

Vigilancia y prospectiva tecnológica en los centros de investigación de excelencia en Colombia

El caso del Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos

Angélica María Pineda Botero¹

La prospectiva pone de manifiesto alternativas, riesgos y potencialidades de CIEBREG, y brinda elementos a los directivos para mejorar el juicio en la toma de decisiones. Los ejercicios de vigilancia tecnológica permitieron generar un proceso de organización y gestión de la información al interior de los Centros de Excelencia, además de facilitar la identificación de tendencias, redes de cooperación, proyectos de investigación desarrollados por instituciones científicas, en los temas propuestos.

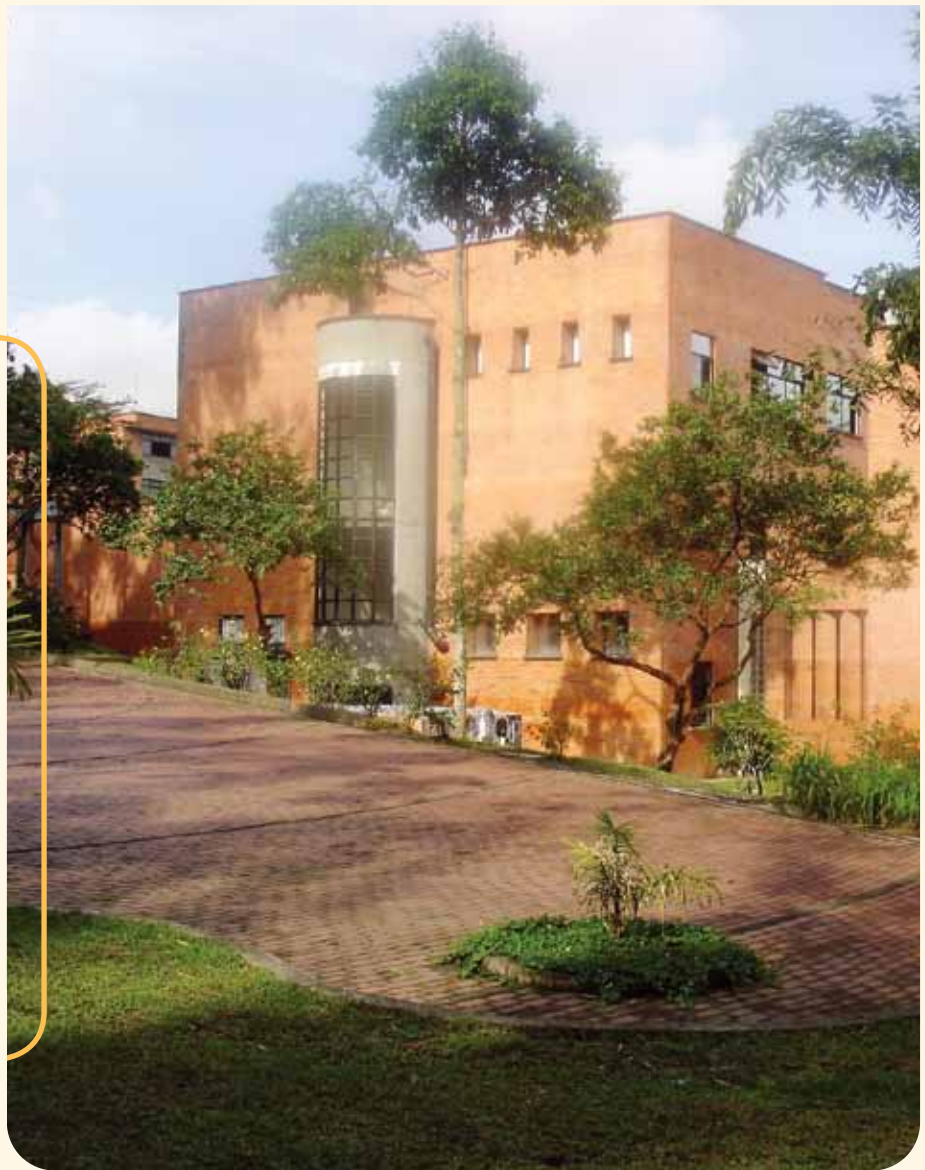


Foto: Mauricio Alejandro Echeverry D.

¹ Vigía Tecnológica. Unidad de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica, Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos, CIEBREG. angelicazul@utp.edu.co

Resumen

Desde el año 2005 se viene promoviendo en Colombia, el desarrollo de ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica en sectores estratégicos para el país; entre ellos, los proyectos ejecutados por los diferentes centros de investigación de excelencia. Con estos ejercicios se busca coadyuvar a los centros a perfilar sus agendas temáticas de investigación y, al mismo tiempo, crear capacidades y masa crítica. En el CIEBREG (Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos) se han llevado a cabo dos ejercicios piloto de vigilancia tecnológica y un ejercicio de prospectiva basado en el método de escenarios. A partir de un análisis estructural, se identificaron las variables claves del CIEBREG que determinan su éxito a futuro; posteriormente se analizaron los posibles comportamientos de estas variables hasta el 2013 con el fin de elaborar dos escenarios alternativos a futuro y un escenario apuesta.

Palabras claves: Vigilancia; tecnología; innovación; toma de decisiones; instituciones de investigación; gestión del conocimiento; competitividad; prospectiva; CIEBREG, Colombia.

Summary

Forecast and technological surveillance in the Colombian excellence research centers: The case of CIEBREG. Since 2005, the development of forecast and technological surveillance exercises for strategic sectors is being promoted in Colombia. The excellence research centers are one of the targets, where the exercises intend to shape the research agenda and, at the same time, create capacities and critic mass. In CIEBREG, two technological surveillance exercises and a forecast exercise have been carried out -the latter, based on scenario methods. By means of a structural analysis, the key variables with an influence on CIEBREG future performance were identified, and likely attainment of these variables up to 2013 was analyzed; basing on results, alternative scenarios were developed.

Keywords: Monitoring; technology; innovation; decision making; knowledge management; research institutions; prospective; CIEBREG, Colombia.

Introducción

En Colombia, los centros de investigación de excelencia (CE) son parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y conforman una red nacional de grupos de investigación articulada alrededor de programas comunes de trabajo en diferentes áreas científicas y tecnológicas, estratégicas para el país (CNCYT 2004). Los CE son organizaciones con un alto nivel de complejidad que requieren enfoques novedosos para la gestión estraté-

gica. En este contexto, el Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial (PNP) viene promoviendo, desde el año 2005, la implementación de un sistema de vigilancia y prospectiva tecnológica en cuatro de los siete centros de excelencia que existen actualmente en el país². Dicho sistema tiene la misión de *“orientar las capacidades nacionales en prospectiva y vigilancia tecnológica para el desarrollo de áreas estratégicas de la ciencia, la tecnología y la innovación aplicadas a la eco-*

nomía del conocimiento” (CNCYT 2006), de manera que se genere información relevante y condiciones suficientes para el direccionamiento estratégico y la focalización del ámbito de acción científico y tecnológico de los CE.

Para la implementación de este proceso, se conformaron equipos de apoyo – ‘grupos ancla’- en cada CE, con el propósito de liderar los ejercicios específicos; entre ellos, la revisión y evaluación periódica de los resultados obtenidos durante el

² En una fase inicial, el PNP promovió los ejercicios de vigilancia y prospectiva tecnológica en los cuatro primeros centros de excelencia conformados en el país: Centro Colombiano de Investigación en Tuberculosis (CCITB), Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (CENIVAM), Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) y Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos (CIEBREG).

proceso. En el CIEBREG (Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos), el grupo ancla lo conformaron: la dirección general, la dirección científica, dos investigadores principales, la profesional en seguimiento y evaluación y el vigía, entendido como el actor dinamizador del proceso al interior del CE. A nivel nacional, los vigías de los CE forman parte de la red de apoyo del PNP, al igual que los consultores nacionales e internacionales que asesoraron y brindaron acompañamiento a los Centros, a través de interacciones permanentes y revisiones conjuntas de los documentos de avance de los ejercicios.

Las áreas de acción de los CE son la vigilancia tecnológica, la prospectiva y la gestión y estrategia.

■ **Vigilancia tecnológica (VT).**- Este es un proceso sistemático para captar, analizar y difundir información de diversa índole –económica, tecnológica, política, social, cultural, legislativa-, mediante métodos legales, con el ánimo de identificar y anticipar oportunidades o riesgos para mejorar la formulación y ejecución de la estrategia de las organizaciones (Sánchez-Torres 2006). La norma UNE³ la define como: “*una forma organizada, selectiva y permanente de captar información del exterior sobre tecnología, analizarla y convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios*”. El análisis de la información que nos rodea es fundamental en el proceso de innovación tecnológica y, en este sentido, la VT se constituye en un proceso esencial dentro de las organizaciones innovadoras para gestionar proyectos de Investigación + Desarrollo +

Innovación. El propósito de llevar a cabo este tipo de ejercicios en los CE es que, a partir de su desarrollo, los investigadores y directivos involucrados se apropien de la metodología utilizada y la repliquen en otras áreas de interés del Centro. La vigilancia y prospectiva tecnológica contribuyen a optimizar la planeación estratégica, detectar oportunidades y amenazas, tomar decisiones más acertadas, identificar oportunidades de cooperación y buscar socios adecuados.

■ **Prospectiva.**- Entre las diferentes definiciones que las escuelas de prospectiva han dado a esta disciplina, cabe resaltar la de Michel Godet (1993), uno de los más importantes representantes de la Escuela Francesa, quien la define “*como una reflexión para iluminar la acción presente con la luz de los futuros posibles*”. La prospectiva ha sido ampliamente utilizada por organizaciones a nivel mundial (instituciones educativas, multinacionales, empresas, administración pública, etc.), con el objeto de explorar tendencias y factores de cambio claves (económicos, políticos, sociales) que inciden en su desempeño. También es una herramienta clave para gobiernos y organizaciones en lo que respecta a la formulación de políticas públicas en ciencia y tecnología⁴. Muchos estados dedican esfuerzos y recursos a la prospectiva, como una herramienta privilegiada para la definición de sus políticas de innovación tecnológica (Cortez 2001).

■ La experiencia internacional indica que mediante el incremento de las capacidades de prospectiva, un país puede consolidar sectores estratégicos a largo plazo, si se

acompañan con políticas públicas coherentes, orientadas por visiones estratégicas, para fomentar el desarrollo tecnológico; esto le permite al país afrontar la transformación de la estructura productiva y el cambio continuo del contexto macroeconómico y político-institucional mundial (Medina y Rincón 2006). En este contexto, la prospectiva aporta herramientas importantes, para que los CE tomen decisiones más acertadas, a partir de reflexiones sobre su rol en el desarrollo científico y tecnológico y realicen las modificaciones necesarias para adaptarse al entorno, a partir de cambios en sus estructuras funcionales y organizacionales.

■ **Gestión y estrategia.**- La estrategia de la organización debe ser sistémica e integrar la apertura prospectiva. Esta puede ser representada como el encuentro de tres campos determinados por elementos particulares: **el exterior** (mercado, competencia, oportunidades), **los recursos internos** (tecnologías, medios financieros, competencias disponibles, capacidades) y **las ambiciones** (cultura, valores, historia, autoimagen) (Génelot 1998). Si la estrategia permite que la organización establezca el futuro deseado, su materialización implica el desarrollo de actividades concretas para aplicar los conceptos y los instrumentos en la acción de la organización (Hernández 2007). Es así, como la vigilancia tecnológica y la prospectiva permiten utilizar la información del entorno para la toma de decisiones, incorporándola a la estrategia de la organización de tal manera que contribuya con elementos importantes para la gestión de los CE.

³ Norma UNE 166000:2006. Gestión de la I+D+i -Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i.

⁴ “Se viene presentando un cambio acelerado en la incorporación del conocimiento en las actividades económicas y sociales del mundo, facilitadas por las tecnologías de la información y las telecomunicaciones; cambios que, sin lugar a dudas, han estado soportados sobre visiones de largo plazo, siendo la prospectiva instrumento central de los procesos de análisis de tendencias y formulación de políticas de ciencia y tecnología de largo plazo a nivel mundial.” (CNCYT 2004).

Desarrollo del caso de estudio

En el CIEBREG se llevaron a cabo dos ejercicios piloto de vigilancia tecnológica; el primero focalizado en métodos de control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) (Rodríguez et ál. 2008) y el segundo en métodos para la cuantificación de carbono en biomasa y suelo. De otro lado, se realizó un ejercicio de prospectiva basado en el método de escenarios para identificar, a partir de un análisis estructural, las variables claves del CIEBREG como sistema -es decir, aquellas que determinarán su éxito a futuro. Posteriormente se analizaron los posibles comportamientos de estas variables en un horizonte de tiempo dado con el fin de elaborar dos escenarios alternativos de futuro y un escenario apuesta.

Ejercicios piloto de VT

Para el desarrollo de los ejercicios piloto de VT, se utilizó el protocolo establecido por Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación; anteriormente llamado Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”). Ese protocolo consta de cuatro grandes fases: 1) definición de la temática, 2) recolección, análisis y validación de la información, 3) elaboración de conclusiones con base en los resultados y análisis realizados, 4) difusión (Fig. 1). Esta metodología se desarrolló por medio de una ficha de definición de necesidades de vigilancia tecnológica, en la que se especifica el tema principal de vigilancia, los subtemas, los objetivos específicos y

los términos claves para las búsquedas. Asimismo, esta ficha describe las fuentes de consulta y los autores relevantes a tener en cuenta para realizar las búsquedas.

Como elemento central de la investigación, se trató de precisar el estado del arte a partir de la búsqueda de información científica en bases de datos como *Scopus* y *Web of Knowledge (Web of Science)*. Otra fuente importante de información fueron las patentes; para ello se consultaron bases de datos internacionales sobre patentes (USPTO, WIPO), con el fin de conocer las tecnologías, los inventores, las entidades titulares y la dinámica del tema en cuanto a invenciones. La búsqueda de información se complementó con la consulta a otras fuentes especializadas del propio sector, con el fin de

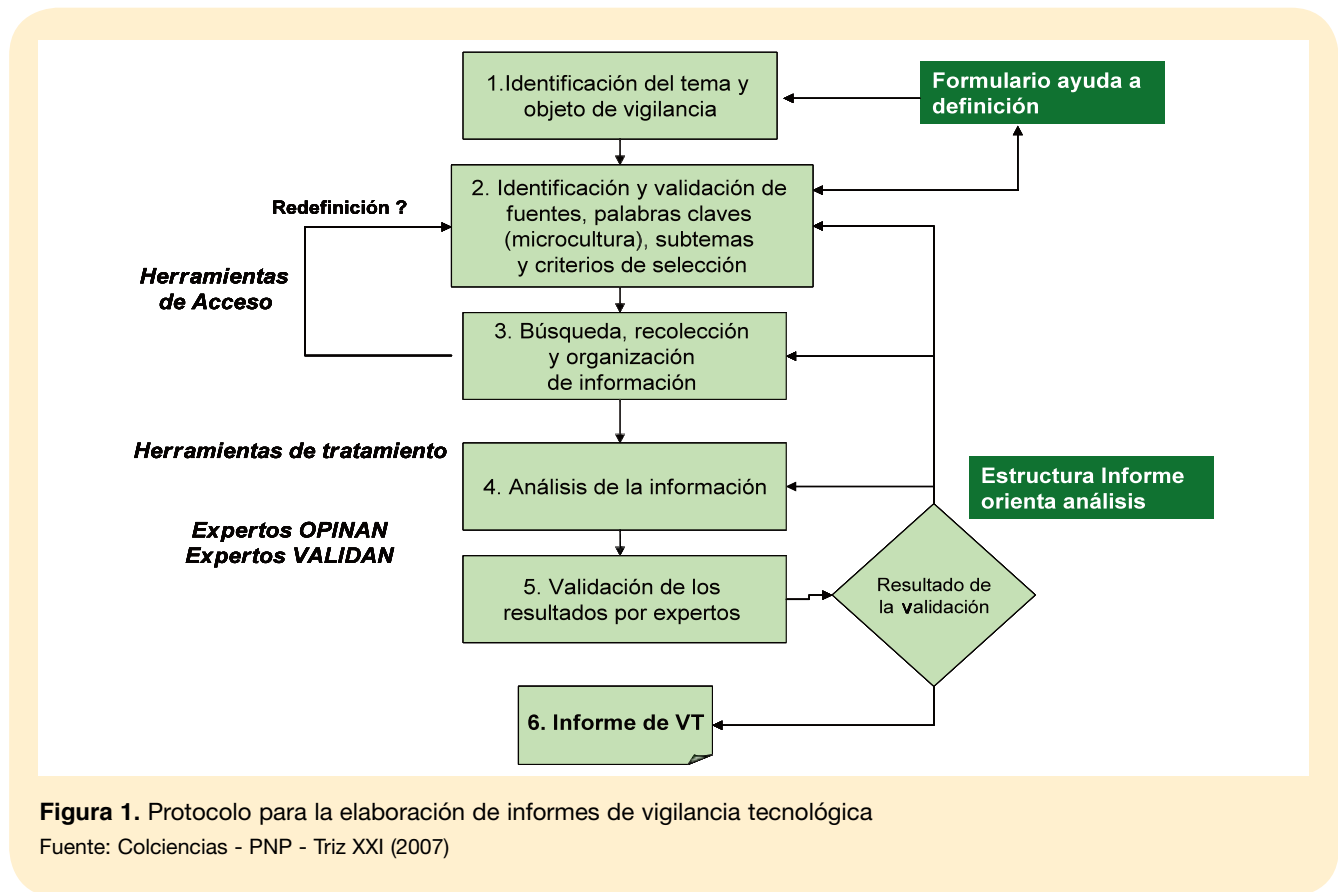


Figura 1. Protocolo para la elaboración de informes de vigilancia tecnológica

Fuente: Colciencias - PNP - Triz XXI (2007)

⁵ La base de datos de Musalit contiene 10.489 referencias bibliográficas trilingües (con el extracto) sobre plátanos y llantenes. A finales del 2005, Musalit registraba 1144 artículos relacionados con sigatoka negra (INIBAP 2005). Ver <http://musalit.inibap.org/>.

validar resultados obtenidos y completarlos si fuera necesario. En el caso del ejercicio sobre sigatoka negra se consultaron bases de datos como Musalit⁵ y el Sistema de Información en Investigación del Banano (BRIS, por sus siglas en inglés).

Este trabajo se complementó con la búsqueda de información no estructurada accesible en Internet, a través de motores de búsqueda (buscadores y metabuscadores), con un particular interés en identificar trabajos realizados sobre el tema y con objetivos similares de investigación, en otros países. La información relevante obtenida de las bases de datos estructuradas se incorporó y procesó en *software* especializados, como *Vantage Point* y *Goldfire*, con el objetivo de generar distintas representaciones gráficas de tendencias, evolución, jerarquización, correlaciones entre palabras claves y entidades, etc. A partir de estos datos se identificaron macro tendencias, se analizaron las implicaciones para el CE, y se extrajeron conclusiones que sirvieran como elemento de juicio para la toma de decisiones estratégicas.

Prospectiva

El proyecto ‘Valoración de bienes y servicios de la biodiversidad para el desarrollo sostenible de paisajes rurales colombianos en el Complejo Ecorregional Andes del Norte (CEAN)’ es liderado por el CIEBREG. Allí se llevó a cabo un ejercicio prospectivo basado en métodos cualitativos, donde se desarrollaron dos escenarios alternativos a futuro y un escenario apuesta, a partir de un análisis del contexto, un análisis estructural y consulta a expertos. Este ejercicio se constituyó en una fase exploratoria para identificar las variables claves del sistema CIEBREG que determinan en gran medida su éxito futuro; posteriormente se analizaron los posibles comportamientos

de estas variables en un horizonte de tiempo definido (2013). Las fases metodológicas de ese ejercicio prospectivo se ilustran en la Fig. 2.

El ejercicio prospectivo fue un proceso participativo que convocó a actores institucionales, gubernamentales y expertos en el tema de valoración de bienes y servicios de la biodiversidad. En un panel de expertos se exploraron dos escenarios alternos y de alto contraste, a partir de los resultados obtenidos en talleres realizados con investigadores del CIEBREG. La elaboración de los escenarios inició con la aplicación de un cuestionario diseñado a partir de los resultados obtenidos en el análisis estructural sustentado en las variables claves identificadas. Las preguntas se hicieron circular entre los diferentes grupos conformados, a fin de detectar convergencias de opiniones y eventuales consensos sobre los posibles comportamientos futuros de cada una de las variables

claves. Una vez definidos los escenarios alternativos e identificado el escenario apuesta, se plantearon las actividades que deberían llevarse a cabo para alcanzarlo.

Resultados

Vigilancia tecnológica

Los ejercicios piloto de VT permitieron obtener información relevante sobre el interés científico que los dos temas analizados generan entre los investigadores del CIEBREG. Ese interés se midió por el número de publicaciones y patentes que se han desarrollado desde 1971 a la fecha. Además, se identificaron las áreas de conocimiento, revistas científicas más importantes indexadas en la base de datos de *ISIS Web of Science [v.3.0]* y los principales países donde se originan los artículos y las patentes. También se observó la dinámica en el tiempo de diferentes métodos utilizados para cada uno de los temas propuestos.

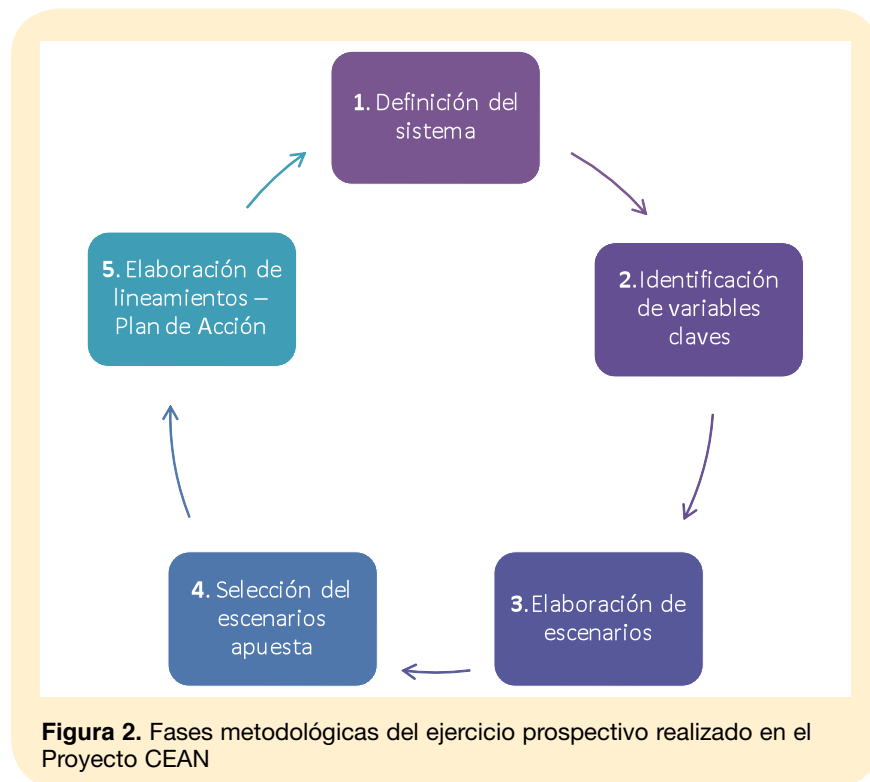


Figura 2. Fases metodológicas del ejercicio prospectivo realizado en el Proyecto CEAN

⁵ La base de datos de Musalit contiene 10.489 referencias bibliográficas trilingües (con el extracto) sobre plátanos y llantenes. A finales del 2005, Musalit registraba 1144 artículos relacionados con sigatoka negra (INIBAP 2005). Ver <http://musalit.inibap.org/>.

Los ejercicios de VT permitieron consolidar la Unidad de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica en el CE y generar capacidades para lo que podría llegar a ser el sistema de gestión de la información. Los integrantes del grupo Ancla, los investigadores y directivos cumplieron funciones específicas de observadores, analistas y decisores, respectivamente; el vigía actuó como coordinador de las diferentes funciones. Otras actividades llevadas a cabo por la unidad fueron:

- Búsqueda y consecución de artículos científicos y patentes para los diferentes grupos de investigación.
- Elaboración de boletines de Vigilancia Tecnológica.
- Asesoría a estudiantes sobre la aplicación de análisis cuantitativos en sus temas de investigación.

Es importante resaltar que el proceso de VT debe ser continuo, coordinado e integrado al sistema de gestión de la información de la organización, de tal manera que se convierta en una herramienta útil para analizar constantemente las señales del entorno. Sin embargo, esta continuidad puede verse limitada por la falta de recursos y el acceso limitado a bases de datos


de alta calidad y a herramientas de software que permitan un adecuado análisis bibliométrico y cuantitativo de grandes volúmenes de datos.

Prospectiva

El ejercicio prospectivo contribuyó al fortalecimiento del proceso de planeación del CIEBREG y brindó algunos lineamientos para la posible formulación de una agenda temática del proyecto de *valoración de bienes y servicios de la biodiversidad*. El ejercicio permitió priorizar nueve de los 16 factores identificados como críticos para el éxito del CIEBREG; así, se identificó dónde deben hacerse los mayores esfuerzos en el proceso de planeación del Centro. Estos factores sirvieron como criterio para formular los tres lineamientos estratégicos que se convertirían en acciones importantes para alcanzar el escenario apuesta: 1) aplicar una estrategia de comunicación, 2) fortalecer la prospectiva estratégica y 3) generar una estrategia para la apropiación social del conocimiento. Finalmente, el ejercicio prospectivo permitió promover un proceso de aprendizaje organizacional en el cual los actores relevantes aporta-

ron a la construcción de visiones de futuro, a partir de su experiencia y conocimiento. En ese proceso se detectaron cambios en el entorno y se desarrollaron respuestas estratégicas para pasar de una situación actual a una situación deseada.

Conclusiones

La prospectiva pone de manifiesto -a partir de un ejercicio coherente y participativo - alternativas, riesgos y potencialidades de la organización, y brinda elementos a los directivos para mejorar el juicio en la toma de decisiones. Los ejercicios de VT permitieron generar un proceso de organización y gestión de la información al interior de los CE, además de facilitar la identificación de tendencias, redes de cooperación, proyectos de investigación desarrollados por instituciones científicas, etc., en los temas propuestos. Los ejercicios de VT permitieron identificar fortalezas y debilidades respecto a la gestión de la información en el CE. Contar con acceso a bases de datos de literatura técnico-científica de alta calidad y con herramientas de análisis cuantitativo permite obtener ejercicios de VT de mayor pertinencia y calidad. 

Literatura citada

- CNCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2004. Documento conceptual para la creación y apoyo a centros de investigación de excelencia. Bogotá, Colombia, Colciencias.
- CNCYT. 2006. Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial 2003 – 2006; Resumen ejecutivo. Bogotá, Colombia, Colciencias.
- COLCIENCIAS - PNP – TRIZ XXI. 2007. Sánchez J.M, Palop F y Vicente J.M. Protocolo para la elaboración de ejercicios de vigilancia tecnológica programas de Colciencias.
- Cortezo, JR. 2001. Introducción a la prospectiva: metodologías: fases y explotación de resultados. Revista Economía Industrial N° 342:13-20.
- Génelot, D. 1998. Manager dans la complexité. Paris, France, Insep Editions.
- Godet, M. 1993. De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia. Barcelona, España. 360 p.
- Hernández, AG. 2007. Estrategia y cooperación: una visión de la gestión desde el paradigma de la colaboración interfirmas. Revista Facultad de Ciencias Económicas, Investigación y Reflexión. 15(2):115-131.
- INIBAP. 2005. Informe Anual INIBAP. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier. Francia. 10 p.
- Medina, JE; Rincón, G. (Eds.). 2006. La prospectiva tecnológica e industrial: contexto, fundamentos y aplicaciones. Bogotá, Colombia, Colciencias, CAF.
- Rodríguez, JM; Sánchez-Torres, JM; Niño, J; Mosquera, OM; Pineda, AM; Aguilera, AA; Landínez, LM; Rincón, G; Medina, JE. 2008. Informe de Vigilancia Tecnológica aplicada al control de la sigatoka negra. Bogotá, Colombia, CIEBREG. 88 p.
- Sánchez-Torres, JM. 2006. Herramientas para la toma de decisiones. Ciencia y Tecnología (Colombia) 24(1-2):16-21.