

# BIOTECNOLOGIA PARA RESPONDER A LAS NECESIDADES NACIONALES

Martha García\*

**E**l desarrollo de la ciencia y la técnica ha constituido un factor de creciente importancia en el progreso económico, social y político de los pueblos a través de la historia. Con un aporte que se extiende a todos los planos de la actividad humana, ha incidido profundamente en la organización social y política, no sólo por la incorporación del nuevo conocimiento sino además por los cambios producidos en la salud, la alimentación, la producción, el aprovechamiento de los recursos agrícolas y energéticos, las comunicaciones, los hábitos de consumo, etc.

Sin embargo, no todos los países del mundo han recibido por igual los beneficios de la ciencia y la técnica, lo cual ha creado grandes diferencias entre el potencial científico y técnico de algunos respecto a otros, generando una situación que compromete el desarrollo de una estructura socio-económica independiente. Es el caso de Colombia que, salvo pocas excepciones, se ha mantenido al margen del desarrollo científico-tecnológico y se ha limitado a ser espectador y/o consumidor de tecnología. Pero, no podemos continuar hoy con la noción de desarrollo sin el aporte innovador de la ciencia y la tecnología que deben considerarse como instrumentos estratégicos en los planes del país.

El sistema científico colombiano se encuentra enfrentado a una se-

rie de limitantes del desarrollo de las nuevas tecnologías. Entre ellos, el más agudo es la insuficiencia de recursos humanos con conocimientos de alto nivel en las tecnologías modernas, lo que impide la existencia de una masa crítica que permita un diálogo amplio sobre los resultados de las investigaciones en marcha. Por otra parte, la ausencia de un sistema de información suficiente y actualizado, de unidades de desarrollo que vinculen la investigación con la actividad productiva, de incentivos para la creación de empresas de alta tecnología, así como la falta de legislación sobre propiedad intelectual y acuerdos económicos y comerciales nacionales o regionales, son los factores que afectan el desarrollo científico - tecnológico del país.

Considerando que Colombia tiene en la biotecnología una oportunidad para impulsar su proceso de desarrollo y concientes del enorme potencial y de los riesgos que representan las biotecnologías para el futuro económico y social del país, Colciencias inició desde 1984 la tarea de organizar y poner en marcha un Programa Nacional de Biotecnología que permita crear una capacidad científico-tecnológica propia y beneficiarse de las biotecnologías.

La biotecnología, definida como "*La aplicación de los principios científicos y de ingeniería al procesamiento de materiales biológi-*

Lineamientos de un Programa Nacional de Biotecnología, propuesto por Colciencias a fin de propiciar su debate, por parte de la comunidad científica e industrial, con miras a promover en el país un desarrollo integrado de esta nueva tecnología.

*cos para la obtención de bienes y servicios*" (1) parece ser una actividad científico-técnica sin límites, si se tiene en cuenta que "los *principios científicos y de ingeniería*" cubren una amplia gama de disciplinas; "*los materiales biológicos*" pueden ser microorganismos, enzimas, células animales, vegetales o humanas y que los procesos considerados pueden ser los que utilizan catalizadores biológicos o también aquellos en los que los materiales biológicos sufren transformaciones químicas. Así mismo, el término "*producción de bienes y servicios*" encierra un universo de posibilidades y de ahí que las biotecnologías tengan aplicación en los más diversos sectores: agrícola, energético, minero, químico, farmacéutico, ambiental y de alimentos. Vale la pena destacar que en esta definición, se contemplan con preferencia las biociencias (genética, biología, bioquímica, microbiología, enzimología e inmunología) que han dado lugar a las biotecnologías modernas: ingeniería enzimática y de proteínas, ingeniería genética, biología molecular, cultivos celulares, etc.

Dada la amplitud de esta definición, es preciso distinguir entre lo que es biotecnología convencional, concebida como la *utilización industrial de microorganismos y cé-*

\* Ph.D. Ciencias biológicas. Coordinadora, Programa Nacional de Biotecnología, Colciencias.

1) OCDE - Organisation for Economic Cooperation and Development, Committee for Scientific and Technological Policy- Biotechnology and Government Policies.

*lulas animales y vegetales para la producción*” y que se utiliza desde tiempos inmemoriales para la obtención de vino, queso, levaduras etc. y la biotecnología moderna que involucra un concepto de manipulación de la capacidad biológica de los organismos vivos con un fin previamente establecido y que es posible de realizarse gracias al vertiginoso avance de las biociencias durante el siglo XX y, en particular, al desarrollo de la biología molecular y de la ingeniería genética.

Para efectos del Programa que se presenta a continuación, se ha adoptado la definición de la OCDE manteniendo el criterio de que un Plan de Acción para el Desarrollo de la Biotecnología debe integrar tres acciones principales: ciencia, tecnología y economía.

### CREACION DE UNA CAPACIDAD NACIONAL EN BIOTECNOLOGIA

El objetivo primordial del Programa es crear una capacidad científica y tecnológica propia, habilitada para responder a las necesidades del país mediante la aplicación de las biotecnologías modernas en los diversos sectores de la economía nacional. Para tal fin se ha previsto la formación de recursos humanos altamente calificados en las diversas áreas de la biotecnología moderna, el establecimiento de un sistema nacional de información y documentación científica y tecnológica en esta materia; el incentivo a la transferencia de tecnología al sector industrial; el fortalecimiento de las relaciones universidad - industria y el fomento a la investigación básica y aplicada que implique el manejo de la capacidad biológica orientada a la obtención de bienes o servicios.

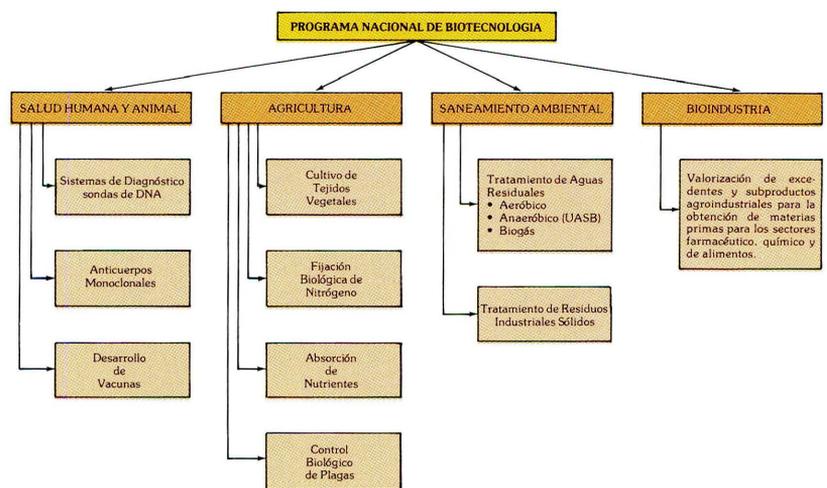
### FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Dado el carácter interdisciplinario y multisectorial de la biotecnología y la poca disponibilidad de recursos humanos altamente calificados en las biotecnologías mo-

dernas, el Programa Nacional de Biotecnología se propone capacitar recursos humanos para que permitan adelantar con éxito un programa de desarrollo, selección, transferencia y asimilación de biotecnologías acorde con las necesidades del país. Se dará prioridad a la formación de especialistas en biología molecular, ingeniería genética, ingeniería de proteínas, tecnología de enzimas, técnicas de fusión celular, cultivo de células, microbiología industrial, diseño de bioreactores, ingeniería bioquímica y áreas afines.

de los problemas nacionales que puedan ser resueltos a través de la biotecnología con máxima calidad, eficiencia y competitividad.

Aunque la definición de las prioridades de investigación en este campo, no es tarea fácil si se tienen en cuenta las numerosas necesidades del país, se han seleccionado cuatro sectores en donde el desarrollo de la biotecnología puede tener un mayor impacto socio-económico. (Ver cuadro). En términos generales, las investiga-



### SISTEMA DE INFORMACION

El desarrollo de la biotecnología en Colombia requiere de la creación de un sistema de información que asegure una comunicación permanente entre los diferentes grupos nacionales y entre éstos y los externos dedicados a la investigación y desarrollo en el área. Con este fin se fomentará la adquisición y circulación de libros, revistas y boletines especializados; se promoverá la publicación de los trabajos relevantes realizados en el país y se apoyará la organización de talleres, simposios y congresos en donde se den a conocer los resultados de las investigaciones.

### PRIORIDADES NACIONALES DE INVESTIGACION

La investigación científica en el área estará orientada al estudio

ciones en el país deben apuntar hacia la reducción del empleo de plaguicidas y de abonos nitrogenados, la conservación del germoplasma nacional, el mejoramiento de genotipos, la propagación vegetativa de especies de importancia social y económica, la obtención de reactivos biológicos, el desarrollo de vacunas sintéticas y de sistemas para el diagnóstico y control de enfermedades infecciosas que afectan nuestra población, el mejoramiento genético animal, la recuperación del medio ambiente y la valorización de la biomasa disponible mediante procesos biotecnológicos que permitan la obtención de productos de un mayor valor agregado.

### TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AL SECTOR PRODUCTIVO

La meta última de las investiga-

ciones en biotecnología es la obtención de un bien o un servicio que sea absorbido por el sector productivo. Se hace entonces necesario crear una conciencia nacional sobre la importancia del desarrollo tecnológico y su incidencia en el progreso socio-económico del país.

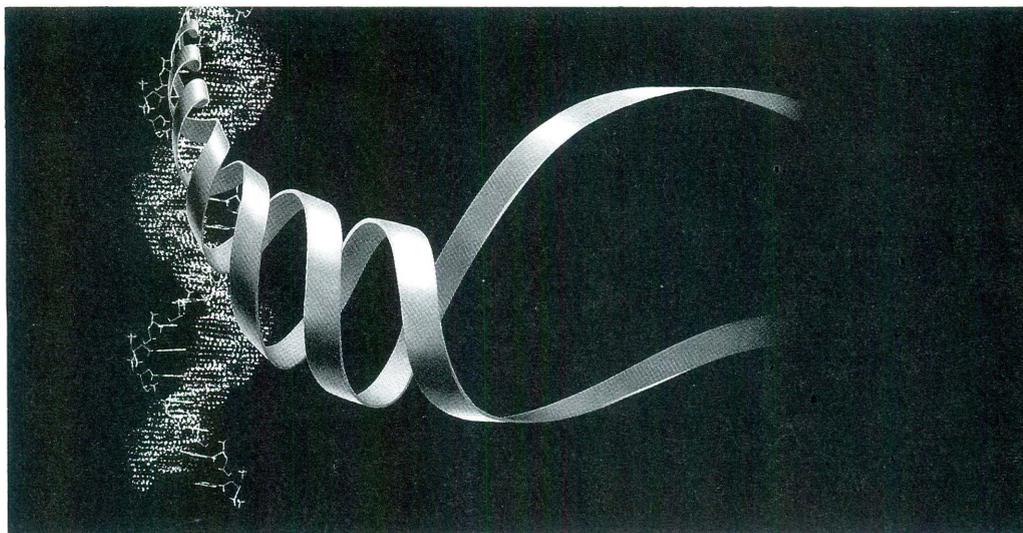
Dadas las características de la investigación en Colombia y sus relaciones con la industria, el Programa Nacional de Biotecnología se encargará de estimular y promover el aprovechamiento, por parte de la industria, de la tecnología generada en las universidades y centros de investigación y de establecer mecanismos ágiles que creen una verdadera interfase entre los generadores de tecnología y el sector productivo. Esto se logra con la instalación de centros de investigación y desarrollo, encargados de transformar los conocimientos científicos en tecnologías adaptadas a los requerimientos de la producción industrial.

La tecnología moderna generada en los centros de investigación y desarrollo, podrá transferirse efectivamente a través de la creación de empresas de alta tecnología, analizadores continuos de las necesidades del mercado y de las tecnologías disponibles.

En este sentido, el Programa será el promotor de cursos de creación de empresas de biotecnología, reuniones y simposios dirigidos a inversionistas e industriales; políticas de estímulo y apoyo a la creación de empresas de biotecnología; estudios de base que permitan identificar productos y mercados promisorios; creación de capital de riesgo con un tratamiento especial de beneficios legales e incentivos fiscales y finalmente, de programas de entrenamiento gerencial para individuos interesados en la creación de nuevas empresas.

#### COOPERACION INTERNACIONAL

El logro de los objetivos propuestos en el Programa Nacional



de Biotecnología requiere de la cooperación internacional orientada fundamentalmente hacia la formación de recursos humanos de alto nivel, la transferencia de tecnología y el establecimiento de proyectos de interés mutuo que puedan adelantarse conjuntamente. Bajo estos criterios y conscientes de que el desarrollo de la biotecnología en la región requiere un gran esfuerzo de integración científica y tecnológica que permita la concentración de recursos humanos y económicos para adelantar con éxito actividades de investigación y desarrollo de impactos socioeconómicos relevantes, Colombia participa actualmente en varios programas regionales: El *Programa Regional de Biotecnología para América Latina y el Caribe PNUD/UNESCO/ONUDI* que, con la participación de 13 países latinoamericanos y un presupuesto de 5 millones de dólares para 5 años, adelanta 8 proyectos multinacionales en las siguientes áreas: salud humana (malaria, leishmaniasis y chagas); ingeniería genética vegetal y micropropagación y bioindustria; El *Programa Andino de Biotecnología (PAB)* cuyo objetivo es contribuir al fomento de la biotecnología aplicada al sector agroalimentario y de la acuicultura estimular la creación de nuevas empresas que incorporen a la actividad productiva los resultados de las investigaciones. El Programa es patrocinado por la Corporación Andina de Fomento (CAF) y cuen-

ta con la participación de los cinco países integrantes del Grupo Andino que adelantan investigaciones en micropropagación por cultivo de tejidos vegetales, desarrollo de sistemas de diagnóstico y bioconversión de excedentes agroindustriales.

Adicionalmente, el PAB promueve el intercambio científico entre centros de investigación especializados, la conformación de un sistema Andino de Investigación en Biotecnología y la instalación de nuevas empresas que utilicen biotecnologías, ya sea generadas en la subregión o bien transferidas de otros países de mayor desarrollo. Se adelantan también algunas actividades de cooperación tendientes al establecimiento de convenios con otros gobiernos.

#### COORDINACION DEL PROGRAMA

Las actividades de coordinación del Programa son directamente adelantadas por Colciencias con asesoría del Comité Nacional de Biología y Biotecnología.

Otros programas especializados de Colciencias, como el de Prospectiva y el de Innovación Tecnológica, interaccionan con el de Biotecnología para colaborar en las actividades de promoción y reorientación. El Comité Nacional de Biotecnología se encarga de monitorear y analizar las tendencias del desarrollo mundial de la biotecnología para prever su impacto socio-

económico en Colombia, crear y poner en marcha un sistema de evaluación e interventoría del desarrollo del Programa y de los diferentes proyectos y, finalmente, de identificar proyectos de desarrollo científico-tecnológico que deban ser emprendidos por el país. Dada la distribución geográfica de los recursos humanos y la infraestructura disponible, se ha considerado que la mejor política organizacional es la de crear una Red Nacional de Centros de Biotecnología integrada por todos los laboratorios de universidades, industrias y centros de investigación tanto nacionales como internacionales existentes en el país, con lo cual se pretende aunar esfuerzos y fomentar la cooperación entre los

científicos.

Con el propósito de consolidar los grupos existentes y de aumentar el nivel de equipamiento básico y de infraestructura, el gobierno nacional apoyará económicamente los centros que emprendan trabajos de investigación en cualquiera de las líneas prioritarias definidas por el Programa.

#### FINANCIACION

Con el fin de asegurar la calidad de los proyectos de investigación y el cumplimiento de las demás actividades que requieren de una fuerte inversión de recursos, particularmente capacitación e infraestructura apropiada, es urgente

definir unos mecanismos financieros que permitan garantizar su ejecución.

Un presupuesto inicial de 3.500 millones de pesos para los próximos cuatro años permitiría consolidar las bases de un desarrollo sostenido de la biotecnología en el país, y como éste no es un programa puramente científico sino un programa de desarrollo de una tecnología que se incorporará e incluso modificará, ciertos sectores productivos que son hoy la base de nuestra economía, se hace necesario que tanto el Estado, como el sector privado, se comprometan en su financiamiento con criterios de complementariedad previamente definidos. ■

## EN COLOMBIA SE ESTIMULA LA INVESTIGACION BIOTECNOLOGICA

**P**or primera vez la biotecnología en el país se hizo acreedora a un premio. El galardón, otorgado por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, se entrega cada año con el fin de promover el desarrollo de la ciencia básica en el país, estimulando entre los científicos colombianos menores de 35 años, la producción de trabajos originales, alternativamente en los campos de la biología, la física, la química y las matemáticas.

El investigador premiado en esta oportunidad fue el doctor Fernando Angel del Instituto Nacional de Salud (INS), por su trabajo "Clonaje de fragmentos de ADN de *Plasmodium falciparum* y su posible uso en el diagnóstico de la malaria".

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Bioquímica del INS, cuyo director

es el doctor Moisés Wasserman, junto con Hernán Acosta y Elizabeth López, químicos de la Universidad Nacional y la colaboración de Ramón Mantilla, profesor de la misma entidad.

Su objetivo consistió en desarrollar el diagnóstico de la malaria, enfermedad de gran incidencia en nuestro país, por hibridación molecular. Con este fin se aisló y purificó el ADN del *Plasmodium falciparum* (uno de los parásitos causantes de la malaria), se cortó con enzimas de restricción (gracias a las cuales es posible partir genes o porciones de ellos e insertarlos en otros organismos), se clonaron los fragmentos en un plásmido y se evaluó el nivel de detección por hibridación de varios de ellos, usando ADN purificado del parásito. El nivel de detección alcanzado está por debajo de los métodos más sensibles, pero por encima de los utilizados en controles de vigilancia epidemiológica. Posiblemente podrá mejorarse en un futuro

cercano gracias al desarrollo de nuevas técnicas. Actualmente Enid Rivadeneira y Rocío Barrios, quienes trabajan en el mismo laboratorio, están comenzando la etapa de aplicación, es decir, están trabajando con sangre humana y con mosquitos infectados. Es igualmente posible que en un breve lapso los fragmentos genómicos clonados se puedan usar además para tratar de diferenciar entre infecciones causadas por *Plasmodium falciparum* y por *Plasmodium vivax*, las dos especies más comunes en el país.

La importancia de desarrollar este tipo de diagnóstico en Colombia, según el doctor Angel, es que posibilitará llevar a cabo estudios epidemiológicos en zonas rurales, donde las muestras de sangre tomadas serían procesadas en un laboratorio adecuadamente equipado, lo que permitirá realizar controles de vigilancia en poblaciones numerosas localizadas en zonas de alto riesgo. ■