

MICROFICHED



225873

Publicación Trimestral

Año 1

Nº 1

Marzo 1992

CONTENIDO

Editorial

Artículos

- | | |
|---|--------|
| ◦ PRESENTACION DEL PROYECTO: La determinación de prioridades en I&D en biotecnología: una actividad que merece atención fundamental.
José Luis Solleiro R., Rosa Luz González A. | 2
3 |
| ◦ AVANCES DEL PROYECTO. La primera reunión de trabajo del proyecto
Rosa Luz González A., José Luis Solleiro R., Arturo Talavera R. | 6 |
| ◦ ENFOQUES DE LA BIOTECNOLOGIA. Posibles enfoques de la biotecnología (1a parte)
Rodolfo Quintero | 9 |
| ◦ BIOTECNOLOGÍA APROPIADA. Trigo y maíz: las posibilidades biotecnológicas agrícolas en el año 8000 A.C.
Albino Ahumada M. | 10 |
| ◦ PERFIL DEL EMPRESARIO BIOTECNOLOGO. El Ing. Domingo Benavides, Director de Enzimóloga | 11 |
| Espacio de Colaboradores | |
| ◦ SALUD Y BIOTECNOLOGÍA. El futuro de la industria farmacéutica.
Armando Roa B. | 13 |
| Próximos Eventos en el Campo de la Biotecnología | 15 |
| Noticias | 16 |

BIOCIT SIGLO XXI: Boletín Informativo del Proyecto de Biotecnología que se desarrolla en el Centro para la Innovación Tecnológica con apoyo financiero del International Development Research Centre (IDRC) de Canadá y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación y de Innovación Docente (PAPIID)

Editores: José Luis Solleiro R. y Arturo Talavera R.

Las opiniones expresadas son responsabilidad exclusiva de los autores.

CIT-UNAM Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria.

Apartado Postal 20-103, 01000 México, D.F. tel: 548 8983

BIOCIT SIGLO XXI

BOLETIN INFORMATIVO DEL PROYECTO
DETERMINACION DE PRIORIDADES DE I&D Y MECANISMOS DE FOMENTO EN BIOTECNOLOGIA

EDITORIAL

En opinión de muchos especialistas, la biotecnología promete impactar múltiples sectores de la actividad productiva. Sin duda, esta década seremos destacados en la comercialización de un número creciente de productos derivados de la biotecnología que coexistirán, productos tradicionales, o bien reemplazarán algo de ellos.

En el caso de los países en desarrollo, la biotecnología puede convertirse en un arma muy efectiva para combatir grandes problemas tales como enfermedades, desnutrición, plagas, deficiencias energéticas y contaminación entre otras.

Si bien la biotecnología puede impactar todas estas áreas de desarrollo, aún se encuentran en sus etapas iniciales y es potencial, tienen todavía que llegar a concretarse.

Estas expectativas creadas por la biotecnología han puesto en marcha una carrera por el control de la innovación y de los mercados emergentes. Este control, de manera creciente está siendo tomado por grandes empresas multinacionales. Así, el éxito en los nuevos mercados biotecnológicos resulta cada vez más difícil de alcanzar debido a que hay diversas barreras de entrada que superar.

El primer obstáculo se relaciona con el hecho de que la nueva biotecnología requiere equipos científicos interdisciplinarios en áreas tales como genética molecular, inmunología, química de proteínas, biofísica, microbiología industrial y ciencias de la computación. Además, se ha reconocido que las mayores dificultades para el desarrollo biotecnológico, aparecen no en el terreno científico, sino a nivel de las aplicaciones industriales donde se requieren amplios conocimientos de bioprocesos.

Una segunda barrera la constituyen los recursos necesarios para la investigación y desarrollo así como los insumos materiales de diversa índole que se requiera para la biotecnología.

Por si fuera poco, el dominio tecnológico no llega a garantizar el éxito comercial y económico. Los análisis de distribución y comercialización de productos biotecnológicos a nivel internacional también están controlados por grandes empresas. Por ello, el desarrollo de canales de comercialización suele ser una tarea muy compleja que requiere una iniciativa, creatividad y capacidad de negociación.

Como resultado de estas tareas, de entrada, puede observarse que, para los países en desarrollo el emprender acciones para participar en los mercados biotecnológicos se constituye en un proyecto sumamente complejo. De esta manera, la identificación de oportunidades y la selección de los nichos de mercado factibles de ser cubiertos, es una tarea ineludible que debe ser abordada con singular seriedad y profesionalismo.

Por ello, hemos iniciado un proyecto que, en última instancia, busca poner a disposición de la Comunidad Biotecnológica Nacional herramientas metodológicas útiles para identificar las áreas en las que podremos explotar nuestras ventajas comparativas. ●

PRESENTACION DEL PROYECTO

La determinación de prioridades en investigación y desarrollo en biotecnología: una actividad que merece atención fundamental.

José Luis Solleiro
Rosa Luz González

Actualmente, México está buscando un sitio nuevo y diferente en la economía mundial; en este proceso, la biotecnología puede jugar un papel importante en la revitalización de sectores primarios, en el desarrollo de nuevas materias primas, nuevos productos, y nuevos sistemas de atención a la salud, en el combate a la contaminación, etc. De ahí que no sea exagerado afirmar que parte importante del futuro del país depende de la habilidad para seleccionar, adquirir, adaptar y desarrollar innovaciones de productos y procesos de la nueva biotecnología.

Sin embargo, pese a su importancia la determinación de prioridades de investigación y desarrollo (I y D) no ha sido emprendida aplicando una metodología adecuada. Las experiencias de nuestro país en la realización de este tipo de ejercicios nos muestran que las prioridades se fijan principalmente respondiendo a actos voluntariosos de individuos o intereses exclusivamente de la comunidad académica sin articularse con los requerimientos del entorno socioeconómico y con los objetivos del desarrollo nacional.

Como respuesta a esta situación, el Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM (CIT), desde 1985, ha trabajado la línea de investigación de la planeación de la investigación y desarrollo. En este sentido, se desarrolló parcialmente una metodología para la determinación de prioridades en ciencia y tecnología que fue aplicada para el caso de la Cooperación Técnica Internacional de México bajo contrato con la Secretaría de Relaciones Exteriores y, posteriormente, para el desarrollo tecnológico agroindustrial de México, con el apoyo de la FAO y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Tratando de dar continuidad a estos trabajos y de responder a las carencias metodológicas que aún subsisten, en 1990, se hicieron los estudios preparatorios para aplicar este enfoque metodológico para la investigación y desarrollo biotecnológicos con aplicaciones agrícolas y agroindustriales en México. Se obtuvo apoyo del

Programa Universitario de Alimentos para realizar la fase de diagnóstico del proyecto.

Este diagnóstico reafirma la necesidad de establecer prioridades en la investigación biotecnológica que se realiza en México, a fin de aumentar su contribución al país que se quiere tener. Además, es indispensable tener en cuenta que los recursos para la investigación y desarrollo son muy escasos en un país como México, y en las condiciones de competencia mundial que vivimos actualmente, es esencial asignar estos recursos a las áreas que realmente representen una oportunidad de desarrollo económico y social.

Por otro lado, la acelerada marcha de la ciencia y la tecnología mundial y el entorno social económico y político tan cambiante, nos han enseñado que para países con recursos limitados como el nuestro, no basta con identificar las oportunidades para la I y D, debemos también ser capaces de realizar un monitoreo sistemático de los avances en la materia y de los cambios en el entorno y actualizar de manera permanente nuestra "cartera de prioridades".

Una tarea de esta naturaleza, tendría poca relevancia si no tiene como base un análisis sobre la factibilidad de desarrollar las oportunidades seleccionadas y de "ejecutar efectivamente los proyectos". Este análisis debe estar basado en los recursos y la organización existentes y las posibilidades de modificarlos.

El principal reto derivado del proyecto, a nuestro juicio, será determinar los lineamientos de política que hagan posible articular la acelerada marcha del desarrollo científico y tecnológico, con las necesidades y prioridades del desarrollo social, económico y ambiental.

Los objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es:

Reforzar la capacidad de instituciones y de grupos para la identificación, jerarquización y aplicación de criterios que impartan racionalidad al proceso de asignación de recursos para la I y D de la biotecnología en medios ambientes cambiantes: promoviendo, en forma paralela, la integración de los diferentes agentes y capacidades que requiere el proceso de innovación de esta tecnología.

Asimismo, se persigue alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la capacidad actual del país para el desarrollo e implantación productiva de biotecnologías con aplicaciones agroindustriales y de salud.
- Organizar un grupo de expertos que pueda fungir como "Colegio invisible" para la recomendación de lineamientos de política biotecnológica.
- Definir prioridades de investigación y desarrollo para biotecnología agroindustrial y biotecnología con aplicaciones en salud, tanto a nivel nacional, como a nivel de la UNAM.
- Realizar una propuesta concreta de instrumentos de fomento al desarrollo biotecnológico, que contemple tanto el aspecto de viabilidad de implantación, como la participación de los sectores gubernamental, académico e industrial.

Las instituciones participantes

Una tarea como la emprendida por el CIT en el desarrollo del proyecto no puede concebirse desvinculada de la factibilidad técnica de realizar la investigación en biotecnología. De ahí que el proceso de determinación de prioridades requiera de un grupo asesor técnico de alto nivel.

La participación del Instituto de Biotecnología de la UNAM (IB) en este proyecto tiene ese carácter, no sólo por ser uno de los mejores centros de investigación en nueva biotecnología con que cuenta el país, sino por las inquietudes que han tenido varios de sus investigadores en el tema de prioridades de investigación desde hace algún tiempo, y la experiencia individual y grupal que han ido adquiriendo en esta materia.

El financiamiento externo al CIT que ha obtenido el proyecto está siendo proporcionado por la DGAPA-UNAM (Dirección General de Asuntos del Personal Académico) y por el IDRC (International Development Research Centre) de Canadá. Este Centro realiza y apoya investigación en Canadá y en otros países, sobre problemas del desarrollo en diferentes áreas técnicas y sectores de aplicación, que tienen que ver con el proceso de generación y difusión de tecnología al pequeño productor.

Asimismo el proyecto ha logrado interesar a la UPIBI (Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología) del IPN. Esta institución ha asignado personal (de tiempo parcial) al sistema de monitoreo de información, metodología y

vinculación con el sector productivo. La UPIBI tiene gran interés en el proyecto, como una herramienta para tomar decisiones en la estructuración de sus programas de formación de recursos humanos y líneas de investigación.

El grupo de trabajo del proyecto

El proceso de compartir el conocimiento, la discusión y la coordinación de actividades puede ser tan importantes como la fijación de prioridades particulares. Esta es la filosofía que deseamos impere siempre en el grupo de trabajo del proyecto, el cual está integrado por los siguientes elementos:

- Dr. José Luis Solleiro, responsable del proyecto, actual Secretario Académico del CIT, grupo básico de trabajo del proyecto.
- Dr. Rodolfo Quintero R. corresponsable del proyecto, Jefe del Departamento de Biotecnología del IB de la UNAM.
- Ing. Rosa Luz González, encargada de aspectos metodológicos, personal de investigación del CIT.
- M. en I. Arturo Talavera R. encargado de aspectos metodológicos y del boletín del proyecto.
- Ing. Rosario Castañón, al frente del sistema de alerta (monitoreo de tendencias técnicas y económicas).
- Dr. Albino Ahumada, en la estructuración de un proceso interactivo de consulta de necesidades tecnológicas y difusión de resultados al productor agrícola, personal de investigación de FES Cuautitlán asignado al CIT.
- Biol. Silvia Almanza, en la detección de barreras de entrada de la biotecnología, personal del Instituto de Fisiología Celular asignado al CIT.

Más recientemente y como resultado de la invitación a participar en el proyecto, que se ha hecho en diversos foros se incorporaron:

- Dra. Dinah Rodríguez Ch. quién con motivo de su año sabático se encargará de la realización del diagnóstico de la biotecnología en México a nivel macroeconómico, la

construcción de escenarios y el estudio de mecanismos de fomento, investigadora del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM.

- Ing. Argelia Lorence Q. Estudiante de la maestría en el IB de la UNAM, colaboradora de tiempo parcial en el proyecto.
- M. C. Blanca Gutiérrez, Jefa del Departamento de Biotecnología de la UPIBI colaboradora de tiempo parcial.
- M.C. L. Mauricio Rodríguez, responsable de la gestión tecnológica de la UPIBI, colaborador de tiempo parcial del proyecto.
- M.C. Esperanza Vázquez Flores, UPIBI sistema de monitoreo.
- Biol. Juan Manuel Viveros Santos, UPIBI sistema de monitoreo.
- Ing. Patricia Abundio Salazar, UPIBI sistema de monitoreo.
- María del Carmen Castañón, Secretaria del proyecto, personal del CIT.

Así, el proyecto "Determinación de prioridades de I y D y de mecanismos de fomento en biotecnología", trasciende las perspectivas de generación de una metodología de jerarquización y de formulación de lineamientos de política en la materia. El proyecto aspira a ser el punto de partida en la generación de una imagen común que oriente cada vez más las acciones de los agentes del cambio técnico en biotecnología, que los concientice de sus interrelaciones sin que esto signifique pérdida de autonomía y que les aporte elementos que apoyen su adaptación a la realidad cambiante tanto del sistema científico y tecnológico como del económico y social.

El proyecto tendrá una duración de casi dos años. A lo largo de este tiempo el grupo básico de trabajo, organizará una serie de actividades (Talleres y reuniones de trabajo) que involucran la participación activa de grupos reducidos de especialistas distintos (10 a 15 participantes por taller), los resultados de estas actividades se irán integrando al proyecto. La reunión de todos los grupos se dará al final del proyecto, en un seminario de difusión de los resultados. ●

AVANCES DEL PROYECTO

La primera reunion de trabajo

Rosa Luz González A.
José Luis Solleiro R.
Arturo Talavera R.

El pasado 3 de diciembre se celebró la primera reunión de trabajo del proyecto, la cual tuvo como propósito revisar la experiencia en México y las perspectivas acerca de la aplicación de metodologías para la determinación de prioridades en I y D. Durante la mañana de ese día se expusieron y analizaron los siguientes temas:

- Importancia de la Reflexión Prospectiva (Ing. José Antonio Esteva),
- Presentación del Proyecto y Propósito de la Reunión (Dr. Jaime Martuscelli, Dr. José Luis Solleiro),
- La Prospectiva en México (Dr. Antonio Alonso Concheiro),
- Experiencias en la Determinación de Prioridades en Biotecnología (Dr. Rodolfo Quintero R.),
- Metodología para la Jerarquización de Proyectos de I y D (M.I. Arturo Talavera Rodarte),
- Experiencia del CIT en la Determinación de Prioridades de I y D (M.C. Alonso de Gortari) y,
- Prioridades en I y D en Alimentos (Dr. Raúl Carvajal M.).

Al terminar las exposiciones se realizó una discusión abierta con todos los asistentes de la que surgieron un conjunto de recomendaciones, preocupaciones y aspectos relevantes acerca del proyecto, de la biotecnología y de la determinación de prioridades en sí, que se presentan en forma resumida a continuación:

Problemática de la determinación de prioridades y origen del proyecto.

Se consideró que el proyecto llena una necesidad no cubierta pues nos ayuda a definir qué es lo que nos conviene hacer en biotecnología, dado que nuestros recursos son limitados y que no tenemos suficientes expertos, ni información. Se asumió que somos un país periférico en biotecnología.

Existe un gran número de estudios de prospectiva que no han fructificado en políticas concretas por múltiples razones, entre las que resaltan las discontinuidades de la ciencia y la tecnología, y los cambios en el entorno. También destacan las

dificultades por no considerar suficientemente factores económicos, las que se tienen para ser neutrales y para generar compromisos y colaboración entre los diferentes actores, etc.

Otro aspecto importante que ha sido dejado de lado es la determinación del cliente/usuario de los resultados de los estudios, así como su ubicación y alcance a nivel macroeconómico, (nivel sectorial, nivel institucional o nivel empresarial).

Antecedentes en la determinación de prioridades en biotecnología.

En México se han realizado alrededor de 10 estudios sobre prospectiva para la determinación de prioridades de investigación en biotecnología.

Esta experiencia, junto con la de Latinoamérica muestra que, la gran mayoría de estos estudios, han sido convocados por grupos que asignan recursos económicos para desarrollar o difundir la biotecnología, lo cual ilustra claramente el hecho de que los propios ejecutores y usuarios de la investigación no han mostrado gran interés por encontrar dichas prioridades, o bien las áreas de oportunidad.

Algunos de los aspectos más importantes que se derivaron de la experiencia mexicana son: Las dificultades para definir y clasificar a la biotecnología, los problemas para contar con información confiable sobre la situación de la biotecnología en el país, la falta de conocimiento sobre el tema y su importancia entre los diferentes niveles de toma de decisiones, la aplicación de metodologías inadecuadas, la ausencia de mecanismos para utilizar los resultados de los estudios, el reducido número de expertos y la falta de conexión de las conclusiones con un proceso de toma de decisiones para impulsar una política.

Actitudes

En general, ya se reconoce que es necesario un cambio de cultura acerca de la I y D, pues es importante que el investigador comience a planear lo que hace, ver hacia el futuro y tratar de maximizar el impacto de sus actividades.

Para lograr lo anterior, se requiere un cambio de actitud en los grupos de investigación, pero también en los usuarios de las biotecnologías, ya que dados los pocos espacios concretos para ser competitivos, la definición del qué investigar no puede derivar de un acto voluntarioso, sino que debe ser el resultado de un proceso sistemático y multidisciplinario.

Prospectiva

A lo largo de la reunión se insistió mucho en que la prospectiva debe ser vista como un proceso de aprendizaje. La asignación de recursos deberá manejarse con los siguientes enfoques: En una primera instancia se partirá de recursos limitados y en una segunda, la prospectiva proporcionará los elementos para considerarlos elásticos (es decir, la multiplicación de las fuentes).

Es importante construir una gama de alternativas de escenarios posibles, probables y deseables y detectar en ellos **núcleos genéricos** (un escenario básico común que permita definir prioridades).

La reflexión prospectiva se interesa especialmente en el potencial de cambio y los factores que lo determinan. De ahí que el diagnóstico a realizar requiera un conocimiento profundo del fenómeno en su situación actual y de las fuerzas que lo determinan. Sin un diagnóstico real cualquier imagen objetivo corre el peligro de no poder alcanzarse.

Por ello, en el proyecto se pretende usar una metodología novedosa para diagnosticar la capacidad biotecnológica de partida, tomando como apoyo el concepto de paquete tecnológico. Así, se buscará determinar la capacidad real que ha tenido el país para integrar paquetes biotecnológicos, tomando como base las experiencias que se presentaron entre 1981 y 1991.

El horizonte de tiempo en prospectiva debe ser definido de tal manera que permita actuar sobre el sistema y generar cambios cualitativos y cuantitativos, se considera que el plazo adecuado es de 10 años.

En la discusión se señalaron las diferentes dificultades y limitaciones al hacer prospectiva. Quedó claro que hay que evitar la tentación de adivinar el futuro y asumir que un valor intrínseco del ejercicio prospectivo es el aprendizaje derivado de este proceso interactivo.

Metodología

Durante la reunión causó mucha controversia el término prioridad, de ahí que se haya establecido que para los propósitos del proyecto CIT, prioridad es definir qué hacer e identificar las oportunidades para realizar proyectos de I y D, atendiendo los requerimientos a corto, mediano y largo plazo.

La determinación de prioridades debe ser considerada como un proceso dinámico, que será válido en un momento dado de tiempo (en función de los elementos disponibles cuando se realiza la priorización), que deberá realizarse en forma periódica (de acuerdo a la dinámica propia del sector, área o campo considerado).

No debe considerarse esta herramienta como un proceso de aplicación universal, sino que variará en función de los valores, preferencias, necesidades, capacidades, recursos y oportunidades de las entidades para las que se realiza el trabajo (nivel nacional, sectorial e institucional público o privado).

El proceso de determinación de prioridades debe ser lo más neutral posible, en el entendido de que siempre habrá una cierta subjetividad. Un aspecto muy importante es definir el punto de vista a partir del cual se realizará el establecimiento de prioridades.

Se sugirió basar el diseño y/o selección de la metodología para la determinación de prioridades en análisis multifactorial, considerando que, cuando se establecen prioridades, el problema fundamental es determinar cuál es la función objetivo que uno desea maximizar.

En los ejemplos presentados de aplicación de metodologías específicas se destacó, para el nivel institucional, la necesidad de contar con un sistema estructurado para poder aplicar la metodología. La estructuración de este sistema requiere como condición necesaria la existencia de una cultura tecnológica institucional, además, por supuesto, del apoyo de la institución. Crear esas condiciones requiere de un cierto período de tiempo.

Se reportaron también metodologías a nivel sectorial y nacional, que no han requerido de "estructurar sistemas" ni crear esa cultura tecnológica; sin embargo, dada la recomendación antes señalada (de entender la determinación de prioridades como un proceso continuo y retroalimentado), la creación de esa cultura tecnológica a diferentes niveles, facilitaría, sin duda, no sólo la aplicación de cualquier

metodología sino la implantación de recomendaciones.

Un proceso de determinación de prioridades siempre entraña problemas. En el caso particular de actividades de I y D en universidades, uno de los principales problemas es la creencia de que la planificación atenta contra la libertad de investigación. Otra barrera para la fijación objetiva de prioridades estriba en el hecho de que, en ocasiones, se atienden directrices generales del gobierno, sin que estas respondan a necesidades reales o/a demandas efectivas.

Por ésto el proceso de determinación de prioridades debe incorporar a los que van a determinar las posibles demandas, es decir, al sector productivo. En metodologías basadas en opinión de expertos es importante establecer el perfil del experto. Este no debe "estar casado con su disciplina", ya que el proceso de discusión debe ser lo más abierto posible.

Estructuración de la red de monitoreo.

La acelerada marcha del progreso científico y tecnológico hace esencial realizar un monitoreo global y sistemático de los desarrollos a nivel internacional con el fin de evaluar continuamente la validez de las metas y las prioridades. Lo anterior puede y debe ser instrumentado en nuestras instituciones de investigación. Al monitorear a las entidades líderes en investigación en el mundo, se deberán revisar los tipos de proyectos predominantes y establecer tendencias probables.

Asimismo, es importante hacer una red de monitoreo de las necesidades futuras de los clientes/usuarios de los resultados de I y D. Lo que se esté haciendo en I y D debe coincidir con el momento en que se requiera, para lograr resultados no sólo eficaces, sino también oportunos.

Finalmente, se concluyó que es indispensable mantenerse alerta sobre los patrones de desarrollo y difusión de la biotecnología a nivel internacional

ENFOQUES DE LA BIOTECNOLOGIA

Posibles enfoques de la biotecnología (1a. parte)

Rodolfo Quintero

La biotecnología ofrece nuevas oportunidades para la generación de nuevos productos y procesos y para la mejoría de los ya existentes en muy diversos campos de la actividad económica y productiva, aún cuando hasta la fecha los resultados sólo han sido tangibles en el campo de la salud humana, en otros han habido ejemplos potenciales.

El desarrollo de las metodologías biológicas ha sido vertiginoso en los últimos veinte años y de hecho la creación de nuevas técnicas es común, volviendo obsoletas, o dando nuevas perspectivas de avance a otras. En ese sentido se ha podido lograr trabajar cotidianamente con cualquier tipo de célula viva desde microorganismos hasta células humanas, pasando por levaduras, hongos, células vegetales y células de animales superiores.

El doble carácter de la biotecnología, multisectorial en su aplicación y multidisciplinario en su desarrollo, dificulta grandemente su análisis y más aún cuando se trata de hacer una prospectiva sobre el impacto que tendrá en algún país o región en particular. A lo anterior habría que añadir que a medida que la biotecnología se aplica en diversos sectores y mercados, van apareciendo nuevos problemas y cuestionamientos de tipo social y ético, que desde ahora se vislumbran como importantes elementos a considerar para evaluar la potencialidad y futuro de estas metodologías. El hecho de poder modificar a los seres vivos de manera racional y dirigida ha dado al hombre nuevas opciones, pero al mismo tiempo, surgen preguntas sobre el peligro intrínseco de ellos y en algunos casos sobre el efecto que tendrán en valores básicos como son la libertad y la herencia.

En el proyecto que actualmente se realiza en el CIT, hemos decidido seguir un análisis con un enfoque múltiple:

- de las principales disciplinas que la componen,
- de los sectores más importantes de aplicación,
- de los aspectos socio-económicos más relevantes.

Para el primero estamos considerando las siguientes disciplinas y/o tecnologías básicas:

- estructura de proteínas

- enzimología y biocatálisis
- ingeniería de proteínas
- ingeniería genética
- estructura y regulación genética
- biología de microorganismos de interés industrial
- tecnología de fermentación
- bioseparaciones
- cultivo de células animales y vegetales
- biocomputación
- modelación de bioreactores y control
- sistema controlado de drogas
- biosensores
- sondas inmunológicas y genéticas.

En lo relativo a sectores de aplicación, revisaremos los siguientes:

- alimentos

- agropecuario
- medio ambiente
- energéticos
- productos químicos
- productos para la salud humana (vacunas, sistemas diagnósticos y nuevas drogas).

Finalmente, los aspectos socio-económicos de mayor interés son:

- formación de recursos humanos en biotecnología
- reglamentos de seguridad
- propiedad intelectual
- programas internacionales de biotecnología
- políticas nacionales de biotecnología
- aspectos éticos del uso de la biotecnología.

En los próximos números del boletín se discutirán en mayor detalle los tres enfoques propuestos. ●

BIOTECNOLOGIA APROPIADA

Trigo y maíz: las posibilidades biotecnológicas agrícolas en el año 8000 A.C.

Albino Ahumada Medina

Ahora es una realidad concebir, ya sea en teoría o en la práctica, mecanismos de manipulación genética que nos permitan determinar las características de los organismos que de alguna forma nos interesan. Tales manipulaciones conjugadas con otras técnicas es lo que se ha denominado **revolución biotecnológica** y en ella los futurólogos manifiestan decididamente sus esperanzas; no obstante y con las medidas guardadas, nos inquieta una pregunta: será ésta la "primera revolución biotecnológica que conmueve a la humanidad?

El modelo del género **Homo** aparece acabado desde los inicios del pleistoceno hace dos millones de años; este primate erecto ya contaba con las facultades que normalmente le reconoceríamos a un hombre corriente de nuestra época; desarrollaba ideas religiosas, era capaz de organizar cacerías de grandes mamíferos, creaba arte, exploraba y poblaba todos los continentes; no obstante su forma de vida en ese largo período apenas se modificó si la comparamos con lo ocurrido en los últimos ocho mil años. El

potencial humano para fomar las complejas ciudades que favorecieran una evolución histórica como ahora la concebimos no arrancaba, algo estaba haciendo falta. Al parecer dicho arranque requirió de dos grandes eventos **biotecnológicos revolucionarios** que ocurrieron en el mundo.

El **primero** y más fácil de documentar fué en las montañas de la Media Luna de las Tierras Fértiles en el Cercano Oriente donde hace ocho mil años algunos grupos humanos colectores de granos encontraban desesperantes problemas técnicos en la cosecha de trigo silvestre; esto ocurría por el efecto mecánico del viento o del colector que ocasionaba que la espiga prácticamente estallara desgranándose y cada semilla caía enterrándose en el suelo gracias a su forma de flecha; debía ser una labor ingrata manejar estas espigas. Por fortuna, un error genético ocurría espontáneamente en aquellas poblaciones de trigo y algunas plantas adquirieron la capacidad de retener el grano hasta su maduración; sin duda un defecto para la perpetuación de la especie pero una feliz ventaja a los ojos de los **colectores-selectores neolíticos** que pudieron cegar con más facilidad cierto tipo de

espigas que no estallaron al ser manipuladas. Entre la acción selectora de aquellos humanos y la acción de sembrar premeditadamente desconocemos cuanto tiempo pudo transcurrir. Lo que si podemos señalar es que hubo una mutación que al ser seleccionada desencadena la agricultura y todas las consecuencias de una evolución humana que hasta entonces no permitían al hombre manifestar el verdadero potencial de su diseño biológico.

El **segundo** gran evento de mutaciones y selecciones fue el mexicano con el maíz hace poco mas de 4000 años; desafortunadamente, hasta ahora ha sido más difícil reconstruir su secuencia por la falta de campos silvestres de la gramínea, lo que no permite seguir la huella de las probables hibridaciones y mutaciones que permitieron los primeros asentamientos agrícolas en América. Sin embargo, lo que aquí es incuestionable es la participación humana en un proceso de selección de transformaciones genéticas profundas en las que el maíz llega a ser retenido por la mazorca de tal forma que se hace totalmente dependiente del hombre para su perpetuación como especie. ●

PERFIL DEL EMPRESARIO BIOTECNOLOGICO

El Ing. Domingo Benavides, director de Enzimóloga

La empresa: Una de las más exitosas empresas biotecnológicas mexicanas.

La empresa Enzimóloga, S.A. de C.V. nace a principios de marzo de 1982, justamente al inicio de la crisis económica en México.

En 10 años de existencia, la empresa ha demostrado una capacidad de innovación impresionante. Participa activamente en mercados internacionales, ya que es uno de los seis productores de aspartamo en el mundo. Cuenta con noventa empleados y por su perfil educacional (el número de Ph. D que emplea), se puede clasificar como una pequeña empresa biotecnológica similar a las así concebidas en los Estados Unidos para alta tecnología.

Recientemente, inició la producción de fenilalanina, una de las materias primas en la elaboración del aspartamo, convirtiéndose así en la primera empresa en México que usa microorganismos recombinantes a nivel industrial.

El empresario: *"Un director que no sueña no es director"*

La idea, creación y empuje de Enzymóloga es de un joven empresario con pasión por el conocimiento, ávido lector de revistas técnicas, que viaja y se mantiene en contacto constante con el entorno tecnológico a nivel formal e informal. En su opinión: *viajar da ideas y define objetivos e ilusiones.*

Su visión para los negocios es poco común en el ámbito empresarial mexicano: orientada a nueva biotecnología, como un medio para desarrollar negocios y un convencimiento de que *el desarrollo de tecnología, paga.*

Este empresario tiene formación en ingeniería química a nivel licenciatura en México y maestría en administración de negocios en Estados Unidos. A nivel familiar, pertenece a la tercera generación de empresarios y a la segunda de empresarios industriales, en un sector como el farmacéutico, cuyo dinamismo es el resultado de la I y D.

Antes de la creación de Enzymóloga, este empresario había tenido a su cargo el arranque y operación de dos importantes empresas en el sector farmacéutico nacional.

Su empresa nace de manera independiente a las actividades del grupo familiar. Sus motivaciones para crear la empresa fueron *las ansias de volar y las ganas de hacer algo por su cuenta.*

Iniciar una empresa desde los cimientos constituye un reto, un riesgo que no todo el mundo está dispuesto a correr. Las empresas mexicanas crecen comprando empresas ya hechas.

La disponibilidad y condiciones de acceso a la tecnología llevaron a la empresa a participar en el desarrollo de los tres productos que elabora. *Estar en I y D es como un efecto geométrico.*

En investigación hay que gastar lo necesario, siendo fundamental tener gente de alta calificación científica. Pero además es importante en los procesos de desarrollo tecnológico, que *el investigador tenga experiencia industrial.*

La percepción en el medio académico acerca de la empresa y su líder es de que le otorga a la tecnología el peso justo; la tecnología es un medio no un fin. Lo anterior sólo se puede lograr con una visión muy clara del mercado.

Este empresario ha abandonado proyectos de desarrollo cuyo mercado era poco definido o había dejado de ser atractivo. Pero en proyectos donde el mercado era importante se mantuvo, a pesar de que el desarrollo fuera incierto.

En desarrollo uno llega a un punto sin retorno, donde sólo se puede seguir adelante.

Este saber qué hacer, qué retos tomar y cuándo abandonar el camino, sólo es posible en empresas de alta tecnología si se cuenta con información especializada. Como ya se señaló, el mencionado empresario es un ávido lector de libros y revistas científicas y un buen conocedor del mercado.

La empresa recibe periódicamente publicaciones técnicas y de negocios, tiene acceso directo a bancos de datos computarizados; su personal de I y D se mantiene actualizado y concurre a congresos científicos, y el propio empresario mantiene relaciones informales, pero algunas de ellas muy sistemáticas, con investigadores de universidades y centros de I y D.

La planeación de una empresa siempre tiene un componente intuitivo, hay que olfatear las oportunidades, estar en el mercado y conocer sus tendencias.

En 1985, el aspartamo fue concebido con una visión modesta ya que contemplaba sólo el mercado nacional. El furor que han desatado los edulcorantes no calóricos modificó completamente las perspectivas de la empresa, la que ha incrementado su capacidad de producción y se desenvuelve ahora, principalmente en mercados internacionales.

Para capturar el mercado hay que tener la mentalidad de conquistarlo.

Hay que dar más de lo que se pide. Si se tiene la mentalidad anterior, la exportación no entraña grandes dificultades, los problemas de infraestructura existen, pero se pueden resolver.

Desde su creación la empresa ha tenido relaciones formales e informales con universidades y centros de investigación en el país; sin embargo, a nivel formal no han logrado cristalizar completamente, por diferentes razones.

Es importante resaltar que a nivel informal la empresa ha mantenido relaciones prolongadas, frecuentes y fructíferas con investigadores de

diferentes universidades y centros de investigación del país.

La tradición familiar y ciertas características de su director, como la experiencia adquirida vía el negocio familiar en un sector tan dinámico como lo es el farmacéutico, han sido elementos importantes en el éxito de Enzymóloga.

La *herencia empresarial* contribuyó a forjar una mentalidad especial, una mentalidad de largo plazo con capacidad para entender los requerimientos y riesgos de la I y D, y para orientar su impulso emprendedor. El Ing. Benavides siempre ha contado con la determinación de seguir adelante, de vencer obstáculos, pero sobre todo, de tratar sin tregua, de hacerlo siempre y siempre mejor.

El saberse rodear de la gente idónea ha sido otro elemento muy importante en el éxito de su empresa. La formación y experiencia de los

investigadores es muy importante, ya que la I y D exige gente de alta calidad científica.

El Ing. Benavides considera que *la apertura de fronteras y las tendencias a la globalización, van a darle a la industria nacional la mentalidad a largo plazo que está necesitando.*

La Ley de Patentes, a su vez, va a imponer retos y oportunidades, va a impulsar el desarrollo tecnológico, la empresa que no lo realice va a desaparecer. Lo anterior se aplica también a la nueva política ecológica.

Finalmente es importante resaltar la percepción de este destacado empresario a cerca de la política pública para la innovación, como algo en lo que se puede influir, y que se puede moldear a través de los contactos adecuados.

- Agradecemos al Ing. Domingo Benavides la entrevista concedida a Rosa Luz González y a José Luis Solleiro para elaborar el perfil de esta empresa. ●

ESPACIO DE COLABORADORES

SALUD Y BIOTECNOLOGIA

El futuro de la industria farmacéutica

Armando Roa Béjar

El pasado 20 y 21 de noviembre de 1991, tuvo lugar en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) el symposium "Futuro de la Industria Farmacéutica: Desarrollos en la Estructura del Mercado y en la Tecnología".

Este symposium reunió a expertos de la industria, del gobierno y de las universidades para exponer sus puntos de vista acerca del futuro en esta industria. Los temas analizados se refirieron fundamentalmente a las regulaciones gubernamentales, la estructura de los servicios de salud y las nuevas tecnologías.

Entre los cambios que se avecinan y que tendrán impacto en esta industria están los siguientes:

Cambios Tecnológicos.

La industria farmacéutica se acerca cada vez más a la ciencia básica. Cada vez sabemos más acerca de los mecanismos moleculares de la enfermedad y ahora se pueden diseñar y sintetizar moléculas específicas para bloquear procesos patológicos. La química de péptidos y proteínas y las técnicas de biotecnología e ingeniería genética han incursionado en esta industria haciéndola cada día más compleja y sofisticada.

Nuevas Técnicas están siendo desarrolladas para atacar uno de los mayores problemas de esta industria: el largo tiempo requerido para demostrar la efectividad e inocuidad de un nuevo fármaco y poderlo así introducir al mercado lo más rápidamente posible. Otra rama en la que se está trabajando con intensidad es la de la dosificación de medicamentos. Con esto lo que se busca es facilitar el tratamiento al paciente, minimizar los efectos adversos por sobredosis, y extender el tiempo de vida de un fármaco en el mercado, ya que cambiando el vehículo, se presenta un nuevo producto que no requiere los largos tiempos de verificación de un fármaco nuevo.

Por otra parte, en lo referente a la infraestructura, la tendencia es hacia plantas cada vez más costosas debido a la creciente complejidad de la tecnología y al también creciente rigor de las legislaciones que ya no solamente regulan los productos, sino también los procesos con los que se obtienen dichos productos. Estos altísimos costos de infraestructura han obligado a los industriales a construir plantas versátiles, en las que se puedan fabricar una gran variedad de productos para repartir entre todos ellos, el costo de amortización de la planta. Otra necesidad, es la de incursionar en los mercados mundiales, puesto que inversiones de tal magnitud no pueden justificarse con mercados locales o regionales.

Cambios legislativos.

Las nuevas tecnologías (biotecnología e ingeniería genética) han introducido nuevos riesgos en esta industria. La legislación se ha ido adaptando a estos cambios con el fin de proteger a la sociedad y al medio ambiente, haciéndose cada vez más estricta y enfocándose cada vez más en la forma en que son obtenidos los nuevos fármacos. Esta nueva normatividad tiende también a internacionalizarse, propiciando con esto también la globalización de los mercados.

Cambios demográficos.

La población en todo el mundo es cada día más vieja. Esta tendencia es más acentuada en los países desarrollados que tienen incluso tasas de crecimiento negativas. Enfermedades degenerativas como osteoporosis, demencia senil, cáncer, artritis, etc., ocupan ahora la atención de los investigadores sustituyendo el interés por las enfermedades infecciosas y tropicales. La medicina del futuro se ocupará más de mantener la salud que de curar enfermos. Técnicas avanzadas de diagnóstico temprano, monitoreo y control de las patologías antes de que se manifiesten sus síntomas serán comunes el próximo siglo. Trasplantes, prótesis y robótica aplicada al auxilio de los minusválidos tendrán también una creciente importancia.

Cambios en la estructura del sector salud.

Los precios tan altos que han alcanzado los medicamentos en E.U. se deben fundamentalmente a 2 motivos: Los altísimos costos de investigación, desarrollo, pruebas e introducción al mercado de una nueva molécula con actividad farmacológica; y el funcionamiento viciado de un mercado imperfecto donde al parecer a nadie le interesa tener medicamentos baratos. Los pacientes no pagan sus medicinas, las paga el seguro; los médicos tienen contentos a sus pacientes y ganan en prestigio recetando medicinas caras; a los hospitales les importa poco el precio del tratamiento, el seguro paga; los seguros ganan adeptos entre más caro sea el costo de atención a la salud, simplemente actualizan el monto de las primas de tal manera que la gente, las empresas, la sociedad en general acaba pagando el altísimo costo de medicamentos especializados que de ninguna manera justifican su precio con las ventajas terapéuticas que ofrecen sobre los medicamentos genéricos que podrían utilizarse a un costo mucho menor.

Esta situación está llegando ya a un grado tal, que está motivando a algunas empresas grandes, a tomar la salud de sus empleados bajo su propia responsabilidad. Esto es, en vez de pagar primas de seguros exorbitantes, contratan médicos y montan clínicas propias para atender a su personal. Ejemplos de esto se están multiplicando por toda la Unión Americana pues se ha demostrado que es más eficiente y económico que pagar el seguro de gastos médicos. En el futuro, se espera que este esquema se generalice y de esta manera se restablezca el funcionamiento de un mercado competido y eficiente en costos. ●

PROXIMOS EVENTOS EN EL CAMPO DE LA BIOTECNOLOGIA Internacionales

- **BIO-Recognition: An International Industrial Biotechnology Conference;** del 1 al 4 de junio de 1992; Montreal, Canadá. Deadline for submission 15 de enero de 1992. Areas consideradas: 1) Resources-Based Industries; 2) Health Care Industries; 3) Waste Management Industries; 4) Agriculture and Food Industries; and 5) Assessment of Environmental Impacts of the Application of Biotechnology in the above Industries.
- **Fourth International Conference on Productivity and Quality Research;** del 9 al 12 de febrero de 1993; Miami, Florida. Deadline for abstract 30 de marzo de 1992. Areas consideradas: A) Productivity Measurement; B) Productivity Evaluation and Planning; C) Productivity, Quality, and Technology Linkages; D) Productivity and Quality Management Process; E) Transfer of Knowledge in Productivity and Quality Research; F) Formal Productivity and Quality Education; and G) Awards for Productivity and/or Quality Excellence.
- **Ninth International Biotechnology Symposium;** del 16 al 21 de agosto de 1992; Crystal City, Virginia. Deadline for Abstract Form-Posters 31 de marzo de 1992. Areas consideradas: 1) Frontiers in Polypeptide Production; 2) Frontiers in the Production of Metabolites; 4) Microbiology and Physiology; 5) Biocatalysis and Biotransformation; 6) Bioreactor Engineering; 7) Downstream Processing; 8) Bioinstrumentation and Bioprocess Control; 9) Policy Issues in Biotechnology; 10) Environmental Biology and Engineering; 11) Agriculture and Food Biotechnology; and 12) Biotechnology in Developing Countries.
- **Executives Conference '92;** 4 y 5 de mayo de 1992; Portland, Oregon. Areas consideradas: 1) Biomedical Informatics; 2) Bioremediation; 3) Plant Molecular Biology; 4) Biosensors and Novel Instrumentation; and 5) Neurosciences.
- **The 6th Annual Intellectual Property Summer Institute;** junio 15 a julio 31 de 1992; Concord, New Hampshire.
- **Technology Transfer Workshop for Faculty Members;** Industrial Technology Institute; abril en New Orleans; mayo en Chicago; septiembre en Denver; y octubre en New York City.
- **33rd IRI Seminar for Managers of Industrial Research;** junio 14-26 en el Stonfer Bedford Glen Hotel en Bedford, Massachusetts.
- **R and D Management Study Group;** 30 de marzo al 3 de abril en la Haya, Holanda.
- **Conferencia Anual de EIRMA (European Industrial Research**
Management Association) sobre el tema "The Human Resource of Industrial R&D"; 20-22 de mayo.
- **Biotech 92 Symposium Internacional:** Tecnologías Moleculares en Diagnóstico y Terapéutica. Se llevará a cabo entre el 13 y el 15 de abril de 1992 en Génova, Italia. Informarse en: Biotech 92, International Symposium: Molecular Technologies in Diagnosis and Therapy, Clas International Via Pace, 8-25122 Brescia, Italy.
- **Biotecnología Habana-92.** Como una continuación de tres congresos previos, el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), ha organizado este cuarto evento que se llevará a cabo en la Habana, Cuba del 8 al 12 de Junio de 1992, en las instalaciones del CIGB. Habrá también una exposición paralela científico-comercial. Para mayor información escribir a: Biotecnología Habana-92, Apartado Postal 6162, Habana, Cuba. Tel: 201402, Fax: 218070.
- **Séptimo Congreso Internacional para Colecciones de Cultivos (ICCC).** El tema principal de este Séptimo Congreso será: La Biodiversidad y el Papel de las Colecciones de Cultivo. Se llevará a cabo en Beijing, China del 12 al 16 de octubre de 1992. Para mayores detalles escribir a: Secretariat ICCV VII Local Organising Committee o Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080/P.R. China.

Nacionales

- SIMPOSIUM sobre: "La interacción genotipo-ambiente en genotécnia vegetal"; 26 y 27 de marzo de 1992; en el hotel de la U de G de Guadalajara, Jalisco. Auspiciado por la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Areas consideradas: 1) Modelos; 2) Análisis; 3) Aplicada; 4) Regionalización; y 5) Taller.
- III SIMPOSIUM sobre Semillas, organizado por la Sociedad Mexicana de Fitogenética, el INIFAP y la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna; del 21 al 23 de mayo de 1992, en las instalaciones de la

Universidad Narro, Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila.

- XIV Congreso Nacional de Fitogenética, se realizará del 4 al 9 de octubre de 1992, organizado por la Escuela de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas y se celebrará en el Campus I en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fecha límite de ponencias 30 de Abril de 1992.
- El CIT-UNAM organiza su Diplomado en Administración de la Tecnología del 11 de mayo al 19 de junio de 1992.

- La coordinación de la Red Nacional de Cooperación en Biotecnología Vegetal quedó a cargo de la Dra. Ma. Cristina López Peralta y se nombraron cuatro vocales, uno por cada Area Biotecnológica, que a su vez representan a cuatro instituciones:
 - Dr. Marco Antonio Bustamante García, UAAAN (Cultivo de Tejidos).
 - M.C. Regina Basurto, CINVESTAV (Ingeniería Genética).
 - M.C. Héctor Guillén Andrade, INIFAP (Marcadores Moleculares).
 - Dr. José Luis Solleiro, UNAM (Bioseguridad).

Apoyo Economico a la Investigacion y Becas Internacionales

- -El programa de apoyo a la investigación en biología y agricultura de la Fundación Internacional para la Ciencia (IFS) ofrece apoyo económico hasta de 12,000 dólares americanos en equipo, reactivos y literatura a jóvenes investigadores con proyectos de relevancia para el desarrollo de su país de origen.

NOTICIAS

Para mayor información escribir a:
International Foundation for Science
Grey Toregatan 19
S 114 28 Stockholm
Sweden
Tel: (46) (08) 7 91 29 00
Fax: (46) (08) 6 60 26 18
Telex: 13722

- El programa de becas internacionales de investigación del Consejo de Investigación en Ciencias Naturales de Canadá ofrece apoyo a nivel postdoctoral:
 - Becas internacionales para investigación en Universidades Canadienses.
 - Becas de investigación científica en los laboratorios del Gobierno Canadiense.

Para mayor información escribir a:
Natural Sciences and Engineering
Research Council of Canadá
200 Kent Street
Ottawa Canadá
K 1A 1H5
Tel: (613) 992-9169
Fax: (613) 992-5331.