

la capacidad de evaluarlas adecuadamente, teniendo en cuenta sus propias necesidades y posibilidades.

Debido a esto, para solucionar el problema se debe volver necesariamente a la situación que le da origen: la precaria capacidad nacional de innovación y el poco desarrollo tecnológico interno, ambos como consecuencia de la falta de una infraestructura científico-tecnológica fuerte y coordinada.

En la medida en que el país posea dicha infraestructura, ella demandará información actualizada, desarrollará los recursos humanos con el grado de calificación suficiente para asimilarla, y, eventualmente, podrá realizar adaptaciones e innovaciones que permitan solucionar los problemas de demanda de tecnología de una manera coherente con las necesidades nacionales, los recursos disponibles y las limitaciones impuestas por el medio.

A través de estas actividades no solamente se podrán desarrollar productos, procesos y servicios más adecuados a la realidad del país, y por tanto con una relación beneficio/costo social mucho más alta, sino que se estará generando la "cultura tecnológica" mínima que se requiere para analizar, negociar,

transferir y asimilar de la mejor manera posible la tecnología extranjera que sea indispensable para el logro de las metas de desarrollo nacional.

La consolidación de la infraestructura en una economía mixta, supone una alta integración entre tres sectores básicos: el Estado, la comunidad científico-tecnológica (universidades, institutos de investigación, firmas de consultoría) y el sector productivo. Y esta integración, por razones evidentes, debe ser promovida por el Estado, el único de los tres sectores con capacidad normativa general. Por esta razón, a pesar de que hay un gran camino por recorrer, deben verse con optimismo algunos hechos concretos que demuestran la progresiva conciencia del Estado en esta materia: la formalización de un Plan Nacional de Desarrollo Científico-Tecnológico y la asignación de recursos a cada una de sus áreas prioritarias, la reglamentación de un estatuto de compras oficiales, a través del cual el poder de compra del Estado se utiliza como un mecanismo de estímulo a la producción nacional, las normas sobre participación conjunta de la consultoría local y la extranjera en proyectos en que la presencia de esta última sea indispensable, etc.

Hay un campo en el cual poco se ha hecho, a pesar de su enorme impacto potencial. Es la conformación de mecanismos e instrumentos que estimulen la verdadera transferencia de tecnología, es decir la que permite una asimilación completa, con miras a desarrollar competitividad internacional. Si el sector productivo recibe estímulos suficientes en esta dirección, su tasa de actualización mejorará, y la competencia internacional lo obligará al mantenimiento de estándares elevados de desarrollo tecnológico, con efectos multiplicadores concretos sobre la comunidad científico-tecnológica local. Aun cuando ya se han dado algunos pasos en este sentido —particularmente a través de la legislación sobre la actividad de ensamble— ellos deben perfeccionarse para tener en cuenta que la superación de las limitaciones existentes en el mercado nacional, desde el punto de vista productivo, y en el internacional, desde la perspectiva de comercialización, no es algo que pueda lograrse en un plazo inmediato. Como en cualquier proceso serio de industrialización, aquí se requiere planeación a largo plazo, metas claras, condiciones coherentes, con la realidad y una gran capacidad de evaluación de resultados para poder modificar lo que sea necesario en forma oportuna. ■

En la zona industrial de Fontibón, entre galpones, fábricas y depósitos, se halla la empresa Producciones Químicas, de capital ciento por ciento colombiano. Allí, cerca de un veintena de hombres, entre administradores, técnicos y obreros, acometen sin aspavientos, calladamente, un proyecto de largo alcance que en los últimos tiempos ha contribuido en forma notable al desarrollo de la tecnología nacional.

Producciones Químicas es fabricante única en Colombia del hidrógeno y el naftenato de cobalto, el óxido rojo, el mercurio amoniacal y el bicloruro de mercurio, absolutamente vitales para la industria química. Suministra a las ramas de la pintura, caucho, plástico y pilas

Un Ejemplo de Innovación Tecnológica Nacional

Gabriel Fonnegra

eléctricas toda una gama de esteatos y naftenatos metálicos, y ha puesto en marcha un proceso experimental para satisfacer la demanda de sales y óxido de cobalto.

Bernardo Uribe Vergara y Roberto Bernal Restrepo, los socios fundadores, siguen siendo después de trece años el alma y nervio de Producciones Químicas. Entre los dos reúnen la experiencia suficiente para sentar las bases de una industria avanzada exclusivamente colombiana. "En Colombia somos capaces de hacer cosas muy buenas en el campo de la química", reafirma Bernardo Uribe, egresado de la Universidad Nacional, Master of Science de la Universidad de Wisconsin y profesor universitario. →

La empresa ha respondido al desafío de abastecer las principales ramas de la manufactura nacional con una serie de elementos que antes debían importarse. Como lo expresa Roberto Bernal, químico de la Universidad de Antioquia, “nuestro objetivo consiste en ir quemando poco a poco las distintas etapas de la producción de materias primas puras, mediante innovaciones sucesivas, puesta la mira en la diversificación”.

Cómo nace una industria

Producciones Químicas surgió de una vieja amistad entre dos hombres de empresa. Ambos se propusieron un día procesar naftenatos metálicos, indispensables para la industria de pinturas. Corría el año



1. Aspecto del laboratorio de desarrollo y control de calidad.

1972. Había en ese entonces una fábrica similar, pero el mercado estaba abierto al que lo deseara. La dificultad radicaba en que debían descubrirse otra vez los diferentes pasos del proceso y la tecnología, no porque fueran desconocidos por la ciencia química sino porque en Colombia casi nadie los había emprendido.

Los fundadores de la empresa aportaron un capital de trabajo que invirtieron en reactivos y material de laboratorio. El ácido nafténico, un subproducto de kerosene, se compraba y se sigue comprando a Ecopetrol; luego se combinaba con plomo, calcio, manganeso, zinc o cobalto y se obtenía al fin el producto. Tras un largo período de ensayos, se fueron corrigiendo paso a paso el color y el contenido metálico del naftenato, a tal punto que Producciones Químicas se ha convertido en principal abastecedor de esta materia prima. “Y lo importante —anota Bernardo Uribe— es que en los naftenatos de calcio y zinc hemos desplazado por entero los componentes importados. En los de plomo y cobalto sólo se importa ahora el componente metálico”.

Un poco después, Producciones Químicas pasó a elaborar la línea de

los estearatos de calcio y zinc, también ciento por ciento nacionales, y por último la empresa dió el salto a las materias primas derivadas del mercurio y el cobalto. Se ha perfeccionado una tecnología para procesar óxido de cobalto con destino a la industria del vidrio; también sales de cobalto tales como cloruros, sulfatos y carbonatos para la industria alimenticia de concentrados animales.

Un aporte significativo

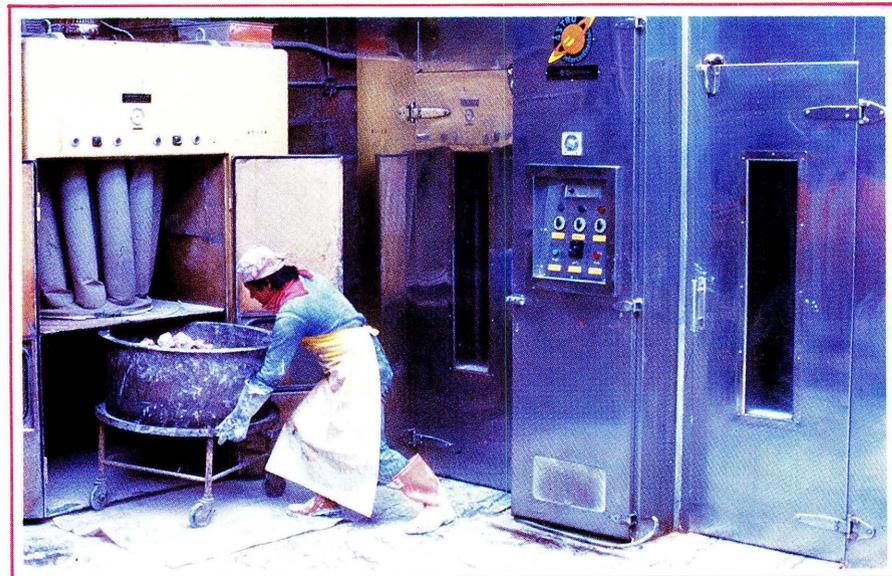
De 1982 a esta fecha el valor de la producción se ha triplicado. Si se parte de un índice 100, la compañía registra el siguiente crecimiento:

1982	1983	1984	1985
100	121	226	343

Lo anterior obedece en parte al alza de los precios unitarios, pero puede también atribuirse, incluso en proporción mayor, a factores como:

- En 1982 se inició la producción hidróxido de cobalto por primera vez en Colombia. Esta materia prima, que representa el 20% de las ventas totales de Producciones Químicas, no es elaborada aquí por ninguna otra empresa.
- El volumen procesado de estearatos de calcio y zinc se duplicó en el mismo período.
- La producción de naftenatos metálicos se incrementó en 67%. Para que lo anterior hubiera sido posible, Producciones Químicas adquirió nuevos equipos, casi todos de fabricación nacional, cuya capacidad instalada se utiliza en 90%.

En 1972, al momento de crearse la compañía, los industriales colombianos debían importar en su totalidad los derivados del cobalto y el mercurio y el grueso de los estearatos y naftenatos metálicos, sustancias químicas muy finas cuyo procesamiento exige un esfuerzo alta-



2. Planta: Vista parcial de secadores

mente especializado y un control riguroso de calidad.

Trece años después, Producciones Químicas está en capacidad de abastecer el mercado nacional de secantes metálicos y el de compuestos de cobalto y mercurio, así como buena parte de la demanda de estearatos de zinc y calcio. “Aún cuando desaparecieran las actuales fábricas del ramo —anota Bernardo Uribe—, nuestra empresa podría suplir con rapidez la producción faltante”.

El proceso de sustitución de importaciones que viene aconteciendo Producciones Químicas guarda gran importancia, puesto que sienta los cimientos para el progreso autónomo de las industrias de pinturas, plásticos, cauchos, pilas eléctricas, cosméticos y productos farmacéuticos, que al disponer de las materias primas básicas aminoran su dependencia con respecto a las naciones industrializadas. No se trata, pues, de un simple ahorro de divisas. “Y lo que es de resaltar —agrega Uribe— es que tal realidad constituye un aporte de la pequeña industria. El que con recursos limitados y principalmente con base en el avance de la propia tecnología puedan desarrollarse productos de avanzada, muestra un ejemplo del camino a seguir, perfectamente accesible a los industriales del país”.

Producciones Químicas Ltda. ha puesto en marcha tecnologías propias en todos sus productos e investiga continuamente con miras a perfeccionar las actuales y abrir paso a las innovaciones. Se ha puesto especial atención al control de calidad, conforme a los parámetros fijados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Icontec.

“Los profesionales colombianos —concluye Bernardo Uribe— podemos fabricar artículos con la misma calidad de los importados, aumentando las posibilidades de autoabastecimiento del país y creando empleo calificado y no calificado”.



Figura 2. Obtención de haploides de arroz por cultivo de anteras: A. Inducción de callos a partir de granos de polen inmaduro contenidos en la antera; B. Plantas diploides homocigotas regeneradas por cultivo de anteras. Notar las diferencias entre líneas y la uniformidad dentro de cada línea.

CLONAJE...

Viene de la pág. 15

La fusión de citoplasmas lleva a la formación de híbridos citoplasmáticos. Este mecanismo puede ser potencialmente útil para la transferencia de genes citoplasmáticos, ej. tolerancia a herbicidas, resistencia a enfermedades y esterilidad masculina, las que difícilmente pueden ser transferidas mediante la hibridación sexual convencional (Cuadro 2). Una importante limitación en el uso de esta técnica es la dificultad de regeneración de plantas a partir de las células híbridas.

PERSPECTIVAS

El clonaje de plantas *in vitro* está llamado a ser una herramienta poderosa en las manos de los mejoradores de plantas. Asociado a las téc-

nicas del ADN recombinante y de la transferencia de genes mediante vectores apropiados, el cultivo de tejidos vegetales contribuirá no sólo a un mejor entendimiento de los procesos fisiológicos y genéticos básicos de las plantas, sino que ayudará a reducir el espacio, tiempo y costos en la obtención de variedades alimenticias genéticamente mejoradas (Cuadro 2). Estas tecnologías ofrecen numerosas oportunidades directamente relacionadas a las necesidades de los países en desarrollo, como por ejemplo la modificación de plantas para aumentar la resistencia a enfermedades. Los países en desarrollo deben orientar esfuerzos para utilizar las nuevas biotecnologías para lo cual es necesario entrenar científicos y proporcionar apoyo para el establecimiento de infraestructura y mantenimiento de la investigación.

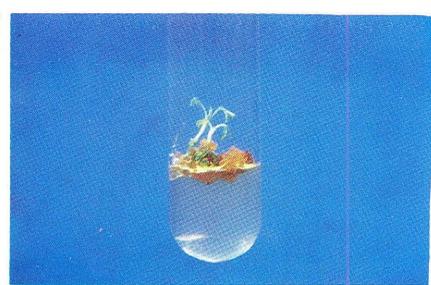
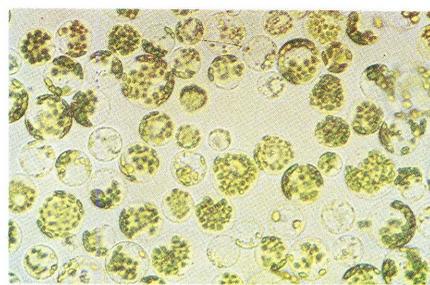


Figura 3. Cultivo y fusión de protoplastos y variación somaclonal en *Stylosanthes*: A. Protoplastos aislados de la hoja (notar abundancia de cloroplastos) B. Regeneración de plantas en callos derivados de protoplastos, C. Variación en el tamaño de la flor que refleja el doblaje de los cromosomas de 20 (testigo, izquierda) a 40 (un somaclón, derecha). D. Resultado inicial (al centro) de una fusión entre protoplastos mesofílicos (verdes) y de suspensión celular (transparentes y grandes).