
John Wilkinson ()*

*Hacia un sistema alimentario
orientado por la demanda: nuevas
direcciones para la innovación
biotecnológica (**)*

INTRODUCCION

La biotecnología avanzada surgió en el contexto de las explosiones de los precios de los productos petrolíferos y agrarios en la década de 1970, y rápidamente se propuso como solución radical a la crisis energética y a la base proteica de los modernos sistemas alimentarios. Los análisis más sombríos predijeron consecuencias igualmente dramáticas para el comercio, debido al ritmo acelerado de sustitución de productos en detrimento de los países en desarrollo. Unos veinte años más tarde, la biotecnología está más cerca del mercado, pero hay un consenso cada vez más generalizado en cuanto a su creciente domesticación en diferentes mercados sectoriales y en las estrategias de los agentes ya establecidos.

Sin embargo, es preciso no subestimar la importancia de las repercusiones sectoriales ya visibles. Basta con fijarse en la reestructuración del sector de las semillas y en la participación directa cada vez más clara de los más importantes gru-

(*) CPDA/UFRRJ/Río de Janeiro.

(**) Trabajo presentado en el encuentro: «Condiciones y consecuencias de la difusión de las nuevas tecnologías en la agricultura», Roma, mayo de 1992. Recibido en redacción en septiembre de 1992.

pos agroquímicos. A su vez, el sector transformador primario se ha visto afectado por la intercambiabilidad del almidón y la sacarosa y por la transformación de los comerciantes de productos básicos (Ferruzzi, Tate & Lyle) en agentes industriales de alta tecnología. La adopción de bioestrategias por parte de los principales grupos químicos (Monsanto, ICI, Sanofti, Dupont) ha conducido también a nuevas pautas de participación en los mercados agroalimentarios de orden inferior.

Por otra parte, está claro que la actual desdramatización de la biotecnología coincide con los intereses del mundo científico y de la industria, ya que la proximidad al mercado suscita entre los grupos de consumidores y activistas una inquietud cada vez mayor, que amenaza las perspectivas de recuperación de las inversiones en investigación y desarrollo y la financiación de nuevas investigaciones.

No obstante, a medida que los productos se acercan al mercado, es posible detectar un importante sesgo en el contexto global dentro del cual se sitúa la dinámica de la biotecnología. En los primeros tiempos de esta técnica, la atención se centró en su potencial tecnológico para aportar soluciones radicales a la crisis del modelo fordiano: energías renovables, proteínas unicelulares, fuentes de biomasa intercambiables. Ahora, la biotecnología tiene que operar en un mundo postfordiano que no se basa en la competitividad del empuje tecnológico, sino en nuevas pautas de interacción entre producción y demanda. Como veremos a continuación, es esta inquietud la que ocupa el centro de las actuales estrategias biotecnológicas en el sector agroalimentario.

SITUACION Y CONCLUSIONES GENERALES EXTRAIDAS DE UNA MUESTRA DE ENTREVISTAS REALIZADAS EN LAS PRINCIPALES EMPRESAS DE LOS SECTORES AGROALIMENTARIO Y AGROBIOTECNOLOGICO

Las consideraciones elaboradas en el presente artículo proceden de una serie de entrevistas detalladas, realizadas bajo los auspicios de la OCDE, con agentes des-

tacados de empresas agroalimentarias y especializadas en biotecnología (1). Se realizaron entrevistas en 26 empresas, seleccionadas de acuerdo con los siguientes criterios: las empresas debían ser líderes en su sector y tenían que estar representados todos los segmentos importantes de la cadena agroalimentaria. Aunque la mayor parte de las empresas entrevistadas –16– eran europeas, se intentó ampliar el análisis a Estados Unidos y Japón, países en los que se celebraron entrevistas en 6 y 4 empresas, respectivamente. Una serie de entrevistas en el sector público en cada uno de los tres bloques anteriores, junto con una revisión de la literatura profesional y académica, sirvieron para complementar y verificar los datos de las entrevistas. Antes de elaborar el borrador final, se discutieron las conclusiones preliminares con una muestra amplia de los entrevistados.

El análisis se realizó a la luz de dos características que han influido mucho en el estudio de las biotecnologías agroalimentarias a lo largo de la última década: *la extrema heterogeneidad de las estructuras productivas tradicionales del sector agroalimentario y el carácter genérico de la biotecnología*. Estos dos factores han dado lugar a una serie de hipótesis opuestas o complementarias.

Una línea de análisis se centrará en la apropiación diferencial de la biotecnología en relación con estrategias sectoriales y realidades macroeconómicas concretas. Por tanto, la influencia de la biotecnología se examinará dentro de la diferenciación hacia arriba y hacia abajo de los mercados y agentes y dentro de la dinámica independiente de complejos particulares de productos. En esta perspectiva, las biotecnologías se integrarían en estrategias localizadas y serían responsables de la reorganización y revalorización sectorial de los mercados. En este caso, la producción de semillas y de compuestos químicos servirá de modelo.

(1) La presente investigación se realizó, junto con el Dr. B. Sorj, en el marco del programa de la OCDE «Biotecnología, agricultura y alimentos», coordinado por el Dr. Salomon Wald.

Un segundo enfoque se centrará en la sinergia generada por la biotecnología, que integra segmentos antes independientes del sector agroalimentario y que, por tanto, induce pautas de reorganización vertical del mercado. En este análisis hay que centrar la atención en la capacidad que tienen las grandes empresas de productos químicos y farmacéuticos para operar simultáneamente hacia arriba, al nivel de los insumos, y hacia abajo, sobre los productos intermedios y finales. Las transformaciones del comportamiento del consumidor reforzarían esta tendencia, ya que los alimentos se integran cada vez más dentro de los parámetros de los productos para la salud. La tendencia a la *bioindustrialización* sustituiría a la dicotomía hacia arriba-hacia abajo, así como a las dinámicas independientes de los distintos complejos de productos agroalimentarios.

Estas dos tendencias se han hecho igualmente visibles en nuestras entrevistas. Las estrategias ofensiva y defensiva dentro de un mismo mercado o entre varios mercados dependen tanto de la situación competitiva de cada empresa como del segmento de actividad interno de ella. Por tanto, aunque determinadas empresas podían identificarse con estrategias ofensivas o defensivas, éstas tendían a ser aspectos complementarios de una política global. Al mismo tiempo, la entrada ofensiva en mercados nuevos puede identificarse con las estrategias tradicionales desde el punto de vista de las estructuras de producción y las tendencias del consumidor. Las iniciativas de obtención de energía a partir de la biomasa y de hormonas estimulantes del crecimiento del ganado vacuno son casos que encajan en este marco.

No obstante, más que las estrategias sectoriales y la bioindustrialización, nuestra investigación ha subrayado la forma en que las biotecnologías están reforzando y redefiniendo la *interconectividad* de las distintas estructuras de producción y mercado que conforman el sistema agroalimentario. Por tanto, la innovación biotecnológica ha de ser negociada sistemáticamente hacia arriba y hacia abajo en la ca-

dena agroalimentaria desde los puntos de vista de la apropiación de valor añadido y de la aceptación por parte de la demanda final.

Las conclusiones generales del conjunto de las entrevistas pueden resumirse como sigue:

1. La innovación biotecnológica agroalimentaria supone un grado considerable de *incertidumbre*.

El elevado grado de incertidumbre que rodea a las aplicaciones económicas de la biotecnología ocupa un lugar destacado. Esta incertidumbre deriva, ante todo, del carácter genérico de la tecnología, que implica que las opciones competitivas no se limiten a cuestiones de eficacia dentro de una trayectoria claramente definida.

Además, las innovaciones radicales en la manipulación de genes no han ido necesariamente acompañadas por avances similares en el conocimiento científico básico. Por tanto, el vacío que separa, por un lado, la manipulación genética y, por otro, los conocimientos y experiencia necesarios para lanzar productos y procesos biotecnológicos industriales puede ser amplio. Las dificultades del análisis de coste-beneficio se complican cuando se sabe que las expectativas se han creado como resultado del empuje tecnológico y las tácticas de marketing de las empresas especializadas en manipulación genética.

Las incertidumbres que afectan a la respuesta del usuario y al contexto regulador son también poderosos factores inhibidores. Aunque el avance hacia la armonización es evidente al nivel de los principios generales de propiedad intelectual, el grado y la medida en que se aplican son todavía muy variables. Asimismo, aunque la homogeneización de los controles de la investigación de laboratorio puede ser considerable, los ensayos de campo están sujetos a reglamentos que varían mucho de unos países a otros. Por otra parte, la respuesta del usuario es en sí más ambivalente y varía tanto culturalmente como en función de la naturaleza de la relación de usuario. Por tanto, el optimismo en cuanto a la aceptabilidad

tiene una relación inversa con el grado de proximidad al consumidor final.

2. Las estrategias de innovación tienden a favorecer más los *procesos y productos de calidad* que las aplicaciones de reducción de costes.

Las dos tendencias básicas que dominan los mercados agroalimentarios –el estancamiento de los canales tradicionales y la aparición de nuevas pautas de demanda– significan que en la innovación biotecnológica influyen tanto las estrategias de reducción de costes como las orientadas a la calidad.

Las estrategias de reducción competitiva de costes actúan en varios sectores. En las semillas, la rápida incorporación de una gama de técnicas de biotecnología avanzada está motivada por la necesidad de acortar el tiempo de producción de nuevas variedades. Los piensos son objeto de continua investigación orientada a abaratar los costes de conversión. La incorporación de tecnologías enzimáticas para ampliar los mercados del maíz a los edulcorantes puede también interpretarse dentro de esta misma tendencia.

Pero la biotecnología de manipulación genética es extremadamente sensible desde el punto de vista de la aceptabilidad. A este respecto, es importante la visibilidad, y puede llevar a reducir los problemas de aceptabilidad en ciertos casos, como el uso de agentes transformadores modificados biológicamente. No obstante, cabe afirmar que las dificultades que rodean a la aceptabilidad inducen un *sesgo en la estrategia de innovación, en el sentido de alejarse de procesos y productos sólo justificables por sus menores costes y acercarse hacia aquellos a los que pueden atribuirse mejoras en la calidad*. Esta estrategia de innovación está de acuerdo con la tendencia hacia la reestructuración de las pautas de demanda de productos alimenticios y con el interés más general por la salud y la ecología.

3. Las innovaciones en la calidad de productos y procesos exigen *nuevas pautas de colaboración entre los distintos*

agentes económicos que participan con diversas perspectivas en la cadena o sistema agroalimentario.

La preocupación por la aceptabilidad y el desarrollo de productos y procesos de calidad está induciendo nuevas pautas de colaboración entre los agentes económicos situados en los distintos puntos del sistema agroalimentario. La introducción con éxito de innovaciones biotecnológicas a un nivel cualquiera de dicho sistema debe negociarse con los productores y consumidores situados en los eslabones siguientes de la cadena.

Pero los costes de la innovación biotecnológica también plantean el asunto de la colaboración en cuanto a la apropiación del valor añadido por parte de los distintos agentes del sistema agroalimentario. Por tanto, la investigación y el desarrollo biotecnológicos van acompañados de la revisión de los vínculos hacia arriba y hacia abajo, desde la colaboración en la investigación y el desarrollo y la explotación conjunta de licencias hasta la integración vertical, y dependen cada vez más de dicha revisión.

4. Para que la innovación dé buenos resultados, hace falta *una mayor capacidad de respuesta a los usuarios finales, sean éstos otras empresas o los consumidores.*

Para reducir la incertidumbre y para desarrollar productos y procesos de calidad que generen nuevos mercados y nuevas formas de organización en colaboración para compartir riesgos y beneficios, es preciso responder mejor a la demanda del usuario final. Cuando éste es otra industria, surgen nuevas relaciones con los clientes. Cuando se trata del consumidor final, las formas de organización apropiadas no son tan evidentes. No obstante, la innovación en biotecnología está obligando al sector a tomar conciencia de la necesidad de establecer nuevas formas de colaboración entre productores y consumidores.

5. La biotecnología está cada vez más dominada, directa o indirectamente, por las grandes multinacionales. No obs-

tante, las empresas especializadas son todavía importantes desde el punto de vista de la transferencia de tecnología, y continuarán desarrollándose nichos de mercado a medida que crezca el mercado global de la biotecnología. El mercado de productos de diagnóstico es buen ejemplo de esta última tendencia. No obstante, las oportunidades para las empresas pequeñas y medianas dependerán de la evolución y la estructura de los mercados relevantes.

RESUMEN DE LA INFLUENCIA SECTORIAL DE LA BIOTECNOLOGIA

En una revisión rápida de las influencias sectoriales de la biotecnología deducidas de nuestras entrevistas, cabe destacar los siguientes elementos:

1. Semillas y compuestos químicos

i. Aunque los distintos agentes siguen estrategias muy diferentes en relación con la articulación entre biotecnología vegetal y selección tradicional, hay un consenso amplio en cuanto a la integración de las técnicas avanzadas de biotecnología como instrumentos de mejora de plantas. Todas las grandes empresas internacionales de semillas han incorporado técnicas de micropropagación, haploide-diploide y marcado molecular (RFLP) para acelerar los programas de selección tradicional y explotar con mayor eficacia las reservas de genes actuales, aunque todavía no está claro el grado en el cual han intervenido en su adopción las nuevas economías de escala. Esto afectaría de manera particular a las técnicas de selección molecular, cuya plena explotación exigiría una inversión informática muy compleja y costosa. Están surgiendo empresas de servicios especializadas en biotecnología como respuesta a la demanda de tecnología de selección molecular genética, pero la importancia del secreto puede hacer que

las empresas capacitadas para aplicar esta tecnología aventajen a la competencia.

ii. Hay un acuerdo generalizado en el sentido de que la década de los noventa aportará un calendario técnico para una amplia gama de productos biotecnológicos avanzados: tolerancia a herbicidas y plaguicidas, mejoras de los métodos de transformación, productos farmacéuticos industriales, tolerancia a las condiciones ambientales y aumento directo del rendimiento. El criterio común de estas diversas aplicaciones es la experiencia cada vez mayor en transferencias de un solo gen y la capacidad de ampliar las técnicas de transformación a las principales especies cultivadas.

iii. Lo más importante para la creación de nuevos mercados sería disponer de tecnologías competitivas capaces de garantizar la esterilidad de los machos, como requisito para desarrollar nuevos mercados de híbridos que, a su vez, fomentarían los fenómenos de concentración al favorecer a las empresas con grandes inversiones en semillas. Aunque los tratamientos químicos muy específicos siguen considerándose más eficaces para determinados cultivos (trigo), se ha dicho que la modificación genética encierra la clave del desarrollo futuro de híbridos.

iv. Las grandes empresas agroquímicas y de semillas trabajan activamente en el desarrollo de resistencia a los herbicidas, sea mediante investigación interna o apoyándose en acuerdos de colaboración y concesión de licencias. Aunque parece que casi toda la investigación se dirige al desarrollo de nuevos herbicidas menos nocivos para el medio ambiente, el hecho que todas las grandes empresas agroquímicas estén investigando en biotecnología con el fin de ampliar los mercados para los herbicidas ha dado pie a la creación de un grupo de presión crítico que actúa en este terreno. El sector se ha colocado a la defensiva, y las empresas de biotecnología especializadas tratan de ocultar la etiqueta de herbicida, favoreciendo la investigación de mejora de la calidad.

Por tanto, las aplicaciones de la biotecnología se situarían dentro de una trayectoria de innovación más general detectable en el sector, que propicia la protección de los cultivos con productos activos más específicos a dosis más bajas. No obstante, los avances en esta dirección dependen de otros en el campo de los conocimientos básicos de la fisiología vegetal y la biología celular. Por tanto, las nuevas técnicas genéticas forman parte de una estrategia más amplia que asigna una prioridad máxima a los elementos biológicos de la protección de los cultivos.

v. La cuestión de los insecticidas es más compleja, puesto que implica rutas biotecnológicas en competencia (resistencia de las plantas o aplicaciones externas) y, a diferencia del caso de los herbicidas, podría suponer la sustitución de los mercados de agroquímicos en lugar de su refuerzo. Además, aunque todas las empresas agroquímicas destacadas tienen importantes mercados de herbicidas, no ocurre lo mismo con los insecticidas. De hecho, un estímulo para que las grandes empresas invirtiesen en biotecnología de resistencia a los insectos sería su falta de mercados tradicionales de insecticidas y la oportunidad de entrar en ellos que ofrecen las plantas modificadas genéticamente. Al mismo tiempo, las innovaciones biotecnológicas avanzadas en el campo de la resistencia a los insectos tienen un importante potencial de mercado, dada la aplicabilidad más limitada y la eficacia cada vez menor de los insecticidas actuales.

El carácter específico para la especie cultivada y para el parásito que tienen los bioplaguicidas tenderá a la proliferación de nichos de mercado que favorezcan el desarrollo de pequeñas empresas de biotecnología especializadas. Pero las dificultades de acceso a unas redes de distribución controladas por un número reducido de grandes empresas y los elevados costes de la investigación hacen a tales empresas vulnerables a los líderes del mercado. Los grandes mercados del algodón o las hortalizas ya forman parte de las priorida-

des de investigación y desarrollo de las empresas más destacadas. En la medida en que la estrategia de protección de cultivos se base en sistemas de control de parásitos, se asentará la tendencia a alejarse del planteamiento de un solo producto en favor de los paquetes de servicios adaptados a las necesidades concretas, de los cuales formarán parte los bioplaguicidas.

2. Biotecnología animal

En este momento se están desarrollando biotecnologías avanzadas a todos los niveles de la cadena alimentaria animal: cultivos forrajeros, piensos y procesos digestivos animales, salud, engorde y reproducción. Dichas tecnologías tienen por objeto superar las rigideces responsables de los elevados costes estructurales, en particular en el caso de las carnes rojas, y resolver las dificultades en el terreno de la salud y la calidad derivadas de la producción animal intensiva. Al mismo tiempo, el desigual grado de industrialización de las distintas fuentes de proteínas –carne roja, aves de corral, porcino y pescado– abre distintas opciones a la incorporación de biotecnologías a la estrategia industrial.

El desplazamiento hacia la cría intensiva que caracterizó a las décadas de 1960 y 1970 creó importantes mercados para los productos zoonosanitarios. Estos son, en gran parte, productos secundarios de la investigación y desarrollo de productos farmacológicos para el hombre; por tanto, no tiene nada de extraño que el mercado zoonosanitario esté dominado por los grandes laboratorios farmacéuticos. El mercado mundial, que comprende productos biológicos y terapéuticos y aditivos alimentarios, es abundante y tenía un valor aproximado de 9.000 millones de dólares a finales de la década de 1980. No obstante, estos mercados representan, por término medio, sólo el 10% del volumen total de negocio de los grandes laboratorios, y con frecuencia están formados por una amplia gama de nichos segmentados. Por tanto, la innovación en

este sector depende en gran medida de las sinergias derivadas de la investigación y el desarrollo de productos para la salud humana.

El sector de las carnes rojas, que no se benefició de la tecnología de híbridos que revolucionó la cría de aves de corral y cerdos, está ahora sometido a notables innovaciones que pueden abaratar y acelerar sustancialmente las prácticas de cría. La inseminación artificial es ya una industria internacional gracias a la congelación del semen de bovino, y sirve de base al nacimiento de 100 millones de terneros al año. Este sector tiene un valor de 2.000 millones de dólares anuales y, según la Organización Mundial de la Salud, la inseminación artificial ha fomentado la productividad animal más que las mejoras combinadas en la alimentación, la salud y la cría.

En la actualidad se advierte la aparición de una segunda gran generación de tecnología para la cría de vacuno basada en la transferencia de embriones. Los elevados costes han limitado su difusión, pero ahora la fertilización *in vitro* permite abaratar la producción. Una de las empresas entrevistadas produjo más de 150.000 embriones de bovino en 1990, a un coste unitario inferior a la décima parte del precio de los embriones obtenidos del modo tradicional. La investigación se centra ahora en las técnicas de congelación, con el fin de facilitar la distribución de los embriones, en la predeterminación del sexo de los mismos y en la producción a gran escala de embriones idénticos.

Los productos biotecnológicos más avanzados desde el punto de vista comercial son las hormonas de crecimiento, sector en el cual compiten por los mercados globales las más importantes empresas agroquímicas. El potencial de mercado de la somatotropina bovina (STB), responsable de un incremento de la producción de leche estimado entre el 10% y el 20%, se ha cifrado en alrededor de 500 o 1.000 millones de dólares, de los cuales 100 millones corresponden sólo a Estados Unidos. El empleo de este producto está, por el mo-

mento, bloqueado en la Comunidad Europea y en algunos estados de Estados Unidos, y los ingresos procedentes de los mercados de otros países distan de compensar los elevados costes de desarrollo del producto.

La biotecnología animal compite también con la vegetal y la fermentación por la producción de proteínas de alto valor agregado. En este momento hay varias empresas especializadas en biotecnología que investigan activamente **la expresión** focalizada de genes productores de proteínas especiales con fines farmacéuticos.

La oposición generalizada al uso de STB subraya la actual sensibilidad del consumidor y de los grupos de interés público ante todo lo relacionado con el bienestar de los animales. Es imposible afirmar si tales posturas serán o no transitorias, pero está claro que los grupos que participan en la producción final y la distribución minorista de alimentos están fuertemente influidos por estas tendencias y no quieren ser identificados con innovaciones ante las cuales el consumidor exhibe una respuesta ambivalente.

3. Intermediarios biológicos

La biotecnología avanzada es vital para las estrategias industriales de los principales productores de productos intermediarios biológicos, tanto para reducir los costes de los mercados maduros tradicionales como para crear nuevos mercados especializados estimulados por consideraciones de salud y ecológicas. Estas empresas proveedoras de enzimas y levaduras al por mayor son consideradas ahora como proveedoras de alta tecnología muy especializadas. Su inversión en investigación y desarrollo es considerable y, dentro de ella, la biotecnología avanzada se lleva la parte del león. Pero estas empresas se diferencian de las especializadas en biotecnología por su experiencia en el diseño de procedimientos de explotación industrial a gran escala; esto, combinado con su capacidad para explo-

tar las sinergias en aplicaciones de mercado muy diversas, les proporciona una considerable ventaja frente a la competencia.

4. Transformación primaria

Los principales agentes de este sector han contrarrestado la superproducción y el estancamiento de los productos tradicionales del mercado alimentario iniciando una estrategia de diversificación de los usos industriales de sus materias primas básicas. Aunque los graneles producidos masivamente –isoglucosa, alcohol– siguen siendo vitales, estos mercados están alcanzando la madurez o dependen, en gran medida, de las subvenciones públicas. En consecuencia, hay una firme tendencia a detectar nichos de mercado que utilicen tecnologías y procesos enzimáticos para transformar las materias primas básicas en productos intermedios especializados. Los almidones modificados son un buen ejemplo de estas iniciativas. En el caso de las empresas menores, esta tendencia ha alcanzado un punto en el cual el catálogo de productos está determinado por la demanda de los clientes.

En el sector transformador primario, el mercado de productos no alimentarios ha adquirido una importancia que crece de día en día, dado el estancamiento de los mercados de mercancías alimentarias básicas. Esto es aplicable tanto a los productos especiales, en particular grasas y almidones, como a los nuevos mercados de granel, de los que son ejemplo los productos biodegradables basados en el almidón.

En la década de 1970 y en los primeros años de la siguiente, y bajo la influencia del caso de la isoglucosa, se hicieron predicciones radicales en relación con las posibilidades de la tecnología enzimática y su capacidad para sustituir insumos de materias primas, en particular los originarios de países en desarrollo. Desde la perspectiva de

la década de 1990, la sustitución a gran escala de productos de origen tropical mediante transformación o mejora enzimática es una idea que debe matizarse. Como ya hemos visto, el principal estímulo para la sustitución de productos tropicales no parte sólo de las presiones de la competencia sobre los costes, sino también de factores nutricionales y de salud. Esto es particularmente cierto en el caso de los aceites vegetales. No obstante, al menos una empresa importante produce en este momento aceite de cacao, importante producto intermedio alimentario y cosmético, mediante la mejora enzimática de aceites más baratos.

5. El sector de los productos alimenticios finales

La complejidad de todo lo relacionado con la difusión de la biotecnología se hace patente con la mayor claridad en el caso del sector fabricante de productos alimenticios finales.

Este sector ha invertido tradicionalmente poco en investigación y desarrollo. No obstante, como ya dejó claro un anterior estudio de la OCDE, ha mantenido niveles medios de productividad industrial gracias a su capacidad para absorber tecnología generada en otros sectores. Se ha visto también afectado por la reestructuración y ha sufrido una oleada de fusiones similares a las que han afectado a otros sectores industriales. No obstante, a primera vista, la innovación de productos o procesos parece dirigirse hacia el control de los actuales productos de marca en el contexto del paso de unos mercados de alimentación nacionales o regionales a otros mundiales.

No obstante, entre las empresas más destacadas ha aumentado la actividad de investigación y desarrollo, ya que las consideraciones de nutrición y salud imponen nuevos criterios en cuanto al contenido, incluso a los productos de marca. Al mismo tiempo, dado el tamaño de las empresas líderes y aun-

que las inversiones en investigación y desarrollo sean inferiores a la media de otras industrias, esto no es incompatible con la asignación de importantes recursos a tales actividades.

**LAS IDEAS DE ESTE SECTOR EN RELACION
CON LA BIOTECNOLOGIA ESTAN DOMINADAS
POR DOS IMPORTANTES CUESTIONES:
LA RESPUESTA PROBABLE DEL CONSUMIDOR
Y EL POTENCIAL DE LA BIOTECNOLOGIA PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS**

Aunque la percepción de la aceptación por parte del consumidor se caracteriza por la incertidumbre, hay un consenso generalizado en el sentido que la biotecnología debe asociarse con mejoras importantes que afectan a la disponibilidad y la calidad nutricional de los alimentos. Por tanto, hay reticencias en cuanto al uso de la manipulación genética por simples razones de reducción de costes.

Al mismo tiempo se ha aceptado que la ventaja frente a la competencia en el sector de los productos alimenticios finales se ha desplazado a todo lo relacionado con la calidad. Aunque se trata de algo difícil de precisar, comprende aspectos de salud, nutricionales y ecológicos. Según los cálculos de una de las empresas de alimentación más importantes del mundo, pertenecerían a esta categoría el 60% de los consumidores de los países industrializados. La biotecnología se considera importante para alcanzar dichos objetivos, porque proporciona instrumentos poderosos para ajustar los insumos a los objetivos específicos percibidos por el consumidor. Asimismo, podría aportar importantes ventajas frente a la competencia en la medida en que ofrezca alternativas a los tratamientos y aportes químicos actuales.

Para las empresas especializadas, de semillas y agroquímicas, la biotecnología representa un componente vital de sus nuevas estrategias de competencia. No obstante, en el

sector de los productos alimenticios finales, el recurso a la biotecnología se verá condicionado por la percepción de la respuesta del consumidor. Es probable que los agentes más destacados de este sector representen un papel innovador en la introducción de productos manipulados genéticamente. Su respuesta dependerá de la evolución de la opinión pública y de la respuesta percibida del consumidor. Sin embargo, en el sector de la fermentación, las presiones sobre los costes y la posibilidad de explotar mercados no alimentarios está estimulando la inversión en biotecnología de producción de granes y subproductos especializados.

LA BIOTECNOLOGIA Y EL INCENTIVO PARA LA INTEGRACION Y LA COOPERACION VERTICAL DENTRO DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Un elemento dominante en nuestras entrevistas ha sido el hecho que los resultados de las innovaciones sectoriales dependan de la capacidad para negociar las condiciones de aceptación hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la cadena agroalimentaria. Esto ha estimulado las iniciativas de integración o cooperación vertical hacia abajo desde el sector de los insumos y hacia arriba desde el sector de los productos alimenticios finales.

Cómo llevar los productos al mercado, cómo recuperar los gastos de investigación y desarrollo y cómo participar en el valor añadido en los distintos eslabones de la cadena alimentaria son las más importantes cuestiones que deben resolverse para que los costes de la investigación biotecnológica resistan las presiones de los administradores de las sociedades, del capital riesgo y de los accionistas. La variedad de respuestas a tales cuestiones revela la incertidumbre que rodea a las posibilidades de la biotecnología, pero, al mismo tiempo, señala la probable viabilidad de estrategias muy distintas en función de las competencias concretas de cada empresa.

La velocidad a la que se consume la inversión en investigación y desarrollo se está haciendo crítica para las empresas especializadas en biotecnología y para las divisiones correspondientes de las sociedades más poderosas, porque los productos que alcanzan el mercado son la excepción y los ingresos por concesión de licencias son insuficientes, cuando no se ven perjudicados gravemente por conflictos de patentes. En segundo lugar, los ingresos derivados del mercado de semillas tradicional no bastan para mantener los costes de investigación y desarrollo en biotecnología.

Las empresas que trabajan en biotecnología vegetal siguen tres tipos de estrategias:

1. La primera consiste en actuar como proveedor de tecnología especializada (proveedores de paquetes de genes).
2. La segunda se basa en la integración de la biotecnología en el control de los mercados estratégicos de semillas.
3. La tercera consiste en avanzar a lo largo de la cadena para apropiarse del valor añadido que no puede recuperarse por medio de los ingresos derivados de la venta de semillas.

Los factores que intervienen son extremadamente complejos y aún no están resueltos, por lo que cada empresa explora diversas opciones. La velocidad de difusión de la biotecnología dependerá, en parte, de la consolidación de nuevas formas de articulación entre los agentes situados en los distintos puntos de la cadena agroalimentaria.

La opción de actuar como proveedor de tecnología se percibe como la más vulnerable, y no sólo afecta a las empresas biotecnológicas especializadas, sino también a los principales agentes del sector agroquímico. La lógica de este planteamiento deriva del carácter genérico de la tecnología genética (por ejemplo, la tecnología de esterilización de los machos previa al desarrollo de híbridos) en comparación con la especificidad respecto de la especie y el plasma germinativo propia de la producción de semillas. Por tanto, los acuerdos flexibles de capital riesgo y concesión de licencias parecen preferibles a la integración vertical. No obstante, la

incertidumbre de la legislación de patentes, las dificultades de negociar acuerdos favorables de explotación de licencias y el número relativamente grande de proveedores de biotecnología presionados para que obtengan ingresos amenazan la viabilidad de semejante estrategia.

Por tanto, avanzar hacia el sector de las semillas constituye un importante recurso para recuperar el valor añadido de los nuevos instrumentos biotecnológicos o caracteres agronómicos. En muchos casos, estas innovaciones llevan a la sustitución de mercados y no a la creación de otros nuevos. Al mismo tiempo, la presión sobre los precios agrarios limita la elasticidad de precios de los nuevos productos biotecnológicos. Con la oleada de compras recientes, también las empresas de semillas han subido de precio, lo cual ha reforzado los obstáculos que se oponen a la entrada de nuevos agentes a los grandes mercados de semillas. Buen ejemplo de tal estrategia sería la entrada de ICI en el mercado de la remolacha azucarera apoyándose en una variedad de semilla que presenta importantes sinergias con insumos registrados de protección de cultivos.

Las limitaciones de las dos estrategias anteriores y la imagen negativa que rodea la identificación estrecha de la biotecnología vegetal con la agroquímica está provocando una concentración cada vez mayor de las biotecnologías de vanguardia en la mejora de las operaciones de transformación. Además de la imagen más positiva que caracteriza a las mejoras del producto (nutrición, calidad, duración en almacén, etc.), el valor industrial añadido de la mejora de los cultivos abre el camino a ingresos atractivos que justificarían ampliamente los elevados costes de investigación y desarrollo.

La incertidumbre continúa rodeando la aceptabilidad de la incorporación al sistema alimentario de cultivos modificados genéticamente. Sin embargo, aunque los tomates modificados genéticamente no tienen el atractivo de los medicamentos contra el cáncer o el sida, tampoco llevan el estigma asociado con los plaguicidas y herbicidas. Por tanto, el objetivo es identificar la innovación biotecnológica con el interés por la salubridad de los alimentos y la nutrición.

Dada la importancia de los cultivos mejorados para el valor añadido industrial, el margen para lograr acuerdos de precios más altos es considerablemente más flexible que en el caso de las mejoras vegetales limitadas a caracteres agronómicos. No obstante, las enormes diferencias en cuanto a poder económico que hay entre los proveedores de tecnología y los compradores oligopólicos del sector de transformación hacen muy incierto el resultado de semejante estrategia.

Por tanto, una tendencia clara entre las empresas más innovadoras ha sido explorar diversas formas de integración vertical. Esta estrategia se hace cada vez más viable en la medida en que los cultivos modificados para uso industrial se diseñan para mercados especializados, sea como productos intermedios o finales. En consecuencia, las cantidades que se manejan son limitadas cuando se comparan con el mercado de semillas a gran escala, y obligan a plantar, transformar, almacenar y comercializar tales productos cultivados por medio de canales distintos. Debido a ello, están surgiendo importantes y valiosos nichos de mercado que admiten pautas de integración vertical y favorecen la retención del valor añadido por parte de las empresas innovadoras. En consecuencia, las empresas de biotecnología han de transformarse en empresas agroindustriales especializadas integradas o semi-integradas.

En el caso más coherente de aplicación de esta estrategia, Calgene ha desarrollado instalaciones integradas de selección, plantación y transformación para cada una de sus principales especies cultivadas. Este planteamiento supone la reorganización completa de las competencias de la empresa, pero subraya la fragilidad cada vez más acusada de la estrategia de los proveedores de tecnología. Además de constituir una respuesta a los problemas que supone llevar al mercado nuevas biotecnologías y a la urgencia de mantener la tesorería para sobrevivir, esta tendencia refleja las dificultades de aislar nuevas biotecnologías como base de la estrategia comercial.

Sin embargo, los aspectos de calidad que hay en juego pueden vincularse con la capacidad para controlar y desarrollar el mejor plasma germinativo de las especies seleccio-

nadas sin recurrir a la manipulación genética. En los aceites comestibles, la calidad se asocia con la proporción relativa de grasas monoinsaturadas en relación con las polinsaturadas y saturadas. Agrigenetics y varias empresas especializadas de biotecnología interesadas en este mercado, que trabajan con diversos cultivos (cáñamo, girasol, cártamo), están desarrollando híbridos patentados en el marco de una iniciativa agroindustrial integrada.

Aquí la oportunidad proviene de la aparición de nuevas demandas del mercado que rompen con la estrategia de productos cultivados masivamente sin diferenciar característica de las grandes empresas de semillas, y abren multitud de pequeños nichos a precios más altos. Además de ocupar el segmento de alta calidad de la demanda final, Agrigenetics identificó alrededor de 60 nichos de mercado para aceites especiales. *Sin embargo, aunque los objetivos de calidad basados en la manipulación genética de las semillas pueden constituir la meta a medio plazo, estos mercados se han conquistado por medio del desarrollo de híbridos especiales, tanto utilizando la selección vegetal tradicional como la variación somaticoclónica, la fusión protoplásmica u otras técnicas intermedias que permiten explotar mejor las actuales reservas de genes.* En este contexto, en el cual el objetivo es la explotación de cualidades nutricionales, funcionales y agronómicas, la clave de la ventaja frente a la competencia está en los nuevos instrumentos biotecnológicos (técnicas haploide diploide, fusión protoplásmica, marcadores genéticos) y no en la manipulación genética del producto final.

En la literatura se ha prestado mucha atención a una interpretación en términos de costes de transacción de las tendencias favorables a la «internalización» dentro de las estrategias de crecimiento empresariales. El tema surgió como réplica a los argumentos de indivisibilidad tecnológica propuestos para apoyar la tendencia hacia la integración vertical. En el actual contexto, se considera que los costes de organización sobrepasan a los de transacción en relación con toda una gama de actividades previamente internalizadas, que

conducen a una estrategia de red basada en las competencias esenciales.

Cabría deducir de lo anterior que la integración vertical es una estrategia importante cuando se trata de innovación tecnológica. En este caso, el aspecto clave no es la indivisibilidad tecnológica, sino la interdependencia. En un notable artículo, Teece resume varios trabajos de investigación que apoyarían este punto de vista. En los casos antes analizados, la evolución hacia la integración vertical por parte de las empresas especializadas en agrobiotecnología responde claramente a las dificultades de negociación con los agentes oligopólicos situados más cerca del mercado final. Pero igualmente importantes son las inversiones complementarias imprescindibles –instalaciones independientes de almacenamiento y transformación, sin las cuales se perderían las ventajas de los cultivos especiales–.

En otro lugar hemos subrayado la importancia de la biotecnología en la aceleración de la intercambiabilidad de los insumos agrícolas. Argumentamos que, en este proceso, importantes sectores de la producción agraria experimentan una banalización cada vez mayor, a medida que la especificidad de los productos cultivados se ve socavada por técnicas enzimáticas y de fraccionamiento.

No obstante, el potencial competitivo de la biotecnología en el desarrollo de productos y procesos alimenticios ajustados a la actual imagen de calidad obliga a los agentes más destacados del sector de los productos alimenticios finales a adoptar una serie de decisiones difíciles en relación con dos aspectos básicos:

1. El primero deriva de la demanda de nuevos grados de calidad y está vinculado con la magnitud y la forma de la participación en la producción de materias primas.
2. El segundo afecta al grado de compromiso con la investigación y el desarrollo biotecnológico y a la forma institucional que aquél deba adoptar.

Al tratar de la biotecnología vegetal, hemos señalado que

la calidad y los costes de la investigación han planteado la cuestión de la integración vertical y de las alianzas con agentes situados más cerca del mercado final. Desde el punto de vista del sector de los productos alimenticios finales, las pautas de integración hacia arriba, estimuladas por las presiones y el potencial de la mejora de la calidad, se han convertido en asuntos estratégicos para las empresas más destacadas. Dentro de esta perspectiva, los instrumentos biotecnológicos se consideran decisivos para identificar e incorporar nuevos caracteres, con independencia de la cuestión de la manipulación genética.

Para las empresas de alimentación con varios productos, materializar esta percepción en una estrategia industrial competitiva es un asunto muy complejo, y las prioridades que están surgiendo son específicas del perfil de cada empresa. La heterogeneidad de los distintos complejos de productos agroalimentarios hace que la función de los agentes y recursos sea distinta en cada caso. El acceso al plasma germinativo selecto, la naturaleza de los mercados de semillas y la participación del sector público varían para cada grupo de productos. El carácter cada vez más multiproducto de las empresas líderes iría en contra de la participación directa en el sector semillero. Pero la necesidad de acceder al plasma germinativo y las condiciones concretas de la competencia pueden justificar una decisión de este tipo. *Al margen de las formas institucionales que pueda adoptar, el sector de los productos alimenticios finales sustituye cada vez más al agricultor como socio privilegiado del sector semillero.*

IRREVERSIBILIDAD DE RELACIONES ENTRE PRODUCTOR Y CONSUMIDOR EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

En otras publicaciones hemos insistido en las características *sui generis* del sistema agroalimentario en relación tanto con la producción como con el consumo. Cabría argumentar que la biotecnología proporciona ahora las condiciones para

unificar la base técnica de la producción agroalimentaria, ya que abre el camino a su asimilación en el marco de una dinámica industrial más amplia. Sin embargo, aunque la biotecnología se ajusta muy bien al perfil formal del postfordismo (menos aportes de materias primas y energía, mayor flexibilidad de procesos y productos), su adopción se ha visto limitada, como hemos visto, por la incertidumbre de la respuesta del consumidor y la hostilidad generalizada de importantes grupos de presión.

El peso de la distribución y la demanda en el sistema alimentario ha sido una constante desde los principios de su organización como sistema comercial. Esto deriva, en parte, del carácter perecedero de muchos productos alimenticios y de la estructura atomizada de la producción agrícola. En esta perspectiva, la fuerza de los minoristas iguala a la del capital intermediario en los sistemas alimentarios comerciales más tradicionales.

La complejidad de las pautas de la demanda agroalimentaria también limita el control de estructuras de producción específicas y abre el camino a la concentración de poder económico en la distribución minorista que, a su vez, debe su dinamismo a las peculiaridades características de la demanda final. El hombre, como argumenta Fischler, es un consumidor de alimentos omnívoro, no especializado. Además de impedir estructuralmente el monopolio de cualquier base de producción individual, esta característica supone la *búsqueda* continua de nuevas combinaciones y la adopción de *rutinas* basadas en el conocimiento acumulado protegidas frente a los peligros de la experimentación.

Por tanto, la dieta humana combina fuentes de alimentos complementarias y está protegida por el establecimiento de regímenes de consumo basados en la experiencia acumulada que, al mismo tiempo, admiten la experimentación y la adaptación continuas.

Si bien las consideraciones anteriores ayudan a explicar la forma en que el poder económico se concentra en el ex-

tremo de la demanda del sistema alimentario, no tienen en cuenta el peso específico de la demanda del consumidor, que es perceptible cuando se considera la aceptabilidad de la biotecnología.

Al combatir las versiones simplificadas de la innovación dirigida por el mercado, la tradición neoschumpeteriana exploró el importante concepto de *irreversibilidad*, según el cual las innovaciones radicales suponen una ruptura con la base técnica previa y, al mismo tiempo, bloquean otras posibles vías una vez establecidas. Este criterio se aplica a un amplio abanico de actividades industriales. Así, el administrativo que trabaja con un ordenador no tiene que ajustarse antes a la máquina de escribir ni a la calculadora mecánica; en cambio, el futuro de estos aparatos más antiguos depende de su capacidad de adaptación al ordenador. Aunque la potencia de los automóviles se mide en caballos de vapor, sus normas de uso no están determinadas por los coches de caballos. Por tanto, la calidad y la competitividad dependen de criterios determinados dentro de la esfera y la cultura de una etapa dada del avance tecnológico: costes, eficacia, consumo de energía, etc.

Por el contrario, en el sector alimentario es el producto agrario original el que sirve como patrón de calidad. La industrialización incompleta del sistema alimentario y la persistencia del producto agrario como producto alimenticio final ha tenido una influencia decisiva sobre la dirección de la industrialización en el sentido del mercado final. Las estrategias industriales están cada vez más determinadas por la capacidad para acercarse a las características del producto agrario original. Las técnicas de conservación «ligeras» tienen por objeto reproducir el color, la textura, el sabor, el aroma y las cualidades nutritivas originales del producto agrario. Paradójicamente, el producto preindustrial es el patrón de calidad del sistema agroalimentario industrializado.

Recientemente, esta situación se ha trasladado hacia la industrialización situada más lejos del mercado final, acosada por desviarse de las prácticas preindustriales. El atractivo del producto agrario final natural se ve ahora complementado

por la tendencia hacia la vuelta a lo natural, es decir, hacia las prácticas agrarias basadas en aportes externos reducidos. En este caso, la irreversibilidad define un terreno de debate caracterizado por la oposición entre métodos alternativos u orgánicos y métodos agrarios industrializados.

La falta de irreversibilidad del sistema agroalimentario constituye el eje del carácter radical de las exigencias del consumidor basadas en la calidad. La calidad no se define dentro de los límites de una vía de industrialización dada (eficacia, costes, etc.), sino que pone en tela de juicio toda una trayectoria industrial porque no se corresponde con la alternativa «natural». La vulnerabilidad del sector aumenta en la medida en que su propia estrategia ha internalizado el criterio de calidad basado en el producto «natural».

CONCLUSION

La biotecnología se ha integrado en las estrategias de competencia de los sectores de insumos y de transformación primaria situados más lejos del mercado final. El valor añadido y los factores de calidad asociados con la innovación biotecnológica han acelerado nuevas pautas de integración vertical, estimuladas por los sectores alimentarios finales y los situados más lejos del mercado. No obstante, la biotecnología ocupa una posición ambigua dentro del nuevo paradigma de lo «biológico». En el sistema alimentario, esta ambigüedad se ve reforzada por las características peculiares de su industrialización, ya que la irreversibilidad de la innovación tecnológica se ve desafiada por la persistencia de la agricultura como sector de los productos alimenticios finales y como árbitro de la calidad de los alimentos. Por tanto, hay importantes avances en la innovación de productos alimenticios que esperan el resultado de dos vías aparentemente contradictorias de acceso al nuevo paradigma basado en la biología: la manipulación de la información a nivel microscópico frente a la gestión de la información a nivel de ecosistemas.

BIBLIOGRAFIA

- BYÉ, P. y cols.: «L'innovation Phytosanitaire sous le Contrôle Industriel», XII Congreso Internacional de Sociología, Madrid, 1990.
- DOSI, G.; METCALFE, S.: «Approches de l'irreversibilité en théorie économique», en *Les Figures de Irreversibilité en Economie*, dirs. de ed. R. Boyer y cols., Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, París, 1991.
- CHESNAIS, F.: «Impact of Multinational Enterprises on National scientific and technical capacities: The Food Industry», OCDE, París, 1979.
- FOWLER, C. y cols.: «The Laws of Life», Development Dialogue, La Haya, 1988.
- FANFANI, R. y cols.: «Changement Technique et Restructuration de l'Industrie Agroalimentaire en Europe, une Reflexion Théorique-Méthodologique», INRA, *Economie et Sociologie rurales*, París, 1991.
- FORTE, M.: «Symbolic and Social Aspects in the Working of the Food System», XII Congreso Internacional de Sociología, Madrid, 1990.
- GOLDBERG, R., et al.: *Biotechnology's Bitter Harvest*, Washington, 1990.
- GOODMAN, D., et al.: *From Farming to Biotechnology*, Blackwells, 1987.
- GOODMAN, D.; WILKINSON, J.: «Agrofood Futures: Towards a Polyvalent Agro-Food System», en *Food Systems and Agrarian Change in the Late Twentieth Century*, dir. de ed. M. McMichael.
- SORJ, B.; WILKINSON, J.: «The Strategies of Leading Firms in Agro-food», en *Biotechnology, Agriculture and Food*, OCDE, 1992.
- TEECE, D.: «Technological Change and the Nature of the Firm», en *Technical Change and Economic Theory*, dirs. de ed. G. Dosi y cols., Pinter, 1988.
- WILLIAMSON, O.: *Markets and Hierarchies*, Free Press, 1975.

RESUMEN

El autor elabora una serie de hipótesis basándose en las dos características que han influido en el estudio de las biotecnologías agroalimentarias en la última década: la extrema heterogeneidad de las estructuras productivas tradicionales del sector agroalimentario y el carácter genérico de la biotecnología. Las consideraciones elaboradas proceden de una serie de entrevistas realizadas con agentes destacados de empresas agroalimentarias y especializadas en biotecnología.

RÉSUMÉ

L'auteur soumet dans cette étude une série d'hypothèses en se basant sur les deux caractéristiques qui ont orienté l'étude des biotechnologies agroalimentaires pendant cette dernière décennie: l'extrême hétérogénéité des structures traditionnelles de production du secteur agroalimentaire et le caractère générique de la biotechnologie. Les considérations qui y sont exposées proviennent d'un certain nombre d'entrevues réalisées auprès d'agents représentatifs des entreprises agroalimentaires et spécialisées dans la biotechnologie.

SUMMARY

This paper explores a series of hypotheses based on the characteristics that have influenced the study of agricultural biotechnology over the last decade: the great variety of traditional production structures in the agrofood industry, and the generic character of biotechnology. The considerations presented come from a series of interviews with prominent agents of agrofood companies specializing in biotechnology.

