

Incidencia de la tecnología blanda y la tecnología dura en el desarrollo industrial de la biotecnología en Colombia

Liliam Guevara Cely*, Óscar Fernando Castellanos**

Resumen

La biotecnología ha sido considerada según el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología como área estratégica para el progreso tecnológico, por su incidencia en diversos sectores de la economía nacional. Para que su desarrollo sea armónico es necesario incorporar herramientas que conduzcan a un manejo eficiente de factores tecnológicos, económicos y administrativos. La gestión tecnológica en los procesos biotecnológicos es estratégica para tal fin y será exitosa en la medida que se comprenda e interprete adecuadamente el papel de los componentes básicos de la tecnología: el blando (TB) y el duro (TD). Con este propósito, se desarrolló un estudio (Guevara, 1999) del paquete tecnológico en las organizaciones de dos sectores escogidos: biopesticidas y bebidas alcohólicas. Inicialmente se realizó una conceptualización en la que participaron empresas, investigadores, académicos y consultores. Ésta permitió llegar a un concepto unificado de los dos componentes antes mencionados y a seleccionar las variables relacionadas con cada tecnología. Con base en estas variables se realizó un diagnóstico tecnológico por sector, determinando sus fortalezas y sus debilidades, así como los aspectos en común y específicos; permitiendo la extrapolación hacia las características de la temática biotecnológica general en el país. En la siguiente etapa de la investigación, se identificaron las variables organizacionales que mayor influencia ejercen sobre las demás y sobre la competitividad, lo cual se logró mediante la utilización del análisis estructural MICMAC (Matriz de Impactos Cruzados - Multiplicación Aplicada a una Clasificación). Estos resultados y su análisis permitieron formular planteamientos tendientes a mejorar el manejo e integración de las variables empresariales, así como recomendaciones que conduzcan a un desarrollo integral de la biotecnología industrial en Colombia.

Introducción

En la actualidad el progreso de las regiones está marcado por algunos aspectos fundamentales, entre ellos la competitividad empresarial, característica esencial de aquellas organizaciones que deseen participar en el mercado internacional; la tecnología, impuesta por la globalización como una variable muy importante para la producción eficiente y para el logro de una alta productividad; y la biotecnología, reconocida como he-

rramienta potencial para la producción de bienes de mejor calidad, más económicos y ambientalmente sostenibles. En el mundo la biotecnología es uno de los sectores comerciales e industriales de más rápida expansión; no obstante, es preciso comprender que para que sus beneficios se manifiesten en algunos años será imprescindible una adecuada integración de estos tres elementos, donde la tecnología y su uso efectivo permitirán a las compañías biotecnológicas del país mejorar su competitividad.

Aunque algunas naciones en desarrollo poseen ya un creciente sector biotecnológico, presentan deficiencias en ciertas áreas científicas y tecnológicas. Se requiere entonces un decidido apoyo de la comunidad internacional a estos países. Entidades como la FAO o la

* Ingeniera química, Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia, e-mail: ing.lili@starmedia.com

** Ingeniero químico, M.Sc., Ph.D., director Unidad de Innovación, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, e-mail: ocasta@ingenieria.ingsala.unal.edu.co

Unesco pueden desempeñarse como nucleadores o intermediarios solventes en la *transferencia de tecnología* (Iáñez, 1997). Empero, la eficiencia de este proceso está determinada por dos factores: 1.) la tendencia creciente de las empresas occidentales a proteger sus tecnologías y productos bajo alguna forma de propiedad intelectual, y 2.) la capacidad como receptores de tecnología de los países en desarrollo.

La transferencia de tecnología es necesaria para no quedar rezagados ante los nuevos adelantos; este proceso se efectúa realmente cuando la compañía adquiere, asimila, comprende y apropiá la tecnología (Bernal, 1995), propendiendo por el aprendizaje y posterior generación de conocimiento. Por lo cual es imprescindible introducir al trabajo que se está llevando actualmente, cuyo carácter es más investigativo, los factores que son determinantes para el avance del sector, siendo éstos la gestión tecnológica y la componente ingenieril. Por lo anterior y por la importancia que el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología ha otorgado a la biotecnología en nuestro país para el desarrollo industrial y económico, es necesario preparar las organizaciones para la *administración efectiva de la tecnología*, a fin de que asimilen, adapten y generen conocimientos que les permita elevar su competitividad y contribuir al nivel de vida de la comunidad.

El avance de la biotecnología moderna en los últimos cinco años ha comenzado a generar algunos productos, particularmente en el sector agrícola. Sin embargo, aunque existen aproximadamente 70 instituciones, entre estatales y privadas, que involucran biotecnologías en sus procesos de investigación y producción, menos de 20 están aplicando sus resultados a nivel comercial (Cabra y Sánchez, 1997). Los análisis globales de la aplicación de la biotecnología moderna en el país, muestran que los avances en este campo técnico son incipientes y que en su mayoría cuentan con baja aplicación en el sector productivo, lo cual ha sido discutido repetidas veces por los consejeros del Programa de Biotecnología, quienes afirman que entre la biotecnología investigativa desarrollada en Colombia y los intereses de la industria y el mercado existe un divorcio (Castellanos, 1996). La investigación más que un ejercicio intelectual debe ser un camino real para la solución de problemas específicos y la generación de nuevos productos (Amaya, 1989). El factor más crítico es la escasez de investigadores de nivel doctoral formados en disciplinas básicas y con *capacidad de gestión tecnológica*. Por tanto, se requiere de un plan agresivo de formación en ciencias básicas, ingenierías y gestión tecnológica, entre otras, donde la universidad desempeña un papel fundamental.

Para la investigación se tomaron dos sectores de referencia cuyo desarrollo histórico ha sido diferente, éstos son: 1.) producción de biopesticidas y 2.) producción de bebidas alcohólicas (particularmente vinos). La producción de biopesticidas es estratégica para el sector agrícola, ya que ésta es una alternativa ambientalmente sostenible para controlar un sinnúmero de plagas que atacan los cultivos de alimentos. Esta es una práctica biotecnológica reciente en nuestro país, el *know-how* del proceso es mantenido en secreto y sólo se conocen sus generalidades; por otro lado, estas organizaciones poseen un grado medio de entendimiento de la variable tecnológica, en este sector es posible visualizar el potencial existente para la innovación. El sector de bebidas alcohólicas ocupa un margen importante de producción en la industria de alimentos y sus empresas realizan aportes para la educación y la salud. El *know-how* es tradicional, el conocimiento que se tiene de la variable tecnológica es muy bajo, además son organizaciones con poca inclinación hacia prácticas innovadoras. La necesidad de mejorar la competitividad de estos sectores hace necesario el planteamiento de estrategias que permitan llegar de alguna manera a ésta. La tecnología es posiblemente la principal herramienta con la que puede contar una compañía; empero, no se posee una conceptualización clara de ésta, se desconoce su alcance y sus componentes, así como su gestión. Genéricamente la atención se ha centrado en el manejo de máquinas y equipos, considerándolos la única alternativa para mejorar la productividad; esto por desconocimiento de los elementos blandos, por medio de los que se pueden manejar indirectamente los factores productivos, obteniendo mayores beneficios y permitiendo una visión sistémica de la organización. En ocasiones se ha llegado a desplazar el recurso humano, sin tener en cuenta que la excelente gerencia de este factor, puede llegar a ser más determinante. Por tanto al finalizar esta investigación se presentarán las variables organizacionales que contribuyen de manera más acentuada a la administración de todos los recursos, dirigiéndolos hacia el logro de la competitividad.

Metodología

La investigación partió de la interpretación de los términos: *tecnología blanda* (TB) y *tecnología dura* (TD); en esta primera etapa se buscó una convergencia de conceptos con base en las acepciones dadas por los expertos¹ y las empresas, identificando los elementos comu-

1. En este estudio se consideran expertos a aquellas personas con amplio conocimiento y experiencia en aspectos relacionados con las áreas de gestión empresarial, tecnológica o biotecnológica.

nes que condujeran a la determinación de las variables² o términos de referencia para el desarrollo del estudio. Con este propósito se diseñó la primer herramienta de consulta que contenía seis preguntas, así: concepto, relaciones existentes, impacto en la competitividad, instrumentos que permiten su evaluación y ventajas de realizar un estudio acerca de las dos tecnologías. La encuesta se aplicó a académicos (Universidad Nacional de Colombia), instituciones de gestión (Fundación Tecnos, Asociación Colombiana de Tecnología Acoltec, Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología Corpodib y Colciencias), instituciones de investigación y desarrollo tecnológico (Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia), así como empresas de producción y comercialización de los sectores escogidos, se contó con 18 participantes. La consulta se realizó a profesionales de diferentes áreas (Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, Economía, Administración de Empresas, Química Farmacéutica y Biología) que ocupaban cargos directivos en las entidades relacionadas.

La determinación de las variables condujo a la segunda etapa de la investigación, cuyo propósito era conocer la situación actual de la tecnología blanda y la tecnología dura en la muestra de compañías de los sectores escogidos. Para esto se elaboró el instrumento de diagnóstico tecnológico que contenía diecisésis ítems y un total de 143 preguntas que indagaban sobre el mane-

jo de las variables identificadas e información general de la empresa y el sector. El diseño de este instrumento se basó en la literatura y en encuestas ya realizadas por instituciones como el IFI, Acoltec, Tecnos, y Cidetexco. Esta metodología se aplicó a empresas de ambos sectores (ocho en total), la selección de las compañías se realizó al azar, tomando inicialmente una muestra de 15 empresas de las cuales finalmente participaron el 60%, las demás organizaciones se retiraron del proceso por diversas circunstancias.

De manera simultánea se procedió a la tercera fase del estudio, ésta inició con la elaboración de la cartilla de análisis estructural por medio del empleo de matrices estructurales (MIC-MAC), cuyo objetivo era encontrar las relaciones entre TB - TD, midiendo la influencia mutua entre variables y su impacto en la competitividad empresarial, esta herramienta permitió seleccionar las variables claves de la tecnología blanda y la tecnología dura y aquéllas de mayor impacto sobre la competitividad. La metodología aplicada en esta etapa se realizó con base en trabajos ya elaborados sobre formulación de proyectos y prospectiva tecnológica.

nológica (Casanova, 1996; Cely, 1998; respectivamente). Se contó con 11 participantes, entre académicos, investigadores y representantes de las empresas.

Al concluir el análisis de resultados de los tres instrumentos anteriores, se procedió a la formulación de planteamientos que contribuirán a mejorar la interacción entre la tecnología blanda y la tecnología dura, conduciendo así a incrementar la competitividad empresarial. Para la formulación de los planteamientos la información re-

2. Se define como variables el conjunto de elementos que conforman y describen un fenómeno, proceso, tema, área o caso que sea sujeto de estudio.

querida fue: situación actual de la tecnología blanda y la tecnología dura en cada uno de los sectores en estudio; variables que cada sector consideró clave; variables clave de la tecnología blanda y la tecnología dura, obtenidas de la matriz unificada entre sectores y expertos; así como la relación de influencia de las variables clave con las demás. Los planteamientos se realizaron para cada sector y para la temática biotecnológica en general.

Resultados y discusión

Interpretación de la tecnología blanda y la tecnología dura

Al realizar un análisis general de los resultados de la encuesta, se encontró que las compañías consultadas del sector de vinos, en su mayoría, no respondieron a las preguntas por falta de conocimiento sobre los dos términos. Las respuestas obtenidas relacionan la tecnología blanda y la tecnología dura con: el tamaño de la empresa, el impacto ejercido sobre la organización y la inversión requerida para su implementación. En cuanto a las compañías consultadas del sector biopesticidas, en su mayoría, poseen una conceptualización más clara sobre estos dos términos. La tecnología blanda la refieren a los sistemas, los procesos y los procedimientos de producción; y la tecnología dura la refieren a los equipos y las máquinas que utilizan en el proceso productivo. Esta forma de entender la TB y la TD puede llevar a perder de vista algunos elementos importantes en las organizaciones, como son los aspectos organizativos, de dirección, etc.

Por lo anterior, es evidente la necesidad de aclarar estos términos, de manera que con los conceptos dados y la lista proporcionada de algunas de las variables que permiten identificar la tecnología blanda y la tecnología dura, las organizaciones puedan introducirlos y manejarlos internamente, mejorando así la administración de todos sus recursos.

1. *Tecnología blanda:* En esta etapa se percibió la dificultad que existe al emitir un concepto sobre los dos términos, en particular se observó una mayor controversia en la conceptualización de la TB. Situación dada seguramente por la carencia de aspectos tangibles que la representen.

Las acepciones dadas por los expertos y las empresas, contienen elementos importantes que pueden hacer parte de la tecnología blanda, por ello, en búsqueda de los aspectos claves y de la concatenación de conceptos, se realizó la desagregación de los conceptos recibidos y se agruparon los elementos comunes. Algunos aspectos identificados fueron: conocimiento desincorpo-

rado (información); conocimiento que poseen las personas; valores y costumbres; modo de hacer las cosas; capacidad para realizar algo; manera como se organiza el trabajo en equipos; manera como se organiza la producción y la administración; conocimiento comercial y coordinación de la comercialización; identificación de las necesidades del mercado; capacidad para adaptarse y aprender; depende de la capacidad inteligente del hombre; procedimientos de diseño e innovación; coordinación de la producción de bienes y servicios; articulación de recursos por medio de su administración y gestión tecnológica; tecnología administrativa - aplicación de técnicas modernas de administración; conocimientos organizacionales y administrativos; conocimientos para resolver problemas sociales; gestión y modelos de gestión.

Los aspectos identificados en la desagregación poseen en común las siguientes características: afectan indirectamente el proceso productivo, proveen métodos y formas de organizar el trabajo en la empresa y dan direccionamiento a la compañía. Es importante mencionar que, las acepciones dadas por las empresas de biopesticidas, están muy relacionadas con el proceso productivo; por cuanto la contribución de éstas al resultado final de la conceptualización de la TB fue limitada.

En la literatura se encontraron opiniones dadas por diferentes autores (García, 1997; Bernal, 1995; Villamizar, 1995; Mejía, 1993; Moreno, 1992; Camacho, 1990; Riveros, 1998), éstas contribuyeron a identificar los aspectos clave, en especial la concepción de Guillermo Camacho aportó elementos importantes para entender el objetivo de la TB. Con la literatura se reforzó el listado resultante de la desagregación, siguiendo un procedimiento similar al empleado con los conceptos recopilados en la consulta, lo cual facilitó el proceso de identificación de las variables.

En síntesis y como corolario, se puede decir que la tecnología blanda son los conocimientos aplicados al direccionamiento de la organización, a la forma y a la metodología empleada por la compañía para efectuar sus operaciones y a la administración de los recursos que posee la empresa con el fin de obtener un producto o servicio que colme las expectativas del cliente (consumidor o usuario). Estos conocimientos se identifican más explícitamente a través de las variables seleccionadas.

Finalmente y con base en los aspectos encontrados en la desagregación, el marco teórico y la orientación de algunos asesores, se identificaron ocho variables o términos de referencia respecto a la tecnología blanda para el presente estudio, éstas son:

- *Estructura organizacional* (Vasconcellos, 1990): forma de agrupar los recursos humanos y materiales, definiendo el papel de cada unidad. Ésta define los niveles de la empresa, las responsabilidades, las funciones, toma de decisiones y los medios. En general la forma de organizar el trabajo en la empresa (Vasconcellos, 1990).
 - *Cultura organizacional* (Serna, 1997): incorporada en los principios, comportamientos, normas, creencias y valores que se constituyen en la expresión de la filosofía empresarial. Define la forma de pensar de la empresa, la forma de actuar.
 - *Planeación estratégica* (Serna, 1997): proceso de planificación a nivel de una organización que comprende la elaboración de un diagnóstico interno y del ambiente externo; formulación de visión, misión, objetivos y metas; análisis de oportunidades y riesgos (posicionamiento); análisis de fortalezas y debilidades; formulación, selección y elección de la estrategia; actividades, costos y plazos (implementación) y evaluación. Incluye planes estratégicos, tácticos y operacionales.
 - *Planeación de la tecnología* (Cidetexco, 1996): proceso continuo, flexible e integral que genera una capacidad de dirección, permitiendo definir la evolución que debe seguir una organización para aprovechar, en función de su dominio tecnológico, las oportunidades actuales y futuras que ofrece el entorno. En éste se formula el plan tecnológico de la empresa, definido en los siguientes términos: estrategia tecnológica, objetivos, políticas, programas y presupuestos relacionados con la tecnología.
 - *Administración de la calidad total* (Icontec, 1994): hace referencia al establecimiento de políticas, objetivos, planes anuales, estrategias y actividades de calidad, que llevan a la calidad integral por medio de la participación de todos en la empresa. Incluye también la formalización de la calidad en la empresa a través de estructuras, responsabilidades, normas, procedimientos, métodos, herramientas y técnicas determinadas para el logro de ésta. Contiene toda la documentación requerida incluyendo normas nacionales e internacionales que rigen el producto y proceso.
 - *Marketing* (Soriano, 1989): incluye la metodología utilizada para detectar las necesidades y expectativas del cliente, la manera de ofrecer los productos y la prestación del servicio al cliente.
 - *Manejo de información* (Mejía, 1995; Forero, 1997): registros de información llevados en cuanto a: materias primas, productos, proveedores, clientes, tecnologías, procesos, etc. Al igual que toda la información y documentación de aspectos externos a la empresa tanto a nivel competitivo como tecnológico.
 - *Gestión del recurso humano* (Caamaño, 1990; Bernal, 1995): forma de administrar el recurso humano motivándolo hacia el mejoramiento continuo. Los elementos que le constituyen son: 1.) Capacitación y formación permanente; 2.) Estímulo a la creatividad; 3.) Motivación; 4.) Liderazgo y 5.) Trabajo en equipo.
2. *Tecnología dura*: Estos conceptos son más homogéneos que los dados para la TB. Se observa claramente que la TD está representada por los equipos, las máquinas y los procesos productivos, que son fácilmente identificables en cualquier organización. Del proceso de desagregación de las acepciones dadas por los expertos y las empresas, se encontraron los siguientes aspectos en cuanto a tecnología dura: la representada en equipos, maquinaria, procesos, insumos y materias primas; el Know-how del proceso; especificación detallada de procesos; la distribución en planta (*Lay-out*); las fórmulas; tecnologías de producción; conocimiento de materiales equipos y procesos para la producción de bienes y servicios; aplicación técnica de la producción y necesita de aparatos físicos para ponerse al servicio del hombre.
- Los aspectos identificados poseen en común las siguientes características: influyen directamente en la producción, representados por elementos tangibles y fácilmente identificables en cualquier organización. Las acepciones dadas por las empresas productoras de biopesticidas es acertada respecto a las proporcionadas por los expertos, por cuanto su contribución fue apropiada para la conceptualización; igualmente, los
- 

expertos concuerdan con las definiciones encontradas en la literatura, las pocas diferencias radican en que algunos identifican más específicamente los aspectos que ésta involucra.

En síntesis y como corolario, la tecnología dura son los conocimientos aplicados y relacionados con la práctica productiva a fin de obtener un producto o servicio que satisfaga las expectativas del cliente (usuario o consumidor). Está representada por elementos tangibles, entre ellos: maquinaria, equipos, procesos, insumos y productos; así como por el conocimiento desincorporado aplicado al proceso productivo (*know-how* de producción). Estos conocimientos se identifican más explícitamente a través de las variables seleccionadas.

Con base en las referencias teóricas encontradas, los aspectos resultantes de la desagregación y la orientación de algunos asesores, se identificaron cinco variables respecto a la tecnología dura para la presente investigación, así:

- *Tecnología de proceso* (Waissbluth, 1990): características del proceso, complejidad tecnológica, condiciones, procedimientos, balances de energía y materia, manuales de planta y proceso. Origen de la tecnología. Forma integrada de las etapas que lo conforman.
- *Tecnología de equipo* (Waissbluth, 1990): máquinas, equipos y en general todos los bienes de capital necesarios para el proceso de producción.
- *Tecnología de operación* (Waissbluth, 1990): hace referencia a las normas y procedimientos aplicables a las tecnologías de producto, de equipo y de proceso, y que son necesarios para asegurar la confiabilidad, la seguridad física y la durabilidad de la planta física y de sus productos.
- *Transferencia de tecnología* (Bernal, 1995): traspaso de un conjunto de conocimiento, prácticas productivas, equipo, etc. de una entidad a otra. Está constituida por las siguientes actividades: evaluación, negociación, transferencia, asimilación y adaptación de tecnología.
- *Innovación* (Frascati, 1994): comprende los nuevos productos y procesos, cambios tecnológicos significativos en productos y procesos. Una innovación ha sido implementada si ésta ha sido introducida en el mercado (innovación de producto) o usada dentro del proceso productivo (innovación de proceso).

Llegar a la selección de las variables relacionadas con estas tecnologías presentó cierto grado de comple-

jidad, ya que la frontera entre la TB y la TD es cada vez menos acentuada. Sin embargo, la clasificación de las variables se pudo realizar teniendo presente la tendencia que presentaban hacia uno u otro de estos componentes. Adicionalmente, se obtuvo información que permite conocer opiniones acerca de la relación entre las dos tecnologías, el impacto que ejercen sobre la competitividad y las ventajas que se derivan de estudiar el manejo de éstas en la organización. Se pueden identificar tres ideas en común con referencia a la relación entre la TB y la TD:

- a. Existe una relación estrecha entre las dos tecnologías, la tecnología dura necesita indiscutiblemente de la tecnología blanda.
- b. Las dos tecnologías se complementan y es conveniente una buena interrelación.
- c. No necesariamente hay relación.

Según la mayoría de las opiniones de los expertos ambas tecnologías son necesarias y la tecnología dura requiere de una tecnología blanda para su adecuada integración a la organización. Finalmente esta información llevó a comprender la importancia de conocer la relación mutua entre variables.

Realizando un análisis similar para el impacto de la TB y la TD en la competitividad, se identificaron en común las siguientes opiniones:

- a. Ambas son determinantes pero lo blando tiene más impacto en Colombia como factor que limita.
- b. Ambas permiten mejorar el nivel competitivo, pero la utilización integrada de las tecnologías permite potenciar la competitividad.
- c. Ambas tienen la misma posibilidad de tener impacto.

Conforme a la opinión de los expertos, un adecuado manejo de la tecnología blanda y la tecnología dura en la organización, permitirá afianzar su posición competitiva. Esto llevó a detectar la necesidad de conocer a través de qué elementos se puede mejorar el uso de estas tecnologías y de qué manera se pueden manejar integralmente.

Igualmente, las ventajas que traería realizar un estudio del manejo de estas tecnologías en la empresa, son conocer los aspectos positivos y negativos, dando información sobre aquellos que es necesario tomar correctivos en la misma empresa y aplicarlos en otras; mayor productividad y competitividad por el hecho de que permite tomar conciencia llevando a cierto grado de dominio y autonomía sobre las tecnologías empresariales;

Cuadro 1 Fortalezas y debilidades de las empresas productoras de biopesticidas y vinos	
EMPRESAS BIOPESTICIDAS	EMPRESAS VINOS
FORTALEZAS	
Direccionamiento de la compañía a través de la planeación estratégica.	Buen ambiente organizacional.
Definición de posición tecnológica.	Buscan ofrecer excelencia en el servicio a los clientes.
Actividades de investigación y desarrollo.	Participación de los empleados en los procesos de búsqueda de la calidad.
Visión estratégica hacia el cliente.	Alta motivación y compromiso del recurso humano.
Disposición hacia el buen manejo y registro de la información.	Alta orientación hacia las actividades de marketing.
DEBILIDADES	
Ambiente organizacional poco flexible.	Falta de direccionamiento claro de las compañías utilizando como base la planeación estratégica.
Poco contacto entre la alta dirección y los trabajadores base.	Poca claridad y conocimiento en cuanto a la tecnología y falta de una posición frente a ésta.
Orientación baja hacia la transferencia de tecnología.	Poca orientación hacia el desarrollo de proyectos de innovación.
Pocas alianzas estratégicas.	Bajo nivel educativo y capacitación del recurso humano. Poco registro y manejo de la información.

reconocer la importancia del cambio tecnológico, vislumbrando las fronteras del mercado y destacando la necesidad de introducir la innovación en las empresas; analizar la competencia; evaluar tendencias tecnológicas internacionales; valorizar los intangibles; además, proporciona elementos para estimular la innovación. Lo anterior, refuerza e insiste sobre la importancia de estudiar la incidencia de la tecnología blanda y la tecnología dura en las organizaciones, analizándolas individual y colectivamente, encontrando sus relaciones y el impacto en la competitividad.

El resultado de la encuesta en la primera etapa de la investigación nos revela la evidente inexistencia de un concepto estándar de estos términos en nuestro medio. Ni siquiera puede decirse que la concepción que tiene cada persona depende de su formación académica; probablemente esté influenciada más por la experiencia y el desempeño como asesor, consultor, investigador, docente u otro. Esta diversidad de opiniones e interpretaciones es dada seguramente para un amplio número de términos de la gestión tecnológica y administrativa, aunque algunos ya han sido estandarizados a nivel internacional, en nuestro medio se asumen conceptos individualizados, lo que puede hacer más difícil su introducción y aplicación en las empresas.

Características tecnológicas de los sectores biotecnológicos estudiados

En esta etapa del estudio, una vez recogida la información por empresa se tabularon los datos, de esta manera se realizó un análisis cualitativo de la información identificando así las debilidades y las fortalezas de cada sector. Con base en los puntos en común y específicos encontrados, se extrapolaron los datos para la temática biotecnológica. A continuación se presentan algunos de los aspectos identificados para cada caso.

Fortalezas y debilidades de los sectores (Cuadro 1): con base en las empresas consultadas, se identificaron las fortalezas de los sectores, como aquellas particularidades que le pueden llevar a poseer ventajas comparativas sobre las demás organizaciones. Las debilidades se determinaron como aquellas particularidades que le restan posibilidades a las compañías para su supervivencia en el mercado, las cuales deben ser objeto de estudio, a fin de mejorárlas y convertirlas en fortalezas.

Aspectos generales de la temática biotecnológica: un análisis de las características específicas y en común de los sectores estudiados, permitió llegar a una extrapolación para la temática biotecnológica, encontrando que en estas empresas: la interacción entre departamentos generalmente es buena; los canales de co-

municación en especial con el medio externo son reducidos, no se han implementado sistemas que hoy día contribuyen a la actualización y competitividad de las organizaciones. Las mediciones de productividad y efectividad, no se aplican sistemáticamente y no existen programas formales para tal labor, por tanto se requiere de planes más elaborados para la medición de estos factores, de modo que dicho proceso sea sistemático. En estas compañías hay conciencia de la importancia del cliente, aunque requieren de programas y actividades que fortalezcan este vínculo. Por otro lado, el monitoreo tecnológico y competitivo del medio externo es bajo, por tanto se requiere la implementación de instrumentos que permitan un mayor conocimiento de la competencia y las condiciones del entorno; igualmente el conocimiento tecnológico es bajo, en menor o mayor grado se desconocen los componentes de la tecnología (blando y duro) y su incidencia en el desarrollo empresarial, llevando esto a que la administración de los factores productivos: recurso humano, máquinas, procesos, etcétera, comúnmente se realice de manera empírica, desconociendo que unos factores se pueden mejorar a través de otros. En estas empresas, la existencia de alianzas estratégicas es casi nula, ya que no se advierte el aporte que puede de realizar ésta a los procesos de la organización. En general, hay carencia de programas formales para la adecuada gestión del recurso humano que hagan énfasis en la capacitación y en la motivación. Finalmente, una característica particular del sector es que el énfasis de la tecnología es de proceso y equipo.

Estos puntos plantean de manera más acentuada la problemática existente en el sector y la necesidad de plantear soluciones a corto, mediano y largo plazo, que conduzcan a las organizaciones a mejorar su posición en el mercado. Es evidente que las organizaciones presentan problemas en su parte organizacional y el nivel de desarrollo de la tecnología blanda es media. Por esta razón, al finalizar la investigación, se emitieron planteamientos tendientes a mejorar la integración de estos componentes tecnológicos a la organización.

Importancia de las variables de la tecnología blanda y la tecnología dura y su incidencia en la competitividad

El listado de las variables para la tercera fase del estudio se realizó con base en las trece ya identificadas, pero se disgregaron algunos elementos de los cuales se requería medir el impacto directamente. Esta separación se hizo debido a la información de las primeras encuestas recogidas de la segunda etapa, donde se evidenció la importancia de estos elementos, igualmente la sugerencia

de algunos expertos motivaron dicha disgregación. El desarrollo de la investigación permitió hacer la siguiente interpretación de las variables que se contemplaron individualmente, así:

- *Investigación y Desarrollo Tecnológico (I&D):* esta variable fue contemplada en la etapa anterior, dentro de la Innovación. Para el análisis estructural la I&D se contempló como una variable relacionada hacia la tecnología blanda; ya que su desarrollo depende de la capacidad creativa del hombre, se relaciona con el manejo de información y necesita para su ejecución de elementos que están directamente relacionados con la TB. Innovación comprende la introducción (parte formal o protocolizada) de un nuevo proceso, producto o un cambio significativo en éstos, por ello se contempló en TD.
- *Comunicación:* esta variable fue introducida en diferentes puntos del Instrumento de Diagnóstico Tecnológico (p. ej. planeación estratégica, administración de la calidad total), por su importancia para la difusión de cualquier información en la organización. Esta variable se relacionó hacia la tecnología blanda.
- *Sistema de calidad:* esta variable fue introducida en la Administración de la Calidad Total, para el análisis estructural el sistema de calidad se relacionó hacia la tecnología dura, por influir directamente en la producción y ser la parte formal de la calidad. La parte administrativa e intangible, se denominó gestión de la calidad y se relacionó directamente con la tecnología blanda.
- *Distribución en planta:* esta variable fue contemplada en el instrumento de diagnóstico en la tecnología de producción y se relacionó con la tecnología dura en el análisis estructural. Corresponde a la forma como están dispuestos en planta las diferentes etapas del proceso de producción (materiales, equipos, servicios, etc.)
- *Planificación de la producción:* en el instrumento de diagnóstico se contempló en la tecnología de producción, se relaciona directamente con la tecnología dura en el análisis estructural. Es la forma organizada de cumplir con la demanda de productos dada por los clientes, organizando insumos, materiales y recursos de todo tipo con determinada periodicidad.
- *Mantenimiento:* se relaciona con la tecnología dura y son las operaciones necesarias para mantener el buen funcionamiento de máquinas y equipos utilizados en el proceso de producción.

- Gestión Ambiental:** actividad orientada a la aplicación de los principios y técnicas modernas de administración al proceso de producción sostenible, buscando establecer alternativas de uso de los recursos naturales que sean económica, ecológica y socialmente sostenibles. Su objetivo es incorporar consideraciones ambientales en los procesos de planificación y en la definición de programas y proyectos de desarrollo. Se relaciona hacia la tecnología blanda.
- Mejora Continua:** ésta fue relacionada hacia la tecnología blanda y definida como la introducción sistemática de mejoras en los procesos o productos de la empresa, con el fin de aumentar la eficiencia, eficacia, calidad y/o productividad.

Finalmente con base en esta separación y las identificadas en la primera fase, se trabajó con veinte variables, así estructura organizacional, comunicación, cultura organizacional, manejo de la información, planeación estratégica, transferencia de tecnología, planeación de tecnología, sistema de calidad, investigación y desarrollo, tecnología de equipo, gestión de calidad, distribución en planta, gestión ambiental, tecnología de proceso, gestión del recurso humano, planificación de la producción, mejora continua, mantenimiento, marketing e innovación

Identificación de las variables clave: a las variables seleccionadas se les asignó una identificación de acuerdo con la tendencia hacia una u otra tecnología (ver Gráfico 1). Las variables se ubicaron tanto en las filas como en las columnas en una matriz, para facilitar la medición del impacto de unas sobre otras. Para la calificación de la relación entre variables se utilizó un sistema multinivel (0: nula - 3: alta). El arreglo de la matriz se completó por filas, para no alterar los índices de motricidad³ (M) y dependencia⁴ (D). Una vez obtenidos los resultados por participante y para facilitar el manejo de los datos, se unificaron éstos en una sola matriz por cada sector (biopesticidas, bebidas alcohólicas y expertos) y finalmente, se obtuvo una matriz unificada para los once participantes del proceso.

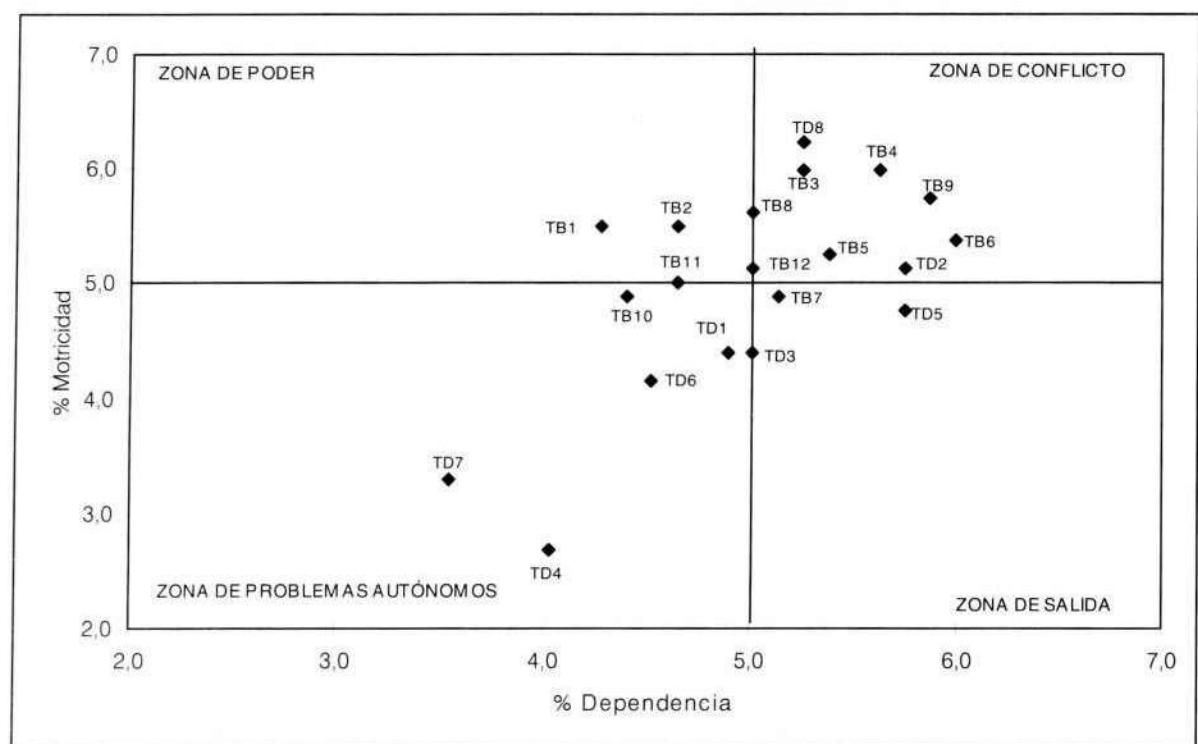
Teniendo la matriz unificada (Cuadro 2) se calcularon los índices de motricidad y dependencia para cada variable, como la sumatoria de los valores asignados a cada celda y se convirtieron a porcentajes. Para la conversión se utilizan las siguientes expresiones:

3. La motricidad es la intensidad con la que cada variable influye sobre el resto.
4. La dependencia es la intensidad con que cada variable es influída por el conjunto.

Cuadro 2
Matriz unificada final

	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6	TB7	TB8	TB9	TB10	TB11	TB12	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5	TD6	TD7	TD8	M	% M
TB1	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	3	45	5.5
TB2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	1	1	2	2	1	3	45	5.5	
TB3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	2	2	1	3	49	6.0		
TB4	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	49	6.0
TB5	2	2	3	3		2	2	1	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	1	3	43	5.3
TB6	2	3	3	2	2		3	3	3	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	2	44	5.4
TB7	1	3	3	2	3	3		2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	1	2	2	40	4.9
TB8	3	3	3	3	3	3	3		3	2	2	2	2	3	1	2	2	1	2	3	46	5.6
TB9	2	2	3	2	3	3	3	2		3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	47	5.7
TB10	2	2	3	3	3	3	2	2	3		2	2	2	2	1	1	1	1	3	0	3	40
TB11	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3		2	3	1	1	1	1	2	0	2	41	5.0
TB12	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3		2	3	2	1	2	2	1	2	42	5.1
TD1	1	2	2	3	2	2	2	2	3	1	2	2		2	2	1	3	1	1	2	36	4.4
TD2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2		2	2	3	2	2	2	2	42	5.1
TD3	1	1	1	3	2	2	2	1	2	1	1	2		2	2	3	3	2	3	2	36	4.4
TD4	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1		3	3	2	2	1	22	2.7	
TD5	1	1	1	3	3	2	2	2	1	1	2	3	3		3	3	2	2	2	2	39	4.8
TD6	1	1	1	2	1	3	1	1	3	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	1	34	4.2
TD7	1	1	0	1	1	2	1	2	2	0	1	1	1	2	3	2	3	2	1	27	3.3	
TD8	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	1	51	6.2	
D	35	38	43	46	44	49	42	41	48	36	38	41	40	47	41	33	47	37	29	43	818	100
% D	4.3	4.6	5.3	5.6	5.4	6.0	5.1	5.0	5.9	4.4	4.6	5.0	4.9	5.7	5.0	4.0	5.7	4.5	3.5	5.3	100	M=5

Gráfico 1
Diagrama de motricidad y dependencia unificado



TB1 Estructura organizacional; TB2 Cultura organizacional; TB3 Planeación estratégica; TB4 Planeación tecnológica; TB5 Investigación y desarrollo; TB6 Gestión de calidad; TB7 Gestión ambiental; TB8 Gestión del recurso humano; TB9 Mejora continua; TB10 Marketing; TB11 Comunicación; TB12 Manejo de información; TD1 Transferencia de tecnología; TD2 Sistema de calidad; TD3 Tecnología de equipo; TD4 Distribución en planta; TD5 Tecnología de proceso; TD6 Planificación de la producción; TD7 Mantenimiento; TD8 Innovación.

$$\%D_i = \frac{D_i}{\sum_i D_i} * 100 \quad \%M_i = \frac{M_i}{\sum_i M_i} * 100$$

Donde,

- $\%D_i$ = porcentaje de dependencia de la variable i.
- D_i = índice de dependencia de la variable i.
- $\%M_i$ = porcentaje de motricidad de la variable i.
- M_i = índice de motricidad de la variable i.

Las variables fueron ubicadas en el plano cartesiano con la pareja (%D,%M). El plano cartesiano se encuentra dividido en cuadrantes, siendo el valor límite, el parámetro para dicha división. Éste se calcula de la siguiente manera:

$$m = 100/n = 100/20 = 5$$

donde,

m = valor límite de las zonas.

n = número de variables del sistema, en este caso 20.

En el Gráfico 1, se presenta el diagrama de motricidad y dependencia, se visualizan las zonas de influencia de la siguiente manera: las variables cuya motricidad es mayor del 5% y dependencia menor del 5%, están en la zona de poder, indicando su alta influencia sobre el sistema. Variables con dependencia mayor del 5% y motricidad mayor del 5%, se encuentran en la zona de conflicto, éstas ejercen alta influencia sobre el sistema pero presentan cierta dependencia de éste. Aquellas variables con dependencia mayor del 5% y motricidad menor del 5%, se ubican en la zona de salida, su influencia es baja sobre las demás y son altamente dependientes. En la zona de problemas autónomos se ubican las variables con motricidad y dependencia menor del 5%, indicando que son independientes del sistema.

En este punto del estudio, se comprobó la sensibilidad del análisis estructural definida como el grado de variación que pueden tener los resultados en función de la inclusión de uno o más participantes. La comprobación se realizó de la siguiente manera: se tomaron las matrices y se empezaron a introducir una a una en la

matriz de expertos, en la matriz por sector (biopesticidas y bebidas alcohólicas), así como en la matriz unificada, con el propósito de observar qué cambios se efectuaban en las variables. Se observó que las variables modificaban su motricidad y su dependencia, lo cual llevaba a que aparecieran en el gráfico en diferentes zonas de influencia. Sin embargo, es importante resaltar que el esquema general de distribución de las variables se mantuvo a partir de la séptima matriz introducida, las variables de la tecnología dura se caracterizaron por estar en su mayoría en la zona de salida y de problemas autónomos; las variables de la tecnología blanda se caracterizaron por estar en su mayoría en la zona de poder y de conflicto. Las variables que más se modificaron en la introducción de las últimas cuatro matrices lo hicieron en un 5%. Esta información permite concluir que para el estudio fue apropiado trabajar con un número mínimo de siete expertos, así como la conveniencia de realizar el análisis de sensibilidad en las investigaciones que utilicen el análisis estructural como herramienta.

En el gráfico se observa la radical diferencia en el comportamiento de las variables relacionadas hacia la tecnología dura respecto a las relacionadas hacia la tecnología blanda. Las primeras presentan baja motricidad, indicando la poca incidencia que tienen sobre las demás variables de la organización y al menos el 50% de las variables de la tecnología dura presentan una dependencia alta de las demás variables organizacionales. Por otro lado, las variables blandas presentan una alta motricidad indicando la influencia que poseen sobre los demás aspectos empresariales. Esta información insiste sobre la necesidad de entender cuál es la relación entre unas variables y otras, qué sucede cuando la organización modifica una de éstas, qué impacto global tiene, sobre cuáles áreas de la organización se va a acentuar el cambio, etc.

Un análisis general de la matriz unificada (Cuadro 2) y del diagrama de motricidad y dependencia unificado (Gráfico 1) permite observar que:

- La variable con mayor motricidad (6,2%) es la identificada como TD8 que corresponde a la *Innovación*. Esto indica que la innovación posee una alta influencia sobre las demás variables de la empresa; sin embargo, es de notar que también es influida, aunque en menor grado.
- Por otro lado, las variables identificadas como TB3 y TB4, *Planeación estratégica* y *Planeación tecnológica* respectivamente. Son variables altamente motrices (6,0% en ambos casos) indicando que cualquier cambio que se ejerza sobre ellas implicará un cam-

bio sobre las demás. En el diagrama de motricidad y dependencia estas variables se ubican en la zona de conflicto.

- En oposición a las variables anteriores se observa que TD4 y TD7, *Distribución en planta* y *Tecnología de equipo* respectivamente, son las variables cuya motricidad es la más baja (2,7% y 3,3%, respectivamente). Indicando que son variables que tienen una influencia baja sobre las demás; sin embargo, se observa que su dependencia es un poco mayor respecto a la motricidad. Por lo anterior estas variables son altamente independientes del sistema.
- La mayor dependencia (6,0%) es de la variable identificada como TB6, que corresponde a la *Gestión de la calidad*. Indicando que es fuertemente influenciada por las demás; si se ejerce un cambio sobre las demás variables de la empresa, ésta cambiará indiscutiblemente. Esta variable se encuentra ubicada en la zona conflicto.
- Contrario a lo anterior, las variables menos dependientes son TD4 y TD7, *Distribución en planta* y *mantenimiento*.

De otro lado al analizar las zonas de influencia se encuentra que:

- En la *zona de poder* se ubican sólo variables de la tecnología blanda, demostrando su gran importancia en cualquier organización.
- En la *zona de conflicto* al menos un 85% de las variables son blandas, indicando que ejercen una alta influencia pero también son fuertemente influidas; las variables que hacen parte de la tecnología dura y están ubicadas en esta zona son la innovación y el sistema de calidad.
- En la *zona de salida* se encuentra que al menos el 65% de las variables pertenecen a la tecnología dura, indicando que son variables altamente dependientes y poco influyentes.
- En la *zona de problemas autónomos* se encuentra el 80% de las variables de la tecnología dura, presentándolas como variables poco influyentes y poco dependientes.

Para la selección de las *variables clave*, las cuales se definen como aquellas que influyen fuertemente y son poco influidas por las variables del sistema empresarial, se tienen en cuenta las ubicadas en la zona de poder y en la zona de conflicto. Las variables ubicadas en la zona de poder son: estructura organizacional, cultura organizacional, gestión del recurso humano, comunicación y

manejo de la información. Las variables ubicadas en la zona de conflicto son: planeación estratégica, planeación de tecnología, investigación y desarrollo, gestión de la calidad, mejora continua, sistema de calidad e innovación.

Las variables ubicadas en la zona de poder son las de mayor importancia, por ser las que más influyen en el sistema sin depender en gran medida de éste. Éstas son las primeras en entrar a la lista de variables clave. En el Gráfico 1 se observa claramente que aunque estas variables se ubican en la zona de poder no tienen una motricidad tan alta como algunas de las que están en la zona de conflicto y por lo cual merecen especial atención. Por tanto, a continuación se entrará en detalle en estas variables, primordialmente en aquellas que están por encima de la motricidad media de esta zona. El valor de la mediana⁵ de la dependencia en esta zona es de 5,6%, por lo cual, las variables que poseen una motricidad por encima de este valor se estudian específicamente y terminan de conformar las variables del sistema. Estas variables son: *planeación estratégica, planeación tecnológica, mejora continua e innovación*.

Sin embargo antes de presentar la lista de variables clave es necesario determinar qué variables considera clave cada sector. Las variables para el sector de biopesicidas son: estructura organizacional, planeación estratégica, planeación tecnológica, mejora continua e innovación. Las variables clave para el sector de bebidas alcohólicas son cultura organizacional, planeación estratégica, planeación tecnológica, gestión del recurso humano, mejora continua, marketing, comunicación e innovación. De igual manera se procedió con los datos dados por los expertos obteniéndose como variables claves las siguientes: cultura organizacional, planeación es-

tratégica, planeación tecnológica, gestión del recurso humano, mejora continua, tecnología de proceso e innovación.

Realizando un análisis de las variables que cada sector consideró importantes, las de los expertos y las resultantes del análisis del Gráfico 1, se obtiene que las variables clave son:

- Estructura organizacional.
- Cultura organizacional.
- Planeación estratégica.
- Planeación tecnológica.
- Gestión del recurso humano.
- Mejora continua.
- Comunicación.
- Manejo de la información.
- Innovación.

Como resultado del análisis del Cuadro 2, se obtuvo una tabla que indicaba las variables influídas y cuáles influían a cada una de las variables clave que se mencionaron en el párrafo anterior, convirtiéndose esta tabla en una herramienta importante para la formulación de estrategias que permitan mejorar la administración de los recursos empresariales.

Identificación de las variables que tienen una influencia alta sobre la competitividad: para la identificación de las variables que tienen una alta influencia sobre la competitividad, se unificaron los resultados de la Tabla de Impacto sobre la Competitividad (ver Tabla 1). Posteriormente, se escogieron las variables cuya influencia en la tabla unificada fue alta (3), siendo éstas las variables con alto impacto sobre la competitividad.

Se procedió a la suma de los valores asignados por cada experto para las variables seleccionadas, con el propósito de establecer su prioridad. Por cuanto las variables que ejercen un alto impacto sobre la competitividad según su prioridad, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1
Impacto sobre la competitividad

	COMPETITIVIDAD			
	0	1	2	3
TB1				
TB2				
TB3				
TB4				
TD5				
TD6				
TD7				
TD8				

5. La mediana es el número que se encuentra en medio de un conjunto de números, es decir, la mitad de los números es mayor que la mediana y la otra mitad es menor.

Tabla 2
Variables con alto impacto en la competitividad

Valor suma	Variable
31	Investigación y desarrollo
31	Gestión de la calidad.
31	Mejora continua.
31	Innovación.
30	Planeación estratégica.
29	Planeación de tecnología.
29	Sistema de calidad.

Es importante mencionar que las variables identificadas como prioritarias por su incidencia en la competitividad empresarial en un 70% están relacionadas con la tecnología blanda, indicando la preponderancia que tienen en el sistema empresarial y que a través de éstas se manejan las variables de la tecnología dura.

Con base en las variables identificadas como clave, su relación de influencia con las demás, así como las variables que ejercen alto impacto en la competitividad, se elaboraron los planteamientos para cada sector y para la temática biotecnológica, dando una orientación sobre cómo mejorar estas variables utilizando herramientas de diferente tipo, de manera que se logre mejorar la eficiencia y efectividad organizacional, conduciendo a elevar su nivel de competitividad.

En el estudio (Guevara, 1999) están detalladamente desarrollados los planteamientos, que se formulan para cada sector estudiado y para la temática biotecnológica como una serie de sugerencias dirigidas al mejoramiento o fortalecimiento de las variables, de acuerdo a como se haya detectado la situación actual de éstas. Se presentan metodologías que buscan la consolidación de las variables en la empresa, se sugieren ciertos mecanismos y ayudas que proveen instituciones privadas y estatales con diferentes propósitos.

Aspectos relevantes de la gestión, orientados a la biotecnología industrial

- Los resultados de la investigación demuestran que aquellas empresas que han hecho esfuerzos en la consecución de un paquete tecnológico en función de la adquisición de equipos y nueva tecnología (dura), deberán centrar su atención en el fortalecimiento de la estructura y la cultura organizacional, así como en el conocimiento y aprendizaje tecnológico. El desarrollo y el fortalecimiento de la tecnología blanda deberá ser prioritario; no obstante, será necesario propender por la consolidación de la tecnología dura, asumiendo así un enfoque sistemático de la organización, donde ésta no es exclusivamente materias primas, equipos y productos, sino un sistema complejo en el cual la gestión del factor humano y su relación con la tecnología es determinante.
- En la tercera fase de la investigación se encontró que la transferencia de tecnología no la consideran ni una variable clave ni de alto impacto en la competitividad en nuestro medio, hecho que es cuestionable debido a que se estima que para los países en desarrollo y para un sector como la biotecnología la transferencia tecnológica es una herramienta es-

tratégica. Por tanto es importante replantear la posición de nuestras organizaciones hacia esta actividad, viéndola como una fuente para el aprendizaje y la generación de conocimiento propio.

- En las empresas del sector biotecnológico, la innovación es fundamental, en el estudio ésta se definió como la introducción (parte formal o protocolizada) de un nuevo proceso/producto o cambio significativo en éstos; en tanto, los aspectos relacionados con la creatividad, manejo de información, en síntesis aquellos relacionados con la tecnología blanda, se incluyeron en la investigación y desarrollo. Para promoverla se requiere mejorar y trabajar estratégicamente sobre variables como: la gestión del recurso humano, la estructura y la cultura organizacional, que son muy importantes para motivar la innovación en la empresa. Es necesario que se fortalezcan estas actividades, por medio de la asimilación y adaptación tecnológica, de manera que se genere aprendizaje y conocimiento. La innovación debe ser una actitud diaria de los integrantes de la organización. En el sector biotecnológico se deben buscar alianzas estratégicas, ya que son el medio para la transferencia de conocimientos y para la ejecución de proyectos innovadores que requieran cierto capital y tecnología. La consecución de capital en nuestro país se puede realizar a través de Colciencias, que tiene diferentes modalidades de financiación tales como el crédito, la cofinanciación, el crédito mixto, capital semilla, entre otros, igualmente existen instituciones como la corporación Innovar cuyo propósito es contribuir a la incubación de proyectos innovadores, se cuenta con el IFI y otras organizaciones gubernamentales cuya función es impulsar la innovación tecnológica en la industria nacional, mediante la financiación.
- Por medio del estudio se confrontó que la biotecnología es un sector (Zoltán, 1993): a) donde la innovación juega un papel fundamental; b) de tecnología de proceso; c) heterogéneo en cuanto a organización, tecnología y mercado. Es importante señalar que aunque el sector es de tecnología de proceso, se encuentra bastante énfasis en la tecnología de equipo.

Conclusiones

1. El estudio del factor tecnológico en función de sus dos componentes: tecnología blanda y tecnología dura resulta ser válido para el sector biotecnológico, puesto que permitió encontrar las variables sobre las

cuales las organizaciones deben basar sus estrategias. Además, llevó a identificar una clara tendencia de las organizaciones hacia la tecnología dura, específicamente maquinaria y equipos. Esto permite comprender que muchos de los inconvenientes organizativos de estas compañías, se debe a que no se da la suficiente importancia a las variables de la tecnología blanda, por desconocimiento de la interrelación entre estos dos componentes.

2. Los resultados de la investigación demuestran la importancia de que en el sector biotecnológico se asuma una posición favorable hacia la gestión tecnológica, incorporándola e integrándola a todos los procesos organizativos, de modo que se haga más viable la supervivencia de las organizaciones y el sector, incrementando su competitividad.
3. En el estudio se evidencia el desconocimiento por parte de las empresas de los términos tecnología blanda y tecnología dura, su alcance y las relaciones imperantes entre estos dos componentes; esta situación es más marcada en el sector de bebidas alcohólicas, incluso desconocen el alcance mismo de la tecnología y la relacionan generalmente con maquinaria y equipo. Esto conduce a que las organizaciones desatiendan el factor tecnológico por desconocimiento. Aunque la tecnología blanda y la tecnología dura se interrelacionan "accidentalmente" en las organizaciones, no se busca una mejora conjunta de las tecnologías empresariales. Situación que genera problemas en algunas áreas y actividades de la empresa, repercutiendo finalmente en la productividad y competitividad.
4. Se confirmó la incongruencia existente en las organizaciones sobre: lo que se desea, lo que se puede hacer y lo que hacen; ya que, aunque identificaron algunas variables clave por su impacto en los demás aspectos de la organización, estas variables en la empresa no contaban con un respaldo y desarrollo. Situación dada probablemente por la poca claridad de su implementación, los beneficios que traen a la organización y sus interrelaciones.
5. Las variables clave encontradas fueron: estructura organizacional, cultura organizacional, planeación estratégica, planeación tecnológica, gestión del recurso humano, mejora continua, comunicación, manejo de la información e innovación, de las cuales en un 90% pertenecen a la tecnología blanda, indicando que el impacto que poseen éstas sobre

las demás variables de la organización es mucho mayor que el de las variables de la tecnología dura. Es más, el estudio llevó a concluir que la tecnología dura debe ser manejada a través de la tecnología blanda y por tanto su desarrollo y contribución están supeditados por el buen manejo y articulación de las variables que conforman la tecnología blanda.

6. El análisis de las variables clave arrojó la compleja interacción que existe entre unos componentes y otros, y al mismo tiempo la posibilidad que existe de manejar y mejorar unos, a través de otros. El conocimiento explícito de estas variables, así como el conocimiento de sus interrelaciones y la búsqueda de una mejor interacción e integración entre las variables de la tecnología blanda y la tecnología dura, llevarán a una organización a ser competitiva sosteniblemente en el mercado nacional e internacional.
7. Finalmente, es posible suponer que la temática biotecnológica en general, deberá enfocarse más hacia la gestión tecnológica, ya que a través de ésta se podrá aumentar su desarrollo de manera integrada. Por medio del estudio se confrontó que la biotecnología es un sector: a) donde la innovación juega un papel fundamental; b) de tecnología de proceso; c) heterogéneo. Es importante recalcar que es la primera vez que se realiza un estudio de este estilo en la temática biotecnológica, con datos cuantitativos y cualitativos que demuestren la especificidad del sector en nuestro país.

Perspectivas

Con el ánimo de dar continuidad y aplicabilidad a la investigación se presentan las siguientes proposiciones:

- De acuerdo con las necesidades de mejoramiento y los resultados de este estudio, las empresas podrán diseñar estrategias particulares que se adecúen a sus recursos. En las que exista una correlación adecuada del componente duro y blando de la tecnología, haciendo énfasis en la tecnología blanda y su incidencia sobre la organización.
- Se sugiere aplicar los resultados de la investigación a otros sectores de la industria nacional, con el propósito de emitir estrategias que conduzcan a mejorar la administración tecnológica, para a través de ésta llegar a ser más competitivo.
- A partir de los resultados y teniendo en cuenta el enfoque sistémico, sería interesante proponer trabajos

que consideren aspectos relacionados con las políticas gubernamentales, las políticas sectoriales y las políticas regionales, entre otros, en cuanto innovación y competitividad. Analizando de qué manera éstas estimulan nuevas y estratégicas áreas de la economía nacional, tales como la biotecnología. Buscando las barreras que introducen o los incentivos que ofrecen para que las organizaciones utilicen el factor tecnológico adecuadamente.

- Resulta interesante plantear proyectos de investigación que evalúen más a fondo las particularidades del sector, desde el punto de vista del manejo de material biológico, aspectos de ética, genética, etc. que junto con los resultados de la presente investigación permitan el desarrollo de paquetes tecnológicos más completos.
- Sería importante desarrollar investigaciones en las que se analice cómo se están llevando a cabo los procesos de innovación y de transferencia tecnológica en las empresas del país, iniciando por la conceptualización que se tiene de éstas en las organizaciones.

Agradecimientos

Agradecemos a las siguientes personas y entidades por su aporte al desarrollo de la investigación:

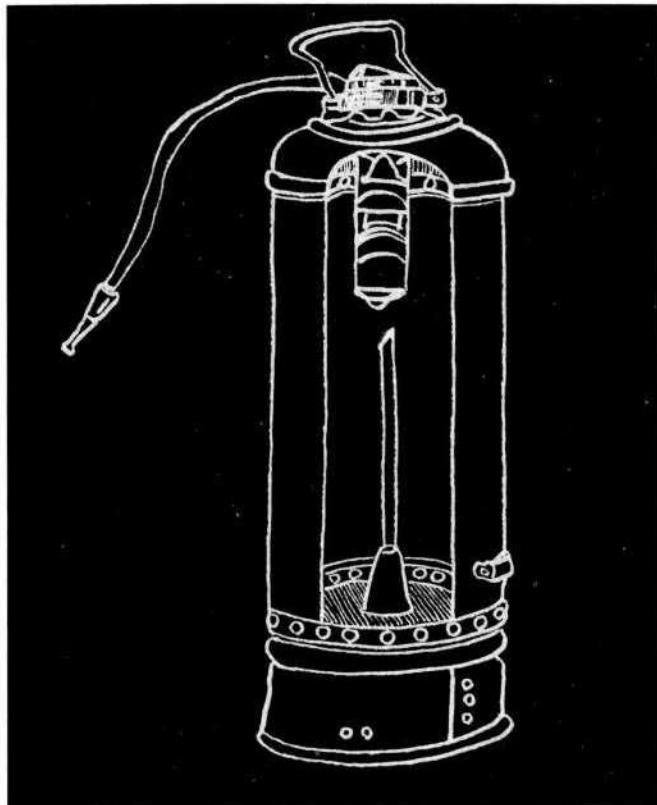
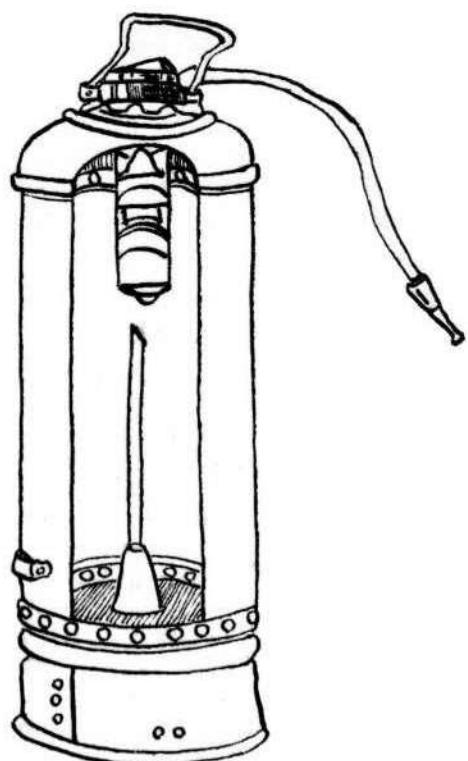
Ing. Carlos Garzón, Ing. Fernando Guzmán, Dr. Gerardo Zuloaga, Dr. Álvaro Zerda de la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá); Dr. Galo Tovar de Colciencias; Dr. Álvaro Araújo de la Fundación Tecnos; Ing. Julio Mario Rodríguez de la Asociación Colombiana de Tecnología; Dra. María Teresa Regueros e Ing. Gustavo Buitrago del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional, Dr. David Cala en nombre de los participantes de la Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología; Dra. Alba Marina Cotes de Corpocia.

A las siguientes empresas por su participación y colaboración en las diferentes fases de la investigación:

Embotelladora Capri Ltda., Bodegas Venecianas Ltda., Bodegas Andaluzas Ltda., Bodegas de Mosela Ltda., Orius Biotecnología Ltda., Fundación Mariano Ospina Pérez, Vecol S.A, Biológicos y Ecológicos de Colombia y Abbott Laboratories.

Referencias bibliográficas

- Bernal, Campo Elías y Laverde, Jairo (noviembre de 1995), *Proyecto de modernización de las PYMES*, Gestión Tecnológica, Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, Santafé de Bogotá.
- Cabra, Jorge y Sánchez, Myriam (1997), "Biotecnología para el desarrollo en Colombia", en: Revista *Innovación y Ciencia*, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, Volumen VI, No. 3, Santafé de Bogotá.
- Camañó Peñas, Georgette (1990), "Introducción a la cultura de la innovación en la empresa", Conceptos generales de gestión tecnológica,



- Colección Ciencia y Tecnología No. 27, BID - SECAB – CINDA, Chile.
- Camacho Caro, Guillermo (1990), "Asimilación de tecnología. Conceptos generales de gestión tecnológica", Colección Ciencia y Tecnología No. 27, BID - SECAB – CINDA, Chile.
- Casanova, Iván Javier (1996), "Elementos para la formulación de proyectos, identificación de oportunidades de inversión", tesis de grado, Departamento de Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- Castellanos, Óscar F. (1996), "Situación actual de la biotecnología industrial en Colombia", Diógenes, Revista de investigación en ciencias y enseñanza de las ciencias, Vol. 3, No. 1, Universidad de La Salle, Santafé de Bogotá.
- Cely, Alexandra (1998), "Elaboración de los escenarios de desarrollo tecnológico futuro para el subsector de abonos en Colombia empleando un enfoque de perspectiva tecnológica", tesis de grado, Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- Cidetexco (1996), "Instrumento para el fortalecimiento de la capacidad de gestión tecnológica en el sector textil-confección", Santafé de Bogotá.
- Forero, Carlos (1997), "Manejo en la información técnica de la empresa", Material de apoyo - Segundo nivel, especialización en gerencia de tecnología, Departamento de Ciencias Económicas, Escuela de Administración de Negocios, Santafé de Bogotá.
- Garcia A., Alberto (abril de 1997), "Conceptos básicos en tecnología y gestión tecnológica", Memorias del posgrado en Gestión Tecnológica, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Santafé de Bogotá.
- Guevara C. Liliam (1999), "Estudio de la incidencia de la tecnología blanda y la tecnología dura en empresas con procesos biotecnológicos: biopesticidas y bebidas alcohólicas", tesis de grado, Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- Iañez P., Enrique (1997), "Biotecnología, desarrollo sostenible y Tercer Mundo", Universidad de Chile, WEB.
- Icontec (1997), "La gestión de la calidad en los servicios", en: Revista del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, No. 33, Año 13, Santafé de Bogotá.
- Mejía, Carlos Alberto (julio de 1995), "La información como ventaja competitiva", en: Boletín Económico del BIC, No. 198, Medellín.
- Mejía, Francisco J. (1997^a), "Modelo de gestión tecnológica para empresas de manufactura y servicio", Memorias del posgrado en Gestión Tecnológica, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Santafé de Bogotá.
- Moreno Meza, Néstor (junio a julio de 1992), "Cambio tecnológico y gestión industrial", Decisiones Empresariales, Ficitec, No. 6, Santafé de Bogotá.
- Riveros, Hugo (1998), "Teoría General del Sistema (TGS), El paradigma fundamental para la organización de una nueva sociedad en el siglo XXI", Santafé de Bogotá.
- Serna Gómez, Humberto (1997), "Gestión estratégica, planeación y gestión estratégica", Legis, Santafé de Bogotá.
- Tecnos (1998), "Encuesta para la evaluación de la innovación", Santafé de Bogotá.
- Vasconcellos, Eduardo (1990), "Estructura organizacional para la innovación en la empresa, Conceptos generales de gestión tecnológica", Colección Ciencia y Tecnología, No. 27, BID - Secab - Cinda.
- Villamizar, Rodrigo y Mondragón, Juan Zenshin (1996), "Lecciones de los países del Asia-Pacífico en tecnología, productividad y competitividad", Editorial Norma, Santafé de Bogotá.
- Waissbluth, Mario et. al., (1990), "El paquete tecnológico y la innovación. Conceptos generales de gestión tecnológica", Colección Ciencia y Tecnología No. 26, BID - Secab - Cinda.
- Zoltan, Szabo (1993), "La gestión de la innovación tecnológica en la biotecnología", en: Biotecnología: Legislación y Gestión para América Latina.