
Pascal Byé y María Fonte ()*

*Hacia técnicas agrícolas de base
científica (**)*

INTRODUCCION

La reconsideración de las políticas que han acompañado hasta hoy el crecimiento agrícola en los países industrializados, las nuevas exigencias en materia de gestión de los recursos renovables y la creciente atención prestada a los problemas medioambientales y de la salud llevan a las sociedades postindustriales a preguntarse por la racionalidad de las orientaciones técnico-económicas actuales y por la posibilidad de sustituirlas por modelos basados en la profundización de los conocimientos en el ámbito de la biología y de las ciencias de la vida. Esta sustitución plantea de inmediato un doble problema: el de la renovación de la base de saberes, por una parte, y el de las condiciones de sustitución de las técnicas existentes por otras nuevas, por otra.

La explosión de conocimientos en el ámbito de la biología y las perspectivas que ha abierto, en particular, la ingeniería genética, con la posibilidad de modificar o crear nue-

(*) Del INRA de Montpellier, Francia, y la Universidad de Nápoles, Italia, respectivamente.

(**) Artículo preparado para el simposio sobre: «Biotecnologías y agricultura: ¿evolución o revolución técnica?», Roma, Italia, 28-29 de mayo de 1992. Recibido en redacción en julio de 1992.

vas formas vivas, pueden constituir uno de los fundamentos para una nueva apertura del abanico de técnicas productivas. De hecho, el avance de los conocimientos podría permitir la sustitución de los principios químico-físicos transferidos del mundo industrial por nuevos paradigmas biológicos. Estos últimos contribuirían a rehabilitar el concepto de productividad natural e, incluso, a reconstruir una alianza cultura-naturaleza (Busch, 1990; Barrau, 1990), bastante dañada, según los partidarios de la agricultura sostenible (OCDE, 1991), tras decenios de artificialización a ultranza de la producción agroalimentaria.

La supresión de las técnicas vinculadas a la explotación de la geosfera y a las exigencias del crecimiento fordiano podría ser tanto más fácil cuanto más rápido sea el desmantelamiento de una reglamentación sectorial (Boyer, 1990; Bartoli, Boulet, 1990) favorable a su difusión a gran escala. A partir de una nueva revolución técnica y científica, se podría llegar a la sustitución de las técnicas empíricas actuales por técnicas codificadas de fuerte orientación científica. Esta cientifización de las técnicas agrarias podría conducir a una modificación de la base de saberes, así como de las condiciones en que surgen, se perfeccionan y se difunden las técnicas productivas (Perrin, 1988). Si bien este diagnóstico es ampliamente compartido, las opiniones divergen en lo relativo a las causas y las condiciones de tal cambio técnico.

Un breve repaso a la literatura de la última década (Buttel, 1986; Goodman y cols., 1987) pone de manifiesto, ante todo, los límites a la utilización de las biotecnologías en el ámbito agroalimentario. La distancia entre las promesas científicas y las realizaciones económicas confirma, por ejemplo, la diferencia existente entre la concepción de los «artefactos» y su fabricación (Perrin, 1992). Además, un análisis a largo plazo revela la importancia de la continuidad y de los procedimientos iterativos en el proceso de renovación de las técnicas (Prigogine y Stengers, 1986; Sigaut, 1989a y 1989b; OCDE, 1991). Este análisis lleva a considerar que la sustitución de objetos técnicos existentes por objetos «científicos»

nuevos no puede ser inmediata y global, tanto más cuanto que las técnicas agroalimentarias se derivan de las ciencias evolutivas «darwinianas» (1), para utilizar la expresión de Stengers (1992), no de las ciencias normativas experimentales.

Para captar mejor el significado de este movimiento de cientificación de los saberes, conviene insistir en dos conjuntos de relaciones: por una parte, el que enlaza saberes agrícolas, saberes industriales y saberes científicos en el marco de los «paquetes técnicos» y, por otra, el que vincula innovación y entorno económico y social.

En el presente trabajo consideraremos, en primer lugar, de qué modo evoluciona en el tiempo la combinación de los saberes, partiendo de la hipótesis de que, en el ámbito de la producción de lo vivo, no hay rupturas bruscas, sino más bien modificaciones progresivas en la jerarquía de las distintas formas de saber. Insistiremos, por tanto, en la importancia de la continuidad y la rutina en el cambio técnico y subrayaremos, en particular, la permanencia de las prácticas agrícolas y artesanales y su progresiva integración en el marco de saberes industriales primero y científicos después (*1. Evolución de los saberes en las técnicas agrícolas*).

A continuación, interpretaremos la cientificación de los saberes técnicos en el ámbito agroalimentario en relación con la modificación de las funciones desarrolladas por la agricultura en los países industrializados. La rehabilitación de los conocimientos biológicos en los modelos técnicos agroalimentarios en general y el desarrollo de las biotecnologías en particular, pueden vincularse a la redefinición de las funciones sociales de la agricultura y de las relaciones que ligan al hombre con la naturaleza. Ello nos llevará a definir nuevos itinerarios técnicos capaces de integrar los nuevos saberes

(1) Se trata de las ciencias que intentan reconstruir, a partir del análisis de campo, una historia que se ha producido una sola vez. Por el contrario, las ciencias experimentales (física, química, biología molecular) permiten purificar un fenómeno para reproducirlo en unas condiciones dadas (es decir, artificiales) (Prigogine y Stengers, 1986).

biológicos (2. *Hacia nuevos modelos técnicos de base científica*).

1. EVOLUCION DE LOS SABERES EN LAS TECNICAS AGRICOLAS

Abordar la cientifización de los saberes agrícolas significa superar de inmediato el debate, tan académico como miope, en torno a la inminencia o la puesta al día de la «revolución biotecnológica» (Buttel, 1989; Otero, 1991), para insistir ante todo en las condiciones que llevan a sustituir un conjunto de saberes nacidos de la práctica profesional y la experiencia por otro conjunto de saberes vinculados a la profundización de los conocimientos científicos.

La «cientifización de los saberes campesinos» remite, por tanto, a un análisis a largo plazo, que permita poner de manifiesto las relaciones iterativas existentes entre prácticas empíricas y saberes codificados. Se parte de la hipótesis de que la nueva definición de los fundamentos científicos de las técnicas agrícolas puede aportar una respuesta a las limitaciones derivadas de la generalización de las técnicas industriales en el proceso de trabajo en el ámbito agroalimentario (Byé, Fonte, 1991; Goodman y cols., 1987). Esta evolución se traduce en un aprovechamiento creciente de la naturaleza biológica de los procesos productivos agroalimentarios, tanto si este aprovechamiento tiene lugar en virtud de principios organizativos y productivos de tipo tradicional (basados en nuevas posibilidades de economías de escala) como si obedece, más bien, al intento de elaborar un nuevo modelo técnico, dirigido a conciliar las exigencias de eficiencia y variedad (Teubal, Zuscovitch, 1991) en el marco de una relación renovada entre agricultura, naturaleza y sociedad.

El análisis de las modificaciones en las jerarquías de saberes es el objetivo de esta primera parte del artículo. Lo cual nos lleva a insistir, desde el principio, en la permanencia de los saberes y las prácticas agrícolas artesanales, a pesar de la indiscu-

tible industrialización de las técnicas agroalimentarias, y a exponer, a continuación, las crecientes dificultades que encuentra la difusión de las técnicas industriales para el aprovechamiento de los agrosistemas o de las ramas agroalimentarias.

1.1. Permanencia de los saberes y de las técnicas empíricas

La permanencia de los saberes empíricos nacidos de las prácticas y los oficios agrícolas y agroalimentarios, por una parte, y la permanencia de los fundamentos biológicos del proceso productivo, por otra, siguen caracterizando, a pesar de algunos decenios de industrialización, la evolución de las técnicas agroalimentarias. Cabe recordar, por ejemplo, la organización de la producción y la transformación de alimentos, el carácter específico de los oficios y la «regionalidad» de culturas y productos.

La mayoría de las veces, las técnicas agrícolas de origen industrial no hacen más que reproducir operaciones que antes se efectuaban manualmente, mientras que los calendarios de cultivos permanecen prácticamente inalterados. De hecho, la artificialización de las condiciones de producción en las áreas de regadío, el invernadero y la ganadería sin tierra constituyen un reconocimiento implícito de la importancia de la relación privilegiada que une agricultura y naturaleza. La modernización de las técnicas agroalimentarias no ha repercutido radicalmente en las características técnico-económicas de cada rama (leche y productos lácteos; carne y productos cárnicos; vino, etc.), ni ha conseguido imponer, en todas las etapas de transformación, procesos físicos o químicos comunes que permitan un tratamiento uniforme de la biomasa destinada a la alimentación.

Las dificultades encontradas para mecanizar determinadas operaciones agrícolas, como la cosecha, o determinadas producciones, como la ganadería, y las aducidas para explicar la incompleta industrialización de la transformación y la distribución alimentaria, revelan, por el contrario, la variedad de «saberes» de origen agrícola y artesanal, que se derivan de

un enfoque empírico, pragmático, de la complejidad biológica. Tales dificultades testimonian también cierta evolución en las prácticas de gestión de la materia viva y confirman el carácter predominantemente «darwiniano» de las ciencias en que se fundan dichas prácticas.

El análisis de la difusión en el ámbito agroalimentario de técnicas exógenas a la tradición campesina y artesanal —de origen industrial o «científico»— pone de manifiesto dos hechos principales:

— Las prácticas agrícolas se han desarrollado y perfeccionado durante mucho tiempo sin especial referencia a los progresos del conocimiento científico.

— Estas mismas prácticas, estrechamente ligadas al carácter biológico de la producción agroalimentaria, constituyen la base a partir de la cual se han desarrollado las técnicas industriales.

Autonomía relativa de las prácticas agrícolas y de las formulaciones científicas

Lo que caracteriza, aún hoy, las técnicas agroalimentarias es la proximidad, heredada de su carácter artesanal y rural, entre la concepción del artefacto y su construcción o utilización. Podemos ilustrar este concepto recordando la variedad de herramientas mecánicas que son el resultado de una estrecha interacción entre campesinos y artesanos rurales, o la variedad de especies cultivadas correspondientes a distintas formas de organización social, lo que conduce a auténticas simbiosis entre las especies y el territorio en que se cultivan (Haudricourt, Hédin, 1987).

El perfeccionamiento de las prácticas empíricas en la selección animal y vegetal o en los métodos de cultivo (cultivos asociados, por ejemplo) y su progresiva adaptación a nuevas exigencias confirman el papel desempeñado por dicha proximidad en la renovación y la ampliación de las técnicas, mientras que, por otra parte, la evolución de estas últi-

mas parece haber permanecido durante mucho tiempo poco ligada a los progresos del conocimiento científico, que a menudo no ha hecho sino convalidar *ex-post* los principios en que se basan.

En la actualidad se admite, generalmente, que la revolución forrajera es más el resultado de una elaborada convergencia de experiencias (Slicher Van Bath, 1969) que la consecuencia de importantes descubrimientos en el ámbito de la fisiología o de la nutrición de las plantas. La formulación de los principios de la reproducción de las especies o de la herencia tuvo lugar en un momento ulterior al desarrollo de las prácticas de cultivo o mejora de las plantas cultivadas (Zirkle, 1969); los principios relativos a la fertilización del suelo y la nutrición de las plantas dieron lugar a grandes controversias en el siglo XIX (Mathias, 1972; Fussel, 1969), una vez que las prácticas de fertilización parecían haber alcanzado ya cierto dominio técnico. Numerosos ejemplos en el ámbito de la transformación de los alimentos (en particular en un campo en que el desarrollo de las biotecnologías tiene una gran repercusión: el de la fermentación láctea) demuestran que, aún hoy, la práctica precede a menudo a la formulación explícita de los principios científicos.

Lo que caracteriza este modo de proceder, a diferencia de los procedimientos considerados «científicos», es que la atención se centra en los efectos esperados de la introducción de un nuevo objeto técnico, más que en la investigación de las causas que justifican su introducción (Portères, 1969-1970).

Esta relativa autonomía de la práctica respecto de la teoría se refleja, por lo demás, en la separación entre hombres de ciencia y técnicos. Se refleja también, como subraya Barrau (1990), en la separación entre ciencias biológicas, físicas o químicas y ciencias naturales. Sienta, en cambio, las bases para un encuentro entre saberes agrícolas y saberes industriales. La revolución forrajera, al incrementar los rendimientos, facilitará el aumento de los medios mecánicos, estimulará los esfuerzos en el ámbito de la selección vegetal e incitará a la fertilización química. El empirismo sigue reinando en las téc-

nicas ganaderas (Van der Ploeg, 1990), en el cultivo de las vides (Montaigne, 1988), en la arboricultura y en la transformación de buen número de productos alimentarios, pero se observa que las prácticas se desarrollan facilitando la adaptación de las técnicas industriales a la diversidad de agrosistemas al mismo tiempo que se enriquecen con su aportación.

Permanencia de los paradigmas biológicos y adaptación de las técnicas industriales

Durante mucho tiempo, el desarrollo endógeno de las técnicas agrícolas ha constituido la vía principal para intensificar la productividad de los ecosistemas naturales y asegurar su reproducción. La difusión progresiva de técnicas exógenas al ámbito agroalimentario ha contribuido a crear graves problemas en la gestión de la complejidad y de la variedad de funcionamiento de los sistemas biológicos.

La racionalización de los sistemas productivos y la aportación de factores de producción externos a la agricultura (energéticos, profesionales o financieros) han contribuido a simplificar la utilización de los factores de producción ligados a la naturaleza (tierra, agua y especies vegetales y animales) y a reducir la gama de productos obtenidos de su explotación, sin menoscabar por ello el carácter central de los procesos biológicos fundamentales. Utilizando la terminología de un debate surgido hace algunos años (Mann y Dickinson, 1978; Goodman y cols., 1987), la industrialización ha repercutido en el proceso de trabajo más que en el proceso productivo agrícola en sí. La creciente industrialización de las técnicas agroalimentarias va acompañada de la especialización de los ecosistemas y de los factores de producción naturales, y de una disminución significativa de las necesidades satisfechas por la cultura de la naturaleza (Busch, 1990) (necesidades energéticas, farmacológicas, lúdicas, simbólicas, etc.) hasta llegar a su especialización en las necesidades alimentarias.

Pero la transformación de un sistema multidimensional y polivalente en un conjunto monofuncional, centrado exclusi-

vamente en la producción alimentaria, no ha podido realizarse sino como un proceso de ajuste a partir de dos orígenes: las prácticas agrícolas y artesanales, por una parte, y las técnicas de origen industrial (Byé y cols., 1990), por otra.

El desarrollo de la mecanización en la agricultura, por ejemplo, se ha basado en gran medida en el papel de experimentador desempeñado por el usuario de la máquina agrícola (Lacroix, 1984), mientras que la concentración económica en la agricultura y la alimentación (Galliano, 1992) no ha repercutido realmente en los saberes tradicionales que subyacen a la rutina técnica. Se observa, por otra parte, que la continuidad del movimiento de industrialización en la agricultura es el resultado de la transferencia de conocimientos relativos a prácticas industriales desarrolladas en otros sectores (química, electrónica, bioquímica, farmacéutica) con finalidades distintas de las agroalimentarias.

Los saberes agrícolas y artesanales desempeñan un importante papel de adaptación entre las lógicas productivas de universos diferentes: lógica de reproducción en el universo biológico y lógica de producción ampliada en el universo industrial. Este papel choca, sin embargo, con el desarrollo de la producción y el consumo de masa, ligado a los fenómenos de creciente urbanización en las sociedades industriales. La lógica de la producción industrial prevalece entonces sobre la lógica de la reproducción de los sistemas biológicos y, de la misma forma, los saberes organizativos industriales (simplificación, especialización, segmentación) prevalecen sobre los saberes tradicionales ligados a prácticas agrícolas diversificadas, complejas, multidimensionales y polifuncionales.

1.2. Desarrollo, enriquecimiento y erosión de los saberes industriales

La difusión a gran escala de las técnicas de origen industrial parece liberar a la producción agroindustrial de las limitaciones impuestas por el funcionamiento de la biosfera. Es-

tas técnicas se desarrollan en virtud de factores externos técnicos de tipo institucional y organizativo. No obstante, lo que hace posible este proceso de difusión es la separación de la función de producción de la de reproducción: los sistemas industriales no siempre aseguran la reproducción de los ecosistemas naturales.

A pesar de la progresiva sustitución de las prácticas agrícolas y artesanales por técnicas industriales, las primeras siguen siendo las técnicas de referencia, ya que integran implícitamente las modalidades de funcionamiento de los ecosistemas naturales. Con la desaparición de los campesinos y la asimilación de la cultura y los saberes vinculados a la lógica industrial, las técnicas industriales pierden complejidad, al tiempo que ganan en eficiencia: las ventajas resultantes de las economías de escala compensan de algún modo los inconvenientes derivados de la pérdida de economías de competencia (gestión de la diversidad, reproducción de los ecosistemas, etc.).

Simplificación de los paradigmas biológicos y desarrollo de los saberes industriales

La existencia de una fuerte demanda de productos alimentarios, por una parte, y la libre disponibilidad de algunos factores de producción ligados a la biosfera (energía, tierras cultivables, agua, variedades vegetales y animales), por otra, han acelerado la transposición al ámbito agroalimentario de saberes y prácticas desarrollados para otras producciones industriales. Esta transferencia es la fuente de una profunda modificación en la base de los saberes existentes. Los saberes agrícolas y los saberes industriales, inicialmente integrados, se han ido distanciando a medida que se aceleraba la transferencia de objetos técnicos (en particular, bienes de equipo) de la industria a la agricultura.

El debate, todavía vivo en la comunidad científica, sobre el carácter inevitable de una industrialización total de las técnicas agroalimentarias (McMichael (dir.), de próxima publicación) no puede hacer olvidar el existente en la actualidad sobre

la difusión de las biotecnologías. Para algunos, la industrialización de las técnicas estará siempre limitada por la capacidad de absorción por parte de los agricultores de objetos que no pertenecen a su cultura y que no respetan las limitaciones impuestas por los procesos de naturaleza biológica. Para otros, la transferencia puede llegar, por el contrario, hasta la sustitución total de los saberes y prácticas de origen agrícola por nuevas formas de saberes y nuevas formas de organización.

Aunque la experiencia pasada no permite todavía decidirse de forma definitiva por una de estas dos posiciones, parece claro que técnicas ampliamente amortizadas o experimentadas en otras actividades económicas han acelerado la uniformización de las prácticas productivas en un ámbito que sigue estando caracterizado por la heterogeneidad de las situaciones y los factores de producción. Los saberes industriales se han impuesto, integrando primero y sustituyendo después, a los saberes agrícolas. Los principios físico-químicos se han ido imponiendo a los procesos biológicos, reduciendo su complejidad a un conjunto de operaciones simples, articuladas entre sí.

Las economías de escala, derivadas de la concentración y la especialización, y la presencia de externalidades han permitido la difusión de técnicas industriales en la agricultura sin necesidad de conocimientos científicos de nuevo tipo. La motorización (a diferencia de la mecanización agrícola) se presenta *a posteriori* como una simple transferencia de técnicas desarrolladas en la industria de los transportes y las obras públicas; el desarrollo de la industria de los abonos nitrogenados o la primera generación de productos fitosanitarios constituyen una derivación de la actividad de la industria petroquímica, intensificada por la economía de guerra y por el fuerte crecimiento industrial de los años siguientes. El éxito de esta transposición de saberes industriales en el ámbito agroalimentario, fuertemente sostenida por la investigación pública, se deriva de haber simplificado primero e integrado después los procesos biológicos hacia arriba y hacia abajo de la industria en una cadena organizativa caracterizada por la verticalidad y la especialización.

Erosión y enriquecimiento de los saberes industriales

Las recientes dificultades encontradas al tratar de ampliar esta transferencia mimética de técnicas se deben tanto a la creciente incapacidad de los modelos técnico-económicos de origen tayloriano-fordiano para gestionar la complejidad como a un cambio cultural profundo en la utilización y la gestión de los recursos renovables, cambio que modifica las normas y finalidades de la producción agroalimentaria.

Estas dificultades favorecen, en principio, el enriquecimiento y perfeccionamiento de los saberes industriales, pero después conducen a una profundización de las bases científicas de los modelos técnicos, en función de una superación de las nuevas exigencias sociales. La tecnificación de la ciencia precede, por así decir, a la cientifización de las técnicas (Prades, 1992).

La tecnificación de la ciencia. La creciente complejidad de los modelos técnicos en agricultura tiene lugar, en un primer momento, mediante la transferencia progresiva de nuevas técnicas de origen industrial: técnicas fitosanitarias o veterinarias, técnicas electrónicas o informáticas, técnicas de gestión y de ayuda a la toma de decisiones. Esta transferencia, que tiene por objeto mejorar los rendimientos y compensar la pérdida de las técnicas de tipo tradicional, acentúa, sin embargo, la heterogeneidad de las técnicas utilizadas para la producción agrícola, ya que ninguna de las nuevas elimina por arte de magia a las precedentes. En un principio, se recurre a los conocimientos científicos para facilitar la integración de las técnicas entre sí, y después para favorecer una sustitución de técnicas. En este caso, los nuevos conocimientos, inscritos por los productores o los usuarios en un conjunto técnico que han hecho coherente mediante su aportación, quedarán subordinados a las orientaciones productivas iniciales.

Este recorrido ilustra, por ejemplo, la reintroducción en los modelos mecánicos de productos o recursos técnicos de origen biológico que estaban ya en curso de desaparición.

Más en general, el enriquecimiento de las gamas varietales, las inversiones efectuadas para la conservación de las especies animales o vegetales y el interés manifestado por la defensa del patrimonio cultural y técnico tradicional constituyen otras tantas ilustraciones de la necesidad de compensar los efectos del debilitamiento en curso de la base común de saberes. Por lo demás, las biotecnologías están penetrando en el mercado por la vía de la compensación o la complementariedad.

La base de saberes industriales se enriquece mediante la integración de nuevas formas de saberes de origen científico, incorporados en productos industriales. Los conocimientos relativos a la lucha contra las malas hierbas o la patología vegetal mediante productos químicos tienden a integrarse, finalmente, en los paquetes de técnicas mecánicas existentes para facilitar su uso y funcionamiento. Saberes derivados de los progresos de la bioquímica podrán resolver problemas de intensificación de los cultivos e industrialización de la ganadería, al mejorar la profilaxis, la lucha contra las enfermedades y las formas de nutrición y de alimentación. Saberes relativos a la gestión de la diversidad se integrarán en módulos electrónicos y programas informáticos gestionados a través de medios mecánicos o de ordenadores. El conjunto de estos saberes, desde los más genéricos a los más aplicados, se moviliza para articular, reforzar y generalizar las técnicas de origen y lógica industrial, más que para crear alternativas a las mismas. Se trata aún de dominar la naturaleza, más que de utilizar su propia dinámica.

La cientifización de las técnicas. Los saberes que tienen por objetivo articular e integrar las técnicas existentes y los que se dirigen, en cambio, a crear instrumentos capaces de gestionar mejor la complejidad de los sistemas «vivos» no responden a las mismas realidades y finalidades sociales. Los primeros persiguen un movimiento de artificialización y perfeccionamiento de las técnicas industriales; los segundos tienden a redefinir la base de los saberes para desarrollar nuevas técnicas.

Esta divergencia de trayectorias no es fruto del azar. Se desarrolla a partir de la reorientación del sistema de precios; se amplía con la restructuración y el cambio industrial; y se generaliza con la reorientación de los regímenes de crecimiento (Mounier, 1992) de la agricultura en las sociedades postindustriales y con la modificación de los referentes culturales que ligan al hombre a la naturaleza (Byé, Fonte, 1991).

La disminución regular de los precios agrícolas y los intentos de controlar la evolución de la oferta de productos agrícolas revelan la existencia de limitaciones técnico-económicas que se oponen a los modelos más intensivos: más en general, las evoluciones en materia de precios ponen en duda los enfoques técnicos anteriores. En estas condiciones, la motorización encuentra limitaciones económicas, más que técnicas (la creciente complejidad de cada máquina desemboca paulatinamente en la complejidad de cada operación, y el diseño de nuevas máquinas podría responder a las nuevas exigencias sociales). Las inversiones directas (compra de nuevas máquinas) e inducidas (compra de tierras, utilización del trabajo por cuenta ajena) adquieren un peso desproporcionado en relación con los beneficios que procuran. La obsolescencia técnica de las máquinas acentúa el fenómeno que acabamos de describir.

El desarrollo de una bioindustria previa a lo agroalimentario, diferente en sus orígenes financieros y en sus objetivos de las industrias que tradicionalmente se han encargado del desarrollo y el perfeccionamiento de las técnicas agrícolas, transforma el papel de los saberes científicos. Estos saberes no se integran ya automáticamente en las técnicas existentes. Por el contrario, pueden convertirse en la base de técnicas competidoras, tanto más cuanto que son fácilmente accesibles, reproducibles, transformables y apropiables. Y contribuyen a crear una nueva gama de objetos que tienen valor en el mercado.

La profundización de los conocimientos biológicos se convierte así en un medio de disociar los procesos de creación y de experimentación, a fin de reforzar la apropiación.

Estos datos ponen en duda los procesos iterativos aplicados hasta hoy para la evolución y transformación de las técnicas. Definen con arreglo a nuevos principios la base de adquisición y transformación de los saberes. La privatización de los objetos científicos y la creciente distancia entre actividades técnicas y actividades científicas tienden a autonomizar los saberes científicos de los saberes técnicos. En consecuencia, está bastante acreditada la idea de que hoy el saber científico precede al saber técnico.

2. HACIA NUEVOS MODELOS TECNICOS DE BASE CIENTIFICA

Sin embargo, la nueva combinación de saberes en el ámbito agroalimentario no es únicamente producto de transformaciones estructurales derivadas de la crisis de los modelos de crecimiento intensivos y con amplio consumo de capital. Es también resultado de un importante cambio en la representación social y simbólica de la naturaleza, que modificará los modelos de consumo y el valor de los productos.

La cientifización de los saberes obedece a una doble transformación: la que vincula los saberes a las técnicas, por una parte, y la que vincula las técnicas a sus funciones sociales, por otra. En un primer momento, estas transformaciones modifican los fundamentos cognoscitivos de las técnicas vigentes, sin que ello repercuta inmediatamente en sus finalidades productivas. En un segundo momento, transforman las propias técnicas, ya que la profundización de los conocimientos permite prefigurar soluciones nuevas a las exigencias sociales emergentes: soluciones que favorecen la reproducción de la naturaleza y los agroecosistemas, más que la producción *stricto sensu* de materia viva.

Con carácter previo a la producción agroalimentaria, una nueva concepción de la gestión de los recursos no renovables lleva a plantearse desde nuevas perspectivas la utilización indiscriminada de los factores de producción ligados a la ex-

plotación de la geosfera. Esta nueva actitud encuentra su racionalidad económica en la extensión del concepto de bien público a los recursos naturales y en la necesidad de internacionalizar los costes inducidos por la degradación del medio ambiente. Con carácter posterior a la producción alimentaria, se observa un cambio progresivo en el significado y el status del alimento. El alimento no es ya sólo un producto energético y nutritivo (Pelman, 1991) destinado a garantizar la reproducción a bajo coste de la fuerza de trabajo, sino que recupera de modo explícito funciones originarias más complejas: curativas, lúdicas, de socialización, culturales y éticas.

En consecuencia, la calidad alimentaria no puede reducirse o remitirse únicamente a criterios toxicológicos, físicos o químicos relativos al propio producto, y mucho menos a criterios de adaptación de los productos agrícolas a las exigencias comerciales e industriales. Al contrario, dicha calidad supone que se tome en consideración no sólo el producto, sino también el modo en que se produce y se transforma, lo que favorece los enfoques sistémicos en detrimento de los enfoques funcionales (Verrips, 1991).

La modificación paralela de las exigencias previas y posteriores al ámbito agroalimentario no se expresa, sin embargo, de un modo uniforme e inmediato. No se manifiesta en una modificación repentina de la base de saberes, sino en una sustitución progresiva de las prácticas actuales a través de nuevas formas de saberes.

La adopción de una nueva base común de saberes sólo se realiza en la medida en que respeta inicialmente los saberes y las técnicas existentes. Si las biotecnologías parecen constituir la vía privilegiada para la cientifización de los saberes, ello se debe, ante todo, a su capacidad para integrar las aportaciones de la ciencia de la vida y las de las técnicas de lo vivo. En su dimensión tecnológica, pueden integrar rápidamente las exigencias económicas y normativas (de reglamentación) relacionadas con la reorientación de las políticas agrícolas (2.1. *Las biotecnologías como mecanismo de adaptación*). No obstante, por su dimensión científica, po-

drán constituir la base de nuevos modelos de gestión de los ecosistemas naturales y actuar como eje en torno al cual construir un nuevo abanico de técnicas (2.2. *La rehabilitación del concepto de productividad natural*).

2.1. Las biotecnologías como mecanismo de adaptación

Las opciones técnicas inicialmente adoptadas para incrementar la producción y la productividad agroalimentarias parecen tropezar hoy con dos obstáculos principales: la baja generalizada de los precios de los productos agrícolas y unas demandas más exigentes en materia de calidad y protección del medio ambiente.

Por ejemplo, al redefinir, mediante nuevas normas o nuevos precios, las condiciones de acceso a los recursos naturales (agua, aire, recursos genéticos) o de utilización del medio ambiente (para evitar la contaminación, la degradación de los ecosistemas, el empobrecimiento del patrimonio vegetal o animal), el legislador condena determinadas prácticas productivas que consumen gran cantidad de recursos no renovables. Lo mismo ocurre cuando las normas sanitarias, toxicológicas o anticontaminación se hacen más estrictas.

Las técnicas mecánicas y químicas que consumen grandes cantidades de factores de producción pertenecientes a la geosfera (energía, agua, luz), están concebidas más para responder a las exigencias de la producción masiva que a una producción diferenciada con limitaciones, parecen poco adaptadas a un contexto en el que el control de la oferta prevalece progresivamente sobre el aumento inmediato de la producción, donde la demanda alimentaria adquiere valores más amplios y diferenciados y en el cual la preocupación de producir va acompañada por la inquietud de garantizar la reproducción del ecosistema, el natural y el cultivado.

El recurso a las biotecnologías va imponiéndose porque permite responder a las nuevas exigencias sin afectar en un primer momento a los objetivos sociales, las organizaciones

productivas y los cultivos existentes, sino más bien compensando las carencias de las técnicas actuales. Las biotecnologías no constituyen, pues, una alternativa técnica inmediata. Su uso se inscribe, por el contrario, en una continuidad que, injertándose en las prácticas y saberes actuales, obedece a las exigencias de la productividad. No obstante, desde el momento en que están sujetas a las limitaciones impuestas por las nuevas exigencias sanitarias y medioambientales, pueden dar origen por esta vía a nuevas formas de saberes destinadas a modificar las culturas técnicas existentes.

Biotecnología y continuidad técnica

El recurso a las biotecnologías responde, en primer lugar, al objetivo de mejorar el rendimiento y la fiabilidad de las técnicas actuales, en particular, reduciendo las discontinuidades surgidas entre técnicas de la geosfera y técnicas de la biosfera. Por tanto, dicho recurso se inscribe, como es lógico, en una determinada rutina técnica, que a menudo no hace sino sistematizar las prácticas empíricas vigentes en las producciones agrícolas (selección animal y vegetal, asociación de cultivos, operaciones culturales...) y alimentarias (fermentación, conservación, bioconversiones).

Las dificultades encontradas para generalizar el uso de la mecanización o de la química en la producción agroalimentaria dimanar del hecho de que es difícil encajar en un modelo único y coherente parámetros complejos derivados de dinámicas diferentes.

Por ejemplo, existe una profunda diferencia entre la concepción productivista vigente en la gran agricultura especializada, caracterizada por una organización de tipo «fordiano», y la existente aún en muchos sectores agroalimentarios fuertemente marcados por el empirismo y la tradición. En el primer caso, se trata de descomponer el proceso de producción en operaciones simples para controlarlo mejor; en el segundo, de dominar un conjunto de operaciones complejas, cuyos fundamentos científicos no siempre se perciben, pero

cuya lógica interna debe respetarse. Estas lógicas productivas son opuestas entre sí: reduccionista la una y complejas y diversificadas las otras.

La superioridad de las biotecnologías sobre las demás técnicas parece deberse a que son capaces de reducir las discontinuidades de los procesos productivos en el ámbito agroalimentario, mejorando al mismo tiempo su productividad y fiabilidad general. Las biotecnologías transforman una agricultura de capital en una agricultura de «competencias», combinando las aportaciones de las técnicas industriales y de las prácticas empíricas.

Así, la utilización de hormonas del crecimiento para el ganado vacuno o la producción de aminoácidos completan el conjunto de técnicas destinadas a intensificar la producción láctea, sin sustituirlas; el recurso a las pruebas de gravidez para ganado vacuno o la utilización de equipos diagnósticos para la elaboración de derivados lácteos o de quesos no modifican los procesos de producción; el uso de biopesticidas se inscribe de forma lineal en la tradición química de una industria fitosanitaria, sin estimular la creación de una nueva industria. Las biotecnologías garantizan una continuidad en la gestión de los saberes, reforzando así las ventajas adquiridas por las técnicas de industrialización de los procesos agroalimentarios. No obstante, en su desarrollo, conducen progresivamente a la constitución de nuevos núcleos de conocimientos, de los que pueden surgir otras lógicas económicas y sociales.

Biotecnologías y apropiación de saberes

El creciente recurso a las biotecnologías en el proceso de producción transforma paulatinamente las vías hasta ahora seguidas para el perfeccionamiento de las técnicas agroalimentarias. Si en un principio las biotecnologías no hacen sino reproducir de forma científica (es decir, sistematizada y formalizada) las prácticas empíricas (como la fermentación, la selección o la conservación), acaban por constituirse en objetos materiales e inmateriales comercializables y, por

tanto, apropiables por sujetos jurídicos diferenciados, mientras que las técnicas tradicionales siguen siendo prácticas empíricas colectivas (Darré, 1985) transmitidas informalmente.

Berlan (1983), Ducos y Joly (1987) y Kloppenburg (1988) han analizado ampliamente el fenómeno en el caso de las semillas. La creación de híbridos del maíz y de nuevas semillas despoja progresivamente al campesino de su capacidad de reproducir y controlar el patrimonio vegetal. Pero el fenómeno es más general. Afecta, por ejemplo, a las industrias de transformación, donde las levaduras y fermentos, que constituían medios auxiliares de producción integrados en las prácticas productivas tradicionales, son ahora productos estratégicos en torno a los cuales se construyen nuevos procesos productivos. Transferido de la industria alimentaria a la industria farmacéutica, el diseño y la fabricación de tales productos suponen un profundo cambio en el origen y la reproducción de los saberes. Del mismo modo, la atención prestada a la definición científica de los procesos de fabricación dirigidos a proteger a los productores de las falsificaciones (como ocurre con los quesos, por ejemplo) conduce progresivamente a modificar el proceso productivo y, después, a dissociar el diseño de la fabricación. Las nuevas técnicas de micromultiplicación y reproducción *in vitro* se inscriben en la misma lógica, que tiene por objetivo liberar la producción de lo vivo de las condiciones «naturales», para replantearla en condiciones favorables a la organización industrial del proceso productivo. Los principales problemas de los viveros especializados en la reproducción *in vitro* son típicamente problemas de naturaleza industrial: de organización y coste del trabajo. También en este caso, son profundas las consecuencias inducidas sobre la base cognoscitiva de las técnicas. Los saberes abstractos se convierten en patrimonio de expertos y se codifican en fórmulas que definen el substrato inorgánico; los saberes empíricos pierden toda referencia al ecosistema, contemplando las relaciones entre una parte de la planta (meristema, tejidos, etc.) y el substrato «científicamente» definido. La unidad sistémica de la propia planta queda disgre-

gada en un conjunto de partes simples descomponibles, que debe recomponerse mediante la creación de plantas «a la medida» (Joly, 1990). Los agentes sociales participantes en el nacimiento, la elaboración y el perfeccionamiento de las técnicas cambian, y muy difícilmente podremos seguir llamando a los nuevos agentes «agricultores» en el sentido generalmente atribuido a este término.

Los progresos científicos que hacen posible esta evolución son los mismos que hacen más radical la transformación de la biología de disciplina o ciencia «darwiniana» (es decir, interpretativa) en ciencia experimental, de modo que no sólo es capaz de explicar y comprender un fenómeno, sino también de reproducirlo purificado en unas condiciones determinadas. El perfeccionamiento de la instrumentación biológica se convierte en un instrumento importante de la apropiación industrial de las nuevas técnicas.

2.2. Rehabilitación del concepto de productividad natural

Sin embargo, no podemos enunciar el futuro de las biotecnologías atendiendo exclusivamente a su dimensión técnica y su capacidad para descomponer y recomponer el patrimonio genético, ya que subestimaríamos sus potencialidades científicas en materia de comprensión y gestión de los ecosistemas. El uso de las biotecnologías cambia a medida que los objetivos económicos se «incorporan» (Granovetter, 1985) a objetivos sociales más amplios. Entonces pueden responder no tanto y no sólo a finalidades productivas inmediatas, sino a la exigencia de formulación (o formalización) de un nuevo aparato cognoscitivo y conceptual capaz de generar un nuevo paradigma tecnológico que concilie las exigencias de la producción de bienes de consumo y la reproducción de los recursos naturales.

Si, a escala social, es importante internalizar los costes de la conservación del medio ambiente y la protección de la salud, la estabilización del agroecosistema se convierte en una

de las limitaciones más importantes a la producción. Superando las medidas de reglamentación inmediatas dirigidas a gobernar la evolución de las externalidades negativas (Conway, 1991), estas nuevas exigencias llevan a pensar en un desarrollo agrícola duradero basado en la comprensión científica de los ciclos naturales y del funcionamiento del ecosistema. Ello supone no sólo un nuevo abanico de técnicas, sino también una reorientación de la actividad de formalización, es decir, del saber abstracto.

Desde el nacimiento y el desarrollo de las ciencias experimentales, la formalización ha asumido un carácter cada vez más prescriptivo y normativo (Prigogine, Stenger, 1986; Benvenuti, 1990). Su objetivo principal es la definición de leyes universalmente válidas, que han acabado por avalar técnicas consideradas superiores en todo contexto espacial y temporal. Desde el momento en que los modelos uniformizadores, ya sean técnicos o teóricos, están en crisis y la actividad científica se reorienta hacia los problemas de la diversidad y la complejidad, un desarrollo de las biotecnologías en esta dirección supone un retorno a los conocimientos genéricos y una utilización de los mismos en sentido «simulativo» más que normativo. Se trata, por ejemplo, de conjugar técnicas de lo vivo y técnicas de la información para comprender la estructura y el funcionamiento de un sistema local, de forma que se aprovechen sus potencialidades productivas o se impida que la intervención humana tenga consecuencias destructivas sobre sus mecanismos de regulación.

Este uso de las biotecnologías descartaría quizás algunas posibilidades de aplicación inmediatas, pero, a largo plazo, contribuiría no sólo a desarrollar nuevos conocimientos, sino también nuevos enfoques que aproximen las ciencias agronómicas entre sí (patología vegetal, entomología, química agraria, etc.) y, globalmente, las ciencias agronómicas a las ciencias naturales para llegar a la definición de una nueva ciencia de la *gestión del hábitat* (Delucchi, 1989) o *agroecología* (Altieri, 1987).

Distintos autores y científicos (a este respecto es importante el estudio encargado a destacados científicos norteamericanos por el National Research Council, 1987) han subrayado que dicha ciencia, así reformada, no puede sino reforzar los sistemas de conocimientos locales y establecer una nueva forma de articulación e interacción entre lo local y lo global, entre la componente empírica y la componente abstracta del proceso cognoscitivo. Los conocimientos empíricos conjugados con los nuevos conocimientos científicos volverían a desempeñar un papel de primera importancia en la definición de nuevos itinerarios técnicos, orientados hacia objetivos de diferenciación y sostenibilidad.

CONCLUSIONES

Por sus características de tecnologías de fuerte orientación científica, y al haber estimulado un amplio debate sobre cómo nacen y se desarrollan las técnicas, las biotecnologías representan un punto de partida especialmente útil para un discurso más general sobre la evolución de las técnicas agrícolas desde el punto de vista de la combinación y la formación de saberes.

En este artículo hemos tratado de exponer cómo saberes de origen agrícola, industrial y científico, por un lado, y elementos abstractos y concretos del proceso cognoscitivo, por otro, se conjugan y articulan en la determinación de las vías técnicas. El creciente recurso a las biotecnologías tiende a modificar progresivamente la base común de saberes empleados para la producción agroalimentaria. Aunque actualmente el desarrollo de las biotecnologías parece inscribirse en un modelo de continuidad con las técnicas vigentes, su plena potencialidad podría expresarse en la redefinición de las relaciones entre hombre y naturaleza, haciendo posible la articulación entre la producción de bienes de consumo agrícolas y la reproducción de los ecosistemas.

Puede resultar útil, por último, resumir brevemente las principales tesis y argumentos del artículo:

1. Aún hoy, las técnicas agroalimentarias siguen siendo técnicas esencialmente empíricas, elaboradas a partir de la experiencia concreta y del análisis de los efectos, más que de la explicación causal de los fenómenos.

2. La industrialización de las técnicas ha significado, desde el punto de vista de la evolución de los saberes, la transposición de principios organizativos y científicos elaborados en sectores con finalidades y métodos de funcionamiento sustancialmente diferentes del agrícola, a menudo en contradicción con la lógica de la reproducción biológica.

3. Esto significa que los principios de la producción industrial se han superpuesto a los sistemas de producción tradicionales, pero no han podido sustituirlos de forma definitiva, mientras que los conocimientos tradicionales, empíricos, han desempeñado un papel esencial en la articulación de la lógica industrial con la lógica del sector agroalimentario.

4. El nacimiento de una bioindustria previa al ámbito agroalimentario restablece la articulación entre saberes empíricos y saberes científicos, permitiendo el desarrollo de técnicas biológicas de fuerte orientación científica, en la que la investigación y el conocimiento de la causa facilitan la persecución de los objetivos o los efectos deseados.

5. No obstante, la trayectoria específica que seguirá el desarrollo tecnológico en este ámbito depende no tanto y no sólo de las variables técnicas, sino de la articulación entre ellas, de las limitaciones económicas para la continuidad de los modelos tradicionales con consumo intensivo de factores de producción energéticos y de la evolución de la demanda social de protección del medio ambiente y de la salud.

6. La convergencia de estos factores podría reorientar el desarrollo de las biotecnologías desde un uso industrial de

tipo reduccionista hacia técnicas agrícolas y agroalimentarias diferenciadas, que respeten la lógica de los sistemas biológicos y restablezcan la productividad natural de los ecosistemas.

7. A su vez, este nuevo modelo técnico sólo podrá apoyarse en la reorganización de la investigación científica en sentido multidisciplinar y sistémico, en la reorientación de la actividad de formalización en sentido simulativo, más que normativo o afirmativo, y en nuevas formas de articulación e interacción entre formas de saber local, empírico, y de saber abstracto general.

BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M. (1987): *Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Boulder, CO: Westview Press.
- BARRAU, J. (1990): *Les hommes dans la Nature. Histoire des Moeurs*, en J. Poirier (dir.), *Encyclopedie de la Pleiade*, vol. 1: pp. 9-58.
- BARTOLI, P. y BOULET, D. (1990): «Conditions d'une approach en termes de régulation sectorielle. Le cas de la sphère viticole». *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, nº 17.
- BENVENUTI, B. (1990): *Formalisation and erosion of family-farm advantages, or else, beyond mechanicism and voluntarism*. XIV European Congress of Rural Sociology, Giessen, 16-20 julio 1990.
- BERLAN, J. P. (1983): «L'industrie des semences: économie et politique». *Economie Rurale*, nº 158.
- BOYER, R. (1990): «Le problématique de la regulation face aux spécificités sectorielles». *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, nº 17.
- BRANDENBURG, D. J. (1969): «Commentary on Eighteen-Century British Agriculture». *Agricultural History*, vol. XLIII, nº 1: pp. 19-25.
- BUTTEL, F. H. (1986): *Biotechnology and agricultural research policy: emergent issues*. En K. A. Dahlberg (dir.), *New direction for Agriculture and Agricultural Research: Neglected Dimensions and Emerging Alternatives*. Totowa, NJ: Rowan & Allanheld: pp. 311-47.
- BUTTEL, F. H. (1989): «Social Science Research on Biotechnology and Agriculture: A Critique», *The Rural Sociologist*, verano: pp. 5-15.

- BUTTEL, F. H. (1992): *Ideology and agricultural technology in the late twentieth century: biotechnology as symbol and substance*. Presentado en el simposio sobre «Biotecnología y agricultura: ¿evolución o revolución técnica?». Roma, 28-29 de mayo de 1992.
- BUSCH, L. (1991): *Manufacturing Plants. Notes on the Culture of Nature and the Nature of Culture*. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, vol. 1.
- BYÉ, P. y FONTE, M. (1991): *Technical Change in agriculture and new functions for rural space in Europe*. American Sociological Association, 36th Annual Meeting, Cincinnati, Ohio.
- BYÉ y cols. (1990): *L'innovation sous le contrôle industriel*, VII Congreso Mundial de Sociología, Madrid.
- CONWAY, A. G. (1991): «Fonction des instruments économiques pour la réconciliation des politiques agricoles et environnementales suivant le principe polluer-payeur». *Economie Rurale*, n° 205: pp. 44-51
- DARRÉ, J. P. (1985): *La parole et la technique*, L'Harmattan, París.
- DELUCCHI, V. (1989): «Il paradigma ecologico nella protezione integrata delle colture». *Phytophaga*, 3 (1985-89): pp. 1-20.
- DUCOS, C. y JOLY, P. B. (1987): *Innovation et concurrence: l'industrie des semences face aux biotechnologies*. Thèse d'économie, Université de Toulouse, I, Toulouse, Francia.
- DUPONT, P. (1992): «Le patrimoine naturel a un prix». En *Liberation*, miércoles, 19 febrero 1992.
- ESQUINAS-ALCÁZAR, J. (1991) «Un sistema globale per la difesa delle risorse genetiche vegetali». Entrevista por María Fonte: *La Questione Agraria*, n° 44: pp. 49-66.
- FUSSEL, G. E. (1969): «Science and Practice in Eighteenth-Century British Agriculture». *Agricultural History*, vol. XLIII, n° 1: pp. 1-18.
- GALLIANO, D. (1992): «La prédominance des groupes dans l'agroalimentaire français». INRA, *Science Sociales*, n° 1.
- GOODMAN, D. y cols. (1987): *From Farming to Biotechnology*. Oxford, UK: Basil Blackwell.
- GRANOVETTER, M. (1985): «Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness», *American Journal of Sociology*, vol. 91 n° 3: pp. 481-510.
- HARLAN, J. R. (1987): *Les plantes cultivées et l'homme*. PUF, París.
- HAUDRICOURT, A. G. y DIBIE, P. (1987): *Les pieds sur terre*. a. m. Métailié, París.

- HAUDRICOURT, A. G. y HÉDIN, L. (1987): *L'homme et les plantes cultivées*. a. m. Métailié, París.
- HENDRY, P. (1987): «Research on farming systems offers new perspectives». *Ceres*, col. 20, n° 6: pp. 13-15.
- JOLY, P. B. (1990): *Dynamique des biotechnologies végétales et stratégie de R & D QAP-Decision*. Séminaire Precepta Rhône-Alpes, Lyon. 29-30 noviembre.
- JUNNE, G. (1992): *Evolution instead of revolution. The slow pace of paradigm change*. Presentado en el simposio sobre «Biotecnología y agricultura: ¿evolución o revolución técnica?», Roma, 28-29 de mayo de 1992.
- KLOPPENBURG J. JR. (1991): «Social Theory and the De/Reconstruction of Agricultural Science: Local Knowledge for an Alternative Agriculture». *Rural Sociology*, 56 (4): pp. 519-548.
- KLOPPENBURG J. JR. (1988): *First the Seed: The Political Economy of Plant Biotechnology, 1492-2000*. New York, NY: Cambridge University Press.
- LACROIX, A. (1984): *Transformation du procès de travail agricole. Incidences de l'industrialisation sur les conditions de travail paysannes*. INRA. Grenoble.
- LATOUR, B. (1991): *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. París: La Découverte.
- McMICHAEL Ph. (a cura di), di prossima pubblicazione: *Agricultural and Food System Restructuring in the Late Twentieth Century*, Cornell University Press, Ithaca, N. Y.
- MANN, S. A. y DICKINSON, J. M. (1978): «Obstacles to the Development of a Capitalist Agriculture». *Journal of Paesant Studies*, vol. 5: pp. 466-481.
- MATHIAS, P. (a cura di) (1972): *Science and Society - 1600-1900*. Cambridge University Press.
- MONTAIGNE, E. (1991): *Les techniques à membranes en oénologie: une approche évolutionniste*. Presentada en el seminario «Les changements techniques dans les industries liés à l'agriculture», Lille, 19-20 de marzo.
- MOUNIER, A. (1991): «Pour une recherche agronomique organique». En *Bulletin Agronomique Antilles Guyane*. N° especial, julio 1991: pp. 12-23.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1989): *Alternative Agriculture*. Washington DC: National Academy Press.

- OECD - TEP (1991): *Technology and Productivity. The Challenge for Economic Policy*. París.
- OTERO, G. (1991): «The coming Revolution of Biotechnology: A Critique of Buttel», *Sociological Forum*, vol. 6, nº 3: pp. 551-565.
- PELMAN, S. (1991): «Une évaluation de l'importance des marchés non alimentaires pour les produits agricoles». *Economie Rurale*, nº 205: pp. 28-34.
- PERRIN, J. (1988): *Comment naissent les techniques*. Publisud.
- PERRIN, J. (1992): *L'historicité de la technique*, en Prades, 1992, cit.
- PORTÈRES, R. (1969-70): *Cours de Ethno-Botanique et d'Ethno-Zoologie*. vol. I. Muséum National d'Histoire Naturelle. Laboratoire d'Ethno-Botanique et d'Ethno-Zoologie. París.
- PRADES, J. (dir.) (1992): *La Technoscience. Les fractures des discours*. Logiques sociales. L'Harmattan.
- PRIGOGINE, I y STENGERS, I. (1986): *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*. Gallimard, París.
- SIGAUT, F. (1989a): «La naissance du machinisme agricole moderne», *Anthropologie et Sociétés*, vol. 13, nº 2: pp. 70-101.
- SIGAUT, F. (1989b): «L'innovation mécanique en agriculture. Essai d'une analyse historique comparative». *Les Cahiers de la Recherche Développement*, nº 21: pp. 1-8.
- SLICHER VAN BATH, B. H. (1969): «Eighteenth-Century agriculture on the continent of Europe: Evolution or Revolution?». *Agricultural History*, vol. XLIII, 1: pp. 169-186.
- STENGER, I. (1992): «Qu'est-ce qu'une science? Tout n'est pas physique». *Libération*, miércoles 4 de marzo.
- STENGER, I. y SCHANGER, J. (1991): *Les concepts scientifiques, Invention et pouvoir*. Gallimard, Folio essais. París.
- TEUBAL, M. y ZUSCOVITCH, E. (1991): *Demand Revealing and Knowledge Differentiation Through Network Evolution*. Industrial Development Policy Group, The Jerusalem Institute for Israel Studies, Jerusalén, Israel.
- VAN DER PLOEG, J. (1990): *Lo sviluppo tecnologico in agricoltura: il caso della zootecnica*. Il Mulino, Bologna.
- VERRIPS, C. T. (1991): «Biotechnology to meet the consumer demands for high quality natural food products». *Agro-Industry Hi-Tech*, nº 6 nov.-dic.: pp. 37-41.
- WATSON R. A. (1969): *Man and Nature, an Anthropological Essay in Human Ecology*. Harcourt, Brace and World. New York.

- WILKINSON, J. (1992): *Innovation and Biotechnology in Agrofood*. Presentada en el simposio sobre «Biotecnología y agricultura: ¿evolución o revolución técnica?». Roma, 28-29 de mayo de 1992.
- ZIRKLE, C. (1969): «Plant Hybridization and Plant Breeding in Eighteenth-Century American Agriculture», *Agricultural History*, vol. XLIII, 1: pp. 25-38.

RESUMEN

Por sus características de tecnologías con fuerte orientación científica, por haber estimulado un amplio debate sobre cómo nacen y se desarrollan las técnicas, las biotecnologías representan un punto de partida especialmente útil para un discurso más general sobre la evolución de las técnicas agrarias desde el punto de vista de la combinación y la formación de saberes.

En este artículo se trata de dilucidar cómo saberes de origen agrario, industrial y científico, por un lado, y elementos abstractos y concretos del proceso cognoscitivo, por otro, se conjugan y articulan en la determinación de los itinerarios técnicos. El creciente recurso a las biotecnologías tiende a modificar progresivamente la base común de saberes aplicados a la producción agroalimentaria. Aunque actualmente el desarrollo de las biotecnologías parece inscribirse en un modelo de continuidad con las técnicas vigentes, su plena potencialidad podría expresarse en la nueva definición de las relaciones entre hombre y naturaleza, de forma que se haga posible la articulación entre la producción de bienes de consumo agrarios y la reproducción de los ecosistemas.

RÉSUMÉ

Du fait de leurs caractéristiques, en tant que technologies ayant une profonde orientation scientifique, et des vastes débats qu'elles ont stimulés sur la façon dont les techniques naissent et se développent, les biotechnologies représentent un point de départ particulièrement utile pour un discours plus général sur l'évolution des techniques agricoles du point de vue de la combinaison et de la formation des savoirs.

Cet article prétend exposer à quel point des savoirs d'origine agricole, industrielle et scientifique, d'une part, et des éléments abstraits et concrets du processus cognitif, de l'autre, se conjuguent et s'organisent dans l'établissement des itinéraires techniques. Le recours croissant aux biotechnologies tend à modifier progressivement la base commune des savoirs appliqués à la production agroalimentaire. Bien que de nos jours le développement des biotechnologies semble s'inscrire dans un modèle de continuité par rapport aux techniques en vigueur, l'exploitation pleine de leur potentiel pourrait se traduire par une nouvelle définition des rapports entre l'homme et la nature permettant d'articuler la production des biens de consommation agricoles et la reproduction des écosystèmes.

SUMMARY

Because of its nature as a highly scientifically orientated technology, which has stimulated a wide-ranging debate on how techniques are created and developed, biotech-

nology is a particularly useful starting point for a more general discussion on the evolution of agricultural techniques from the point of view of combining and forming the knowledge.

This paper examines how knowledge of an agricultural, industrial and scientific origin combines and links up with abstract and concrete elements of the cognitive process in determining the paths of technology. Increasing recourse to biotechnology is tending to change the common knowledge base applied to agricultural food production. Although, at present, development of biotechnology appears to be following a model of continuity with existing techniques, its full potential could be expressed by the new definition of the relationship between mankind and nature, which would make production of agricultural consumer goods compatible with the reproduction of ecosystems.

