tales manifestaciones de responsabilidad pública por parte de la élite de la biología molecular sembraron la inquietud en los medios no científicos, sobre todo en el activo movimiento ecologista. Poco después de la conferencia de Asilomar, los grupos de defensa del medio ambiente, varios congresistas y algunas ciudades, como Cambridge, en Massachussetts, manifestaron un claro inte-

rés por regular estrictamente la investigación con rDNA (Krimsky, 1982).

Es interesante observar que estas amenazas para la autonomía de los investigadores especializados en biología esencial, junto con algunos indicios científicos provisionales de que los experimentos con rDNA podían no ser tan peligrosos como se había temido, indujeron a los biólogos moleculares a modificar de manera espectacular y decisiva su actitud ante las medidas de precaución que habían de rodear la investigación biotecnológica. Su temor a la dispersión accidental de materiales fue pronto superado por el miedo a la aprobación de nuevas restricciones reglamentarias de origen federal, y en particular al establecimiento de una moratoria para determinados tipos de investigación con rDNA. Casi todas las grandes figuras asociadas con los informes Berg y la conferencia de Asilomar pasaron, prácticamente de la noche a la mañana, de defender la prudencia en la investigación a oponerse a cualquier reglamentación obligatoria de las consecuencias para la salud y el medio ambiente del trabajo con rDNA (Wright, 1986).

Su principal estrategia consistió en lanzar una enorme operación de relaciones públicas. Muchos de los personajes mejor situados en la esfera de la biología molecular empezaron a pregonar el enorme potencial productivo de la biotecnología. En particular, argumentaron que la entrada en vigor de reglamentos estrictos tendría dos consecuencias; en primer lugar, la regulación de la investigación con rDNA retrasaría, y hasta impediría, el desarrollo de nuevos medicamentos, vacunas, variedades de plantas cultivadas, etc. «revolucionarios» y «milagrosos»; en segundo lugar, determinaría que las actividades de investigación y desarrollo de Estados Unidos quedasen rezagadas respecto de otros países competidores.

No hay duda de que esta élite de la biología molecular, al igual que muchos otros biólogos, mostró un entusiasmo exagerado ante los logros científicos de la década de 1970 y ante

las posibilidades comerciales de los nuevos y potentes métodos que estaban desarrollando. En otras palabras: sentían verdadero afán por las cosas que podría lograr la biotecnología. Pero mirando las cosas con perspectiva histórica, la mencionada operación de relaciones públicas resultó decisiva por dos detalles que tienen que ver con lo tratado en el presente trabajo. En primer lugar, la élite de la biología molecular logró en general atajar la reglamentación obligatoria de la investigación con DNA recombinante. En segundo lugar, logró algo mucho más importante: sus exageradas declaraciones llamaron la atención de los capitalistas y los inversores de Wall Street, y dieron a la biotecnología un aura de tecnología avanzada. Los inversores de capital riesgo interpretaron en muchos casos al pie de la letra las declaraciones de los biólogos moleculares sobre el potencial comercial de sus descubrimientos, e invirtieron cantidades considerables en nuevas empresas de biotecnología. Muchos de los biólogos moleculares que se habían significado en las primeras manifestaciones sobre la adopción de precauciones respecto al rDNA y en los debates reglamentarios federales y locales se convirtieron en socios propietarios de nuevas empresas de biotecnología: Herbert Boyer de Genentech, David Baltimore de Collaborative Research y Paul Berg de DNAX (que más tarde sería adquirida por Schering-Plough). Poco después empezaron a invertir las grandes empresas farmacéuticas y químicas, sobre todo por razones defensivas, ya que, si no invertían, sus líneas de producto podrían quedar obsoletas ante la aparición de materiales biotecnológicos (Wright, 1986; Kenney, 1986). Casi de la noche a la mañana, había surgido un nuevo sector industrial. Y, lo que era más importante, el nuevo sector necesitaba promoción, incluso exagerada, para atraer inversiones de capital riesgo (y, con el tiempo, accionistas y grandes grupos de inversión).

Universidades y gobiernos contribuyeron de buena gana a la promoción. A finales de la década de 1970 y principios de la siguiente, las universidades empezaban a experimentar una reducción lenta, pero continua, del nivel real de inver-

sión federal en investigación civil. La situación era particularmente grave para las escuelas de agronomía, porque el valor real de los créditos federales para investigación agraria había bajado, en términos reales, desde principios de la década de 1970, y a ello siguió la reducción del valor real de los créditos estatales de los primeros años de la siguiente década. Muchos administradores universitarios sumaron sus voces a las de la élite de la biología molecular para pregonar el revolucionario potencial de la biotecnología, en la esperanza de generar nuevas fuentes de financiación de la investigación. Continuaron por el mismo camino los administradores de los «land-grant colleges of agriculture» con la esperanza de que nuevos créditos estatales para la investigación en alta tecnología, un nuevo programa especial competitivo de becas USDA y la financiación industrial compensasen la reducción de la financiación pública de la investigación agraria. Las posibilidades de la biotecnología en la investigación agraria dieron además a los administradores de esos centros la atractiva oportunidad de neutralizar las críticas hechas por la ciencia esencial a la investigación que se practicaba en las estaciones experimentales (5), las cuales, al hilo de los descubrimientos del rDNA y el rápido desarrollo de técnicas conexas, habían llegado a ser aún más intolerantes con la investigación mundana, aplicada y orientada a la producción del «land-grant system».

La rápida evolución que experimentó la biología molecular y celular durante la década que siguió al descubrimiento del rDNA coincidió con los primeros años de lo que sería una larga fase de reestructuración económica global. En Estados Unidos, la industria pesada tradicional que había sostenido el crecimiento durante la posguerra (siderurgia, automóviles, caucho, electrónica) perdía rentabilidad, con la

(5) Se considera que el difundido «Informe Winrock» (Fundación Rockefeller, 1982), publicado exactamente diez años después del Informe Pound, indujo aún con mayor fuerza que aquél al *land-grant system* a practicar una investigación biológica más esencial. El nuevo informe no sólo fue resultado de la existencia de nuevos métodos de investigación molecular, sino también de la preocupación por el descenso que la productividad de la agricultura norteamericana había iniciado en la década de 1970 (véase Cochrane, 1979).

consiguiente desestabilización de la economía y el desplazamiento de las inversiones industriales hacia zonas o países de salarios bajos y al declive de los salarios reales del grueso de los trabajadores no cualificados. Estados Unidos, que había sido la primera potencia industrial del mundo, mostraba signos de ceder su puesto a la competencia. Cada vez era más obvio que, en esta fase de decadencia, el liderazgo industrial mundial estaba vacante y que la lucha por la supremacía se libraría en el terreno internacional con las armas de la investigación y el desarrollo tecnológico (véase, por ejemplo, Buttel, 1991; Cohen y Zysman, 1987; Gilpin, 1987). La biotecnología empezó pronto a definirse como una tecnología avanzada de las que hacen época (como la microelectrónica, la fibra óptica y los «nuevos materiales»), como algo cuyo control determinaría a largo plazo qué países prosperarían y cuáles declinarían (6).

Gracias a la coincidencia de intereses de universidades, científicos, Wall Street, nuevas empresas y defensores de la política industrial, la biotecnología, una vez ahogada la reglamentación federal obligatoria, adquirió un aura de trascendencia histórica y tecnología revolucionaria. Aunque esto era cierto en relación con un amplio abanico de aplicaciones, la imagen revolucionaria de la biotecnología dominó de manera especial en los sectores farmacéutico y agronómico. El alza de los precios de los cereales de la década de 1970, precipi-

(6) Como subraya Gilpin (1987: capítulo 10), las incertidumbres engendradas en la nueva era de rivalidad tecnológica internacional son tales que, en la práctica, avalan la elaboración de estrategias limitadoras de la competencia entre los grandes países industriales —como el mayor proteccionismo sectorial y la más acusada regionalización de la economía mundial— para contrarrestar las repercusiones de este nuevo orden. Gilpin también señala que las nuevas tecnologías avanzadas tienden a difundirse tan deprisa que el liderazgo tecnológico internacional es muy difícil de lograr por medio de una política nacional de investigación y desarrollo, ya que el flujo interestatal de información sobre alta tecnología es muy rápido. Asimismo, gran parte del comercio global de tecnología avanzada se concentra en material militar y, por tanto, depende más de los lazos estratégicos nacionales que de la competitividad industrial (véase también Cohen y Zysman, 1987:69). Se deduce de esto que la imagen básica de mercados cada vez más globales e integración económica internacional alimentados por la competencia en el mercado de la alta tecnología, que subyace a todas las argumentaciones según las cuales la política científica debe contemplarse desde el punto de vista de la competitividad nacional, es incompleta.

tada por el acuerdo con la Unión Soviética y acentuada por la ampliación del comercio mundial de cereales, reforzó el entusiasmo por la biotecnología agraria comercial, y contribuyó a presentar los consumos intermedios agrarios como una inversión rentable a largo plazo.

Aunque la biotecnología fue rápidamente injertada en la ideología del produccionismo por los científicos agrónomos, los administradores de la investigación agraria y otros defensores de la biotecnología agraria, no fueron éstas las únicas partes en actuar de tal modo. Los científicos sociales, entre ellos el autor del presente trabajo (véase, por ejemplo, Buttel y cols., 1985), empezaron a utilizar expresiones como «biorevolución» o «segunda revolución verde» y a investigar sobre las repercusiones socioeconómicas de esta transformación técnica (véase, por ejemplo, Molnar y Kinnucan, 1989). Aunque gran parte de esta investigación *ex ante* sobre biotecnología tenía un tono crítico (para denunciar, por ejemplo, cómo el carácter privado de las nuevas biotecnologías favorecería a los agricultores a gran escala y perjudicaría a las pequeñas explotaciones), también se hizo investigación socioeconómica que preveía resultados positivos: aumento rápido de la productividad, de la «competitividad nacional», de los ingresos por exportación, etc. (véase, por ejemplo, Kalter, 1985) (7). Además, es interesante señalar que diversos representantes de grupos ecologistas y de interés público consideraron muy pronto la biotecnología como un monstruo revolucionario, con el fin de controlar la oposición pública a las dislocaciones sociales y los efectos negativos sobre el medio ambiente provocados por aquella (véase, por ejemplo, Doyle, 1985). Todavía a finales de la década de 1980, casi todos los

(7) Conviene recordar que este tipo de investigación se ha basado, sobre todo, en productos hormonales para el engorde de animales (principalmente bGH y pGH). Aunque estas tecnologías sí encierran potencialidades técnicas de grandes aumentos de productividad y producción y, en consecuencia, de beneficios y dislocaciones sociales considerables, hay una serie de factores sociales, como la resistencia del consumidor y los efectos sobre la salud de los animales, que podrían limitar el alcance de tales efectos. Pero, en general, los avances en la esfera de las especies vegetales de interés agrícola serán probablemente más incrementables y «evolucionarios» que los que se produzcan en la esfera de la biotecnología animal.

enfoques académicos, políticos y activistas de la biotecnología estaban esencialmente de acuerdo en su carácter mágico y en su potencial transformador. En los años centrales y finales de dicha década se produjeron enconadas luchas por la investigación agraria pública en el ámbito de la biotecnología, sobre todo en relación con el bGH, la tolerancia a los herbicidas y los ensayos de campo de especies transgénicas y agentes biológicos (Kenney, 1989; Buttel, 1991).

VOLVER A PENSAR LA BIORREVOLUCION

Sin embargo, a finales de la década de 1980, muchas de las características de los productos y empresas biotecnológicos empezaban a desmentir el carácter ostensiblemente revolucionario de esta tecnología. Aunque el alcance y las repercusiones finales de la biotecnología no serán en absoluto triviales, hay abundantes indicios de que no tendrá efectos revolucionarios en un futuro previsible.

Muchas de las técnicas que comúnmente se llaman «nuevas biotecnologías», como el cultivo de tejidos vegetales y celulares, la fusión de protoplastos o la hibridación de células somáticas, o bien son tecnologías relativamente antiguas y asentadas, o bien no disponen de la capacidad de manipular «información» genética de manera lo bastante directa, precisa y eficaz para que resulten cualitativamente distintas de las técnicas tradicionales («biotecnologías antiguas»). Además, las actuales aplicaciones de la biotecnología a la agricultura de producción –tanto las ya comercializadas como las que se encuentran en fase de investigación y desarrollo– suponen un avance evolutivo (y no revolucionario) en relación con los debidos a la revolución petroquímica-verde, la cuarta gran revolución agraria en la historia de la humanidad. Los objetivos que persigue la biotecnología son primordialmente dobles. Los objetivos de investigación suelen ser: 1) resolver las consecuencias negativas –como salinización, resistencia de parásitos, con-

taminación de aguas superficiales y subsuperficiales, coste de fertilizantes nitrogenados y biocidas— de tecnologías agronómicas anteriores; y 2) superar la pérdida de rentas y los límites de productividad que se han puesto de manifiesto con las actuales tecnologías petroquímicas. Son buen ejemplo de los nuevos productos de la biotecnología agraria las variedades tolerantes a los herbicidas, diseñadas para racionalizar la eliminación de malas hierbas (y, en medida considerable, la posición ventajosa del I+D privado para apoyar las ventas de productos químicos). Por tanto, se trata de una tecnología estrechamente vinculada con la trayectoria petroquímica de la agricultura después de la segunda Guerra Mundial (8). Además, parece que la inmensa mayoría de las biotecnologías vegetales en que actualmente se trabaja suponen caracteres monogénicos relativamente simples, aunque patentables, tipificados por la tolerancia a los herbicidas de las nuevas variedades de especies cultivadas. Las aplicaciones de mayor potencial —como el aumento de la eficacia fotosintética de las especies cultivadas o la fijación biológica autosuficiente de nitrógeno en los cereales— son casi siempre caracteres poligénicos, todavía difíciles de manipular con la tecnología actual. Estos objetivos de investigación más ambiciosos se han abandonado por completo en los laboratorios privados, y reciben una atención sólo modesta en los públicos.

Si el horizonte inmediato de la innovación biotecnológica dista mucho de ser revolucionario, se debe, en parte, a que el sector adquirió —y, en cierta medida, continúa adquiriendo— carácter comercial prematuramente. Adquirió un carácter tan acusadamente comercial, que apenas había separación entre investigación básica y aplicada, y los ingresos por productos importantes tardaron en percibirse entre 15 y 20 años. A diferencia de lo que ocurre en otras tecno-

(8) Otra razón afín para dudar del carácter revolucionario de la biotecnología es que la trayectoria de la tecnología que le precedió inmediatamente —una tasa acumulada de crecimiento anual de la producción agraria mundial del 2,43% entre 1950 y 1985, lo cual equivale, aproximadamente, a un crecimiento total del 150% durante dicho período— será difícil de sostener —y mucho menos de superar— durante las tres próximas décadas.

logías avanzadas, como la microelectrónica, la fibra óptica o las telecomunicaciones, en las cuales los científicos eminentes pocas veces intervienen directamente en las actividades de investigación y desarrollo, en la investigación biotecnológica –incluso en la de orientación comercial más acusada– intervienen con frecuencia especialistas prestigiosos procedentes del campo de la ciencia básica, muchos de ellos con nivel de premio Nobel. Todavía hoy, cuando ya han pasado casi 15 años desde su fundación, casi todas las primeras empresas pioneras continúan soportando enormes pérdidas anuales –en algunos casos de muchos millones de dólares– y tienen pocas probabilidades de obtener balances positivos antes de cinco o más años. Los activos del sector proceden, en gran parte, de la apreciación de las acciones, y las empresas son muy vulnerables a la caída de las cotizaciones. Las acciones de las empresas de biotecnología han sido especialmente volátiles: las pertenecientes a las mayores empresas de nueva creación cayeron casi el 50% tras el hundimiento del mercado de valores de 1987. Sólo unos pocos productos han llegado al mercado. Muchas de las grandes empresas de biotecnología, como Monsanto, han empezado a recortar los programas de investigación y desarrollo en este campo y a revisar el horizonte de planificación, porque la comercialización de las grandes innovaciones biotecnológicas está tardando más de lo previsto. Esta visión más sobria del sector se resumía crudamente en un artículo del *New York Times* (Pollack, 1989) publicado a finales de la década de 1980; en él se revelaba que las empresas de biotecnología agronómica estaban afectadas por contratiempos como la escasez de capitales de inversión, la falta de productos en proceso y el desencanto de Wall Street.

Esta perspectiva más prudente sobre la influencia futura de la biotecnología puede hacerse extensiva a los segmentos no agronómicos del sector. En mi opinión, la biotecnología se utilizará, primordialmente, como tecnología de sustitución; servirá, sobre todo, para sustituir productos en uso

(Goodman y cols., 1987), no para crear otros cualitativamente nuevos. Por lo demás, se está aplicando, sobre todo, en sectores económicos en decadencia, como la agricultura, la silvicultura, la minería, los productos químicos, la energía, etc., y encuentra pocas aplicaciones en el sector más dinámico: el de los servicios. En otros trabajos (Buttel, 1989) he tratado de demostrar que una tecnología de sustitución centrada primordialmente en sectores en declive tiene pocas probabilidades de ser revolucionaria o de «hacer época» (en el sentido schumpeteriano) (9).

DEBATE: ¿CRISIS NACIENTE DEL PRODUCCIONISMO?

En los dos últimos años, más o menos, se ha producido una transición en la visión simbólica de la biotecnología, que ha pasado de la «bioexageración» a una interpretación más sobria o realista del calendario, el alcance y el espectro de las innovaciones biotecnológicas. Con ello no se refleja tanto el reconocimiento del fracaso de esta técnica cuanto la pérdida de relevancia de la función política a corto plazo de la propaganda biotecnológica. Se crearán pocos o ningún centro importante nuevo dedicado a la investigación pública en biotecnología, y serán pocas las empresas de nueva creación interesadas en establecer alianzas con los investigadores del «land-grant system». La mina de oro del apoyo industrial a la investigación que se había anunciado (y, en algunos casos, temido) para la década de 1980 jamás llegó a materializarse (Buttel y cols., 1986). Por tanto, el principal reto para los administradores de las estaciones experimentales será generar una corriente se-

(9) No pretendo sugerir con esto que las dislocaciones sociales provocadas por la biotecnología sean escasas o nulas. Sin embargo, afectarán de manera desproporcionada al Tercer Mundo, ya que las tecnologías de cultivo industrial de tejidos y biotransformación sustituyen a las fuentes agrarias de medicamentos, productos químicos, cosméticos, materias primas industriales, etc. Las consecuencias se materializarán en fuerte pérdida de empleo y en disminución de los ingresos por exportación (véase, por ejemplo, Goodman y cols., 1987).

gura y prolongada de financiación pública, para emplear productivamente los nuevos laboratorios de biotecnología que se han construido y a los nuevos especialistas en este campo que se han contratado (10). Para obtener buenos resultados en el campo de la biotecnología, será mejor explicar la necesidad de inversiones para investigación prolongadas y estables que recurrir a ideas como «segundo milagro», «segunda revolución verde», o cosas semejantes.

Aunque esta visión más realista de la biotecnología puede incorporarse fácilmente a la ideología dominante de la investigación agraria, esta nueva «construcción» de la biotecnología entre científicos, administradores de investigación e industrias agroalimentarias puede al mismo tiempo presagiar una ruptura de la ideología produccionista que rodea a las estaciones experimentales. Pero esto no se debe primordialmente a que la biotecnología haya fracasado en cuanto a su carácter revolucionario; la crisis naciente del produccionismo está más vinculada al hecho de que, durante el período de formación del desarrollo biotecnológico, se produjo una reflexión paralela sobre el sistema de estaciones experimentales y sus prioridades.

Durante las primeras etapas de movilización de la oposición al «land-grant system», intervinieron, sobre todo, grupos de interés público ajenos a la agricultura, preocupados primordialmente por los «aspectos sociales» (los efectos de la tecnología sobre las explotaciones familiares y las comunidades rurales, por ejemplo). Sin embargo, las luchas por la reglamentación del rDNA dirimidas a mediados de la década de 1970 acabaron por sumar a los grupos ecologistas a las filas de críticos de la investigación agraria pública. A finales de la década de 1980, las críticas públicas del «land-grant system» adquirieron un matiz decididamente ecologista. De hecho, las críticas apoyadas en el medio ambiente se han im-

(10) Por el momento, la financiación pública prolongada de la biotecnología en el «land-grant system» se ha tratado de asegurar por medio de la *National Research Initiative*, un importante programa de becas competitivas administrado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

puesto con claridad al interés inicial por la justicia social del activismo interesado por la investigación agraria («family farmism», Hightower, 1973). Cuestiones como la fidelidad del «land-grant system» a la «agricultura sustentable», las consecuencias para el medio ambiente de sus programas y objetivos de investigación en biotecnología y su voluntad de favorecer las investigaciones que contribuyan a mejorar la calidad del medio ambiente en la agricultura se han convertido en dominantes. Además, las luchas de finales de la década de 1980 en el campo de la biotecnología (en particular el bST), han servido para movilizar la oposición a la visión mundial y las prioridades del sistema de estaciones experimentales manifestada por algunos agricultores y organizaciones agrarias (en particular, los partidarios de la agricultura «sustentable» o biológica). La experiencia de la biotecnología durante la década de 1980, con episodios como la oposición a tecnologías del tipo del bGH varios años *antes* de su aplicación comercial, ha producido el efecto de ampliar la revisión de la investigación del «land-grant system» a sus programas básicos de investigación disciplinar. De hecho, para casi todos estos grupos de oposición, la biotecnología se ha convertido en el símbolo de todos los errores del sistema de investigación pública. El resultado de la trayectoria que durante estas dos décadas ha seguido la biotecnología –desde la hipérbole hasta el realismo mesurado– ha sido la ampliación progresiva de las filas de quienes consideran que las prioridades del sistema de estaciones experimentales constituyen para ellos motivo legítimo de preocupación.

Cada vez está más claro que el produccionismo ya no sirve como ideología unificadora de la clientela de la investigación pública y despolitizadora de los procesos de innovación tecnológica. Salvo la industria agraria, las partes unidas por el produccionismo durante la edad de oro de la investigación pública tienen ahora motivos para distanciarse de tal postura. Gran parte del sector agrario se inquieta en la actual época de neoliberalismo por el exceso de capacidad, la superproducción y la probabilidad de que los programas estatales

de productividad agraria y las medidas proteccionistas sean desmantelados o se vean cada vez más impotentes para estabilizar los precios de las materias primas agrícolas. Los investigadores del «land-grant system» reconocen que los críticos defensores del medio ambiente que ahora les vigilan, insistirán para que la protección del medio influya en la formulación de políticas de investigación tanto como el aumento de productividad o más. Los departamentos o ministerios de agricultura afrontan presiones ecologistas similares, y además se ven ante la temible tarea de mantener la prosperidad de los agricultores en la actual corriente neoliberal, cosa que se complicará aún más si la productividad y la producción agrarias aumentan rápidamente. Pero aunque casi todas las partes del consenso produccionista de la edad de oro de la investigación tienen razón al buscar nuevos acuerdos institucionales de investigación agraria (y nuevas ideologías que sostengan y legitimen tales acuerdos), sus diferencias de intereses (tanto materiales como ideales en el sentido weberiano) no auguran una transición rápida ni indolora.

La gestión del medio ambiente –lograr la protección del medio ambiente en la agricultura, aumentar la productividad de los recursos naturales del sector agrario, restaurar la integridad ecológica del campo y redefinir la agricultura para que evolucione desde la producción de mercancías hacia una actividad administración– parece el marco ideológico más probable para la investigación agraria. Pero la transición hacia un marco de gestión del medio ambiente de la investigación y la tecnología agrarias será con toda probabilidad políticamente difícil. En particular, muchas de las organizaciones agrarias y comerciales de Estados Unidos, sobre todo las más poderosas, tienen en principio mucho miedo a que los grupos ecologistas ocupen una posición destacada en la formulación de políticas agrarias, porque unos reglamentos sobre medio ambiente más estrictos podrían elevar los costes de producción. La ecologización de la agricultura es también incompatible con la tendencia a una política comercial agraria neoliberal, puesto que la liberalización del comercio agrario

mundial estimula la competitividad internacional en términos de costes medios de producción más bajos. Una política de investigación proconservacionista decidida y una reglamentación ecologista de la agricultura no es probable que sean coherentes con una nueva fase de competencia neoliberal internacional. Por último, se observa una tendencia a que las nuevas técnicas biotecnológicas se apliquen más fácilmente a la tecnología genérica (11), en la cual es más fácil lograr buenos resultados técnicos por medio del aumento de la producción que de la reducción de los consumos de recursos naturales. Por tanto, superponer un marco de gestión del medio ambiente al sistema de investigación pública sería para muchos especialistas en biotecnología como cerrar las áreas de avance técnico más prometedoras. En consecuencia, es probable que la investigación agraria siga siendo un terreno en el cual las medidas políticas y las prioridades ya no se presten a ideologías de consenso, y continúe caracterizada por combates ideológicos mutuamente destructivos. Pero el productivismo no está muerto en absoluto, y bien puede resucitar si fracasa la ecologización de la agricultura.

Por último, también conviene señalar que el hormiguar de grupos sociales en torno a la ciencia agraria y a los foros de formulación de políticas tecnológicas puede desviar la atención de las prácticas institucionales que marcan la principal diferencia en el comportamiento social, económico y ambiental del sistema agrario y de producción de alimentos. La investigación y la tecnología *tienen* importancia, sobre todo en la medida en que las tecnologías de reducción de costes, como la mecanización, o las de incremento de capital, como el consumo de sustancias químicas, han establecido una lógica interna a largo plazo en países como Estados Unidos. Pero el modelo casi nunca puede dar marcha atrás; el hecho

(11) Las aplicaciones genéricas de la tecnología, que son útiles para grandes áreas y zonas agroecológicas, pueden diferenciarse de la adaptación local de conocimientos y tecnologías, que trata de maximizar la armonía entre la tecnología y las peculiaridades agroecológicas locales. La somatotropina bovina es el paradigma de la tecnología genérica, puesto que es más o menos aplicable a cualquier lugar en que se produzca leche. Por el contrario, gran parte de la tecnología tradicional de selección vegetal y gestión de la producción se orienta claramente a la adaptación local.

de que la pauta histórica del cambio técnico de posguerra haya conducido al desplazamiento rápido de la mano de obra, a la rápida intensificación en capital de la producción y a la degradación del medio ambiente no significa que tales circunstancias o problemas puedan abordarse directa o primordialmente modificando las prioridades de investigación. Los defensores y críticos de la investigación en biotecnología agraria tienden cada vez más a surgir de una postura tecnológica determinista común: que la tecnología es una fuerza social autónoma de primer orden y que la dirección de la agricultura y la sociedad en el futuro quedará conformada por el bando vencedor en la formulación de la política de investigación y tecnología. Ahora bien, semejante postura ignora que las prácticas institucionales más generales (expresiones de clase y poder social en la política agraria, fiscal, de medio ambiente, etc.) aportan el contexto que conforma los resultados de la investigación. Es razonable afirmar que las instituciones públicas de investigación agraria se basan tanto o más en la forma en que legitiman tendencias sociales y económicas que en las máquinas, instrumentos, organismos y moléculas que crean. Por tanto, lo que queda por determinar es el grado en que la investigación y la tecnología son fuerzas autónomas cuyos resultados puedan conformarse luchando por la política de investigación en sí. ¿Está la tecnología agraria ampliamente determinada por los cambios sociales extracientíficos, o viceversa? La respuesta definitiva a esta pregunta se dará tanto en el ámbito de la política y la ideología como en el de las ciencias sociales.

BIBLIOGRAFIA

- BUSCH, L.; LACY, W. B.; BURKHARDT, J. y LACY, L. R. (1991): *Plants, Power, and Profit*. Oxford: Basil Blackwell.
- BUTTEL, F. H. (1989): «Are high-technologies epoch-making technologies? the case of biotechnology». *Sociological Forum* 4: 247-261.
- BUTTEL, F. H. (1991): «Rethinking biotechnology policy» en C. B. Flora y J. A. Christenson (dirs. de ed.), *Rural Policy for the 1990s*. Boulder, CO: Westview Press.

- BUTTEL, F. H. y BUSCH, L. (1988): «The public agricultural research system at the crossroads». *Agricultural History* 62: 303-324.
- BUTTEL, F. H.; KENNEY, M. y KLOPPENBURG, J. JR.: «From green revolution to biorevolution: some observations on the changing technological bases of economic transformation in the third world». *Economic Development and Cultural Change* 34 (1): 31-55.
- BUTTEL, F. H.; KENNEY, M.; KLOPPENBURG, J. JR.; COWAN, J. T. y SMITH, D. (1986): «Industry/land grant university relationships in transition». Págs. 296-312 en L. Busch y W. B. Lacy (dirs. de ed.), *The Agricultural Scientific Enterprise*. Boulder, CO: Westview Press.
- COCHRANE, W. W. (1979): *The Development of American Agriculture*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- COHEN, S. S. y ZYSMAN, J. (1987): *Manufacturing Matters*. New York: Basic Books.
- DANBOM, D. B. (1979): *The Resisted Revolution*. Ames: Iowa State University Press.
- DANBOM, D. B. (1986): «Publicly sponsored agricultural research in the United States from an historical perspective». Págs. 142-162 en K. A. Dahlberg, (dir. de ed.), *New Directions for Agriculture and Agricultural Research*. Totowa, NJ Rowman and Allanheld.
- DOYLE, J. (1985): *Altered Harvest*. New York: Viking.
- GILLESPIE, G. W. JR. y BUTTEL, F. H. (1989): «Farmer ambivalence toward agricultural research: an empirical assessment». *Rural Sociology* 54: 382-408.
- GILPIN, R. (1987): *The Political Economy of International Relations*. Princeton: Princeton University Press.
- GOODMAN, D.; SORJ, B. y WILKINSON, J. (1987): *From Farming to Biotechnology*. Oxford: Basil Blackwell.
- HADWIGER, D. F. (1981): *The Politics of Agricultural Research*. Lincoln: University of Nebraska Press.
- HAYAMI, Y. y RUTTAN, V. W. (1985): *Agricultural Development*. 2ª ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- HIGHTOWER, J. (1973): *Hard Tomatoes, Hard Times*. Cambridge, MA: Schenkman.
- JENKINS, J. W. (1991): *A Centennial History: A History of the College of Agricultural and Life Sciences at the University of Wisconsin-Madison*. Madison, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin.

- KALTER, R. (1985): «The new biotech agriculture: unforeseen economic consequences». *Issues in Science and Technology* 2: 125-133.
- KENNEY, M. (1986): *Biotechnology: The University-Industrial Complex*. New Haven: Yale University Press.
- KENNEY, M. (1989): «The debate over deliberate release of genetically engineered organisms: a study of state environmental policy making». Págs. 73-99 en J. J. Molnar y H. Kinnucan (dirs. de ed.), *Biotechnology and the New Agricultural Revolution*. Boulder, CO: Westview Press.
- KLOPPENBURG, J. JR (1991): «Social theory and the de/reconstruction of agricultural science: local knowledge as an alternative agriculture». *Rural Sociology* 56: 519-548.
- KLOPPENBURG, J. JR. (1988): *First the Seed*. New York: Cambridge University Press.
- KLOPPENBURG, J. JR. y F. H. BUTTEL (1987): «Two blades of grass: the contradictions of agricultural research as state intervention». *Research in Political Sociology* 3: 111-135.
- KRIMSKY, S. (1982): *Genetic Alchemy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- MARCUS, A. I. (1986): «From state chemistry to state science: the transformation of the idea of the agricultural experiment station, 1875-1887». Págs. 3-12 en L. Busch y W. B. Lacy (dirs. de ed.), *The Agricultural Scientific Enterprise*. Boulder, CO: Westview Press.
- MOLNAR, J. J. y KINNUCAN, H. (dirs. de ed.) (1989): *Biotechnology and the New Agricultural Revolution*. Boulder, CO: Westview Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1972): Report of the Committee on Research Advisory to the U. S. Department of Agriculture. Washington, DC: NRC.
- POLLACK, A. (1989): «Farm gene makers' money woes». *New York Times* (24 de abril): D1, D6.
- ROCKEFELLER FOUNDATION (1982): *Science in Agriculture*. New York: Rockefeller.
- SCHULTZ, T. W. (1977): «Uneven prospects for gains from agricultural research related to economic policy». Págs. 578-589 en T. M. Arndt y cols. (dirs. de ed.), *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- WRIGHT, S. (1986): «Recombinant DNA technology and its social transformation, 1972-1982». *Osiris* (2ª serie), 2: 303-360.

RESUMEN

La idea desarrollada en este artículo consiste en que la dinámica de la biotecnología ha involucrado una importante —y, hasta cierto punto, autónoma— dimensión ideológica. Es decir que, a medida que la biotecnología ha ido emergiendo, algunas ideas acerca de su naturaleza —especialmente, acerca de su potencial «revolucionario»— se han vuelto predominantes. Después de una breve reflexión histórica sobre la ideología y la tecnología agrícola, se analizan las fuerzas que han delineado la ideología de la biotecnología durante sus años formativos o sea, a grandes rasgos, desde mediados de los setentas hasta fines de los ochentas. Después, se valora la noción del carácter revolucionario de la agricultura biotecnológica. En las conclusiones se abordan las consecuencias de la transición ideológica de la agricultura biotecnológica. Se sugiere que la investigación agrícola pública está entrando en una nueva era de gestión del medio ambiente que se caracteriza por su politización y, sobre todo, por la transparencia de la lucha ideológica.

RÉSUMÉ

Bien que l'évaluation du développement de la biotechnologie agricole ne doive pas en ignorer les aspects matériels, le présent article soutient la thèse selon laquelle la dynamique de la biotechnologie a appliqué une dimension idéologique importante et, sous certains aspects, autonome. Lorsque la biotechnologie est apparue, certaines idées l'ont emporté quant à sa nature et, notamment, quant à son potentiel «révolutionnaire». Ces idées ont eu une influence aussi bien sur les défenseurs de la biotechnologie que sur ses opposants. L'auteur étudie, outre la dimension idéologique de la technologie agricole du point de vue historique, la question de la recherche agronomique, pour ensuite analyser l'apparition de l'idéologie de la biotechnologie et, finalement, la situation actuelle dans ce domaine (la biorévolution et les débats soulevés par la crise du productionnisme).

SUMMARY

The argument of this paper is that biotechnology's dynamics have involved an important —and, in some respect, autonomous— ideological dimension. That is, as biotechnology emerged, it did so such that particular ideas about its nature —especially its «revolutionary» potential— come to be dominant. Following a brief historical reflection on ideology and agriculture technology, forces that shaped the ideology of biotechnology during its formative years, from roughly the mid-1970s to the late 1980s, are explored. The notion of the revolutionary character of agriculture biotechnology is then assessed. The conclusion discuss the implications of the ideological transition of agricultural biotechnology. It is suggested that public agricultural research is entering a new era of environmental managerialism, that is characterized by politicization and overt, transparent ideological struggle.