

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA EL CLUSTER BIOINDUSTRIAL DEL OCCIDENTE COLOMBIANO*

*Viviana A. Gutiérrez Rincón***

*Myriam Sánchez Mejía****

*Julián Piñeres Ramírez*****

*Ana Milena Yoshioka******

* El presente artículo es producto del proyecto *Diseño de un sistema de monitoreo para el cluster bioindustrial del occidente colombiano*, adelantado entre septiembre de 2003 y septiembre de 2004. Fue realizado en la Corporación Biotec, en cooperación con la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, en el marco del programa Jóvenes Investigadores de Colciencias. El artículo se recibió el 08-07-2005 y se aceptó el 13-12-2005.

** Joven investigadora de Colciencias, 2003-2004. Administradora de Empresas de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, 2002. Asistente de Investigación del Centro de Investigaciones en Economía y Competitividad Internacional (CIECI) de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia. Miembro del Grupo de Investigación Formas Sociales de Organización de la Producción (FSOP), adscrito a la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y reconocido por Colciencias. Correo electrónico: vgutierrez@puj.edu.co.

*** Magíster en Ingeniería Ambiental, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL), Laussane, Suiza, 1975. Arquitecta, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 1971. Directora de la Corporación Biotec-Universidad del Valle, Cali, Colombia. Directora del Grupo de Investigación del Cluster Bioindustrial del Occidente Colombiano (CBOC) y reconocido por Colciencias. Correo electrónico: myriams@cgiar.org.

**** Administrador de Empresas, Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, 2001. Profesional Investigador del Centro de Investigaciones en Economía y Competitividad Internacional (CIECI) de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia. Miembro del Grupo de Investigación Formas Sociales de Organización de la Producción (FSOP), adscrito a la Pontificia Universidad Javeriana Cali y reconocido por Colciencias. Correo electrónico: jpineres@puj.edu.co.

***** Magíster en Economía, Kyushu University, KYU, Japón., 1989. Economista, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 1984. Directora del Centro de Investigaciones en Economía y Competitividad Internacional (CIECI) de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia y directora del Grupo de Investigación Formas Sociales de Organización de la Producción (FSOP), adscrito a la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y reconocido por Colciencias. Correo electrónico: ayoshiok@puj.edu.co.

RESUMEN

A fin de tener información estratégica de los diferentes actores del cluster bioindustrial del occidente colombiano (CBOC) para toma de decisiones e intervenciones que conlleven a un desarrollo competitivo del cluster y de la región, se diseñó un modelo de medición de campos y factores críticos para la competitividad, basado en innovación tecnológica en esquemas asociativos. Este artículo, resultado del proyecto *Diseño de un sistema de monitoreo para el cluster bioindustrial del occidente colombiano*, presenta (i) los diferentes campos y factores relacionados por su impacto en el desarrollo y competitividad del cluster y (ii) el análisis de sistemas de evaluación y medición que a partir de estos factores se han desarrollado para casos similares en los ámbitos internacional, nacional y departamental. Se presenta una propuesta de evaluación y seguimiento de los campos y factores basándose en la construcción de un marco teórico, la identificación de sistemas de seguimiento y evaluación, la estructuración del sistema de monitoreo y la definición y la adaptación del modelo de medición. Se evidencian la importancia de algunos factores en el desarrollo y competitividad y la necesidad de medirlos para generar información estratégica que apoye la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas.

Palabras clave: desarrollo económico, competitividad, eficiencia colectiva, innovación tecnológica, bioindustria/biotecnología, cluster, monitoreo.

ABSTRACT

Designing a Monitoring System for the Bio-industrial Cluster in Western Colombia

To obtain strategic information about the different actors in the bio-industrial cluster in western Colombia, related to decision making and interventions that lead to the competitive development of the cluster and the region, a model based on technological innovation in similar schemes was designed to measure the critical fields and factors of competition. The paper presents: (i) the fields and factors that have an impact on development and competition in the cluster, and (ii) an analysis of evaluation and measuring schemes that have been developed for similar cases at an international, national and regional level. The paper presents a proposal for evaluating and tracking the fields and factors, based on constructing an theoretic framework, identifying tracking and evaluation systems, structuring the monitoring system, and defining and adapting the measuring model. The importance of some factors on development and competition is evidenced, as is the need to measure them and generate strategic information that will support decision making and public policy design.

Key words: economic development, competition, collective efficiency, technological innovation, bio-industry/biotechnology, cluster, monitoring.

Introducción

El Valle del Cauca y el occidente colombiano se han caracterizado por centrar sus actividades económicas en la agroindustria,¹ sector que basa su economía en ventajas comparativas, como la abundancia de recursos naturales y la relativa abundancia de mano de obra barata, que no garantizan afrontar de forma competitiva las actuales dinámicas del mercado² en una economía global donde las fronteras para el comercio y la movilización de capital se han reducido o no existen y donde no se puede hablar de una competencia entre empresas individuales, sino de grupos de empresas y entidades de apoyo³ que desarrollan relaciones de cooperación y rivalidad para lograr eficiencias colectivas.⁴

La Corporación Biotec, junto con un grupo de actores interinstitucionales e interdisciplinarios de la región (Grupo Gestor⁵), ha veni-

do realizando esfuerzos para conformar un cluster bioindustrial, que debe pasar de ser impulsado por factores básicos y estáticos⁶ a factores dinámicos, basados en esquemas asociativos y de innovación tecnológica, con el fin de aprovechar un potencial en biodiversidad, infraestructura, recursos humanos, empresariales, institucionales, académicos y de investigación, para lograr una ventaja competitiva que afronte las tendencias económicas y comerciales e índices de competitividad para el Valle del Cauca y el occidente colombiano.

Los avances en la conformación del cluster bioindustrial contribuyeron a formular la iniciativa de biorregión, como una estrategia de desarrollo y competitividad, basada en el uso sostenible de la biodiversidad, los recursos y capacidades bioindustriales y su integración intersectorial como motor de desarrollo regional; apoyada en el sistema de innovación tecnológica, en respuesta a las necesidades y oportunidades críticas de la sociedad.

La competitividad⁷ se establece sobre políticas estructurales que mejoren el entor-

¹ La agroindustria participa con un 75% de las ventas totales al exterior del Valle del Cauca para el año 2002, donde las principales exportaciones son por azúcares, artículos de confitería (27,5%); papel, cartón y sus manufacturas (12,5%); seguidas por el caucho y sus manufacturas (5,9%). Fuente: *Informe de coyuntura económica regional* (ICER), diciembre de 2002.

² Globalización económica y competitiva, sociedad del conocimiento, tratados como el del Mercado Común del Sur (Mercosur), Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA), entre otros.

³ Universidades, centros de desarrollo tecnológico, empresas de servicios, entidades financieras, etc.

⁴ La *eficiencia colectiva* puede ser definida como ventajas competitivas derivadas de economías externas locales y acciones conjuntas.

⁵ Grupo Gestor: Cámara de Comercio de Cali, Asociación Nacional de Industriales (ANDI) del Valle, Smurfit Cartón de Colombia, Sucromiles, Levapan, Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar

(Asocaña), Proexport, Corporación Biotec, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad del Valle, Pontificia Universidad Javeriana (sede Cali), Universidad Nacional de Colombia (sede Palmira), Comités Asesores Regionales de Comercio Exterior (CARCE) del Valle y Gobernación del Valle.

⁶ Factores básicos y estáticos como recursos naturales, bienes primarios, fuerza de trabajo no calificada, entre otros.

⁷ La competitividad es la capacidad de transformar el capital humano, el capital, los recursos financieros, el capital intelectual, la innovación y la creatividad

no económico donde operan las empresas y que respalden las actividades o factores de producción que el mercado, debido a su carácter impersonal, no suministra adecuadamente.⁸ Diferentes autores, como Esser *et al.* (1996), Sachs y Vial (2002), han reconocido la importancia de la estabilidad macroeconómica para alcanzar un desarrollo económico y competitivo sostenible en el tiempo; sin embargo, también hay consenso en que esta estabilidad no basta por sí sola, también se requieren eficiencia y productividad tanto en el ámbito institucional como en el empresarial, en esquemas asociativos. Así mismo, es necesario reconocer el papel que desempeña la innovación en todas las etapas de desarrollo de una economía.⁹

Se dispone de diversos estudios y metodologías para establecer mediciones de competitividad. En el ámbito internacional, la construcción de indicadores de competitividad se basa en las metodologías utilizadas por el Foro Económico Mundial (FEM) y por el International Institute for Management Development (IMD), antes que realizan sus

mediciones a partir de datos de países industrializados y de economías emergentes, entre los cuales se encuentran países latinoamericanos como Colombia.¹⁰ De la misma manera, la Corporación Andina para el Fomento (CAF) ha realizado esfuerzos en el campo de la competitividad regional en el interior del país. Para alcanzar este objetivo desarrolló un proyecto de indicadores de competitividad regional a través del Programa Andino de Competitividad (PAC).¹¹ En su búsqueda de indicadores ha tomado como modelo el *Reporte global de competitividad* para su medición regional y por país.

En Colombia, con la instauración de la Política Nacional de Productividad y Competitividad¹² y el programa Colombia Compite, coordinado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, se construyó una matriz de competitividad en la cual se recopilan, adaptan y analizan las variables que componen los factores de competitividad del FEM, que se enfoca en las exportaciones, con el fin de identificar las prioridades y las áreas en las cuales se va a trabajar para el desarrollo de la competitividad nacional; además, realiza un esfuerzo para crear espacios de intercambio de ideas y opiniones sobre la competitividad del país de los dis-

en activos básicos de la competencia comercial (*core competencies*). Es el dinamismo de los factores externos a la industria y a su atractividad, en cuanto a la demanda, el gobierno, la estructura de la industria y la rivalidad de los competidores; es identificar e impulsar los procesos capaces de convertir los activos potenciales en ventajas competitivas para diferenciarse de los competidores y alcanzar posicionamientos aventajados, diferenciales e innovadores difícilmente alcanzables por los rivales.

⁸ Factores como la investigación y el desarrollo, la capacitación y la infraestructura.

⁹ Para economías en crecimiento se convierte en un factor potenciador, y para economías desarrolladas, en un factor de continuidad y sostenibilidad.

¹⁰ Publicados anualmente en el *Reporte global de competitividad* del FEM y en el *Anuario mundial de la competitividad* del IMD.

¹¹ Los resultados se encuentran en el libro *Propuesta para una Colombia competitiva* (2002).

¹² La Política Nacional de Productividad (1999-2009) surge en desarrollo del Plan Estratégico, mediante el cual se definió que el rol del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo debía trascender el ámbito de las negociaciones internacionales, dado que éstas no han sido suficientes para garantizar el desarrollo exportador del país.

tintos actores públicos y privados del ambiente nacional —uno de estos espacios son los Encuentros para la Productividad y Competitividad¹³—.

Identificada la conveniencia de contar con un modelo propio de medición de la competitividad, basada en esquemas asociativos y en innovación tecnológica, que arroje información estratégica que facilite a los diferentes actores del cluster bioindustrial de occidente colombiano (CBOC)¹⁴ la toma de decisiones, análisis prospectivos e intervención en política pública para alcanzar un desarrollo económico y competitivo, se consideró conveniente plantearlo en esquemas compatibles con los modelos internacionales y regionales con los cuales ya se mide Colombia y la región.

En este contexto, el presente artículo muestra el diseño del sistema de monitoreo del

cluster bioindustrial, a partir de cuatro etapas: primero se realizó un marco teórico donde se conceptualizan algunos sistemas de evaluación y seguimiento y se analizan diferentes teorías económicas de desarrollo y competitividad. En la segunda se desarrolló un análisis comparativo entre diferentes organizaciones e instituciones que cuentan con sistemas de evaluación y seguimiento en competitividad y en los campos ambiente macroeconómico, formas organizacionales e innovación tecnológica. En una tercera etapa se propuso la estructura para el sistema de seguimiento. Finalmente se definió un modelo de medición, a partir de la adaptación del modelo de medición de competitividad del FEM,¹⁵ con el fin de aprovechar las experiencias de medición de competitividad que ya tiene Colombia y de facilitar la estandarización y comparabilidad de la información, a través de la identificación de sus campos de acción, factores de competitividad e indicadores.

1. Marco teórico

1.1 Conceptualización del sistema de evaluación y seguimiento

Para plantear un sistema de seguimiento y determinar las características y parámetros de definición que apliquen para el cluster bioindustrial, se precisaron los conceptos de sistema, sistemas de información y monitoreo.

¹³ Se han realizado nueve ediciones de estos encuentros en diferentes ciudades del país, donde han sido tratados temas de especial relevancia para el desarrollo de la actividad empresarial (Cartagena, julio de 1999; Cali, febrero de 2000; San Andrés, agosto de 2000; Pereira, febrero de 2001; Medellín, de julio de 2001; Santa Marta, marzo de 2002; Barranquilla, octubre de 2002; Bucaramanga, mayo de 2003). La novena edición en la ciudad de Cali, en julio de 2004, tuvo como tema central la *Agenda interna e impacto social de los acuerdos comerciales*.

¹⁴ El CBOC se concibe como una estrategia de construcción social y productiva de la región, que aprovecha la diversidad y cantidad de recursos naturales mediante el uso de la biotecnología como herramienta de innovación tecnológica, lo cual conlleva a impactos socioeconómicos y ambientales beneficiosos para, por lo menos, cinco departamentos del occidente colombiano (Valle del Cauca, Chocó, Cauca y Nariño) y para los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, del Eje Cafetero.

¹⁵ Este modelo también es utilizado por la CAF, por la Red Colombia Compite y por la Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio (Confecámaras) para establecer el índice de competitividad regional, nacional y departamental. Para el caso del sistema de seguimiento del cluster bioindustrial, será en el occidente colombiano.

Un *sistema*, según Bertalanffy (1969), reconocido como el autor de la *Teoría general de los sistemas*,¹⁶ se define como un conjunto de entidades caracterizado por ciertos atributos, que tiene relaciones entre sí y está localizado en un cierto ambiente, de acuerdo con un cierto objetivo, sustentado sobre el hecho de que ningún sistema puede existir aislado completamente y siempre tendrá factores externos que lo rodean y pueden afectarlo.

Por lo tanto, un *sistema de información* tiene que estar relacionado con su entorno, de manera que logre recibir, almacenar, procesar y distribuir información. Por ello puede ser definido como unos procedimientos y equipos diseñados, construidos, operados y mantenidos por personas con la intención de recoger, registrar, procesar, almacenar, recuperar y visualizar información (todo conocimiento o mensaje que puede utilizarse para aumentar las capacidades de decisión o acción).

El *monitoreo*, según la definición de la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OECD, 1999), se refiere a la continua o frecuente medición estandarizada y observación de un tema específico, usada para alertar y controlar los efectos y los riesgos potenciales o para evaluar la efectividad de una acción determinada. Es necesario para entender los efectos de las

políticas sociales, económicas, demográficas, ambientales, entre otras.

Basándose en los conceptos anteriores, un *sistema de monitoreo* se puede definir como un conjunto de herramientas que permite, por un lado, evaluar ciertos factores, actividades y sus interrelaciones, de forma continua en períodos determinados, con el fin de identificar los efectos, las tendencias y los riesgos, y, por otro, procesar de manera oportuna los resultados de la evaluación en las diferentes áreas de estudio. Además, facilita la toma de decisiones y la elaboración de un plan de intervención a partir de los resultados obtenidos en la evaluación. En general, un sistema de monitoreo debe generar información para la toma de decisiones, debe evaluar su eficacia y eficiencia y debe difundir la información y los resultados.

Para el diseño y construcción del sistema de monitoreo del CBOC fue necesario establecer los campos y los factores que influyen en el desarrollo y la competitividad de una economía, para lo cual se realizó un análisis de modelos teóricos del crecimiento económico y la competitividad.

1.2 Factores de desarrollo y competitividad

Según el modelo neoclásico de crecimiento exógeno (Solow y Swan, 1956), y bajo el supuesto de una competencia perfecta, si una empresa realizara una innovación no obtendría beneficios de ésta, ya que este tipo de competencia reduce a cero los beneficios extraordinarios; además, por los rendimientos constantes a escala, el pago a los factores de acuerdo con sus productividades marginales

¹⁶ La teoría general de sistemas (TGS) se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo transdisciplinarias.

acaba el valor del producto, sin dejar espacio a la inversión. Aun así, el progreso tecnológico se contempla como generador de eficiencia en los factores trabajo y capital, y como la tecnología se considera un factor externo no se ve afectado por la falta de inversión.

Bajo el modelo de crecimiento endógeno (Romer, 1986; Lucas, 1988), y a diferencia del planteado por Solow y Swan (1956), el crecimiento económico surge de forma endógena, es decir, un factor como la tecnología, que era considerado exógeno, hace parte de la función de producción, ya que surge como subproducto de las actividades económicas o como producto de la inversión en actividades en investigación y desarrollo (I+D).

Al integrar el progreso tecnológico en la función de producción, se genera como consecuencia directa la revalorización de la educación superior y de la I+D en el proceso de acumulación de conocimientos¹⁷ y desarrollo tecnológico, elementos impulsores del crecimiento económico.

El desarrollo tecnológico se puede utilizar en diferentes actividades económicas simultáneamente y genera incrementos en la productividad de los factores de producción rivales (capital y trabajo) a través de su transferencia, es decir, los desarrollos tecnológicos actúan sobre todos los insumos, lo que provoca que la cantidad de producto por unidad de insumo sea mayor cuando se combinan con nuevos desarrollo tecnológicos.

¹⁷ Si existe más educación, se van a generar mayores conocimientos y progreso tecnológico.

La ventaja fundamental de los modelos de crecimiento endógeno con respecto a las teorías tradicionales neoclásicas de crecimiento exógeno es que proporcionan explicaciones sobre el incremento de los índices de productividad a largo plazo y sobre por qué las empresas invierten parte de sus recursos en la búsqueda de innovaciones.

Para autores de la teoría evolucionista, como Nelson (1974) y Metcalfe (1995), la inversión en capital físico y humano no se puede considerar una condición suficiente para la transferencia y asimilación de tecnología. Para esto es necesario crear redes empresariales de innovación y aprendizaje, las cuales pueden estar impulsadas por la política económica. Mientras que para el modelo neoclásico la acumulación de capital físico y humano es trascendental, en el modelo evolucionista esta inversión es necesaria pero no suficiente.

Existen múltiples definiciones de competitividad según el ámbito al que se vincule (empresarial, industrial o regional),¹⁸ pero todas estas definiciones tienen un punto en común, la importancia de la competitividad para alcanzar un crecimiento económico sostenible.

¹⁸ En el ámbito empresarial la competitividad se define como la capacidad que tiene una empresa para suministrar bienes y servicios igual o más eficazmente y eficientemente que sus competidores. La competitividad en la industria consiste en la capacidad que tienen las empresas de un sector en particular para alcanzar el éxito sostenido contra (o en comparación con) sus competidores foráneos, sin protecciones o subsidios. En el ámbito regional, la competitividad se traduce en la posibilidad que tienen sus ciudadanos de alcanzar un nivel de vida más elevado (México, Puebla Gobierno de Estado, 2004).

La OECD ha desarrollado un concepto que resume diferentes enfoques sobre competitividad:¹⁹ *competitividad estructural*, resultado de la economía de un país en su conjunto y que describe la capacidad de esta economía para incrementar o sustentar su participación en el mercado internacional de bienes y servicios, con un aumento simultáneo del nivel de vida de su población. Un país estructuralmente competitivo es un país donde los componentes del ambiente nacional son estimuladores de eficiencia empresarial; pero para alcanzar esta competitividad es necesario conseguir estabilidad macroeconómica, que depende de las políticas monetarias, crediticias y fiscales.

La competitividad estructural no integra en su análisis las interrelaciones que se generan como resultado del funcionamiento de los diferentes actores económicos y de su interacción con el resto de la sociedad. Y debido a que no se puede alcanzar la competitividad con solo modificar el contexto macroeconómico, ni se crea impulsando únicamente eficiencias empresariales en lo microeconómico, es necesario integrar la dinámica e interacción entre el Estado, las empresas, las instituciones intermediarias y de apoyo y la sociedad. Aquí es donde los autores Esser *et al.* (1992) plantean la competitividad sistémica e integran estas relaciones en cuatro niveles analíticos: macro, meso, micro y metaeconómico.

¹⁹ Desde clásicos como Smith y Ricardo, con teorías sobre los menores costos de los productores y la asignación de recursos a los sectores más productivos por las fuerzas de mercado, hasta los aportes de Porter sobre las cuatro fuentes de ventaja competitiva (diamante de la competitividad), las cuales son las condiciones de los factores, los esquemas de estrategia y rivalidad, las condiciones de la demanda y las industrias afines y de apoyo.

El nivel macroeconómico se refiere al ambiente nacional y a la capacidad que tiene un país de poder generar un ambiente de estabilidad macroeconómica que haga posible un desarrollo empresarial sostenido. El nivel mesoeconómico se relaciona con el ambiente regional en el cual se desarrollan y fortalecen las plataformas regionales, y sobre ellas las estructuras de los clusters. El nivel micro tiene relación directa con la capacidad estratégica y de gestión de las empresas para crear y sostener una ventaja en el mercado. Finalmente, el nivel metaeconómico hace referencia a la capacidad y propósitos comunes y concentrar en ellos esfuerzos y recursos que permitan fortalecer sus plataformas regionales y sus ambientes sociales.²⁰

Una fuente de la competitividad sistémica es el resultado que se obtiene de la organización de empresas en redes de cooperación, que se integran en sistemas de producción e innovación estrechamente articulados y concentrados en una misma localización, ya que éstos propician un intenso intercambio informativo y un rápido aprendizaje tecnológico.

El estudio de estas teorías económicas de crecimiento y competitividad muestra la importancia de ciertos campos en el desarrollo y competitividad de una economía, como la estabilidad macroeconómica, la tecnología e innovación y las redes empresariales (véase Cuadro 1).

²⁰ Palabras de Julián Domínguez Rivera, presidente de la Cámara de Comercio, ante la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar.

Cuadro 1
Teorías y modelos económicos

| Teoría o modelo | Campos | Autores |
|--|--|---------------------------------|
| Modelo neoclásico de crecimiento exógeno | Acumulación de capital Tecnología es un factor exógeno | Solow y Swan (1956) |
| Modelo de crecimiento endógeno | Inversión en I+D Tecnología es endógena | Romer (1986) y Lucas (1988) |
| Teoría evolucionista | Inversión en I+D Redes empresariales | Nelson (1974) y Metcalfe (1995) |
| Competitividad estructural | Innovación Redes de colaboración Estabilidad macroeconómica | OECD (1999) |
| Competitividad sistémica | Interrelación dinámicas Estado, empresas e instituciones de apoyo | Esser <i>et al.</i> (1992) |

Fuente: elaboración propia.

El manejo adecuado del conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación constituyen una base del desarrollo económico y de la competitividad. Esta última se define como la capacidad de transformar el capital humano, la infraestructura, los recursos financieros, el capital intelectual, la innovación y la creatividad en activos básicos que permitan acceder y competir en mercados internacionales.

La competitividad debe establecerse sobre políticas estructurales que mejoren el entorno económico en que operan las empresas y que respaldan las actividades o factores de producción que el mercado no suministra adecuadamente, como son la investigación y el desarrollo, la capacitación y la infraestructura (Colombia *et al.*, s. f.). Debido a las condiciones actuales de los mercados, donde las fronteras para el comercio, la movilización de capital físico, humano y financiero se han reducido o no existen, no

se puede hablar de una competencia entre empresas individuales, sino de grupos de empresas y entidades de apoyo²¹ que desarrollan relaciones de cooperación y rivalidad para lograr eficiencias colectivas y generar así ventajas competitivas.

2. Sistemas de evaluación y monitoreo: análisis comparativo

La metodología planteada para la investigación realizó un estudio comparativo entre los observatorios y sistemas de monitoreo que ya existen y han avanzado en el tema de índices, indicadores y mediciones. A través de su experiencia, resultados e identificación de modelos y metodologías comunes y diferenciales utilizadas por estas organizaciones, se tomaron elementos que contribuyeron a de-

²¹ Universidades, centros de desarrollo tecnológico, empresas de servicios, entidades financieras, etc.

finir la estructura de un sistema de monitoreo para el CBOC y determinar un modelo de medición de competitividad. La búsqueda se enfocó en organizaciones e instituciones relacionadas con la competitividad y tres campos de acción que, de manera preliminar en el marco teórico, se identificaron como base para la competitividad y el sistema de monitoreo.

Los campos de acción son grandes áreas que repercuten en el cluster bioindustrial, ya que contienen factores clave para su desarrollo y dinámica competitiva, y en los que a su vez el cluster actúa, generando un efecto en la región. Estos campos son ambiente macroeconómico, formas organizacionales e innovación tecnológica.

El *ambiente macroeconómico* se definió como las condiciones y capacidades de una región/país para proveer al sector productivo de un entorno adecuado para su desempeño; pero tal estabilidad no es suficiente para alcanzar un desarrollo económico y competitivo sostenible en el tiempo. También se requieren eficiencia y productividad tanto en el ámbito institucional como en el empresarial en esquemas asociativos, que se incluyeron dentro del campo de *formas organizacionales*. Por otro lado, la *innovación tecnológica* eleva la eficiencia de las actividades productivas, promueve el aprendizaje continuo y la acumulación de conocimiento y ayuda a generar *externalidades* positivas, que son fundamentales para el desarrollo económico y competitividad.

Para la competitividad se analizaron entidades que estudian el posicionamiento competitivo de las regiones, países y sectores, a partir de

los factores que la impulsan y su dinamismo dentro de una economía (véase Cuadro 2).

En el campo macroeconómico se analizaron instituciones internacionales, nacionales y regionales que cuentan con estudios, informes o estadísticas que evalúan las condiciones económicas, gubernamentales, estructurales y sociales. Para el campo de las formas organizacionales se estudiaron algunas instituciones públicas, por su papel en la promoción de redes y cadenas productivas. En el campo de innovación tecnológica se observaron entidades e instituciones que realizan actividades relacionadas con ciencia, tecnología y biotecnología; además, estudian y evalúan su efecto en la creación y mejoramiento de empresas, mercados, tecnología, formación y capacitación de recursos humanos, productos, servicios y procesos (véase Cuadro 3).

Como resultado del estudio comparativo se observó que estas organizaciones utilizan unas metodologías base para sus estudios y para la construcción de indicadores, y a partir de ahí se concibió la estructura del sistema de monitoreo. En el tema de la competitividad, las metodologías más utilizadas son las del FEM y el IMD, los cuales realizan estudios que incluyen e integran datos económicos, sociales, gubernamentales, institucionales, tecnológicos, ambientales, entre otros, como factores de competitividad. En el campo de la ciencia y tecnología, la creación de indicadores se realiza a partir de la aplicación de metodologías diseñadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la OECD, utilizando manuales como los de Frascati, Canberra, Oslo y Bogotá.

Cuadro 2
Entidades relacionadas con el estudio de la competitividad

| | | |
|----------------|---|---|
| Competitividad | Foro Económico Mundial | <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente macroeconómico • Calidad de las instituciones públicas • Tecnología |
| | International Institute for Management Development | <ul style="list-style-type: none"> • Actividad económica • Eficiencia gubernamental • Eficiencia de negocios • Infraestructura |
| | Política Nacional de Productividad y Competitividad | <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores regionales de competitividad • Indicadores internacionales de competitividad |
| | Observatorio de Competitividad | <ul style="list-style-type: none"> • Factores de competitividad (desempeño departamental, estructura económica, formación de capital humano, infraestructura, gestión estatal, capacidad de inserción en mercados externos y capacidad del sector financiero para proveer recursos al sector productivo) |
| | Agenda de Competitividad Regional | <ul style="list-style-type: none"> • Factores de competitividad (infraestructura, recursos naturales, capital humano, empresas, innovación y tecnología, instituciones, gestión del gobierno, inserción en la economía mundial, crecimiento, competitividad externa y calidad de vida) |

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3
Entidades relacionadas con el estudio del ambiente macroeconómico, las formas organizacionales y la innovación tecnológica

| Campo | Organizaciones | Información |
|----------------------------|---|--|
| 1. Ambiente macroeconómico | Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) | <ul style="list-style-type: none"> Tasas de crecimiento Desarrollo económico y social |
| | Comunidad Andina de Naciones (CAN) | <ul style="list-style-type: none"> Cuota de mercado Porcentajes de participación de exportaciones e importaciones |
| | Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) | <ul style="list-style-type: none"> Encuesta anual manufacturera Encuesta anual agrícola |
| | Observatorio Económico del Valle del Cauca | <ul style="list-style-type: none"> Estudios de actividades sectoriales Desempeño empresarial Mercado laboral |
| 2. Formas organizacionales | Observatorio Agrocadenas Colombia | <ul style="list-style-type: none"> Evolución de la producción agroindustrial Productividad agrícola Cadenas productivas |
| | Red Colombiana de Centros de Productividad | <ul style="list-style-type: none"> Cadenas productivas Productividad Competitividad Rentabilidad |
| | Cámara de Comercio de Bogotá | <ul style="list-style-type: none"> Clusters |
| 3. Innovación tecnológica | Naciones Unidas | <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo humano Adelanto tecnológico |
| | Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT) | <ul style="list-style-type: none"> Empresas con investigación y desarrollo Empresas con actividades de ciencia y tecnología |
| | Departamento Nacional de Planeación (DNP) | <ul style="list-style-type: none"> Inversión en desarrollo de la ciencia y la tecnología Formación de recurso humano |
| | Colciencias | <ul style="list-style-type: none"> Grupos de investigación Investigadores Líneas de investigación Proyectos |
| | Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología | <ul style="list-style-type: none"> Grupos de investigación Investigadores Líneas de investigación Proyectos Bioteología |
| | Biotechnology Industry Organization | <ul style="list-style-type: none"> Capitalización del mercado biotecnológico Gastos en investigación y desarrollo |
| | Asociación Española de Bioempresas (Asebio) | <ul style="list-style-type: none"> Tendencias de la biotecnología en España Situación actual de la biotecnología en España |
| | Biobolsa | <ul style="list-style-type: none"> Noticias del sector Resultados en investigación y desarrollo |
| | Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación | <ul style="list-style-type: none"> Bioteología (unidades de investigación, empresas biotecnológicas) |

Fuente: elaboración propia.

3. Estructura del sistema de monitoreo

Una revisión de las políticas y planes vigentes para el cluster bioindustrial permitió identificar diez objetivos, incluidos en los lineamientos nacionales y regionales de las políticas públicas que se han estipulado en ciencia, tecnología y biotecnología,²² además de políticas específicas en investigación, desarrollo y academia,²³ y políticas empresariales en sectores reconocidos como prioritarios para el Valle del Cauca.²⁴ Estos objetivos son:

- Impulsar las exportaciones de productos y servicios de base biotecnológica.
- Generar y fortalecer la formación de recursos humanos dedicados a la investigación y desarrollos biotecnológicos.
- Apoyar la reconversión tecnológica, así como la creación y desarrollo de empresas de base biotecnológica.
- Estimular la aplicación de herramientas y la generación de productos y servicios biotecnológicos.
- Generar y fortalecer las capacidades empresariales competitivas, científicas, tecnológicas y de infraestructura necesarias para abordar eficazmente los problemas y oportunidades que presenta el desarrollo biotecnológico regional.

- Generar alianzas y redes globales de difusión y adaptación tecnológica.
- Orientar eficazmente la política y acciones que el gobierno emprenda para el desarrollo de la biotecnología.
- Impulsar el uso sostenible de la biodiversidad, los recursos y capacidades bioindustriales existentes como motor de desarrollo de la región.
- Estimular inversiones en investigación y desarrollos biotecnológicos.
- Contribuir al desarrollo económico y competitivo de la región.

Basándose en el estudio comparativo entre observatorios y sistemas de monitoreo, y tomando en cuenta los objetivos presentes en el análisis del CBOC, se seleccionaron para el sistema de monitoreo del cluster tres mecanismos: (1) indicadores, (2) estudios específicos de coyuntura y (3) proyectos. Estos mecanismos deben permitir el seguimiento, el análisis y la evaluación de los campos, factores y actividades del cluster bioindustrial y su entorno, que repercutan en sus objetivos y dinámica competitiva, a fin de generar información de carácter estratégico (que se divulgará a través de informes, estudios, proyectos, publicaciones y foros) y de facilitar la toma de decisiones y planes de intervención, en estrategia empresarial y políticas públicas, para constituir así la estructura básica del sistema de monitoreo (véase Gráfico 1).

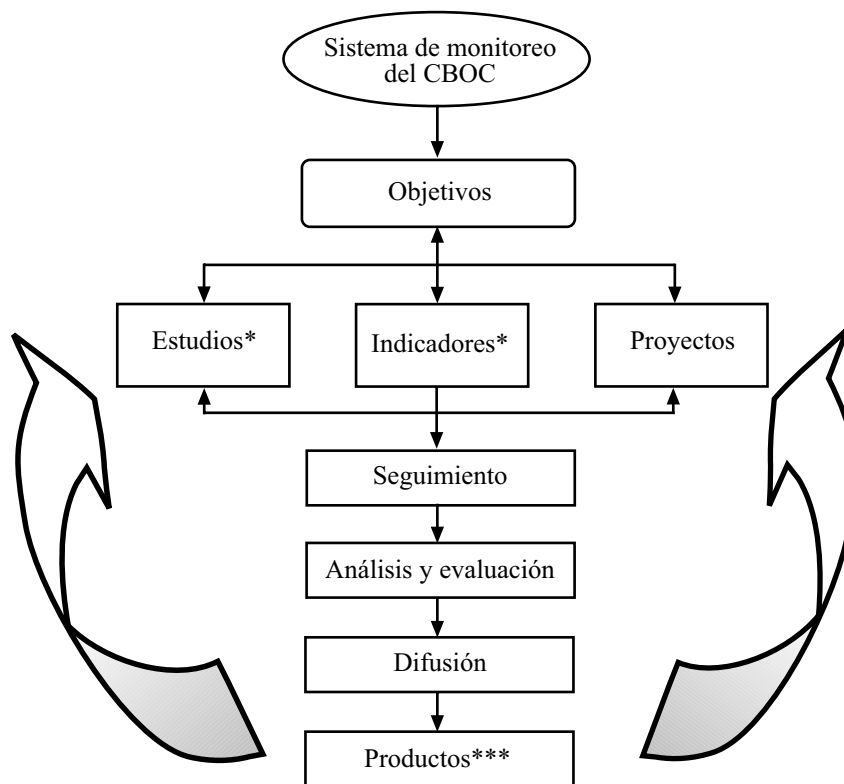
El sistema de monitoreo del cluster bioindustrial (SMCB) tiene como objetivos identificar y evaluar la dinámica competitiva del CBOC, a fin de facilitar la toma de decisiones y la intervención, que contribuyan a mejorar su competitividad. Para su cumpli-

²² Plan Nacional de Desarrollo, Programa de Biotecnología, Plan de Desarrollo Departamental y Política de Biotecnología para el Valle del Cauca.

²³ Colciencias, *Agenda prospectiva de ciencia y tecnología*, Estatuto de Investigación de la Universidad del Valle.

²⁴ Plan Nacional Forestal, Acuerdo Regional de Competitividad Forestal, Acuerdo de Competitividad de Productos Hortofrutícolas Promisorios Exportables de Colombia y Asocaña.

Gráfico 1
Estructura del sistema de monitoreo



* Ambiente macroeconómico, formas organizacionales e innovación tecnológica en biotecnología.

** Actores del cluster e instituciones relacionadas con bioindustria/biotecnología.

*** Informes, artículos, estudios, proyectos y foros.

Fuente: elaboración propia.

miento se dieron respuesta a los siguientes interrogantes: (a) ¿a qué quiere hacerle seguimiento el SMCB? (b) ¿Quiénes serán los usuarios/demanda del SMCB? (c) ¿Cuáles son las fuentes de información del sistema de monitoreo (instrumentos y frecuencia)? (d) ¿Cuáles serán los productos del SMCB? e) ¿Cómo los clientes van a utilizar o aprovechar los productos? (f) ¿Cómo se le dará sostenibilidad al SMCB?

- a. Propósito del sistema de monitoreo: se propuso que el sistema de monitoreo, a través de indicadores de competitividad, estudios específicos y proyectos, realice el seguimiento, la medición y la evaluación de factores y actividades del cluster bioindustrial que repercutan en sus objetivos y dinámica competitiva, en los campos macroeconómico, en las formas organizacionales y en la innovación

tecnológica, con el objeto de facilitar la toma de decisiones y la intervención.

- b. Usuarios/demanda: se identificaron usuarios del SMCB, según sus necesidades de información (como información estratégica para determinar tendencias y realizar comparaciones), con el fin de llevar un seguimiento y control de las estrategias planteadas, crear nuevas estrategias y generar propuestas de intervención en políticas públicas. Estos usuarios son empresas del cluster, instituciones de apoyo (universidades y centros de investigación), observatorios, gobierno (local, regional y nacional) e instituciones nacionales e internacionales
- c. Fuentes de información (instrumentos y frecuencia): las fuentes primarias de información del SMCB serán las encuestas, las entrevistas y las consultas que se realicen a expertos y actores del cluster, de las cuales se obtiene la información de formas organizacionales. También se recurrirá a la documentación interna de las organizaciones que integran el cluster, como estados financieros, estudios y proyecciones.

Las bases de datos, los documentos y los informes de los actores del cluster, adicional a las instituciones internacionales y nacionales que generan periódicamente bases de datos, informes, estudios e indicadores en competitividad y en los campos ambiente macroeconómico, formas organizacionales e innovación tecnológica en biotecnología, se presentan como las fuentes secundarias de información y presentan una estandarización, lo cual hace posible su comparación y análisis.

La recolección de información se realizará anualmente, debido a que tanto los actores del cluster como las instituciones nacionales e internacionales presentan sus informes al final de cada año. Si alguno de los estudios específicos que el sistema de monitoreo esté realizando necesita información adicional, ésta será recolectada en el momento en que se necesite. Es necesario recordar que para que exista una continuidad en el trabajo del sistema de monitoreo debe existir un compromiso por parte de los actores del cluster de facilitar, generar, estandarizar y unificar la información que se necesita dentro del sistema.

- d. Productos: como resultados del sistema de monitoreo se obtendrán informes, artículos, estudios, proyectos y foros (electrónicos o presenciales).
- e. Utilización y aprovechamiento: los usuarios ‘demandantes’ utilizarán los productos del sistema de monitoreo dependiendo de sus necesidades de información. Los principales usos y aprovechamiento identificados para estos productos son toma de decisiones, estrategia empresarial, formulación de políticas públicas, producción de informes, utilización en grupos de trabajo y debates.
- f. Sostenibilidad: para lograr la sostenibilidad del proyecto SMCB es necesario crear un compromiso entre los actores del cluster, además de establecer alianzas y proyectos de colaboración con instituciones nacionales e internacionales, en la medida en que estas alianzas y proyectos tengan una utilidad para los actores del cluster.

4. Modelo de medición

La dinámica, la toma de decisiones y la intervención son elementos que se interrelacionan entre sí. A manera de ejemplo se verá cómo una política pública (la Política Nacional de Productividad y Competitividad) influye en la dinámica competitiva del cluster bioindustrial a través del impulso y promoción de cadenas competitivas. La implementación de esta política a través de programas y proyectos, así como la disponibilidad de recursos humanos, financieros y de información, etc., posibilita la toma de decisiones de los actores del cluster que buscan generar ventajas competitivas por medio de este enfoque.

Estas ventajas competitivas se traducirían ya sea en crecimiento de ventas, nuevos productos o mayores índices de inversión. Esto afecta, a su vez, la dinámica competitiva del cluster con un crecimiento en los índices de competitividad. Entonces, para determinar en qué medida la dinámica y la intervención se afectan y se dejan afectar por la competitividad del cluster bioindustrial se evalúan unos factores que se agrupan en los campos ambiente macroeconómico, formas organizacionales e innovación tecnológica (véase Gráfico 2).

Para obtener una medida de esta dinámica competitiva, la investigación definió un modelo de medición de competitividad que permite estandarizar, verificar la compatibilidad y comparar la información con las mediciones en los ámbitos internacional (Reporte Global de Competitividad-FEM), nacional

(Proyecto de Indicadores de Competitividad Nacional-CAF²⁵) y regional (Escalafón de la competitividad de los departamentos de Colombia-Confecámaras²⁶), que se adapta a las condiciones específicas del CBOC y a las fuentes disponibles de información. Así se convierte en una fuente de información estratégica para la toma de decisiones y planes de intervención de los actores del cluster y de los *policy makers*. El modelo cuenta con indicadores que se desarrollaron a partir de la determinación y conceptualización de los factores que afectan el desarrollo y competitividad del cluster, los cuales fueron agrupados en los tres campos (véase Cuadro 4).

La conceptualización de estos factores se realizó basándose en el análisis de teorías y modelos de desarrollo económico y competitivo. A partir de ahí se determinó que el gobierno, las finanzas, la infraestructura y la internacionalización desempeñan un papel clave para alcanzar y mantener un *ambiente macroeconómico* estable, condición necesaria para un desarrollo económico y competitivo sostenible en el tiempo.²⁷

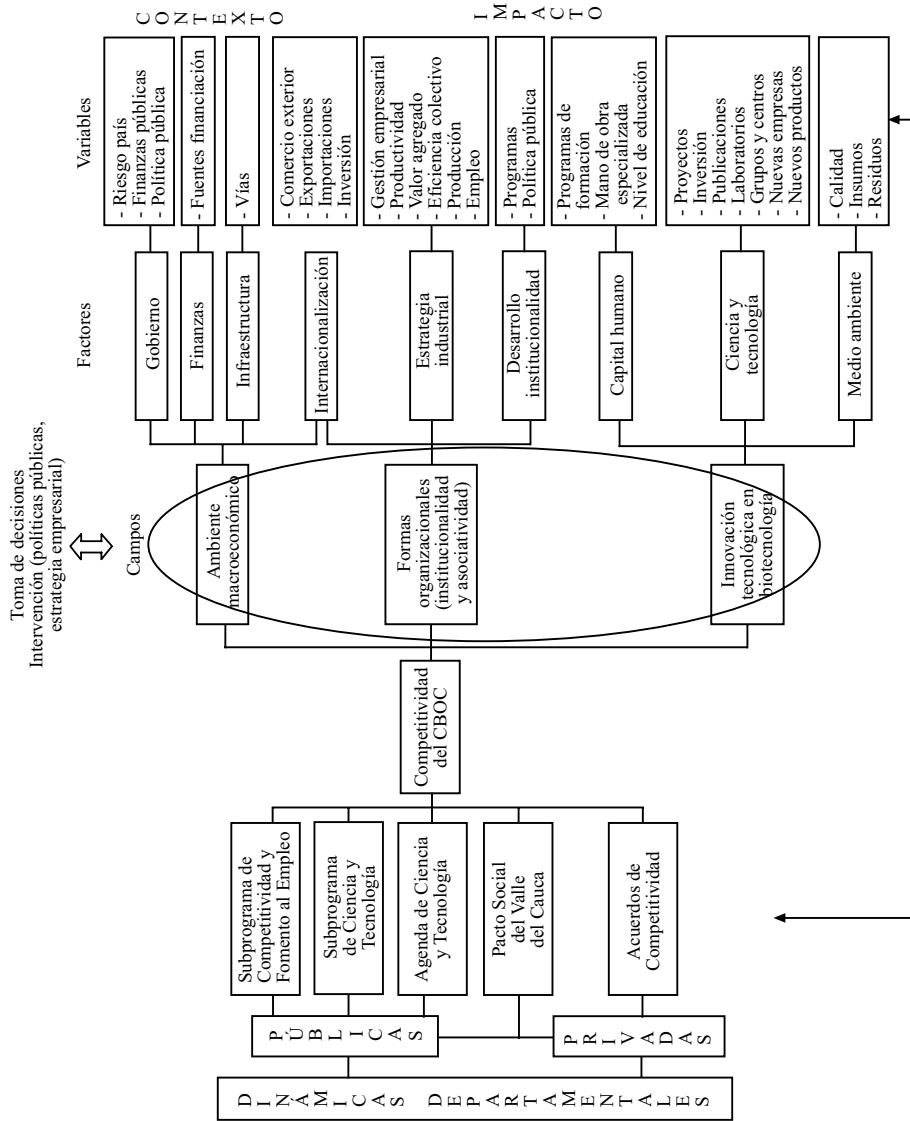
El factor *gobierno* mide las políticas y su efecto en la competitividad y desempeño de las instituciones esenciales para el buen funcionamiento de la estructura regional donde actúa el cluster bioindustrial. Este factor se evaluará a través de los siguientes indicadores:

²⁵ La cual basa su metodología en el índice de competitividad del FEM.

²⁶ Con apoyo de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y la metodología del FEM.

²⁷ Como ha sido reconocido por autores como Esser *et al.* (1996) y Sachs y Vial (2002).

Gráfico 2
Modelo lógico del cluster bioindustrial del occidente colombiano



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4
Campos, factores y variables de competitividad del CBOC

| CAMPOS | FACTORES | VARIABLES |
|---|--------------------------|--|
| AMBIENTE MACROECONÓMICO | Gobierno | Riesgo País Finanzas Públicas Política Pública Macro |
| | Finanzas | Fuentes de Financiación |
| | Infraestructura | Vías |
| | Internacionalización | Comercio Exterior Exportaciones Importaciones Inversión Extranjera |
| FORMAS ORGANIZACIONALES | Estrategia Industrial | Gestión Empresarial Productividad Valor Agregado Eficiencia Colectiva Producción Empleo |
| | Desarrollo Institucional | Programas Política Pública Meso |
| INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN BIOTECNOLOGÍA | Capital Humano | Programas de Formación Mano de Obra Especializada Nivel de Educación |
| | Ciencia y Tecnología | Proyectos Inversión Publicaciones Laboratorios Grupos y Centros Nuevos Productos Nuevas Empresas |
| | Medio Ambiente | Calidad Insumos Residuos |

Fuente: elaboración propia.

- *Riesgo país*: muestra la percepción que tiene el mercado de una eventual insolencia financiera, debido a problemas políticos o económicos de un país. El riesgo económico está relacionado con el desarrollo macroeconómico del país, sus debilidades y fortalezas; el riesgo financiero determina la habilidad del país para financiar sus obligaciones administrativas y comerciales, y el riesgo político está relacionado con la situación política, de orden público y con las leyes de cada país (Banco Mundial, 2000).
- *Finanzas públicas*: mide el papel del Estado en la economía, a partir del presupuesto y gasto público, con el fin de determinar su capacidad de inversión y las prioridades de inversión por sector.²⁸
- *Políticas públicas*: se utiliza para determinar el marco regulatorio que el gobierno está brindando en términos de política fiscal, presupuestaria, comercial, monetaria, cambiaria, arancelaria y tributaria, que son el punto de apoyo para la estabilización del contexto macroeconómico.

A través del factor *finanzas* se mide la disponibilidad de recursos financieros tanto públicos como privados, con el fin de dinamizar y mejorar la competitividad de la producción. El indicador que muestra esta

disponibilidad de recursos son las fuentes de financiación, que constituyen una variable que determina las posibles fuentes de recursos para financiación tanto internas como externas por sector.²⁹

Se evaluará la disponibilidad y eficiencia de la *infraestructura* regional y nacional donde opera el cluster como soporte para la competitividad, a través de las vías. Por medio de estas últimas se establece la disponibilidad de vías fluviales, marítimas, aéreas y terrestres a las que pueden acceder los actores del cluster.

La *internacionalización* es un factor básico para el desarrollo tanto en el campo macroeconómico como en las formas organizacionales. Este factor se medirá en el nivel macro a partir del comercio exterior del país, para determinar la inserción en la economía mundial. El *comercio exterior* establecerá la relación comercial del país y el departamento con el mercado internacional, a través de la balanza comercial, aranceles, acuerdos comerciales y apertura exportadora.

Un ambiente macroeconómico estable no asegura el alcance de la competitividad y el desarrollo económico, para esto también se requieren eficiencia y productividad tanto en

²⁸ Según la Ley 812 de 2003, los sectores en los que invierte el Estado son justicia, defensa y seguridad, agricultura, social (salud, trabajo, educación, cultura, vivienda, saneamiento básico y regalías), infraestructura (comunicaciones, transporte, minas y energía y sistema masivo de transporte), organismos de control, medio ambiente, ciencia y tecnología, industria y comercio.

²⁹ Según el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Nacional del Departamento de Planeación Nacional (DNP), la financiación se da en los siguientes sectores: agua potable y saneamiento básico; agrario, pesquero, piscícola y forestal; desarrollo institucional; educación; ciencia y tecnología; grupos vulnerables; infraestructura vial; medio ambiente; minas y energía; preinversión; prevención de desastres; recreación deporte y cultura; salud; seguridad y justicia, y servicios públicos y vivienda.

el ámbito institucional como en el empresarial asociativo, reflejados en el campo de acción de las *formas organizacionales*, compuesto por los factores de internacionalización, estrategia industrial y desarrollo institucional.

La *internacionalización*, como factor del campo de formas organizacionales, mide la relación comercial y de inversión del cluster bioindustrial a través de sus cadenas con el mercado internacional. Esta relación se refleja en las exportaciones, las importaciones y la inversión extranjera:

- *Exportaciones*: esta variable mide el grado de inserción del cluster en la economía mundial a través de sus ventas al mercado externo según el nivel tecnológico de los productos,³⁰ los países a los que accede y la participación de las ventas al producto interno bruto (PIB) de la región.
- *Importaciones*: mide el índice de importaciones del cluster por tipo de productos y la relación que existe entre los productos generados en la región y los importados por los diferentes eslabones de las cadenas, con el fin de determinar

si la importación se relaciona con la incorporación de nuevas tecnologías, los cuales aportan a la competitividad o sólo con la compra de insumos, los cuales se producen localmente.

- *Inversión extranjera*: la inversión extranjera es un componente básico para incorporar nuevas tecnologías en los procesos productivos de un país y, por lo tanto, productos de mayor nivel tecnológico (Sachs y Vial, 2002), por tal razón esta variable mide el índice de inversión extranjera en las cadenas del cluster según su modalidad,³¹ con el objetivo de determinar qué porcentaje de esta inversión se dirige a la incorporación de nuevas tecnologías y conocimientos.

³⁰ Clasificación de la OECD de las industrias de base tecnológica: Alta Tecnología (aviación, equipos de cómputo, medicinas, equipos de radio, televisión y comunicaciones); Media-Alta Tecnología (bienes profesionales, vehículos de motor, equipos eléctricos, químicos, equipos de transporte, maquinaria no eléctrica); Media-Baja Tecnología (productos de caucho y plástico, construcción y reparación de otras manufacturas, metales no ferrosos, productos de metal, productos y refinerías de petróleo, metal terroso); Baja Tecnología (papel, productos de papel e imprenta, textiles y cueros, comida, bebidas y tabaco, productos de madera y muebles).

³¹ Como lo muestra el Decreto 2080 de 2000, la inversión extranjera puede tomar la forma de importación de maquinaria, equipos u otros bienes físicos tangibles aportados al capital de una empresa como compra no reembolsable; importación de divisas para inversiones en moneda nacional, como aporte directo al capital de una empresa, adquisición de derechos, acciones o bonos obligatoriamente convertibles en acciones emitidos por instituciones financieras; aportes en especie al capital de una empresa, consistentes en intangibles como contribuciones tecnológicas o marcas y patentes, en los términos que dispone el Código de Comercio; capitalización de aquellos recursos en moneda nacional con derecho de giro al exterior, como créditos externos, utilidades con derecho a giro, sumas por concepto de importaciones reembolsables, etc.; retención en el patrimonio de utilidades no distribuidas con derecho a giro; importación de divisas libremente convertibles para realizar inversiones de portafolio; inversiones suplementarias al capital asignado de las sucursales; importación de divisas para la compra de inmuebles para vivienda de funcionarios u oficinas de personas jurídicas extranjeras. Sin embargo, no se considera inversión extranjera la adquisición de bienes inmuebles realizadas por personas naturales o jurídicas.

El factor *estrategia industrial* considera la estrategia, el entorno empresarial, las relaciones y las características de funcionamiento que influyen en el desempeño de las cadenas y que generan una eficiencia colectiva. Se encuentra integrado por seis indicadores:

- *Gestión empresarial*: el desempeño del cluster bioindustrial es determinado por el desempeño de las compañías individuales que lo componen, que se medirá a partir de su capacidad para conseguir financiación, por su nivel de inversión³² (sobre todo en procesos productivos y de innovación) y por la disponibilidad de proveedores en el ámbito regional.
- *Productividad*: esta variable mide el valor agregado que generan las cadenas a partir del capital, el recurso humano y la producción agrícola, como productor de riqueza y crecimiento económico de la región (Centro Nacional de Productividad, 2003) que, como lo indica el *Informe de desarrollo humano* (UNDP, 2001), se traduce en mayores recursos para educación, salud y empleo, y que a su vez se ve influenciado por cambios tecnológicos.
- *Valor agregado*: hace referencia a la capacidad que tienen las cadenas de generar productos intensivos en tecnología diferenciados que garanticen la inserción en los mercados internacionales (Piñeres, 2002).
- *Eficiencia colectiva*: evalúa las ganancias en términos de ventajas competitivas, que se obtienen de la cooperación y competencia entre actores, a partir de la generación de economías externas. Estas ventajas se definen como producto (no explícito) de la coexistencia de diversas empresas que interactúan en un contexto común (creación de un mercado de mano de obra especializada, creación de un mercado de insumos, maquinaria e insumo especializado) y de acciones conjuntas, que se desarrollan cuando la pluralidad de sujetos que participan en la actividad productiva cooperan de manera explícita y voluntaria a través de integración vertical³³ para tener beneficios en costes de transacción, seguridad en la obtención de suministros, mejora de la coordinación, capacidad tecnológica y más altas barreras a la entrada para competidores. Por su parte, la integración horizontal³⁴ genera ahorro en costos al realizar actividades comunes en tecnología, infraestructura, adquisición de insumos, mercadeo y manufactura.
- *Producción*: busca determinar, a través de la participación de cada cadena en el PIB de la región, el aporte del cluster al crecimiento económico del departamento.
- *Empleo*: es un componente del desarrollo económico, por lo se mide a partir de la cantidad de empleos generados

³² Se consideran las siguientes modalidades de inversión privada: capital fijo, capital de trabajo, capacitación, comercialización, capital de riesgo e I+D.

³³ Empresas complementarias especializadas en un específico lazo o base de conocimientos en la cadena de valor (OECD, 1999).

³⁴ Empresas que operan en el mismo mercado de productos finales y que aun cuando pertenecen al mismo grupo industrial cooperan (OECD, 1999).

por cada cadena del cluster según el nivel tecnológico de la industria a la que pertenece y su nivel de ingresos.

El *desarrollo institucional* evalúa si las instituciones públicas desarrollan y fortalecen la estructura regional y las capacidades de interacción entre actores públicos y privados en el interior del cluster, a través de programas y políticas públicas eficaces:

- *Programas*: buscan determinar la estructura y apoyo que brindan las instituciones públicas —Colciencias, Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), Instituto Colombiano de Especialización Técnica en el Exterior (Icetex) y ministerios— para la generación de capacidades e interrelaciones entre los actores del cluster.
- *Política pública (meso)*: por no ser suficiente la estabilidad en el nivel macro para garantizar el desarrollo sostenible de la competitividad, es necesario implementar políticas a nivel meso, que son formuladas para sectores y temas específicos por el Estado y los actores regionales. Entre estas políticas se encuentran educación física e industrial, educación y tecnología, ambiental, regional, selectiva de importaciones y exportaciones, industrial, programas de formación y sistemas de información.

La tecnología desempeña un rol clave en todas las etapas de desarrollo de una economía,³⁵ por lo cual el campo de la *inno-*

³⁵ La tecnología para economías en crecimiento se convierte en un factor potenciador, y para economías desarrolladas, en un factor de continuidad y sostenibilidad.

vacación tecnológica en biotecnología mide los factores que elevan la eficacia de las actividades productivas, promueven el aprendizaje continuo y la acumulación de conocimiento y ayudan a la generación de *externalidades* positivas, determinantes para una estrategia de competitividad, como lo es el cluster bioindustrial. Entre sus factores más importantes se encuentran el capital humano, la ciencia y la tecnología y el medio ambiente.

El *capital humano*, como factor de competitividad, buscará identificar el desarrollo del talento humano, tanto productivo como de investigación que participa en el cluster bioindustrial. Tal cual lo plantean el modelo neoclásico de crecimiento exógeno, con autores como Solow y Swan (1956); el modelo de crecimiento endógeno, con Romer (1986) y Lucas (1988), o la teoría de competitividad de Porter (1990), el capital humano es un factor determinante para el crecimiento económico y la competitividad, por ser el vínculo central entre ciencia y desarrollo:

- *Programas de formación*: se convierten en una política de apoyo específico, debido a su importancia en la articulación de procesos de aprendizaje social para la competitividad (Esser *et al.*, 1996). Se identifican basándose en las carreras y especializaciones relacionadas con el cluster que se pueden encontrar en la región.
- *Mano de obra especializada*: forma parte de las ventajas competitivas generadas por las eficiencias colectivas. Se determinan a partir del número de investigadores y de sus áreas de investigación. En 1920, Marshall planteó que

la especialización de la mano de obra es producto de las economías externas que se genera a partir de la cooperación y competencia de diversas empresas.

- *Nivel de educación*: un mayor nivel de educación en la población, como lo indica el modelo del *Informe de desarrollo humano* (UNDP, 2001), supone la generación de una mayor creatividad y conocimiento, todo lo cual influye en el desarrollo tecnológico.

La capacidad tecnológica, como fundamento de la competitividad, debido a su relación con la productividad y el desarrollo económico, se basa en reservas (*stocks*) de conocimientos y procesos de aprendizaje acumulativo que van materializando empresas e instituciones en el curso de la interacción (Esser *et al.*, 1996). Bajo este criterio, el factor de *ciencia y tecnología* mide los recursos y capacidades tecnológicas a disposición y desarrollados por las empresas e instituciones del cluster bioindustrial:

- *Proyectos*: a partir de esta variable se determinan los procesos de interacción que se han presentado entre diferentes actores del cluster, para realizar investigaciones e innovaciones y determinar los campos de aplicación (vegetal y agrícola, salud humana, pecuario, ambiental e industria de alimentos) en los que se han concentrado estos proyectos.
- *Inversión en investigación*: se ha determinado que la inversión es un factor clave para alcanzar procesos de desarrollo económico y competitividad sostenibles en el tiempo (Sachs y Vial, 2002). La inversión en procesos de investigación genera nuevas tecnologías y mayores capacidades de innovación; por ello es importante determinar en qué áreas de la biotecnología se realiza mayor inversión.
- *Publicaciones*: uno de los resultados directos de la investigación son las publicaciones, por lo cual esta variable medirá las publicaciones por área de investigación relacionada con el cluster bioindustrial.
- *Laboratorios*: para determinar la capacidad en infraestructura con la cual la región cuenta, en términos de laboratorios, se precisan los laboratorios de biotecnología (bioquímica, biología molecular, microbiología, etc.), sus áreas de investigación y las instituciones a las cuales pertenecen.
- *Grupos y centros*: esta variable busca determinar la capacidad de investigación de la región a partir de los grupos y centros registrados y reconocidos en Colciencias y sus áreas de investigación.
- *Nuevas empresas*: como resultado de la generación de conocimientos y procesos más productivos y rentables se crea un ambiente atractivo para la creación de nuevas empresas. Esta variable se mide a partir de la creación de nuevas empresas en áreas relacionadas con el cluster y su sostenibilidad en el tiempo.
- *Nuevos productos*: los avances tecnológicos, entendidos como innovación de productos y procesos, hacen parte de la capacidad tecnológica y, por lo tanto, son un mecanismo de desarrollo económico (McArthur y Sachs, 2000). Esta variable se mide, por un lado, a partir de la innovación de productos, que consiste en la adquisición, asimila-

ción o imitación de nuevas tecnologías para mejorar productos existentes o fabricar nuevos productos para el establecimiento o el mercado. Por otro, de la innovación de procesos, que está representada por la adquisición, la asimilación o la imitación de nuevas tecnologías, con el fin de mejorar tecnológicamente procesos productivos existentes en el establecimiento, para comenzar a utilizar procesos que no existían o para innovar procesos inexistentes en el mercado (Durán *et al.*, 2000).

El *medio ambiente* es, en la actualidad, un factor crítico de desarrollo y su gestión es condicionante en la competitividad y el comercio. Este factor mide la repercusión del CBOC en el medio ambiente y en la biodiversidad de la región:

- *Calidad*: para determinar cómo el cluster está colaborando con la conservación del medio ambiente, se mide la inversión por área (tema) que realizan las empresas del cluster en recuperación ambiental.
- *Insumos*: con esta variable se busca establecer el tipo de insumos (bioinsumo, agroquímicos y prácticas culturales) que las empresas del cluster utilizan y cuáles producen bioinsumos. Se entiende como bioinsumo un recurso o producto biológico producido comercialmente para ser utilizado en cultivos y que incluye abono orgánico natural, micorriza, feromona, parasitoide, extractos de plantas y entomopatógeno.³⁶

³⁶ Definición de la Resolución 3079 de 1995, por la cual se dictan disposiciones sobre la industria,

- *Residuos*: esta variable determina la generación de material remanente de procesos, que no representa una utilidad o un valor económico para su generador, pero que pueden ser utilizados como insumos por otros actores.

Una vez precisada la conceptualización de los factores de competitividad del cluster bioindustrial, se realizó una selección preliminar de indicadores que conforman la batería de las 29 variables. La selección se realizó acorde con los campos y factores seleccionados y tuvo como insumo los indicadores utilizados por las diferentes organizaciones e instituciones analizadas en el estudio comparativo. Adicionalmente, se desarrolló un listado de los tipos de fuentes de información necesarios para alimentar cada indicador propuesto, según su disponibilidad, accesibilidad, actualización, confiabilidad, representabilidad y cobertura de la información.

Más que el listado de indicadores seleccionados (125), el proyecto permitió establecer bases sólidas para la aplicación operativa del modelo que se realizará como una segunda etapa del proyecto, a partir de la inclusión de datos provenientes de fuentes primarias (actores del cluster³⁷) y secundarias (DNP, DANE, etc.). Es necesario recordar que para que exista una continuidad

comercio y aplicación de bioinsumos y productos afines, de abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo y productos afines; plaguicidas químicos, reguladores fisiológicos, coadyuvantes de uso agrícola y productos afines.

³⁷ Se identificaron más de tres mil empresas, entre instituciones de apoyo y empresas de las diferentes cadenas que conforman el cluster bioindustrial.

y sostenibilidad en el trabajo del sistema de monitoreo debe crearse un compromiso por parte de los actores del cluster de facilitar, generar, estandarizar y unificar la información que se necesita dentro del sistema de monitoreo.

En este orden de ideas, se cuenta con un gran reto: avanzar en la coordinación de esfuerzos para generar y administrar información estratégica, a fin de evitar complicaciones en la generación y administración de información oportuna, confiable, estandarizada, de fácil acceso y disponible, de modo que sea fácilmente apropiada por los actores del cluster. Así, potenciar la toma de decisiones e intervención en la formulación de política pública para alcanzar un desarrollo económico y competitivo del cluster y la región.

Conclusiones y recomendaciones

- El desarrollo económico y la competitividad se generan a partir del desempeño e interrelación de diferentes factores. Para identificar en ellos los mayores efectos se han seleccionado para el monitoreo del CBOC factores agrupados en los campos macroeconómico, formas organizacionales e innovación tecnológica en biotecnología.
- En el mundo existen diferentes estudios de medición de competitividad. Los más utilizados surgen a partir de las metodologías del FEM y el IMD, que sirven como base de mediciones en los ámbitos regional, nacional y departamental.
- Reconocida la necesidad de información estratégica para la intervención y toma de decisiones que contribuyan a la consolidación del CBOC, cobra importancia la conveniencia de adaptar un modelo propio de medición de la competitividad, que se propone a partir de la metodología del FEM, lo que permite estandarizar, verificar la compatibilidad y comparar la información existente en los ámbitos nacional y departamental.
- Se identificaron como campos de acción para el CBOC, la estabilidad macroeconómica, las formas organizacionales y la innovación tecnológica, aun cuando el relieve se pone en la biotecnología, ya que contienen factores clave de competitividad como gobierno, finanzas, infraestructura, internacionalización, estrategia industrial, desarrollo institucional, capital humano, ciencia y tecnología y medio ambiente.
- La generación de información estratégica para la toma de decisiones e intervenciones en la formulación de política pública se considera un aporte del sistema de monitoreo para el fortalecimiento de la biorregión. La información existente debe complementarse con un sistema de información interinstitucional que garantice la disponibilidad de la información relevante.
- La sostenibilidad del sistema de monitoreo del cluster bioindustrial requiere que sea apropiado y motive el compromiso de sus actores. Además, la responsabilidad técnica sobre el sistema de monitoreo precisa que se establezcan alianzas y proyectos de colaboración con instituciones nacionales e internacionales.
- Aunque el modelo planteado para el CBOC se diseñó para medir la competitividad, según las necesidades específicas

de una industria de base biotecnológica en esquemas asociativos, su reproducción puede ser posible si se tienen en cuenta tanto el tipo de industria como los objetivos planteados y la estrategia de desarrollo, pues estos son criterios para definir las variables de análisis.

Lista de referencias

- Banco de la República y Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2002). *Informe de coyuntura económica regional* (ICER). Valle del Cauca: autores.
- Banco Mundial (2000). *World development indicator: International country risk guide by Political Risk Service Inc.* Washington: autor.
- Bertalanffy, L. (1969). *General system theory*, 2nd Edition. New York: Braziller.
- Centro Nacional de Productividad (2003). *Medición de la productividad del valor agregado*. Bogotá: autor.
- Colombia, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2004, julio). *IX Encuentro Nacional para la Productividad y la Competitividad*. Cali, Colombia.
- Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico, Viceministerio de Industria y Comercio, Dirección de Desarrollo Industrial, Dirección de Comercio y Mercados (s.f.). *Lineamientos de política industrial*. Bogotá: autor.
- Comisión Económica de América Latina y el Caribe (CEPAL). (2002). *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe*. Chile.
- Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá (CTCAP). (2003). *Proyecto regional de indicadores científicos y tecnológicos: fortalecimiento de las capacidades de construcción de indicadores regionales de ciencia y tecnología e innovación*. Panamá: autor.
- Corporación Biotec (1998). *Promoción y puesta en marcha de una plataforma tecnológica e institucional de apoyo al sector bioindustrial y a la utilización y aprovechamiento de la biotecnología en el occidente colombiano*. Santiago de Cali: autor.
- _____ (2001). *Cluster Bioindustrial del Occidente Colombiano: una iniciativa de construcción social de región*. Santiago de Cali: autor.
- Durán, X.; Ibáñez, R.; Salazar M., y Vargas, M. (2000). *La innovación tecnológica en Colombia: características por sector industrial y región geográfica*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- Esser, K.; Hillebrand, W.; Messner, D., y Meyer-Stamer, J. (1992). *Competitividad internacional de las empresas y políticas requeridas*. Berlín: Instituto Alemán de Desarrollo.
- _____ (1996). Competitividad sistémica: nuevo desafío a las empresas y a la política. *Revista de la CEPAL*, (59), 39-52.
- Jaramillo, H. (1997). *El universo de la medición la perspectiva de la ciencia y la tecnología*. Bogotá: Colciencias-RICYT-Tercer Mundo.
- Leontief, W. (1951). *The structure of the American Economy 1919-1929*. New York: Oxford University Press.

- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Matta, R. (2003). *Fundamentos para el desarrollo de políticas públicas y estrategias empresariales dirigidas a la formación social y productiva del Cluster Bioindustrial del Occidente Colombiano*. Santiago de Cali: Corporación Biotec.
- McArthur, J. y Sachs, J. (2000). *The growth competitiveness index: Measurement and the stages of development*. *Global competitiveness report*. Cambridge: Center for International Development at Harvard University.
- Metcalf, J. (1995). Technology systems and technology policy in an evolutionary framework. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 25-46.
- México, Puebla Gobierno de Estado (2004). *Informe de competitividad Puebla*. Puebla: autor.
- Montenegro, S. (2002). *Propuesta para una Colombia competitiva*. Bogotá: Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Nelson, R. (1974). Neoclassical vs evolutionary theories of economic growth: critique and prospectus. *Economic Journal*, 84, 886-905.
- Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OECD). (1999). *Managing national innovation systems*. París: autor.
- Piñeres, J. (2002). *Construcción de una metodología para el dimensionamiento del Cluster Bioindustrial del Occidente Colombiano*. Santiago de Cali: Corporación Biotec.
- Porter, M. (1990). *The competitiveness advantage of nations*. New York: The Macmillan Press.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP). (2001). *Informe de desarrollo humano*. Nueva York: autor.
- Roldán Luna, D. (2000). *Los indicadores en el contexto de los acuerdos de competitividad de las cadenas productivas*. Bogotá: Documentos del IICA.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and Long-Run growth. *Journal of Political Economics*, 94(5), 1002-1037.
- Sachs, J. y Vial, J. (2002). *Competitividad y Crecimiento Económico en los países Andinos y en América Latina* [borrador preliminar]. Cambridge: Center for International Development at Harvard University.
- Solow, R. M. y Swan, T. R. (1956). A contribution to the theory of economics growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65-94.
- Testa, P. (2003). *Indicadores de biotecnología y tecnología de alimentos: una revisión de la experiencia internacional reciente* [archivo de datos en Power-Point].

Páginas web

- Asociación Española de Bioempresas (Asebio). (2001). *Informe Asebio 2001*, <http://www.asebio.com>.
- Biotechnology Industry Organization. *Cifras de gastos en investigación y desarrollo*, <http://www.bio.org>.
- Biobolsa (s. f.). *Datos de investigación y desarrollo*, <http://www.biobolsa.net>.
- Cámara de Comercio de Bogotá. *Información de clusters*, <http://www.ccb.org.co>.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Cifras económicas y sociales*, <http://www.eclac.cl>.
- Comunidad Andina de Naciones (CAN). *Cifras de comercialización internacional*, <http://www.comunidadandina.org>.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). *Encuesta anual manufacturera y Encuesta anual agrícola*, <http://www.dane.gov.co>.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). *Indicadores de ciencia y tecnología*, <http://www.dnp.gov.co>.
- Foro Económico Mundial (FEM). *Indicadores de competitividad*, <http://www.weforum.org>.
- Internacional Institute for Management Development (IMD). *Indicadores de competitividad*, <http://www.imd.ch>.
- Naciones Unidas *Cifras desarrollo humano y adelanto tecnológico*, <http://www.un.org>.
- Observatorio Agrocadenas Colombia *Indicadores sectoriales*, <http://www.agrocadenas.gov.co>.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología *Indicadores de ciencia y tecnología*, <http://www.ocyt.org.co>.
- Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación *Indicadores de biotecnología*. Venezuela, <http://www.octi.gov.ve>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Estadísticas en ciencia, tecnología y patentes*, <http://www.oecd.org>.
- Red Colombia Compite *Cifras de competitividad regional*, <http://www.colombiacompite.gov.co>.
- Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT). *Indicadores de innovación*, <http://www.ricyt.org>.
- UNESCO (s. f.). *Estadísticas e indicadores en recursos humanos e I+D*, <http://www.unesco.org>.