

**EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LAS ACTIVIDADES DE
BIOPROSPECCIÓN REALIZADAS POR TRES CENTROS DE INVESTIGACIÓN
EN COLOMBIA**

Andrés Mauricio Caraballo Rodríguez

Código: 699697

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Biociencias y Derecho

Dirigido por:

Gustavo Buitrago Hurtado

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales-Instituto de Genética

Bogotá, D.C., 2010

**EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LAS ACTIVIDADES DE
BIOPROSPECCIÓN REALIZADAS POR TRES CENTROS DE INVESTIGACIÓN
EN COLOMBIA**

Andrés Mauricio Caraballo Rodríguez

Código: 699697

Tesis Presentada como requisito para optar al título de:

Magíster en Biociencias y Derecho

Director:

MSc. Gustavo Buitrago Hurtado

Codirector:

Ph.D. Gabriel Ricardo Nemogá Soto

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales-Instituto de Genética

Bogotá, D.C., 2010

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LAS ACTIVIDADES DE BIOPROSPECCIÓN REALIZADAS POR TRES CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN COLOMBIA

El tercer objetivo del Convenio de Diversidad Biológica establece la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Se espera que las actividades de bioprospección en países biodiversos generen beneficios tanto para los usuarios como para el proveedor. Este trabajo busca documentar y evaluar algunas experiencias colombianas en bioprospección con el fin de identificar los actores involucrados, los beneficios generados y su distribución. Estos beneficios fueron clasificados en académicos, tecnológicos y sociales. Se realizó un análisis comparativo entre los casos colombianos frente al acuerdo de bioprospección INBio-Merck & Co. Se encontró que los actores incluidos en la distribución de beneficios son ante todo, quienes participan en la generación de los mismos. Ninguno de los casos incluyó comunidades indígenas, locales ni afrodescendientes. Se evidenció la necesidad de establecer alianzas a fin de desarrollar las actividades de bioprospección y generar mayores beneficios. Se concluye que los beneficios obtenidos son no monetarios principalmente, beneficios que a nivel social son aún muy limitados.

Palabras clave: Colombia, bioprospección, acceso a recursos genéticos, distribución justa y equitativa de beneficios, CENIVAM, GeBiX, IBUN.

ABSTRACT

**EVALUATION OF THE
BENEFITS OBTAINED FROM BIOPROSPECTING ACTIVITIES IN COLOMBIA
BY THREE RESEARCH CENTERS**

The third objective of the Convention on Biological Diversity establishes the fair and equitable distribution of the benefits arising out from the utilization of the genetic resources. It is expected that the activities of bioprospecting in biodiverse countries generate benefits for the user and for the provider. This research was developed to document and assess some Colombian experiences in bioprospecting in order to identify the actors involved, the benefits derived and its distribution. These benefits were classified into academic, technological and social. A comparative analysis between Colombian cases and the INBio-Merck & Co agreement was made. It was found that actors involved in the distribution of benefits, are those who participate in their generation. None of the cases included indigenous people or local and afrodescendant communities. The need for establishing alliances for undertaking bioprospecting activities and generating more benefits was noted. It was concluded that the benefits obtained are mainly non monetary ones, with a limited social impact.

Key words: Colombia, bioprospecting, genetic resources access, fair and equitable benefit-sharing, CENIVAM, GeBiX, IBUN.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Profesor Dr. Gustavo Buitrago por aceptar la dirección del trabajo y su colaboración durante el desarrollo del mismo. Al Profesor Dr. Gabriel Nemogá quien, además de co-dirigir el trabajo de tesis, también me dio la oportunidad de apoyar actividades del Grupo de investigación PLEBIO. También a los evaluadores del trabajo, Profesor Dr. Álvaro Zerda y Profesora Dra. Luz Marina Melgarejo, por sus comentarios y críticas.

Agradecimientos especiales a Dalí Aleixandra Rojas y a Oscar Lizarazo (Grupo PLEBIO), de igual manera a la Profesora Liliana Galindo, quienes realizaron aportes desde la formulación hasta la culminación misma del trabajo. A los Profesores de la Maestría en Biociencias y Derecho, así como a los compañeros y amigos: Yilson Beltrán, Paola Paz, Sandra Santos, Rodrigo Rubio, Iván Vargas, Edgar Serrano y Wilson Mora. Todos ellos quienes contribuyeron a mi formación académica y personal durante estos dos años.

Agradezco a la Directora del Centro GeBiX, Dra. Maria Mercedes Zambrano y a todos los investigadores que hacen parte del Centro, por su apoyo durante el desarrollo del trabajo. También a la Directora del Centro CENIVAM, Dra. Elena Stashenko y al personal del Centro por permitir el acceso a la información. De la misma manera, agradezco a los investigadores involucrados en el caso analizado del IBUN.

También, de manera especial agradezco a la Universidad Nacional de Colombia, que mediante el Programa de Becas, me permitió realizar satisfactoriamente los estudios en la maestría.

Por último, pero no menos importante agradezco a mi familia y a Tatiana, por la confianza y el apoyo constante en todo lo que hago. Obviamente agradezco a Dios por permitirme alcanzar cada una de las metas fijadas en mi vida y darme más de lo que le pido.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I. METODOLOGÍA.....	14
Estructura de los capítulos de estudio.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
Marco normativo.....	19
Alcances de las definiciones de bioprospección.....	21
CAPÍTULO III. ESTADO DEL ARTE	24
Beneficios derivados de las actividades de bioprospección.....	24
Casos de bioprospección	26
CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS- CASO CENIVAM	31
Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados	31
Actores.....	35
Identificación y Participación de los Beneficios.....	38
Discusión y evaluación de los beneficios.....	40
CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS - CASO IBUN	53
Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados	53
Actores.....	56
Identificación y Participación de los Beneficios.....	57
Discusión y evaluación de los beneficios.....	60
CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS - CASO GeBiX	71
Proceso de Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados	72
Actores.....	74

Identificación y Participación de los Beneficios	77
Discusión y evaluación de los beneficios	79
CAPÍTULO VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS EN COMPARACIÓN INBio	91
Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados	92
Identificación y Participación de los Beneficios	93
Discusión y evaluación de los beneficios	96
Análisis paralelo de casos de bioprospección	100
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	110

Lista de tablas

Tabla 1. Actos administrativos y principales comunicaciones de la solicitud de Acceso a Productos Derivados con fines de Investigación y Prospección Biológica por parte de CENIVAM.	34
Tabla 2. Matriz de Beneficios generados por CENIVAM a nivel Académico, Científico y Tecnológico.	39
Tabla 3. Participación en los beneficios académicos CENIVAM.	42
Tabla 4. Participación en los beneficios tecnológicos del Centro CENIVAM	44
Tabla 5. Participación en los beneficios sociales de bioprospección CENIVAM.....	47
Tabla 6. Evaluación de los beneficios identificados en el Caso CENIVAM.....	48
Tabla 7. Actos administrativos y principales comunicaciones de la solicitud de Acceso a Productos Derivados con fines de Investigación y Prospección Biológica por parte del IBUN desde 2001.	54
Tabla 8. Matriz de Beneficios generados por IBUN a nivel Científico y Tecnológico.	58
Tabla 9. Participación en los beneficios académicos IBUN	61
Tabla 10. Participación en los beneficios tecnológicos IBUN	64

Tabla 11. Ofertas laborales generadas durante el diseño, construcción y puesta en marcha de la planta piloto.	66
Tabla 12. Participación en los beneficios sociales IBUN	67
Tabla 13. Evaluación de los beneficios identificados en el Caso IBUN.....	68
Tabla 14. Actos administrativos y principales comunicaciones de la solicitud de Acceso a Recursos Genéticos realizado por el Centro GeBiX.	73
Tabla 15. Matriz de Beneficios generados por GeBiX a nivel Científico y Tecnológico.	77
Tabla 16. Participación en los beneficios académicos del centro GeBiX.	83
Tabla 17. Participación en los beneficios tecnológicos GeBiX	85
Tabla 18. Participación en los beneficios sociales GeBiX	87
Tabla 19. Evaluación de los beneficios identificados en el Caso GeBiX.....	87
Tabla 20. Matriz de Beneficios generados en los 3 acuerdos INBio-Merck & Co.....	95
Tabla 21. Resumen de proyectos de bioprospección estudiados.	101

GLOSARIO

ACEITES ESENCIALES: Mezclas complejas de compuestos orgánicos volátiles producidos como metabolitos secundarios en plantas.

BANCO DE GERMOPLASMA: Centros de recursos para material vegetal vivo, con el fin de establecer y mantener colecciones de material vegetal (semillas, tejidos, plantas en crecimiento activo, polen, entre otras).

LIBRERÍA: Colección de clones que contiene el genoma de un organismo completo (librería genómica) o un metagenoma de un ambiente determinado (librería metagenómica).

METAGENOMA: Todo el material genético obtenido de muestras ambientales, lo que incluye los genomas de muchas especies de microorganismos.

POLÍMERO: Combinación de moléculas pequeñas, simples, denominadas monómeros a fin de formar moléculas de mayor tamaño denominadas polímeros.

PRINCIPIO ACTIVO: Sustancia química pura (aislada de la droga) responsable de la actividad farmacológica y del uso terapéutico que se le atribuye a una droga.

TAMIZAJE: Se refiere a la búsqueda de microorganismos y enzimas de interés empleando diferentes técnicas de laboratorio.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, aunque se tienen las capacidades para realizar actividades de bioprospección (Melgarejo *et al.* 2002a), no se han desarrollado productos que lleguen a la fase de comercialización y que generen beneficios económicos que puedan contribuir al progreso de la nación. Para esto, debe establecerse un marco político y legal que garantice la tendencia de las fuerzas económicas para prevenir las concentraciones excesivas de propiedad y riquezas (Rawls, 2000, p. 74). Cada vez más, aumenta la conciencia de que la naturaleza alberga una multitud de especies aún no descritas de microorganismos, plantas y animales, muchos de los cuales podrían tener un valor comercial y científico. Por tanto, no sorprende que la bioprospección, o búsqueda de especímenes biológicos que tienen un valor comercial o científico, sea una importante actividad en muchos ambientes naturales (Staley *et al.* 2010).

Sin embargo, no siempre se generan beneficios monetarios a partir de las actividades de bioprospección. El anexo II de las Guías de Bonn¹ sugería beneficios no monetarios que se podrían esperar a partir de la utilización de los recursos genéticos. El protocolo de Nagoya, recientemente adoptado², sobre acceso y distribución de beneficios establece también, beneficios no monetarios resaltando en el artículo 4, que no deben limitarse a los listados en el anexo a dicho documento. En Colombia, estas actividades son realizadas por grupos de investigación o redes de grupos de investigación, algunos en alianza con empresas nacionales del sector industrial-comercial, generando beneficios no monetarios. Es necesario mostrar a la sociedad colombiana qué beneficios son

¹ Las Guías de Bonn fueron aprobadas por los países partes del CDB en el año 2002 con el fin de operacionalizar el objetivo sobre distribución justa y equitativa de beneficios previsto en el CDB. Ver Capítulo II

² El protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Distribución Justa y Equitativa de los Beneficios generados a partir de su utilización fue adoptado finalmente, después de siete años de negociaciones, en la décima reunión de la Conferencia de las Partes llevada a cabo entre el 18-29 de octubre de 2010 en Nagoya, Japón.

generados, de manera tal que se comprenda el impacto de la bioprospección en el progreso del país, tanto a nivel académico, tecnológico y social.

El tercer objetivo del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) establece la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Con el fin de establecer parámetros para dar cumplimiento a este objetivo, Biber-Klemm y Martínez (2008) elaboraron unas guías de buenas prácticas para ser usadas como herramienta de apoyo por parte de la comunidad científica. Aunque en Colombia no existen aún guías que incluyan lineamientos para la distribución de beneficios, han sido elaboradas guías para el Acceso a los Recursos Genéticos (Vallejo *et al.* 2009) que ubican a los usuarios de estos en el trámite de acceso. De esta manera se garantiza que haya un pleno conocimiento de la legislación por parte de los investigadores y actores del sector industrial, sin embargo, esto no garantiza una distribución justa y equitativa en los beneficios generados.

Para determinar la distribución de los beneficios derivados de actividades de bioprospección en Colombia, es necesario identificar qué actividades se están realizando, quiénes son los actores involucrados y qué beneficios se han obtenido. Debido a la particularidad de cada proyecto de bioprospección, la distribución de beneficios difiere entre uno y otro, razón por la cual este trabajo se enfoca en el estudio de casos.

Los casos estudiados se presentan a continuación: En el año 2004, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología aprobó la convocatoria para seis Centros de Investigación de Excelencia (CIE)³ y recomendó la creación y financiación de las propuestas seleccionadas. Una de ellas es el “*Estudio integral de especies*

³ Colciencias definió un Centro de Investigación de Excelencia como una red nacional de grupos de investigación del más alto nivel, articulada alrededor de un programa común de trabajo en un área científica y tecnológica estratégica para el país (García, 2004).

aromáticas y medicinales tropicales promisorias para el desarrollo competitivo y sostenible de la agroindustria de esencias, extractos y derivados naturales en Colombia” del Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales, CENIVAM. En el 2007, se selecciona la propuesta —*Conformación de una plataforma en metagenómica y bioinformática para la caracterización y el aprovechamiento de recursos genéticos de ambientes extremos*”, del Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos, GeBiX. Puesto que los Centros mencionados trabajan en dos áreas estratégicas⁴ para el país, Biodiversidad y Recursos Genéticos, y Biotecnología e innovación Agroalimentaria y Agroindustrial, en este trabajo se evaluarán los beneficios obtenidos a partir de las actividades de bioprospección realizadas por estos dos Centros de Excelencia.

El otro caso seleccionado se refiere a la primera solicitud de Acceso a Producto Derivado con fines industriales y de explotación comercial, del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia-IBUN. El trámite de acceso para obtener el correspondiente contrato con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT ha sido documentado por Nemogá y Rojas (2009). Este caso evidencia la problemática de acceso a productos derivados con fines comerciales, pues luego de 9 años aún no se logra el contrato de acceso y por el contrario, si se ha impuesto una sanción contra la Universidad Nacional de Colombia (Resolución 1459 de 2010).

Estos casos de estudio fueron seleccionados debido a que existen pocos casos documentados de bioprospección en Colombia (Duarte y Velho, 2008); los

⁴ Colciencias propuso que la convocatoria para la escogencia de los Centros de Investigación de Excelencia fuera en las siguientes ocho áreas que se consideraron estratégicas para el desarrollo del país: Biodiversidad y Recursos Genéticos; Enfermedades Infecciosas Prevalentes en Áreas Tropicales; Modelamiento y Simulación de Fenómenos y Procesos Complejos; Cultura, Instituciones y Gestión de Conflictos y Desarrollo Local; Materiales Avanzados y Nanotecnología; Desarrollo Energético; Biotecnología e Innovación Agroalimentaria y Agroindustrial; Tecnologías de la Información y la Comunicación (García, 2004).

investigadores han realizado trámites de acceso ante el MAVDT para cada uno de ellos y adicionalmente, cada proyecto se encuentra en diferentes etapas de investigación, por tanto, la comparación entre ellos permite identificar los beneficios reales obtenidos en cada una de ellas.

Este trabajo tiene como objetivo documentar y evaluar los beneficios generados a partir de las actividades de bioprospección de tres centros de investigación en Colombia. La evaluación se realizó con base en los beneficios sugeridos en el Protocolo de Nagoya, determinando de qué manera se alcanza cada uno de ellos mediante indicadores correspondientes a tres niveles: académico, tecnológico y social. Posteriormente, un análisis paralelo con una experiencia en bioprospección muy documentada en literatura (Acuerdo INBio-Merck & Co., Costa Rica) permite identificar posibles estrategias de manera que la bioprospección contribuya a la obtención de mayores beneficios científicos, sociales y económicos para el país. Parte de la justificación del análisis de casos se sustenta en que el proceso internacional, para acuerdos de acceso y participación en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos, puede ser construido a partir de experiencias nacionales (Siebenhüner y Suplie, 2005), como las presentadas en este documento. Esto se logrará mediante:

- Identificación de los actores involucrados en las actividades de bioprospección;
- Identificación y participación de los beneficios generados, clasificándolos en académicos, tecnológicos y sociales;
- Evaluación de los beneficios teniendo como criterios aquellos establecidos en el Anexo 1 del Protocolo de Nagoya;
- Identificación de elementos comunes y disímiles entre los casos colombianos y el caso INBio-Merck & Co.

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA

Esta investigación utiliza el enfoque de casos múltiples para estudiar la realidad a evaluar (Yacuzzi, 2005), pues los beneficios generados de las actividades de bioprospección y su distribución dependen del tipo de proyecto y la etapa en desarrollo. Se seleccionaron experiencias con trámites de acceso ante el MAVDT, con información disponible para el análisis, y además, que se encontraran en diferentes etapas de investigación, lo cual permitió, mediante la comparación entre ellas, identificar los beneficios reales obtenidos en cada una de ellas. Adicionalmente, estos casos fueron documentados porque son pocas las experiencias que existen en Colombia sobre bioprospección (Duarte y Velho, 2008). Finalmente, el análisis comparativo con el caso internacional permite identificar aquellos beneficios que pueden o no ser alcanzados en Colombia, a fin de mejorar las prácticas de bioprospección en el país.

La obtención de la información del Caso CENIVAM se realizó a partir de la revisión del expediente RGE 0005 en el MAVDT, revisión de los informes de resultados de investigación presentados ante COLCIENCIAS, segundo informe de vigilancia tecnológica, así como documentación relacionada disponible en el sitio web <http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/principal.php>.

Para la obtención de la información del Caso GeBiX, se realizó revisión del expediente RGE 0018; revisión de los informes presentados ante COLCIENCIAS, MAVDT y la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN); participación en un ejercicio de vigilancia tecnológica; participación en un curso organizado por el Centro⁵; participación en las reuniones mensuales

⁵ International Course: Theoretical and Practical Course on Metagenomics and Bioinformatics. ICGEB - Junio 2009, Pontificia Universidad Javeriana (PUJ), Bogotá, Colombia.

durante 2009-2010 desarrolladas por el Centro; y consultas específicas a investigadores vía correo electrónico.

Para la información correspondiente al caso IBUN, se realizó la revisión del expediente público No. 2571 en el MAVDT; documentos e informes del proyecto en la Universidad Nacional de Colombia; jornadas de trabajo y consultas al Profesor Gustavo Buitrago y al investigador Yohn Florez.

La información del caso INBio-Merck & Co., se obtuvo mediante revisión de literatura disponible en bases de datos EBSCO y ScienceDirect. Se obtuvo literatura adicional como respuesta a consultas hechas a Ana Lorena Guevara, Coordinadora del Área de Bioprospección del Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica, INBio.

Se realizó una adaptación a la matriz de impacto sistémico del modelo social de impacto empleado por Orozco *et al.* (2007), para realizar la evaluación de los beneficios obtenidos por los Centros a nivel académico, tecnológico y social. Se utilizaron los beneficios propuestos en el anexo 1 del Protocolo de Nagoya (mencionados en el Capítulo III de este trabajo) como criterios de evaluación y de esta manera se verificó si los beneficios obtenidos en los casos presentados alcanzan o no, y de qué manera, tales lineamientos. Puesto que los beneficios mencionados en dicho Protocolo fueron propuestos a fin de cumplir con el tercer objetivo del CDB, este trabajo muestra si los beneficios que están generando las actividades de bioprospección realizadas por estos tres centros colombianos cumplen con ello.

A continuación se definen los tres niveles mencionados:

- Académicos: se refiere a las actividades de Ciencia y Tecnología relacionadas con bioprospección. Los beneficios de las actividades de

bioprospección deben tener un alcance académico el cual se verifica mediante los siguientes indicadores: número de publicaciones, recurso humano formado o en formación, acceso a los resultados de investigación, el número de colaboraciones dentro del sector académico y en el sector industrial-comercial, así como el número de productos y/o servicios que trascienden al sector productivo del país.

- **Tecnológicos:** se refiere a las actividades que buscan el progreso industrial y productivo. El alcance a nivel tecnológico de los beneficios de las actividades de bioprospección se verifica mediante los siguientes indicadores: transferencia de tecnología desarrollada, infraestructura tecnológica adquirida, nuevos procesos y productos patentados o registrados.
- **Sociales:** la evaluación de los beneficios a nivel social se verifica mediante los siguientes indicadores: recurso humano vinculado laboralmente (financiación de estudiantes de posgrado, vínculo laboral de profesionales especializados), talleres de transferencia de conocimiento, formulación de proyectos que incluyan comunidades indígenas y locales, publicaciones no científicas.

Para los niveles anteriores se identificaron los productos y sus efectos en la sociedad. De esta manera se observa cuáles son los beneficios generados y de qué forma benefician al país. A continuación se definen estos dos subgrupos:

- **Productos:** son los resultados directos de las actividades de CyT. Son tangibles, verificables y medibles. Circulan como productos bibliográficos, productos tecnológicos, actividades educativas, etc.

- Efectos: un cambio a través del tiempo, una transformación en la sociedad o en un sector particular. Dentro de estos efectos se pueden incluir cambios en las comunidades científicas, aparición de nuevas disciplinas, formación de redes o su consolidación, variación de temáticas a través del tiempo, transformación de ecosistemas, cambios importantes de mortalidad, morbilidad, así como en otros componentes por ejemplo, aquellos contenidos en los índices de desarrollo humano.

Los indicadores fueron planteados a partir de los beneficios reales obtenidos de las actividades de bioprospección de los tres Centros colombianos y el caso internacional. Es pertinente mencionar que los indicadores son parámetros cuantitativos o cualitativos, los cuales pueden ser alcanzados y verificados con relación a un criterio para indicar, en términos prácticos, si un criterio establecido ha sido cumplido⁶. Además, los indicadores pueden ser aplicados en contextos descriptivos, evaluativos y prescriptivos (Heink y Kowarik, 2010).

Estructura de los capítulos de estudio

El capítulo II contextualiza la situación de la investigación en biodiversidad desde la firma del CDB en 1992. Se presenta inicialmente un marco normativo que permite observar el panorama legal de la investigación sobre biodiversidad en Colombia, así como también algunas definiciones dadas en la literatura sobre el término “bioprospección”. En el estado del arte, Capítulo III, se identifican los beneficios que pueden esperarse de la utilización de los recursos genéticos, y se presentan algunos casos de bioprospección revisados en la literatura, identificando los beneficios reales generados a partir de estas actividades.

⁶ Definición obtenida del documento “Estándares sociales y ambientales para REDD+. Disponible en: <http://www.climate-standards.org/REDD+/>

Los Capítulos IV, V, y VI presentan los casos de CENIVAM, IBUN y GeBiX, respectivamente. En cada uno de ellos se realiza una descripción del trámite de ARG y Producto Derivado, analizando los documentos relevantes. Se identifican los actores involucrados en la actividad de bioprospección, detallando el sector al que pertenecen (académico, comercial, estatal). Luego se identifican los beneficios generados incluyéndolos en la matriz adaptada a partir de Orozco *et al.* (2007). Se realiza el análisis de los beneficios a los niveles académico, tecnológico y social. Finalmente se evalúan cuáles beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya son alcanzados en cada uno de los casos mencionados.

El Capítulo VII presenta la discusión de los resultados en los que se comparan los centros entre sí y frente al caso del INBio-Merck & Co. La discusión sigue los mismos parámetros identificando los beneficios académicos, tecnológicos y sociales. Se evalúan los tres casos colombianos de manera simultánea frente a los beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya.

El Capítulo VIII presenta las conclusiones de la evaluación de los tres casos colombianos y la experiencia internacional.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Marco normativo

El CDB quedó abierto a la firma en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra de Rio de Janeiro), entre el 5 de junio de 1992 y el 4 de junio de 1993, periodo en el cual firmaron 168 países⁷. El Convenio tiene como objetivos la conservación de la diversidad biológica (biodiversidad), la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios generados de la utilización de los recursos genéticos mediante un acceso adecuado y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes. Por medio del artículo 15, se reconoce el derecho soberano de los países sobre sus recursos naturales y por tanto, los gobiernos están facultados para regular su acceso.

Mediante la Ley 165 de 1994, Colombia ratificó el CDB del cual hacen parte actualmente 193 países⁸. Con la Decisión 391 de 1996, los cinco países que eran miembros de la Comunidad Andina⁹ aprobaron el Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos. De esta manera, la conservación y utilización de los recursos genéticos y productos derivados son reguladas en forma común entre dichos países de acuerdo con los principios y disposiciones establecidos en el CDB. Aparte de regular la manera como se puede tener acceso a estos recursos, se incluyen en esta Decisión dos Disposiciones Complementarias relacionadas con derechos de propiedad intelectual. Una de ellas establece el no reconocimiento de derechos, incluidos los de propiedad intelectual, sobre recursos genéticos, productos derivados o sintetizados y componentes intangibles

⁷ El CDB entró en vigencia el 29 de diciembre de 1993, es decir, 90 días después de la trigésima ratificación. Ver <http://www.cbd.int/history/>

⁸ <http://www.cbd.int/convention/parties/list/>

⁹ Actualmente los países miembro son Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. La participación de Venezuela en el proceso de integración andina concluyó el 19 de abril del año 2006 (Sainz, 2007).

asociados, si el acceso no cumple con las disposiciones de esta Decisión. La otra disposición hace referencia a la exigencia del contrato de acceso y copia del mismo como requisito para el trámite del respectivo derecho ante las oficinas nacionales competentes en materia de propiedad intelectual.

Es necesario precisar que en esta Decisión se definen los *Recursos Biológicos* como los individuos, organismos o partes de éstos, poblaciones o cualquier componente biótico de valor o utilidad real o potencial que contiene el recurso genético o sus productos derivados; los *Recursos Genéticos* como todo material de naturaleza biológica que contenga información genética de valor o utilidad real o potencial; y *Producto Derivado* como molécula, combinación o mezcla de moléculas naturales, incluyendo extractos crudos de organismos vivos o muertos de origen biológico, provenientes del metabolismo de seres vivos.

En la legislación colombiana se hace una distinción entre recursos biológicos y recursos genéticos existiendo dos regímenes de acceso a recursos de la biodiversidad: el primero ya mencionado de Acceso a Recurso Genético (ARG) contenido en la Decisión 391 de 1996 y sus normas complementarias; y el segundo previsto por el Decreto 309 de 2000 y las normas complementarias sobre Permisos de Investigación Científica sobre Diversidad Biológica (PEFIC).

Sin embargo, mediante el PEFIC se accede al recurso biológico pudiendo acceder materialmente al recurso genético, aunque de manera ilegal y sin contemplar distribución de beneficios. Para acceder al recurso genético, se requiere acceder previamente al recurso biológico; pero acceder al recurso biológico no implica necesariamente el acceso al recurso genético. Ahora bien, el trámite del PEFIC es más rápido y sencillo desde el punto de vista del investigador o usuario de la biodiversidad, razón por la cual instituciones e investigadores pueden optar por acceder al recurso genético sin contrato de acceso, situación que en la práctica

promueve el acceso a los recursos genéticos por fuera del marco legal (Nemogá *et al.* 2009).

Debido a que a partir de los recursos genéticos pueden generarse desarrollos con aplicación industrial, tiene alcance la Decisión 486 de 2001. Esta Decisión de la Comunidad Andina de Naciones establece el Régimen Común de Propiedad Industrial y, específicamente en el artículo 3, se refiere al tema del Patrimonio Biológico, Genético y de los Conocimientos Tradicionales. En este artículo se establece que cualquier patente que verse sobre invenciones desarrolladas a partir de material obtenido del patrimonio biológico o genético, así como del conocimiento tradicional asociado, estará supeditado a que el material haya sido adquirido conforme al ordenamiento jurídico internacional, comunitario y nacional.

Para facilitar el cumplimiento del tercer objetivo del CDB, mediante la Decisión VI/24 de la Sexta Conferencia de las Partes¹⁰ (COP 6), realizada en La Haya, Holanda en 2002, se aprobaron las *Guías de Bonn sobre Acceso a Recursos Genéticos y Distribución Justa y Equitativa de los Beneficios Derivados de su Utilización* (Ten Kate y Laird, 2002). En la COP 10, llevada a cabo en octubre de 2010, se adoptó el Protocolo de Nagoya, elaborado con el objetivo de lograr el cumplimiento del tercer objetivo del CDB, que a diferencia de las Guías de Bonn (las cuales eran voluntarias), debe ser ratificado por las partes del CDB (IISD, 2010).

Alcances de las definiciones de bioprospección

El término bioprospección ha sido utilizado ampliamente en la normatividad relacionada con recursos genéticos. La decisión 391 de 1996 menciona “prospección biológica” dentro de la definición de producto derivado. El MAVDT

¹⁰ <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7198>

incluye también, en los contratos de ARG¹¹, el término “prospección biológica” por ser empleado en la Decisión Andina 391. Sin embargo, para efectos del desarrollo de este trabajo, no se hará distinción alguna entre los dos términos, puesto que muchos autores en literatura se refieren a esta práctica como “Bioprospección”.

Melgarejo *et al.* (2002a; 2002b) realizaron una revisión amplia de las definiciones encontradas en literatura sobre bioprospección, término mundialmente utilizado para referirse a la búsqueda y aplicación de nuevos recursos biológicos y genéticos (Melgarejo *et al.*, 2002b). Algunas definiciones encontradas en la literatura son muy restringidas refiriéndose a la simple búsqueda de metabolitos (Chapela, 1996), especies biológicas o parte de ellas para una potencial aplicación y uso comercial (Artuso, 2002). En algunas se resalta el papel que tiene la bioprospección en el uso y la protección de la biodiversidad (Sittenfeld y Gámez, 1993) y en otras, más recientes se enfatiza en el gran valor económico de la biodiversidad (Leary, 2009; Duarte, 2009; Duarte y Velho, 2008). Se encuentran ampliaciones al término como la clasificación realizada por Alatorre (1995), quien habla de prospección genética (búsqueda de información genética), prospección química (búsqueda de compuestos químicos) y uso del conocimiento tradicional, con miras a aplicaciones en diversos sectores productivos.

Por otro lado, se encuentran definiciones que mencionan, además de la búsqueda en la biodiversidad y aplicaciones en el sector industrial y comercial, posibles implicaciones a nivel social (Tamayo *et al.*, 2004), cultural, o político (Carrizosa, 2000). Melgarejo *et al.* (2002b, p. 24) elaboraron una definición mucho más amplia que las anteriores refiriéndose a esta actividad como la *“temática y trabajo colectivo orientados a la búsqueda, conocimiento y selección de organismos o productos derivados, con uso actual o potencial en salud, alimentación, industria y medio ambiente, entre otros y su aprovechamiento sostenible en procesos*

¹¹ El contrato de ARG No. 14 corresponde al del Centro CENIVAM, y el contrato No. 15 al del Centro GeBiX revisados en este trabajo.

productivos a escala industrial o artesanal, con aplicación nacional o internacional de los productos o servicios generados”.

De todas las definiciones mencionadas aquí, la elaborada por Melgarejo *et al.* (2002b) integra de una manera más completa los elementos empleados por las demás, de manera tal que permite enmarcar las actividades de bioprospección realizadas por los tres Centros de investigación mencionados en este trabajo. Por esta razón se adopta dicha definición, la cual tuvo en cuenta el aporte de los investigadores colombianos involucrados en bioprospección.

CAPÍTULO III. ESTADO DEL ARTE

Beneficios derivados de las actividades de bioprospección

Como ya ha sido mencionado, la Conferencia de las Partes del CBD llevada a cabo en La Haya en abril de 2002 aprobó las Guías de Bonn sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios provenientes de su utilización. Estas guías, sin embargo, no fueron de obligatorio cumplimiento por las partes del CBD. La décima reunión de la Conferencia de las Partes (COP 10) celebrada en octubre de 2010 en Nagoya, Japón, permitió que las partes adoptaran el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y la distribución Justa y Equitativa de los Beneficios generados a partir de su Utilización. Este protocolo quedó abierto a la firma de las partes en las oficinas de las Naciones Unidas, en Nueva York, desde el 2 de febrero de 2011 hasta el 1 de febrero de 2012, y entrará en vigencia luego de noventa días de la fecha del depósito del quincuagésimo instrumento de ratificación (IISD, 2010).

En el Anexo I de este protocolo se establecen algunos beneficios monetarios y no monetarios que podrían ser generados a partir de la utilización de los recursos genéticos (UNEP, 2010). Estos beneficios no cambiaron respecto a los sugeridos en el Apéndice II de las Guías de Bonn, indicando posiblemente que no han sido generados beneficios distintos o no han sido documentados otros beneficios a partir de las experiencias mundiales en bioprospección. Vale la pena mencionar cuáles son los beneficios no monetarios que se sugieren en dicho protocolo, para tener una idea de los beneficios que se pueden esperar de las actividades de bioprospección en Colombia, específicamente de los tres casos analizados en este trabajo. En el protocolo, al igual que se sugería en las Guías de Bonn, se advierte que los beneficios no se deben limitar a los listados a continuación, sino que pueden plantearse otros si los hubiera:

- a) Intercambio de resultados de investigación y desarrollo;
- b) Colaboración, cooperación y contribución en programas de investigación y desarrollo científicos, particularmente actividades de investigación biotecnológica;
- c) Participación en desarrollo de productos;
- d) Colaboración, cooperación y contribución a la formación y capacitación;
- e) Acceso a las instalaciones *ex situ* de recursos genéticos y a bases de datos;
- f) Transferencia, al proveedor de los recursos genéticos, de conocimientos y de tecnología en términos justos y más favorables, incluidos los términos sobre condiciones favorables y preferenciales, de ser convenidos, en particular, conocimientos y tecnología en los que se haga uso de los recursos genéticos, incluida la biotecnología, o que son pertinentes a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica;
- g) Fortalecimiento de las capacidades para transferencia de tecnología;
- h) Creación de capacidad institucional;
- i) Recursos humanos y materiales para fortalecer las capacidades para la administración y aplicación de la reglamentación en materia de acceso;
- j) Capacitación relacionada con los recursos genéticos;
- k) Acceso a la información científica pertinente a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, incluidos inventarios biológicos y estudios taxonómicos;
- l) Aportes a la economía local;
- m) Investigación dirigida a necesidades prioritarias tales como la seguridad de la salud humana y de los alimentos, teniendo en cuenta los usos nacionales de los recursos genéticos;
- n) Relación institucional y profesional que puede dimanar de un acuerdo de acceso y distribución de beneficios y de las actividades subsiguientes de colaboración;
- o) Beneficios de seguridad alimentaria y de los medios de vida;
- p) Reconocimiento social;

q) Propiedad conjunta de los derechos de propiedad intelectual pertinentes.

Se hace énfasis en los beneficios no monetarios debido a que en Colombia no se ha otorgado el primer contrato de Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados con fines comerciales¹² aunque esto no quiere decir que aún no se hayan obtenido beneficios monetarios a partir de las actividades de bioprospección, pues se debe tener en cuenta que gran parte de la investigación sobre biodiversidad en Colombia se encuentra por fuera del marco legal (Chaparro *et al*, 2010). Además, existe dificultad para documentar estas actividades de manera precisa, ya que no se encuentra una completa información sistematizada sobre los casos de bioprospección en el país (Duarte y Velho, 2008).

La importancia de documentar las experiencias de bioprospección radica en el aprendizaje mismo que ofrecen las particularidades de cada caso para poder sugerir recomendaciones que contribuyan a mejorar prácticas posteriores. Biber-Klemm y Martinez (2008) elaboraron unas guías para ayudar a los científicos en las investigaciones sobre recursos genéticos y a partir del estudio de casos se dan pautas para el acceso y participación en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Mencionan estas autoras que el principio de la participación justa y equitativa en los beneficios también debe cumplirse en la investigación académica, puesto que este tipo de investigación da origen a ciertos beneficios específicos que, si bien no monetarios por regla general, sí pueden ser de valor para el país proveedor de los recursos genéticos.

Casos de bioprospección

Svarstad *et al*. (2000) analizan un caso de bioprospección el cual no generó beneficios para el país proveedor de los recursos genéticos. En 1969, fueron

¹² En caso de otorgarse el contrato de acceso a productos derivados al IBUN, éste sería el primer contrato con fines comerciales otorgado en Colombia. Ver más adelante el Caso IBUN, Capítulo V.

colectadas 50 muestras de suelo en Noruega por parte de un biólogo de la farmacéutica Sandoz, una de las cuales contenía el hongo hifomiceta *Tolypocladium inflatum*. Posteriormente, Sandoz desarrolló un medicamento basado en Ciclosporina A, una molécula producida por el hongo. Puesto que la colecta se realizó dentro de un régimen de acceso libre, no se contempló participación de Noruega en las regalías que las ventas del medicamento generarían para el laboratorio. Concluyen los autores que el 2% de las regalías¹³ anuales podría haber sido un beneficio razonable para el país, que en 1997 serían US \$24.3 millones. Dichos beneficios podrían haberse destinado a actividades de conservación, generación de capacidades científicas y salud en el país proveedor. Este caso evidencia la necesidad de establecer un marco legal que permita garantizar beneficios al país proveedor.

Guérin-McManus *et al.* (1999) presentan un caso de bioprospección en Surinam desarrollado por el ICBG (International Cooperative Biodiversity Group¹⁴). El proyecto incluyó actores del sector académico, organizaciones internacionales de conservación no gubernamentales, así como industrias farmacéuticas. El propósito del proyecto era promover la sostenibilidad ambiental, económica, científica, política y cultural a través de la bioprospección. Los objetivos de los acuerdos buscaron registrar y asegurar el valor del conocimiento tradicional, identificar y documentar la biodiversidad, incrementar la capacidad local para la investigación y producción farmacéutica, desarrollar medicamentos a partir de extractos vegetales, y compensar a las comunidades a través de fondos de inversión dotados de pagos inmediatos así como porciones de regalías futuras.

¹³ De entrevistas con compañías farmacéuticas, Laird y Ten Kate reportan rangos de 0.5-2% para materia prima (incluyendo muestras de suelo); 1-4% en datos con valor agregado (incluyendo información etnobotánica y algunos resultados de tamizajes); y 2-15% cuando hay datos clínicos (Laird y Ten Kate, 1999).

¹⁴ El ICBG es un programa fundado por los Estados Unidos, financiado por la National Institutes of Health (NIH), National Science Foundation (NSF) y United States Agency for International Development (USAID). En 1993, el ICBG concedió un subsidio a cinco instituciones que enviaron una propuesta de proyecto para Surinam. El programa fue diseñado para promover el descubrimiento de nuevos fármacos conservando el conocimiento tradicional y los recursos biológicos.

A partir de este caso desarrollado en Surinam, los autores recomiendan la posibilidad de generar beneficios multifacéticos debido a los múltiples intereses de las partes involucradas en los proyectos de bioprospección, por ejemplo: acuerdos a largo plazo de investigación con control sobre derechos de propiedad, licenciamientos, regalías, fondos de inversión, transferencia de tecnología así como otras formas de compensación no monetaria. Finalmente, los autores evidenciaron la necesidad de establecer confianza mutua entre los sectores involucrados, particularmente entre corporaciones y sectores privados, desafío particular en este caso.

Un estudio presentado por Aguilar-Støen *et al.* (2006) analiza varios proyectos de bioprospección incluyendo países desarrollados y países en vía de desarrollo, dos proyectos en Noruega, uno en Guatemala y tres en Tailandia. En el caso tailandés, se presenta la preocupación nacional sobre los asuntos de acceso y distribución de beneficios a nivel internacional, y la lentitud en desarrollar y regular asuntos de equidad relacionados con el conocimiento tradicional. Resaltan los autores que el desarrollo tecnológico de un país influencia su capacidad para establecer acuerdos de bioprospección, así como también tiene efecto sobre la forma y el contenido de tales acuerdos.

Basados en los casos de estudio, los autores sugieren tres niveles de avance biotecnológico en Investigación y Desarrollo (I&D) que dependen del desarrollo biotecnológico, participación del sector privado y establecimiento de un marco regulatorio de acceso a los recursos genéticos. En este artículo se ubica a Noruega como el país con mayor avance, seguido de Tailandia y finalmente, Guatemala. En relación a la distribución de beneficios, en los tres países el asunto más importante tiene que ver con la revelación del origen del material a partir del cual se desarrolla un producto comercial.

Un caso que muestra la obtención de beneficios monetarios y no monetarios a partir de un producto comercial en Rusia lo documentan Finegold y Bensimon (2005). La compañía biotecnológica Diversa anunció el lanzamiento de una enzima empleada en el procesamiento del papel (Luminasa) en julio de 2004. Esta enzima fue desarrollada bajo el convenio entre Diversa y el Centro para la Investigación Ecológica y Desarrollo de Biorecursos-CERBRD. De manera general se identificaron cuatro beneficios: se establecieron esfuerzos en conservación de la biodiversidad mediante tecnologías de fitorremediación y biorremediación propiedad de la compañía Diversa; se establecieron capacidades empresariales y para el desarrollo de productos; participación conjunta en publicaciones y patentes; y un cuarto beneficio directo fue la remuneración para los científicos rusos permitiendo que mejoraran su situación dado que sus salarios eran extremadamente bajos. Además, la compañía capacitó a sus socios para que realizaran sus propios proyectos y construyeran sus propias compañías, de esta manera no se crearía una dependencia hacia tecnologías de Diversa.

Cada caso de bioprospección aporta elementos que permiten guiar las discusiones internacionales sobre acceso y distribución de beneficios. Biber-Klemm, (2008) menciona que en la actualidad el énfasis de las negociaciones del Régimen Internacional se da a nivel de: la definición de la importancia del acceso y distribución de beneficios, en particular el asunto de los productos derivados; la creación de medidas que respalden el Consentimiento Informado Previo (CIP) y los términos de acuerdo mutuo, especialmente la revelación del origen en aplicaciones para patentes y, de un certificado de origen/fuente/procedencia legal; y el asunto de la protección legal del conocimiento tradicional así como su integración en el sistema de acceso y distribución de beneficios. Es claro que lograr un intercambio justo y equitativo de las ventajas comparativas (recursos biológicos por un lado y, tecnología por el otro), crear incentivos y medios económicos para la conservación, así como garantizar el uso sostenible de los

recursos biológicos, depende de la implementación de un sistema de acceso y distribución de beneficios tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Finalmente, como se mencionó al final del primer apartado de este capítulo, en Colombia las experiencias de bioprospección son actualmente muy difíciles de documentar de una manera precisa, ya que no existe una información sistematizada que contenga registros oficiales con los cuales se pueda realizar seguimientos técnicos a los proyectos en ejecución. Además, dichas experiencias se concentran en la interacción entre universidades o institutos de investigación nacionales, con o sin participación de comunidades locales y fuentes financiadoras nacionales o internacionales (Duarte y Velho, 2008).

CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS- CASO CENIVAM

El Centro Nacional de Investigaciones para la Agro-Industrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales-CENIVAM es uno de los CIE aprobados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en el 2004, y cuyo proyecto financiado por COLCIENCIAS ha sido concluido en las fases propuestas. En los informes presentados ante COLCIENCIAS, así como los informes divulgados en su portal web, se muestran los resultados y productos de investigación que tienen un beneficio para el país en términos académicos, tecnológicos y sociales. Además, el Centro fue identificado como uno de los casos emblemáticos de “Conservación de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas en Colombia y su impacto en el desarrollo y la equidad” (IIDS, 2009¹⁵).

El objetivo general del proyecto del Centro CENIVAM consiste en establecer el conocimiento científico y tecnológico necesario para el desarrollo de la agroindustria de aceites esenciales, extractos y derivados naturales con actividad biológica, con el fin de producir bienes de alto valor agregado que puedan ser introducidos en el mercado nacional y mundial (Contrato de Acceso a Producto Derivado APD No.14). El proyecto realizado por el Centro CENIVAM buscó el acceso a material vegetal promisorio y empleando técnicas químicas obtuvo productos derivados del recurso genético como extractos, aceites esenciales y moléculas con potencial para la comercialización.

Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados

Se ha establecido que tanto en la solicitud como en el contrato con fines de utilidad industrial y comercial deberá establecerse claramente un esquema de distribución justa y equitativa de beneficios (Vallejo *et al.*, 2009), pero en la fase de

¹⁵ <http://www.iisd.ca/larc/vol01/larc0104s.html>

investigación científica de este proyecto se contemplan también beneficios de la utilización de recursos genéticos y productos derivados, como se describe en el Dictamen Técnico Legal No. 11 del 10 de diciembre de 2007, numeral 2. En dicho Dictamen se menciona que las primeras tres etapas del proyecto de CENIVAM (etnobotánica y taxonomía; extracción, caracterización y fraccionamiento de aceites esenciales y evaluación de bioactividad de extractos y principios activos) no generan beneficios económicos pero que, en las dos siguientes etapas (síntesis, derivación y transformación catalítica y transferencia de tecnología) los resultados de investigación podrían tener aplicación industrial y comercial y se generarían beneficios económicos para las comunidades locales de donde se obtuvo el recurso biológico.

Básicamente, el Centro CENIVAM plantea como beneficio del Acceso a Productos Derivados, el desarrollo de muchas zonas del país donde habitan poblaciones con baja calidad de vida mediante el establecimiento de un nuevo *clúster* de la agroindustria de plantas aromáticas y medicinales. También se plantea el aporte científico y la transferencia de conocimiento que permitan establecer un vínculo entre la academia y el sector productivo del país.

Mediante la Resolución 0041 del 11 de enero de 2008 se otorga el Permiso de Estudio con Fines de Investigación Científica en Diversidad Biológica al CENIVAM para la colecta de especies vegetales pertenecientes a 50 familias. También se acepta la solicitud de acceso a productos derivados y se abre el proceso de negociación del contrato de acceso. En esta Resolución (pág. 14) también se menciona que *“la participación justa y equitativa de **los beneficios se refiere no solamente a un componente económico y comercial que puede estar presente en las investigaciones que pretenden acceder al recurso genético, sino a otro tipo de beneficios, los denominados no económicos. Para el caso que nos ocupa, es claro que está ausente el componente económico, por consiguiente **la valoración*****

recae sobre otros beneficios, en particular sobre la forma de **compartir justa y equitativamente los resultados de la actividad de investigación**".

En el proceso de negociación para la firma del Contrato de Acceso a Productos Derivados se realiza una modificación, incluida en el Acta de negociación del contrato del 4 de marzo de 2008, para que el contrato haga referencia a "Prospección Biológica" en lugar de "Bioprospección" dado que así lo contempla la Decisión Andina 391 de 1996. Este mismo día, 4 de marzo, se realiza la firma del Contrato de Acceso a Productos Derivados con Fines de Investigación y Prospección Biológica No.14.

En este contrato se hace referencia general a la distribución de beneficios derivados del acceso (Cláusula décima) en cuanto a retribuir a la nación el otorgamiento del Acceso a Productos Derivados al contribuir con el avance del conocimiento de la diversidad Colombiana, contribuir al inventario de la biodiversidad Colombiana mediante el depósito de muestras colectadas y enviando copias de los ejemplares de publicación al MAVDT. Finalmente, mediante la Resolución 0390 del 6 de marzo de 2008 se otorga oficialmente al CENIVAM el Acceso a Productos Derivados con Fines de Investigación y Prospección Biológica.

Es necesario resaltar que la solicitud de acceso por parte del Centro se realizó después de iniciado el proyecto. Las colectas fueron realizadas desde el año 2005 (137 accesiones recolectadas en ese año) hasta el año 2009, logrando un total de 829 accesiones (CENIVAM, 2010). No se colectó en zonas donde se reportó, por parte del Ministerio del Interior, presencia de comunidades negras y/o indígenas (oficio radicado 4120-E1-110042 ante el MAVDT). A pesar del largo periodo del trámite que inició en el 2006, el Centro obtuvo los permisos de estudio y de acceso exigidos por la normatividad vigente para realizar investigación en la biodiversidad colombiana (CENIVAM, 2008).

Tabla 1. Actos administrativos y principales comunicaciones de la solicitud de Acceso a Productos Derivados con fines de Investigación y Prospección Biológica por parte de CENIVAM.

Asunto	Contenido	Fecha
Radicado No. 4120-E1-20517	Solicitud de permiso de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica y acceso a recursos genéticos.	6 de marzo de 2006
Auto No. 301	"Por el cual se admite la solicitud de Acceso a Recursos Genéticos y se inicia el trámite"	14 de febrero de 2007
Auto No. 1402	"Por el cual se modifica el Auto No. 301 del 14 de febrero de 2007"	30 de mayo de 2007 ¹⁶
Dictamen Técnico Legal No. 11	La Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales (DLPTA) considera procedente la solicitud de acceso, recomienda su aceptación y paso a etapa de negociación y eventual firma del contrato de ARG sin interés comercial.	10 de diciembre de 2007
Resolución No. 0041 del 11 de enero de 2008	"Por la cual se otorga un permiso de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica, se acepta la solicitud de acceso a productos derivados con fines de investigación y bioprospección y se toman otras determinaciones"	11 de enero de 2008
Acta reunión de negociación	Negociación del contrato de acceso a productos derivados con fines de investigación y prospección biológica entre el MAVDT y CENIVAM	4 de marzo de 2008
Contrato de Acceso a Productos Derivados con fines de investigación y prospección biológica No. 14	Contrato entre MAVDT y CENIVAM	4 de marzo de 2008
Resolución No. 0390 del 6 de marzo de 2008	"Por la cual se otorga acceso a productos derivados con fines de investigación y prospección biológica para el proyecto	6 de marzo de 2008

¹⁶ Se presenta un error en la fecha del documento original, 30 de mayo de 2005. Se aclara que es 30 de mayo de 2007.

Asunto	Contenido	Fecha
	denominado: Estudio integral de especies aromáticas y medicinales tropicales promisorias para el desarrollo competitivo y sostenible de la agroindustria de esencias, extractos y derivados naturales de Colombia”	

Actores

En el contrato de APD No. 14 se identifican inicialmente dos actores fundamentales en las actividades de bioprospección: el Estado colombiano representado por el MAVDT y la Unión Temporal Centro CENIVAM. El proyecto contempló líneas de investigación para desarrollar cada fase del proyecto. Así, en el área de *Etnobotánica y Taxonomía* trabajaron seis grupos; en el área de *Obtención y Caracterización de Aceites Esenciales* trabajaron tres grupos; en *Transformación de aceites esenciales* trabajaron cuatro grupos; y en el área de Estudio de la Actividad Biológica trabajaron tres grupos. Algunos grupos trabajaron en varias áreas del proyecto. Para efectos del presente análisis se entenderá como un solo actor al centro CENIVAM.

Por otra parte, dentro de los actores también se incluyen las poblaciones campesinas las cuales, aunque no necesariamente hayan contribuido directamente a generar los beneficios, participan de los beneficios como se verá más adelante, debido a que parte de la misión del Centro se refiere a la transferencia de conocimientos a las comunidades campesinas y asociaciones de productores. A continuación se identifican los actores involucrados en las actividades de bioprospección realizada por el Centro CENIVAM durante 2005-2009:

Estado

El Estado colombiano, representado por el MAVDT, como proveedor del recurso genético.

Sector Académico***Unión Temporal:***

El Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales-CENIVAM está conformado por 5 Universidades, 11 grupos de investigación registrados en COLCIENCIAS. Por parte de la Universidad Industrial de Santander participan el Centro de Investigación en Biomoléculas (CIBIMOL), el cual está conformado por tres grupos: el Laboratorio de Cromatografía, el Laboratorio de Química Orgánica y Biomolecular (LQOBio) y el Laboratorio de Síntesis Orgánica (LSO); el Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICTA); el Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CINTROP) y el Grupo Nacional de Investigación en Ecofisiología y Metabolismo Vegetal (GIEFIVET). Por parte de la Universidad de Antioquia participan dos Grupos: Infección y Cáncer, y Catálisis Ambiental; por parte de la Universidad Tecnológica del Chocó participa el Grupo de Productos Naturales; por la Universidad Tecnológica de Pereira participa el Grupo de Polifenoles; y por la Universidad de Cartagena participa el Grupo de Química Ambiental y Computacional.

Grupos de apoyo

Como Grupos de Apoyo del sector académico que colaboraron con el Centro mencionados en los informes revisados se encuentran el Herbario Nacional Colombiano, el Instituto Nacional de Salud y la Universidad del Pacífico.

Alianzas:

Fueron establecidas alianzas con las siguientes instituciones educativas extranjeras: Universidad del Rosario (Argentina), Universidad Complutense de Madrid (España), Universidad Central de Caracas (Venezuela) y Universidad de Panamá.

Financiadore:

Este proyecto fue financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS.

Sitios de colecta

Según el Contrato de Acceso No. 14, los sitios de muestreo incluían los departamentos de Santander, Sucre, Meta, Cesar, Antioquia, Huila, Cundinamarca, Valle del Cauca y Caldas. Adicionalmente, en el informe final (CENIVAM, 2010) se menciona que las salidas botánicas y la recolección también fueron realizadas en otros Departamentos del país como Boyacá, Risaralda, Bolívar, Tolima, Arauca, Nariño y Chocó (CENIVAM, 2010).

Se realizaron alianzas¹⁷ con las siguientes entidades para llevar a cabo asesorías técnicas y servicios de análisis:

Asociaciones de Productores y Campesinos: Asociación Campesina del Valle del Río Cimitarra (Barrancabermeja, Santander)¹⁸; Asociación Agroindustrial ASOBAI (Armenia, Quindío); Asociación de Campesinos, MORELIA (Bolívar, Santander); Asociación de Mujeres Campesinas Manuela Beltrán (Socorro, Santander);

¹⁷ Varias de estas alianzas se originaron tempranamente, 2006. <http://innovarinstituto.com/documentos/estructurasdeinnovacion.pdf>

¹⁸ En el caso de la ACVC la conexión con el proyecto se dio por medio del grupo de investigación CIBIMOL en el año 2006. Ver <http://prensarural.org/acvc/acvc20060523.htm>.

Cooperativa COAGROSOCORRO; APROASESCO (Socorro, Santander); Asociación Municipal de Usuarios Campesinos de Sucre (Santander).

Organizaciones No Gubernamentales, ONG: Corporación *Nuevo Arco Iris* (Bogotá); Cabildo Verde (Sabana de Torres, Santander); Fundación *Biozoo* (Montería, Córdoba); Fundación Colombiana para la Farmacia Natural-Fundacofan (Cali, Valle del Cauca), miembro de la cadena productiva de plantas medicinales y aromáticas del Valle del cauca.

Alcaldías: Alcaldía de Cubará, Boyacá; Alcaldía de Simití, Bolívar; Alcaldía de Puerto Wilches, Santander.

Sector Comercial

Como grupos de apoyo del sector comercial que colaboraron con el Centro se encuentran: Morenos Ltda. (Bogotá); MANE Sucursal Colombia (Medellín); Laboratorios M & N; Neyber Ltda.; Vegachi Ltda.; Agroince; International Flavors and Fragrances – IFF; Firmenich; Belcorp; Aromasan.

Identificación y Participación de los Beneficios

En la siguiente matriz (Tabla 2) se identifican los beneficios generados por el Centro CENIVAM mediante las actividades de bioprospección realizadas durante el periodo comprendido entre 2005 y 2009:

Tabla 2. Matriz de Beneficios generados por CENIVAM a nivel Académico, Científico y Tecnológico.

CENIVAM	Productos	Efectos
Académicos	<p>83 artículos internacionales 84 artículos nacionales 4 libros 163 trabajos eventos internacionales 194 trabajos eventos nacionales 138 estudiantes formados Pregrado 16 estudiantes formados Maestría 10 estudiantes formados Doctorado 1 estudiante formado Post-doctorado 3 Premios internacionales 13 Premios nacionales 829 accesiones de plantas 438 aceites esenciales. 309 extractos orgánicos. 723 nuevas moléculas. 1 Banco de Germoplasma (Colección de 100 especies vegetales <i>ex vivo</i>) 83 Especies Promisorias con potencial de producción en aceites esenciales con aplicación industrial. 1 Base de datos para el manejo de información de material vegetal 1 compuesto derivado quinolínico se encuentra en Estudios Clínicos Fase II</p>	<p>Fortalecimiento investigación conjunta entre grupos de investigación mediante la Unión Temporal y el desarrollo del proyecto.</p> <p>Solicitudes continuas ante COLCIENCIAS sobre lineamientos claros de financiación de los CIE.</p> <p><i>Alianzas académicas:</i> Universidad del Rosario (Argentina), U. Complutense de Madrid (España), U. Central de Caracas (Venezuela), U. de Panamá y en el Instituto Nacional de Salud (INS, Bogotá) para evaluación de bioactividad de nuevas moléculas.</p> <p>Base sólida para investigaciones futuras de actividad biológica en Aceites esenciales, extractos y compuestos sintéticos de CENIVAM.</p>
Tecnológicos	<p>3 Productos terminados para biocomercio¹⁹ 1 Registro ante la base de datos del INCI²⁰ del aceite esencial de <i>Lippia alba</i>. 1 Solicitud Patentes Modelo de utilidad Proceso Biotransformación del citronelol ante la SIC²¹ 1 Solicitud Patente de invención Destilador Móvil. 3 equipos de destilación industrial diseñados y construidos en el Centro. Adquisición de equipos-Infraestructura tecnológica²²</p>	<p>Resultados tecnológicos tangibles para apoyar la cadena productiva de aceites esenciales en el país mediante licenciamiento de patentes, solicitud de autorizaciones para comercializar productos (contrato con fines comerciales) y transferencia de tecnología y conocimiento al sector comercial e industrial del país.</p>
Sociales	<p>Vínculo mediante Contratos de prestación de servicios y de nómina: 43 (2005), 54 (2006), 53 (2007), 43 (2008), 27 (2009) para un total de 220 empleos generados. 76 talleres de entrenamiento a asociaciones campesinas, estudiantes de</p>	<p>Apropiación social del conocimiento mediada por el acceso a medios de comunicación masivos.</p> <p>Incorporación en el Acuerdo de Creación de la Cadena Productiva de</p>

¹⁹ El lanzamiento de estos productos se realizó en la XI Expociencia-Expotecnología Bogotá, 2009.

²⁰ <http://inci.personalcarecouncil.org/>

²¹ SIC, Superintendencia de Industria y Comercio. Colombia.

²² <http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/infraestructura/inventario.html>

CENIVAM	Productos	Efectos
	secundaria y particulares. Uso de desechos de la industria de jugos cítricos para transformación de aceites esenciales. Construcción Complejo Agroindustrial Piloto (<i>campus</i> Universitario-UIS, Bucaramanga) de la Cadena productiva de plantas aromáticas, medicinales, condimentarias, aceites esenciales y sus productos derivados Proyecto de fortalecimiento de Unidades Productivas de Aceites Esenciales en Santander-Municipio de Socorro ²³ Proyecto de Fortalecimiento de las unidades productivas de Aceites Esenciales de climas templado y frio y productos de valor agregado en Santander-Municipio de Sucre ²⁴	Plantas Aromáticas, Medicinales, condimentarias y afines-PAMC (2009). Colaboración en la implementación del Plan de Trabajo del Comité Técnico Nacional de Biodiversidad y competitividad.

Fuente: Adaptación a partir de Orozco *et al.* 2007, e información de CENIVAM (2008 y 2009).

Discusión y evaluación de los beneficios

En el contrato No. 14 no se hace distinción entre resultados esperados de la investigación (cláusula segunda) y los beneficios derivados del acceso (Cláusula décima). Al mencionarse como resultados la detección de especies promisorias para cultivar, claramente se observa un resultado de la bioprospección, pues a partir de estas plantas se obtendrán aceites esenciales para comercializar. Sin embargo, la formación de 70 nuevos profesionales, asistencia técnica a productores potenciales, fortalecimiento de grupos interdisciplinarios para ofrecer asesorías al sector productivo, entre otros, deberían ser incluidos dentro de los beneficios propiamente de las actividades acceso a los recursos genéticos y productos derivados, como lo sugiere el Anexo I del Protocolo de Nagoya (UNEP, 2010).

El centro CENIVAM cumplió con los objetivos y obtuvo aún más productos que los propuestos con menor presupuesto. Esto se debe a que el dinero propuesto

²³ http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/noticias/proyectos_productivos.html

²⁴ *Ibidem* 8.

inicialmente para el desarrollo del proyecto contemplaba casi 50% financiado por COLCIENCIAS y el otro 50% respaldado por las instituciones parte de la Unión Temporal. Sin embargo, el rubro finalmente desembolsado por COLCIENCIAS no alcanzó los 4 mil millones de pesos, razón por la cual las instituciones tuvieron que aumentar su contrapartida. Adicionalmente, se planteó financiar 5 años y dependiendo de la evaluación de resultados, se financiarían otros 3 años. Esto no ocurrió y luego de los 5 años de ejecución del proyecto el futuro de la financiación era incierto. Hasta agosto de 2010, COLCIENCIAS²⁵ se pronunció de manera favorable respecto al apoyo de los Centros de Investigación de Excelencia, dentro de los cuales se encuentra CENIVAM. Con menor presupuesto (\$3.793.926.529 de pesos), finalmente se obtuvieron 5 veces más productos que los comprometidos frente a COLCIENCIAS. Estos productos incluyen las publicaciones, participación en eventos, formación de recurso humano así como las actividades de transferencia de conocimiento y tecnología (CENIVAM, 2010).

Beneficios Académicos:

Como resultados académicos, las publicaciones (artículos, tesis, libros), así como la presencia en eventos, tanto nacionales como internacionales son una base sólida para el desarrollo de proyectos relacionados con la agroindustria de los aceites esenciales en Colombia. Además, esta fortaleza va acompañada de generación de capacidades nacionales representadas por la formación de recurso humano. Se espera que este personal participe en la formulación y ejecución de proyectos relacionados con el área estratégica de Biotecnología e Innovación Agroalimentaria y Agroindustria definida por COLCIENCIAS (García, 2004).

Otros beneficios están relacionados con el acceso a los resultados obtenidos de la bioprospección. Entre ellos se encuentran el número de accesiones botánicas,

²⁵ <http://www.colciencias.gov.co/noticias/colciencias-mantendr-su-apoyo-los-centros-de-investigacion-de-excelencia>

aceites esenciales, extractos orgánicos, nuevas moléculas sintetizadas, así como la construcción del Banco de Germoplasma cuyos estudios posteriores permitieron seleccionar 10 especies promisorias específicamente para la agroindustria de aceites esenciales en Colombia. Estas especies fueron incluidas en tres proyectos agroindustriales que generan beneficios sociales a 44 familias en Santander (CENIVAM, 2009). Además de tener un alcance social, los beneficios académicos permitieron crear alianzas con instituciones universitarias de varios países biodiversos como Venezuela, Argentina, Panamá, etc., así como también alianzas con empresas del sector industrial y comercial. Este tipo de alianzas son necesarias para alcanzar metas relacionadas con la agroindustrialización de productos derivados de la biodiversidad colombiana, pero además desarrollar productos no relacionados con la agroindustria, como podría llegar a ser el desarrollo de un antituberculoso a partir de una nueva molécula (Estudios de fase clínica II). Por tanto, las alianzas son un beneficio en cuanto permiten la articulación entre investigación básica y aplicada.

En la siguiente tabla se relaciona la participación de los actores en los beneficios académicos:

Tabla 3. Participación en los beneficios académicos CENIVAM.

Actor	Participación en beneficios
CENIVAM-generador del beneficio	Autoría en publicaciones Presentaciones de resultados en eventos Reconocimientos al Centro
Comunidad científica colombiana	Formación de recurso humano (pregrado, maestría, doctorado, posdoctorado). Participación en cursos, congresos. Acceso a resultados Acceso a Banco de Germoplasma
Mane, IFF y Bel Star	Colaboración en la evaluación sensorial de aceites esenciales
Universidad del Rosario (Argentina), U. Complutense de Madrid (España), U. Central de Caracas (Venezuela), U. de Panamá y en el Instituto Nacional de Salud (INS, Bogotá)	Colaboración en investigación evaluación de actividad biológica de moléculas nuevas sintetizadas-Potencial antituberculoso.
Herbario Nacional Colombiano y Universidad del Pacífico	Colaboración de investigación: apoyo en Etnobotánica y Taxonomía

Actor	Participación en beneficios
Fundacofan	Colaboración durante salidas botánicas 2005-2006
Estado colombiano	Aporte al conocimiento de la biodiversidad colombiana.

Beneficios tecnológicos:

En el Contrato de Acceso a Productos Derivados No. 14 se menciona que se tiene como meta alcanzar el conocimiento para recomendar la producción de artículos comerciales promisorios a diferentes actores de la cadena productiva. Para cumplir dicha meta son necesarios los ejercicios de Vigilancia Tecnológica. El Centro CENIVAM incluyó una Unidad de Vigilancia Tecnológica²⁶ realizando, también bajo asesoría de COLCIENCIAS, dos ejercicios que permitieron mapear el panorama de las aplicaciones generales de los aceites esenciales, así como otra de aplicaciones cosmeceúticas. En este último ejercicio se tiene en cuenta el análisis de la información sobre usos potenciales de los aceites esenciales con el fin de desarrollar productos para el cuidado de la piel (CENIVAM, 2008b).

Los beneficios tecnológicos están representados por la obtención de 3 productos terminados derivados de aceites esenciales: un gel desinfectante para manos, un aceite relajante para masajes y un ambientador repelente de insectos. Estos productos fueron presentados en la XI Expociencia-Expotecnología, sin embargo aún no deben ser comercializados puesto que las cláusulas del contrato de Acceso a Productos Derivados No. 14 no lo permiten, además los productos fueron un ejercicio académico (Stashenko, E. Directora CENIVAM. *Cons.* 22 de agosto de 2010).

Inicialmente, la propuesta de CENIVAM ante COLCIENCIAS contemplaba tan solo una patente y el montaje de una planta piloto para extracción de aceites

²⁶ <http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/informacion/estructura.html>

esenciales. Al culminar el proyecto, los resultados muestran que se alcanzaron los propósitos obteniendo 2 solicitudes de patente, 1 registro de un aceite esencial ante una organización de referencia internacional y se diseñaron y construyeron tres equipos de destilación industrial para el montaje de plantas piloto. Estos resultados se identifican como beneficios porque tienen un potencial comercial que puede ser aprovechado para la generación de beneficios monetarios para el país mediante explotación comercial directa o por medio de licenciamiento. Por otra parte, la adquisición de infraestructura para el desarrollo del proyecto fortalece la capacidad para realizar proyectos de la misma envergadura sobre la biodiversidad colombiana, aprovechando la experiencia y las alianzas logradas desde el 2005.

El desarrollo de productos/procesos a ser protegidos mediante patente, o registrados ante una organización de referencia en el tema (en el caso del aceite esencial de *Lippia alba*), muestra el avance del país en procesos de bioprospección dando valor agregado a sus recursos biológicos y genéticos. Además, los beneficios tecnológicos pueden materializarse a través de la transferencia de tecnología y conocimiento mediante asesorías técnicas y servicios de análisis, que fueron realizados por el Centro a 10 empresas tanto nacionales como internacionales.

A continuación se relacionan los actores con los beneficios tecnológicos correspondientes generados por el Centro mediante la bioprospección:

Tabla 4. Participación en los beneficios tecnológicos del Centro CENIVAM

Actor	Participación en beneficios
CENIVAM	3 Productos terminados potencialmente comercializables 2 Patentes (invención y modelo utilidad) 3 Montajes planta piloto
Laboratorios M&N, Neyber Ltda., Morenos Ltda., Vegachi Ltda., Agroince, Mane, IFF, Firmenich, Belcorp, Aromasan	Asesorías técnicas y servicios de análisis
Estado colombiano-Sector productivo de	Transferencia de tecnología y conocimiento al

Actor	Participación en beneficios
aceites esenciales.	sector productivo contribuyendo al desarrollo económico del país.

Beneficios sociales:

Debido a que el proyecto desarrollado por CENIVAM busca mejorar la calidad de vida de las comunidades: *“Dentro del proyecto existe una propuesta de distribución de beneficios planteada en la última fase, donde no sólo se espera entregar a algunas comunidades los resultados obtenidos con una aplicación práctica que busca mejorar sus opciones productivas y permitirles obtener nuevos ingresos económicos; sino que además se espera publicar un libro con los resultados finales de la investigación”* (Resolución 0041 del 11 de enero de 2008, MAVDT, pág. 4), varias de las alianzas establecidas entre el Centro y asociaciones campesinas, ONGs y alcaldías (ver Actores) tienen que ver con dicho propósito, por ello son clasificadas también como beneficios sociales.

Otro de los beneficios de las actividades de bioprospección en términos sociales se refiere al personal vinculado al Centro. Mediante la financiación del proyecto del Centro CENIVAM se consiguieron los recursos económicos para la construcción del Complejo Agroindustrial Piloto y la vinculación de 220 personas bajo contratos por prestación de servicios y de nómina. Dentro del personal vinculado al centro se incluyen también estudiantes de maestría y doctorado, investigadores y auxiliares de investigación. Este beneficio social posteriormente se materializará en resultados de investigación.

Como se mencionó en los beneficios tecnológicos, la transferencia de tecnología y conocimiento hacia la sociedad es un beneficio de la bioprospección, el cual se alcanzó en este caso mediante jornadas de capacitación en el desarrollo de la cadena productiva de aceites esenciales y productos derivados de plantas. Estas

alianzas deben originarse tempranamente, de manera que la investigación sobre la biodiversidad colombiana contribuya a solucionar problemas de carácter social.

Algunos de los proyectos realizados con CENIVAM han sido publicados en medios de comunicación masivos. A partir de estos medios, la sociedad ha conocido el tipo de investigaciones que se realizan en el ámbito académico del país y por tanto puede generar propuestas basadas en las problemáticas no identificadas en el medio académico (apropiación social del conocimiento). Los proyectos desarrollados en los municipios de Socorro y Sucre, Santander, beneficiaron directamente a 44 familias mediante el establecimiento de cultivos de ocho especies de plantas aromáticas y capacitación con el fin de obtener extractos y aceites para ser introducidos en el mercado mundial. Los estudiantes de colegios rurales también fueron beneficiarios mediante los talleres de capacitación en conservación ambiental, economía básica y manufactura de productos de aseo y cosméticos que incorporan ingredientes naturales. De esta manera se aprecia cómo los resultados de investigación básica y aplicada contribuyen al progreso de los colombianos y de la nación²⁷.

Adicionalmente, estos beneficios sociales también están representados en el nivel de la política. Los resultados del Centro CENIVAM generan relaciones interinstitucionales que se reflejan en la participación conjunta con varios sectores del país en el Acuerdo Nacional de Competitividad de la Cadena Productiva de las Plantas Aromáticas, Medicinales, Condimentarias y afines (PAMC)²⁸. Además, CENIVAM también colabora en la implementación del Plan de Trabajo del Comité Técnico Nacional de Biodiversidad y Competitividad.

²⁷

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp?dir=http://www.uis.edu.co/webUIS/es/mediosComunicacion/catedraLibre/diciembre2009/articulo2.html>

²⁸ <http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=8620>

De esta manera, se presentan a continuación los beneficios sociales y los participantes respectivos:

Tabla 5. Participación en los beneficios sociales de bioprospección CENIVAM

Actores	Participación en beneficios
Corporación Nuevo Arco Iris	Participación 1 taller (2005)
Fundación Biozoo	Participación 1 taller (2006); 3 (2008)
Asociación Campesina del Valle del Río Cimitarra	60 participantes 2 talleres y 1 foro (2005)
Asociación Agroindustrial ASOBAI	Participación 1 taller (2005)
Asociación de Campesinos, MORELIA	Participación 1 taller (2005), 2 talleres (2007)
Asociación de Mujeres Campesinas Manuela Beltrán; Cooperativa COOAGROSOCORRO y APROASESCO	Participación 2 talleres (2007 y 2008) Participación Proyecto Fortalecimiento de unidades productivas de aceites esenciales en Santander
Asociación Municipal de Usuarios Campesinos, y otras asociaciones campesinas y de productores	Participación talleres 8 (2005); 4 (2006); 3 (2008); 4 (2009).
Alcaldía de Cubará	Realización de 1 taller (2005)
Alcaldía de Simití	Realización 2 talleres (2005 y 2006)
Alcaldía de Puerto Wilches	Participación en talleres
Estado colombiano	Desarrollo de un nuevo clúster alrededor de la agroindustria de plantas aromáticas y medicinales. Soporte Técnico-Científico en acuerdos intersectoriales en temas de biodiversidad.

Cumplimiento de los beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya

Finalmente, en la siguiente tabla se encuentran relacionados, a partir de la discusión anterior a nivel académico, tecnológico y social, los beneficios generados por las actividades de bioprospección del Centro CENIVAM y los beneficios planteados en el Protocolo de Nagoya. Mediante el uso de indicadores que reflejan el alcance real de los beneficios, se verifica cuáles beneficios establecidos en el Anexo I del mencionado Protocolo (descritos en el Capítulo 3) son alcanzados:

Tabla 6. Evaluación de los beneficios identificados en el Caso CENIVAM

INDICADORES DE LOS BENEFICIOS NO MONETARIOS - CASO CENIVAM	CUMPLIMIENTO DE LOS BENEFICIOS PROTOCOLO DE NAGOYA ²⁹
Nivel académico	
Número de publicaciones (artículos, libros)	a). Intercambio de resultados de investigación y desarrollo
Cantidad y calidad de recurso humano formado	d). Colaboración, cooperación y contribución a la formación y capacitación;
Acceso a resultados (banco de germoplasma, colecciones, extractos, bases de datos, entre otros).	e). Acceso a las instalaciones <i>ex situ</i> de recursos genéticos y a bases de datos; k). Acceso a la información científica pertinente a la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad, incluidos inventarios biológicos y estudios taxonómicos.
Colaboraciones con sectores académico y/o industrial-comercial	a); d); f). Transferencia, al proveedor de los recursos genéticos, de conocimientos y de tecnología en términos justos y más favorables, incluidos los términos sobre condiciones favorables y preferenciales, de ser convenidos, en particular, conocimientos y tecnología en los que se haga uso de los recursos genéticos, incluida la biotecnología, o que son pertinentes a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica; n). Relación institucional y profesional que puede dimanar de un acuerdo de acceso y distribución de beneficios y de las actividades subsiguientes de colaboración; h). Creación de capacidad institucional
Productos y/o servicios recomendados al sector productivo	c). Participación en desarrollo de productos; l) Aportes a la economía local; m). Investigación dirigida a necesidades prioritarias tales como la seguridad de la salud humana y de los alimentos, teniendo en cuenta los usos nacionales de los recursos genéticos
Nivel tecnológico	
Transferencia de tecnología desarrollada y adquirida	f); g). Fortalecimiento de las capacidades para transferencia de tecnología; l). Aportes a la economía local
Propiedad intelectual e industrial	c); q). Propiedad conjunta de los derechos de propiedad intelectual pertinentes.
Nivel social	

²⁹ Se mencionan aquí los beneficios del Protocolo de Nagoya, descritos en el Capítulo III de este documento, que sean alcanzados por los beneficios reales del Centro. Se indica únicamente la letra en los casos en que ya hayan sido mencionados los beneficios correspondientes.

INDICADORES DE LOS BENEFICIOS NO MONETARIOS - CASO CENIVAM	CUMPLIMIENTO DE LOS BENEFICIOS PROTOCOLO DE NAGOYA ²⁹
Recurso humano vinculado: contratos laborales; Empleos directos e indirectos generados; Familias y asociaciones vinculadas	d); i). Recursos humanos y materiales para fortalecer las capacidades para la administración y aplicación de la reglamentación en materia de acceso; j). Capacitación relacionada con los recursos genéticos
Transferencia de conocimiento: talleres, capacitaciones, acceso a publicaciones.	f); j); l).
Publicaciones no científicas referenciando actividades del Centro	p). Reconocimiento social

Como se observa en la discusión anterior, algunos de los beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya se alcanzan por diferentes vías. Según esto, el intercambio de resultados de investigación y desarrollo (a) se alcanza mediante las publicaciones de carácter académico realizadas por el Centro y las alianzas establecidas entre el mismo sector académico y con el sector industrial.

La participación en el desarrollo de productos (c) se realizó mediante la recomendación al sector productivo del país, de productos y servicios. Aunque los productos desarrollados aún no se encuentren en fase de comercialización, las actividades del Centro con miras a su sostenibilidad conducirán a estrategias de autofinanciación que impliquen protección por derechos de propiedad intelectual y posterior comercialización. Por ello la participación conjunta en derechos de propiedad intelectual (q), la cual es una práctica común en la actividad académica, es un beneficio que complementa la participación en el desarrollo de productos, alcanzado mediante la solicitud de dos patentes.

El beneficio relacionado con colaboración, cooperación y contribución a la formación y capacitación (d) es reflejado por el número y la calidad del recurso humano formado, entendiendo por calidad como formación académica de alto nivel de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación

Nacional³⁰; por las colaboraciones con actores del sector académico e industrial; y mediante la vinculación de recurso humano.

El acceso al banco de germoplasma y a las bases de datos conduce al cumplimiento de los beneficios (e) y (k), del Protocolo. Aunque en principio el acceso será permitido al sector académico del país debido a que existen resultados de investigación que continúan en estudio y que pueden ser obtenidos a partir del acceso a dichas fuentes.

Los beneficios relacionados con transferencia de tecnología, (f) y (g), se alcanzaron en cumplimiento de las cláusulas del contrato de acceso No. 14, en el cual se definió que la Nación tendría condiciones preferenciales y concesionarias para el acceso a los productos o procedimientos protegidos por derechos de propiedad intelectual. Además, a nivel social, la apropiación y utilización del conocimiento generado a partir del proyecto permitió que las poblaciones campesinas fueran involucradas en el desarrollo de una economía alrededor de las plantas aromáticas y medicinales.

Se cumplió el beneficio relacionado con la creación de capacidad institucional (h), en el sentido de que el Centro adquirió mayores responsabilidades y operó de una manera eficiente durante el desarrollo del proyecto para lograr los resultados propuestos. También, promovió la participación en la creación de redes de interacción entre organizaciones del sector público y privado y organizaciones no gubernamentales, según una de las definiciones de capacidad institucional mencionadas en Rosas (2008).

El beneficio (i) se alcanzó mediante la experiencia en negociación del contrato de acceso ante el MAVDT, pues la aplicación de la reglamentación de acceso solo se

³⁰ http://www.cna.gov.co/1741/articles-186363_archivo_pdf_lineamientos_MyD_final.pdf

logra durante los trámites respectivos por los usuarios de los recursos genéticos. Debido a las demoras en los trámites, se observa que aún falta trabajar en el fortalecimiento de estas capacidades. Por otro lado, el beneficio (j) es muy general, puesto que la capacitación relacionada con recursos genéticos cubre aspectos de investigación básica y aplicada, de desarrollo de productos, hasta de normatividad, por ello, este beneficio se cumple puesto que el personal involucrado en el proyecto adquirió conocimiento a diferentes niveles por medio de los talleres y jornadas, incluyendo conocimiento de la normativa colombiana vigente.

En cuanto al aporte a la economía local (l), el desarrollo de un nuevo clúster para el aprovechamiento industrial de las plantas aromáticas y medicinales hizo necesaria la transferencia de conocimiento a las comunidades campesinas locales. El desarrollo de productos y servicios constituye una muestra de resultados que pueden contribuir al progreso de la economía en las regiones involucradas en el proyecto.

La investigación dirigida hacia las necesidades prioritarias de los colombianos como salud humana y alimentaria (m) como beneficio del Protocolo de Nagoya no aplica totalmente al caso CENIVAM. Sin embargo, indirectamente los resultados del centro permiten alcanzar este beneficio como lo demuestra el estudio de una molécula con actividad antituberculosa mencionada anteriormente.

Las alianzas establecidas entre los diferentes actores mencionados en este caso demuestran que se alcanza el beneficio (n) del Protocolo ya que la experiencia de negociación del contrato de acceso entre el Centro y el Ministerio permite una relación que conlleva a facilitar los procedimientos de acceso futuros del Centro, así como de otros proyectos relacionados con el tema de investigación de CENIVAM.

El reconocimiento social (p) del Centro se alcanzó mediante las publicaciones de carácter periodístico que permitieron la apropiación del conocimiento por parte de la sociedad. Esto también se logró mediante las jornadas de capacitación de campesinos y niños de edad escolar en relación al aprovechamiento de las plantas aromáticas y medicinales de la región.

De esta manera se muestra que son alcanzados la mayoría de los diecisiete beneficios planteados en el Protocolo de Nagoya, mostrando que un proyecto de bioprospección en fase previa a la comercialización de productos y servicios permite cumplir con los lineamientos del CDB relacionados con la distribución de beneficios.

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS - CASO IBUN

El análisis del caso del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (UNC-IBUN³¹) es interesante puesto que ha sido un proceso con más de 9 años en el cual no se ha logrado obtener el contrato de Acceso a Producto Derivado con Fines de Aplicación Industrial y Aprovechamiento Comercial en el marco del proyecto “Aislamiento e identificación de un microorganismo del género *Lactococcus* sp productor de un polímero de origen natural y exploración de sus posibles aplicaciones industriales y comerciales” pero que, por el contrario, generó una sanción contra la Universidad Nacional de Colombia por el acceso ilegal al producto derivado (Resolución 1459 de 2010).

El propósito de la invención asociada al proyecto desarrollado por el IBUN fue el de proveer un polímero de origen natural, producido por un complejo de enzimas con actividad glucosiltransferasa y fructosiltransferasa. El complejo enzimático se produce a partir de una cepa de *Lactococcus lactis* y permite obtener el biopolímero en mención.

Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados

En el 2001 se presenta ante el MAVDT la solicitud de ARG adjuntando el PEFIC otorgado por la CAR-Cundinamarca. Por tanto, para el año 2010 han transcurrido 9 años de iniciado el procedimiento sin obtener el Contrato de Acceso a Recurso Genético y Producto Derivado.

³¹ Se empleará este acrónimo en el desarrollo de este capítulo para resaltar que es la Universidad Nacional de Colombia la que realiza la solicitud de acceso, no el IBUN. Sin embargo, en el contenido total del trabajo, este caso se referencia como el Caso IBUN.

Tabla 7. Actos administrativos y principales comunicaciones de la solicitud de Acceso a Productos Derivados con fines de Investigación y Prospección Biológica por parte del IBUN desde 2001.

Asunto	Contenido	Fecha
Resolución 383	CAR Otorga PEFIC	13 de agosto de 2001
Auto 1300	Se admite la solicitud de ARG	26 de diciembre de 2003
Permiso de Exportación No. 885	Permiso expedido por el MAVDT	11 de abril de 2003
Resolución 1863 DLPTA	Por la cual se dispone la apertura de una investigación y se formula un pliego de cargos	18 de octubre de 2007
Resolución 123	Por la cual se cesa un procedimiento sancionatorio ambiental abierto mediante Resolución No. 1863 del 18 de octubre de 2007	24 de enero de 2008
Resolución 0264	Formulación pliego de cargos a la Universidad Nacional de Colombia	18 de febrero de 2008
Auto 1415	Por el cual el MAVDT dispone apertura de periodo probatorio.	29 de abril de 2008
Resolución 0445	Mediante la cual se resuelve aceptar la solicitud de Acceso a Producto Derivado con Fines de Aplicación Industrial y Aprovechamiento Comercial	5 de marzo de 2010
Resolución 1459	Por la cual se impone una sanción contra la Universidad Nacional de Colombia	29 de julio de 2010

El trámite de solicitud de Acceso a Productos Derivados ante el MAVDT ha sido descrito en el artículo de Nemogá y Rojas (2009). Por medio del PEFIC, otorgado por la CAR Cundinamarca en 2001, la Universidad obtuvo autorización para el acceso a la cepa del microorganismo para avanzar en la investigación. Inicialmente el Ministerio, luego de la solicitud presentada por el IBUN, no advirtió que el solicitante requería personería jurídica y capacidad legal para solicitar y eventualmente firmar contratos de ARG. El carácter del proyecto de investigación requería el acceso a recurso genético y producto derivado, por lo cual la UNC-IBUN solicitó el acceso ante el MAVDT. Es hasta el año 2008 mediante la Resolución 123 de 2008 que el Ministerio ordena cesar otra acción administrativa

iniciada contra el IBUN en el año anterior, estableciendo la improcedencia de la acción.

Para marzo de 2010, el siguiente paso que se dio fue la emisión de la Resolución 0445 mediante la cual se acepta la solicitud de Acceso. En dicha Resolución se realiza un resumen de los antecedentes y documentos aportados por la UNC-IBUN desde el inicio de la solicitud de acceso, incluyendo las propuestas de distribución de beneficios económicos analizadas por el MAVDT entendiendo el alcance comercial de la solicitud. Respecto a la fase actual de negociación (2010) sobre distribución de beneficios, la UNC-IBUN realizó una propuesta de distribución de regalías con base en el Reglamento sobre Propiedad Intelectual en la Universidad Nacional de Colombia.

El 29 de julio de 2010 se emite la Resolución 1459, por parte del MAVDT, mediante la cual se establece un proceso sancionatorio en contra de la UNC-IBUN por vulnerar el artículo 16 de la Decisión Andina 391 de 1996³², “*realizar acceso al recurso genético al aislar e identificar un microorganismo perteneciente al género *Lactococcus sp*, y obtener un biopolímero de origen natural a través de su actividad enzimática, con fines de investigación, sin haber suscrito con el Estado Colombiano a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el respectivo Contrato de Acceso a Recursos Genéticos (...)*”. Es necesario aclarar que esta sanción monetaria (\$13.416.300) corresponde a la primera fase del proyecto, el cual ya fue adelantado por el IBUN, involucrando acceso a recursos genéticos con fines de investigación. Por tanto, el trámite de acceso a producto derivado con fines de aplicación industrial y de aprovechamiento comercial

³² El artículo 16 de la Decisión 391 de 1996 menciona: “*Todo procedimiento de acceso requerirá de la presentación, admisión, publicación y aprobación de la solicitud, de la suscripción de un contrato, de la emisión y publicación de la correspondiente resolución y del registro declarativo de los actos vinculados con dicho acceso*”.

continúa su curso³³ en la fase de negociación como lo contempla la Decisión Andina 391 de 1996.

Actores

El numeral 48 de las Guías de Bonn sugería la necesidad de identificar claramente los actores involucrados en las actividades de bioprospección con miras a participar en los beneficios generados: “(...), *los beneficios deben ser distribuidos justa y equitativamente con todos aquellos que han contribuido en la gestión del recurso, proceso científico y/o comercial. Este último puede incluir instituciones gubernamentales, no gubernamentales o académicas y comunidades indígenas y locales. Los beneficios deben ser dirigidos de tal forma que se promueva la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica*”.

Se identificaron entonces varios actores (ver Sector comercial, más adelante en este apartado) que han sido involucrados en el proceso de búsqueda y aprovechamiento del biopolímero. Estos actores no necesariamente estuvieron involucrados desde el comienzo de la investigación, donde se incluyen principalmente actores del sector académico. Sin embargo, los estudios con miras a encontrar nuevas aplicaciones fueron detenidos puesto que esta actividad implica claramente acceso al producto derivado sin haber firmado el contrato correspondiente (Resolución 0445 de 2010), y como consecuencia disminuyen los posibles interesados en el biopolímero.

A continuación se mencionan los actores que participaron en la actividad de bioprospección que permitió la obtención del biopolímero así como aquellos que

³³ Esta aclaración respecto a qué se sanciona, si el acceso con fines científicos o el acceso con fines comerciales, se ha realizado a lo largo del proceso, por ejemplo mediante la solicitud del 15 de abril de 2008 por parte de la DLPTA del MAVDT, el cual hace parte del Expediente 2571 disponible en el MAVDT.

participan, directa o indirectamente, en la búsqueda de usos potenciales para el mismo:

Estado

El Estado Colombiano representado por el MAVDT, actuó como proveedor del recurso genético y producto derivado.

Sector Académico

Básicamente, la Universidad Nacional de Colombia actuó como solicitante formal del Acceso a Recurso Genético y Productos Derivados. El Grupo de Bioprocesos y Bioprospección-Laboratorio de tecnología de enzimas del Instituto de Biotecnología-IBUN lo hizo como usuario directo del recurso genético y producto derivado.

La Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca participó mediante una alianza en el desarrollo de un trabajo de tesis relacionado con el proyecto en cuestión.

Sector Comercial

Se incluyen las alianzas con las siguientes empresas: Procaps S.A.; Andercol; Alinova S.A.; Biotech Puleva (España); CyberColloids (Irlanda); Alpina; VIT organics.

Identificación y Participación de los Beneficios

Como se ha mencionado, mediante la Resolución 0445 de 2010 se aceptó la solicitud de ARG y Producto Derivado, dando paso a las negociaciones para la firma del correspondiente contrato con el MAVDT. Para dicha negociación se plantearon elementos relacionados con la distribución de regalías, propuesta

realizada bajo la normatividad de Propiedad Intelectual de la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, las regalías son obtenidas en caso de comercialización del biopolímero, razón por la cual son importantes los beneficios no monetarios que ya han sido generados. A continuación se identifican estos beneficios:

Tabla 8. Matriz de Beneficios generados por IBUN a nivel Científico y Tecnológico.

IBUN	Productos	Efectos
Académicos	<p>6 tesis pregrado (1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2007)</p> <p>4 tesis Maestría (3 en 2007, 1 en 2009).</p> <p>2 tesis de doctorado en realización (2010)</p>	<p>No se publican artículos científicos porque se protegen resultados para solicitar patente.</p> <p>Alianza académica con Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca-UCMC (1 tesis pregrado, 1998)</p> <p>Fortalecimiento del trabajo mediante alianzas académicas entorno a biopolímero: Facultad Ingeniería UN-Facultad Ciencias UN-Facultad de Ciencias de la Salud-UCMC</p> <p>Creación Grupo de Investigación en Biopolímeros y Biofuncionales (2009).</p> <p>Fortalecimiento de relaciones dentro de la UN con Oficina Jurídica, Vicerrectoría de Investigación, Dirección de Investigación e IBUN.</p> <p>Experiencia adquirida en negociación de contrato ARG con fines comerciales.</p>
Tecnológicos ³⁴	<p>1 sobre 30 cepas resultó tener alta capacidad productora de polímero.</p> <p>Solicitud Patente vía PCT³⁵ ante Unión Europea³⁶, Estados Unidos (segunda acción oficial) y Japón</p>	<p>Actualmente se ha invertido en las solicitudes y pagos de 2 anualidades de patente concedida ante la UE.</p> <p>Alianzas comerciales con 7 empresas.</p>

³⁴ Con el fin de proteger mediante patente la tecnología desarrollada por la Universidad Nacional de Colombia, la cepa del microorganismo que se encuentra en el Banco de Cepas y Genes del IBUN fue depositada también en el Banco de referencia de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos, denominado "Agricultural Research Service Patent Culture Collection NRRL" con el código NRRL B-30656.

³⁵ La solicitud de patente ante la Oficina Internacional de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual se presentó el 28 de diciembre de 2004.

IBUN	Productos	Efectos
	<p>Solicitud Patente ante SIC Bogotá, Colombia³⁷</p> <p>Diseño y construcción Planta piloto Procaps S.A. Producción a escala piloto 480Kg/mes</p>	<p>Aprendizaje en negociación y transferencia de tecnología para el diseño y construcción de la planta piloto.</p> <p>Diseño y construcción de la planta piloto generó varios empleos temporales.</p>
Sociales	<p>Publicación en revista de alta difusión que hace referencia al biopolímero (Revista Dinero, 2001)</p> <p>24 ofertas laborales generadas desde el diseño hasta la puesta en marcha de la planta piloto.</p>	<p>Tercer puesto Premio Ventures 2000 para emprendedores permite publicación no científica en revista de alta difusión en medios no académicos (Revista Dinero)³⁸</p> <p>Publicación en revista no académica permite contactos con sector empresarial y comercial, conllevando a la alianza con Procaps S.A.</p> <p>Las pruebas o ensayos del biopolímero han generado varios contratos laborales temporales.</p> <p>El diseño y construcción de la planta piloto han generado varios empleos temporales.</p> <p>Aprendizaje del procedimiento de ARG ante el MAVDT</p> <p>Aprendizaje de la fase de negociación de contrato de ARG con fines comerciales ante el MAVDT</p> <p>Aumento de capacidades para emprender proyectos mediante alianzas Universidad-Empresa</p>

Fuente: Adaptación a partir de Orozco *et al.* 2007.

³⁶ Información sobre la patente: http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20050714&CC=WO&NR=2005064003A1&KC=A1. Concedida en 2008.

³⁷ Biopolímero con base en *Lactococcus lactis* NRRL B-30656, el proceso para cultivo de *Lactococcus lactis* NRRL y el proceso para la producción del biopolímero. Solicitud de patente radicada el 23 de diciembre de 2003 bajo el número 03112173 y negada el 16 de abril de 2010 (http://190.254.15.231/Patentes/patente.php?id_patente=56881)

³⁸ Ver Referencia 9. Adicionalmente Artículo Revista Dinero. 6 de agosto de 2001, Edición 134, Recuadro Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia http://www.dinero.com/edicion-impresa/caratula/biotecnologia-apuesta-del-milenio_5241.aspx

Discusión y evaluación de los beneficios

Beneficios Académicos:

Básicamente los productos obtenidos en el transcurso del proyecto de investigación que condujo a la obtención del biopolímero fueron las tesis de pregrado. Las cuatro primeras tesis permitieron la formulación de un plan de negocios que se presentó en el evento Ventures 2000 –organizado por la Revista Dinero y Mercurios Ventures³⁹-. Por otro lado, dentro de los beneficios académicos para este caso, no se elaboraron artículos científicos debido al tratamiento de confidencialidad de los datos de la investigación, con el fin de proteger información y así realizar las correspondientes solicitudes de patentes. Por esta razón, todas las actividades de investigación y desarrollo se realizaron por investigadores de planta de la Universidad y personal contratado, preservando así la novedad del biopolímero.

El logro de la actividad de bioprospección se concretó con la obtención de una cepa de microorganismo con alta capacidad de producción de biopolímero. Académicamente, el trabajo interfacultades e interuniversitario (Facultad de Ciencias UN, Facultad de Ingeniería UN, Facultad de Ciencias de la Salud UCMC) evidencia que la formación de alianzas es necesaria para el desarrollo de proyectos similares. Igualmente, la creación de un grupo de investigación (Biopolímeros y Biofuncionales, IBUN) indica que el potencial encontrado mediante este proyecto permitió fortalecer la capacidad de formulación de proyectos de investigación científica con potencial comercial. Estas iniciativas van acompañadas por un apoyo institucional y fortalecimiento en las relaciones internas de la Universidad Nacional (Oficina Jurídica, Vicerrectoría Académica, Dirección de Investigación e IBUN) evidenciadas durante el proceso de Acceso a

³⁹ http://www.ibun.unal.edu.co/lineasGrupos/Bioprosesos/L&G_BP_bioprospeccion.html

Recursos Genéticos y Productos Derivados ante el MAVDT. Finalmente, un gran aporte académico radica en que se trata de la primera experiencia en negociación de contratos de ARG con fines comerciales por la UNC-IBUN y el MAVDT en el país, que aún está en desarrollo.

Teniendo en cuenta que se han identificado los actores involucrados en las etapas de la bioprospección realizada por el IBUN, a continuación se muestra su participación en los beneficios académicos:

Tabla 9. Participación en los beneficios académicos IBUN

Actor	Participación en beneficios
Universidad Nacional de Colombia-IBUN-Grupo de Tecnología de Enzimas	Investigadores, docentes y estudiantes, involucrados en las 5 tesis de pregrado y las 4 de posgrado que permitieron la obtención, caracterización del biopolímero, y estudios posteriores realizados con el objetivo de encontrar usos del polímero. Fortalecimiento en investigación mediante creación de Grupo de investigación en Biopolímeros y Funcionales
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Un trabajo de tesis de pregrado

Los pocos beneficios académicos son consecuencia del potencial comercial del proyecto debido a que la publicación de resultados es incompatible con la protección mediante Propiedad Intelectual. Además, este es uno de los pocos proyectos que tiene este potencial comercial. Según Chaparro *et al.* (2010), un mínimo porcentaje de la investigación en biodiversidad puede generar resultados con potencial comercial. Además, es de importancia el efecto que logran los resultados de investigación en el fortalecimiento de la investigación, concretamente mediante la creación de un nuevo grupo de investigación.

Beneficios tecnológicos:

Mediante el evento Ventures 2000 se realizaron 7 alianzas con el sector comercial, una de ellas condujo a la construcción de una planta piloto para la producción del biopolímero. Los resultados obtenidos durante la puesta en marcha de la planta, mostraron rendimientos y eficiencias mayores a los criterios de diseño. Se realizó un escalado de 2 litros, 14 litros, hasta llegar a niveles entre 30 y 2000 litros. Esta última escala de producción del biopolímero a nivel de planta piloto semi-industrial se inició pero se encuentra suspendida (a septiembre de 2010), puesto que está pendiente el contrato de acceso a recursos genéticos y productos derivados con el MAVDT y de la valoración de mercados derivados de los usos.

Sin embargo, las alianzas con empresas en investigación y desarrollo (mencionadas en el apartado de Actores) permiten evaluar usos específicos del biopolímero. La Universidad plantea dentro de la solicitud de acceso algunas actividades encaminadas a encontrar esos nuevos usos del biopolímero como: obtención de cápsulas de uso farmacéutico y cosmético que comprenden estudios de formulación (plastificante, colorante), procesabilidad (condiciones para la formación de películas por moldeo o por extrusión), estudios de biodisponibilidad, uso como agente prebiótico en productos lácteos, y uso como fibra soluble en alimentación funcional⁴⁰.

Respecto a los derechos de propiedad intelectual en relación al biopolímero, la negación de la patente por parte de la SIC no estimula el desarrollo tecnológico en el país, pues el hecho de obtener una patente en Europa y la dificultad en el trámite de acceso en Colombia sugieren a los investigadores la búsqueda de exclusividad para explotación comercial y posibles licenciamientos de la patente en otros países como Estados Unidos o Japón. En teoría, un biopolímero como el

⁴⁰ Oficio No. R-977 de la Universidad Nacional de Colombia; Dictamen Técnico Legal No. 2 del DLPTA del 25 de febrero de 2010. Expediente LAM 2571.

obtenido por la UNC-IBUN podría ser producido y comercializado por un tercero, y al no estar patentado, no se podría impedir la generación de lucro sin reconocer ni a la UNC-IBUN ni al país, beneficio alguno. Por esta razón, una patente es entendida como un beneficio tanto para la UNC-IBUN como para el país.

Una forma de proteger la cepa de interés se logra mediante el depósito en un banco de referencia, requisito para solicitar una patente relacionada con recursos genéticos. Mediante el depósito de la cepa en el Banco de Referencia de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos (NRRL), se garantiza que la cepa NRRL B-30656 del IBUN no será suministrada a ninguna persona o entidad. Se establece también que cualquier solicitud con este fin requerirá autorización por escrito por parte de la Universidad Nacional de Colombia⁴¹. El MAVDT autorizó la exportación de la cepa para efectuar este depósito mediante el permiso No. 885 de 2003 (Nemogá y Rojas, 2009).

Las solicitudes de patente permiten evidenciar el alcance comercial que podría alcanzar el ARG y Productos Derivados. Aún así, una patente no garantiza el éxito comercial de una invención, por lo tanto no existe garantía de que el biopolímero genere, mediante su utilización, beneficios monetarios sobre los cuales el Estado, a través del MAVDT, solicitó participación (Resolución 0445 de 2010). Adicionalmente, el contrato de ARG es un requisito para la solicitud de patente ante la Superintendencia de Industria y Comercio-SIC (Artículo 26 de la Decisión 486 de 2001); debido a que dicho contrato no se había obtenido, la solicitud fue negada en abril de 2010⁴².

Sin embargo, no hay que desconocer que la solicitud de una patente implica que ya se han realizado las actividades de acceso correspondientes a la obtención y utilización del producto derivado, tanto del complejo enzimático como del

⁴¹ *Ibíd*em

⁴² Resolución No. 19617 de la Superintendencia de Industria y Comercio.

biopolímero en este caso. Por ello, la UNC-IBUN solicitó en 2005 que el contrato de acceso a productos derivados se concediera con fines de utilización industrial (Namogá y Rojas, 2009). Es decir, la UNC-IBUN, paralelamente al trámite de acceso, continuó con la investigación que dio origen a la primera solicitud de ARG con fines comerciales en Colombia. En caso de haber detenido la investigación, no se conocerían posibles aplicaciones del biopolímero y tampoco se habrían generado beneficios no monetarios.

Básicamente, los beneficios tecnológicos están representados en las solicitudes de patente y en la planta piloto, aunque las alianzas establecidas con el sector comercial permitieron obtener resultados en cuanto a posibles usos del biopolímero. A continuación se presenta la participación de los actores identificados en los beneficios tecnológicos:

Tabla 10. Participación en los beneficios tecnológicos IBUN

Actor	Participación en beneficios
Universidad Nacional de Colombia	Solicitante de las Patentes ante la Unión Europea, Japón, Estados Unidos y Colombia.
Procaps S.A.	Involucrado principalmente mediante la construcción de la planta piloto y otros recursos que permitieron encontrar el potencial comercial del biopolímero. Existen convenios suscritos y acuerdo de confidencialidad del 8 de marzo de 2002. Adicionalmente se estableció el convenio para el Desarrollo de la Planta Piloto para la Producción del Biopolímero con fecha del 8 de octubre de 2003.
Alinova S.A.	Empresa de alimentos perteneciente a Procaps S.A.
Andercol	Se firmó acuerdo de confidencialidad
Alpina - Biotech Puleva (España)	Se planteó firmar acuerdo de confidencialidad con Biotech Puleva pero éste no se concretó porque el contacto se retiró. Finalmente se realizó una alianza por medio de Alpina. Se firmó acuerdo de confidencialidad, se realizaron estudios del biopolímero como prebiótico empleando cepas de microorganismos suministradas por Alpina.
Cybercolloids-Irlanda	Empresa contratada por Procaps S.A. para

	realizar una consultoría, proponer una ruta de trabajo y finalmente confirmar una propuesta de modificación del proceso de recuperación del biopolímero.
VIR organics	Microempresa con la cual se presentó un proyecto ante la Cámara de Comercio de Bogotá. El convenio se suscribirá en cuanto sea aprobado el proyecto.

Beneficios sociales:

La participación de la sociedad en los beneficios de las actividades de bioprospección no es evidente. La presencia del proyecto de obtención del biopolímero de origen natural en el evento Ventures 2000 dio origen a la iniciativa de proteger mediante patente, tanto la tecnología desarrollada como los hallazgos obtenidos (Prof. Gustavo Buitrago, *Cons. Pers.*), generando además la primera experiencia en negociación de contratos de ARG con fines comerciales y de aplicación industrial en Colombia. La publicación en un medio de alta difusión (Revista Dinero⁴³) haciendo alusión al biopolímero después de la presentación en Ventures 2000 permitió establecer algunas alianzas que se materializaron en estudios, ensayos, pruebas, así como la construcción de la planta piloto para la producción del biopolímero. Además, publicaciones como la realizada por la Revista Dinero permite que los colombianos que no hacen parte de la comunidad científica, accedan y se interesen por el conocimiento generado en la academia. Dado que la generación de conocimiento científico y tecnológico debe responder a las necesidades y resolver problemas teniendo en cuenta las potencialidades de nuestros recursos naturales y las problemáticas reales del país (COLCIENCIAS, 2005), esta forma de difusión de la información da un acercamiento claro entre la sociedad y la comunidad científica.

⁴³ Ver Producción de Levanas ¿Qué ha pasado después del concurso?. Revista Dinero. 2 de febrero de 2001. Edición 125. http://www.dinero.com/edicion-impres/emprendedores/ventures-2000_6243.aspx

La participación de la sociedad en los beneficios generados con el proyecto se evidencia mediante la generación de empleo. Esto se logró mediante la alianza Procaps S.A. y el IBUN que finalmente se materializó con la planta piloto. De esta manera, el alcance que tuvo la construcción de la planta piloto se observa como una ganancia en la acumulación de capacidades para emprender proyectos de gran nivel (transferencia de tecnologías) mediante alianzas del tipo empresa-universidad, y que finalmente tiene efectos sobre la participación de la sociedad en los beneficios de las actividades de bioprospección. A continuación se muestran las ofertas laborales generadas desde el diseño de la planta:

Tabla 11. Ofertas laborales generadas durante el diseño, construcción y puesta en marcha de la planta piloto.

Descripción	Duración	Contrataciones	Dedicación
Empresa contratada para diseño y construcción (Obra civil, diseño eléctrico, diseño hidráulico)	4 meses	1 Ingeniero	Tiempo completo
		2 ingenieros asesores	Tiempo parcial (25%)
		6 operarios por 3 meses	Tiempo completo
Empresa contratada para diseño y construcción de los equipos de proceso	4 meses	1 ingeniero	Tiempo parcial (25%)
		4 operarios	Tiempo parcial (50%)
Adquisición de otros equipos y materiales para la operación de la planta	4 meses	2 empleos indirectos	Tiempo parcial (10%)
Procaps S.A.	4 meses	1 ingeniero	Tiempo completo
		2 profesionales	Tiempo parcial (20%)
		Personal administrativo equivalente a 1 persona	Tiempo completo
Procaps S.A. contrató para el Diseño, construcción y puesta en marcha de la planta piloto	18 meses	2 ingenieros	Tiempo completo
IBUN	18 meses	1 docente	Tiempo parcial (10%)

		1 docente	Tiempo parcial (50%)
--	--	-----------	----------------------

Fuente: Prof. Gustavo Buitrago, IBUN. *Cons. Pers.* Septiembre, 2010.

La presentación de los resultados de investigación a la población es uno de los objetivos de la estrategia nacional de apropiación del conocimiento, donde se busca incentivar el desarrollo de mecanismos que permitan medir la forma de apropiación del conocimiento por la sociedad colombiana⁴⁴. De esta manera, la articulación entre las necesidades de la sociedad colombiana y la generación de conocimiento científico conducirá a una investigación coherente con las problemáticas nacionales. A continuación se presenta la participación en los beneficios sociales generados a partir de la actividad de bioprospección, en relación con el actor correspondiente:

Tabla 12. Participación en los beneficios sociales IBUN

Actores	Participación en beneficios
Universidad Nacional de Colombia	Contratación de investigadores
Procaps S.A.	Generación de 24 empleos-incluidos dos profesores del IBUN
Estado Colombiano	La generación de empleos beneficia no solo al empleado, sino que contribuye al aumento de la productividad del país, así como establece precedentes para formulación de estrategias con el fin de disminuir tasas de desempleo.
Sociedad colombiana	Las publicaciones en medios no científicos permiten la apropiación social del conocimiento

Cumplimiento de los beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya

Hasta aquí se han identificado los beneficios generados por la actividad de bioprospección destinada a la obtención de un biopolímero de origen natural con potencial comercial. A continuación se presentan los beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya que han sido alcanzados durante el desarrollo del proyecto del IBUN:

⁴⁴ Más información sobre Apropiación Social del Conocimiento en: http://www.colciencias.gov.co/programa_estrategia/apropiacion-social-del-conocimiento

Tabla 13. Evaluación de los beneficios identificados en el Caso IBUN

INDICADORES DE LOS BENEFICIOS NO MONETARIOS - CASO IBUN	CUMPLIMIENTO DE LOS BENEFICIOS PROTOCOLO DE NAGOYA
Beneficios académicos	
Publicaciones (tesis)	a). Intercambio de resultados de investigación y desarrollo; d). Colaboración, cooperación y contribución a la formación y capacitación
Recurso humano formado	b). Colaboración, cooperación y contribución en programas de investigación y desarrollo científicos, particularmente actividades de investigación biotecnológica; d); j). Capacitación relacionada con los recursos genéticos;
Productos recomendados al sector industrial-comercial	c). Participación en desarrollo de productos;
Colaboraciones con sectores académico y/o industrial-comercial	g). Fortalecimiento de las capacidades para transferencia de tecnología
Beneficios tecnológicos	
Transferencia de tecnología: planta piloto	g); l). Aportes a la economía local
Patentes	q). Propiedad conjunta de los derechos de propiedad intelectual pertinentes
Beneficios sociales	
Publicaciones no científicas	p). Reconocimiento social
Empleos directos e indirectos generados	l). Aportes a la economía local

Según la discusión de los beneficios a nivel académico, tecnológico y social, mediante el proyecto del IBUN se alcanzan algunos de los beneficios planteados en el Protocolo de Nagoya. Como ya fue mencionado, las publicaciones se refieren, en este caso, a las tesis de los estudiantes involucrados en el proyecto. Por tanto, el beneficio relacionado con el intercambio de resultados de investigación (a) se refiere a la información disponible en dichas tesis puesto que la solicitud de patente impide que sea publicada información más específica sobre el objeto de protección.

La creación de un nuevo grupo de investigación es un beneficio relacionado con la contribución en programas de investigación y desarrollo científicos de biotecnología (b). Este beneficio se incluye dentro del indicador de recurso humano, puesto que en el grupo de investigación en Biopolímeros y

Biofuncionales del IBUN se formarán estudiantes con conocimientos en esta área para la formulación de otros proyectos afines. Igualmente, el beneficio (d) se alcanzó mediante la formación de recurso humano y la publicación de los trabajos correspondientes, uno de ellos bajo la colaboración con una universidad privada. También es pertinente mencionar que el beneficio (j) se refiere a la capacitación relacionada con los recursos genéticos, beneficio alcanzado a nivel de investigación básica como normativa debido a la experiencia en la negociación del contrato de acceso ante el MAVDT.

La participación en el desarrollo de productos (c) se alcanza debido a que el desarrollo del biopolímero fue el objetivo principal del proyecto. De esta manera, mediante la negociación del contrato de acceso al producto derivado ante el MAVDT se busca obtener autorización para el aprovechamiento comercial del producto. En materia de derechos de propiedad intelectual, el beneficio (q) hace referencia a la propiedad conjunta de los derechos sobre las patentes concedidas, sin embargo, las patentes estarían bajo titularidad de la UNC y los investigadores, por lo cual durante el proceso de negociación del contrato se establecerán condiciones preferenciales para la Nación tal y como lo establece el CDB (artículo 16).

En cuanto a la transferencia de tecnología, el beneficio (g) del Protocolo fue alcanzado al establecer alianzas con el sector comercial que condujeron en algunos casos a encontrar aplicaciones comerciales del biopolímero, y en otro a la construcción de la planta piloto. Esta última es la materialización de la transferencia del conocimiento y de su aplicación al sector productivo de polímeros naturales con distintos usos. El beneficio (l) se refiere al aporte de la economía local, aunque en este caso no se realiza un gran aporte puesto que el funcionamiento de la planta se encuentra detenido y aún falta llegar a un escalado que permita un balance costo-beneficio positivo con miras a generar un capital derivado de la comercialización del biopolímero. Sin embargo, se generó un aporte

al ofrecer empleos durante la construcción de la planta, lo que finalmente repercute en la sociedad al demostrar que proyectos científicos pueden llegar a tener efectos sobre la actividad laboral del país.

Finalmente, el reconocimiento social (p) mediante publicaciones en medios de difusión masivos conllevó a la formación de las mencionadas alianzas. El acceso a la información científica en tales medios de comunicación es una estrategia para el cumplimiento de este beneficio planteado de manera muy general en el Protocolo de Nagoya.

CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS - CASO GeBiX

Aunque parece reciente, la metagenómica tiene sus inicios a mediados de 1990 con la construcción de librerías a partir de metagenomas marinos. Las tecnologías relacionadas con la metagenómica han sido adoptadas por grandes compañías biotecnológicas, por ejemplo, para la búsqueda de nuevas enzimas de aplicación industrial (Cowan *et al.* 2005). En Colombia se han iniciado algunos esfuerzos en metagenómica. Entre ellos se encuentran el proyecto desarrollado por el Centro de Bioinformática del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional (CBIB), enfocado en la exploración de la microbiota presente en cultivos de papa, así como el del Centro GeBiX (Restrepo *et al.* 2009).

El objetivo principal del proyecto del Centro GeBiX consiste en establecer una plataforma metagenómica y bioinformática para la caracterización y exploración de recursos genéticos de ambientes extremos. En dicho proyecto se plantearon dos objetivos específicos directamente relacionados con actividades de bioprospección. Uno de ellos consiste en realizar bioprospección de ambientes extremos por medio de tamizaje en librerías metagenómicas. Debido a la gran cantidad de microorganismos no cultivables, la posibilidad de encontrar nuevos genes, proteínas y metabolitos novedosos es mayor que la bioprospección en microorganismos ya cultivados (Rajendhran y Gunasekaran, 2008). El otro objetivo consiste en diseñar estrategias para los derechos de propiedad intelectual y distribución de beneficios obtenidos a partir del uso de los recursos genéticos y productos derivados.

Adicionalmente, es de pertinencia también el objetivo que plantea consolidar la capacidad en genómica y bioinformática en el país, a través de la formación de una red de transferencia, análisis, procesamiento, almacenamiento y administración de datos (GeBiX, 2010a). El proyecto del Centro GeBiX incluye el área de bioinformática la cual, según Gupta (2008), se refiere a la aplicación de la

biología molecular como una ciencia de la información, especialmente involucrando el uso de computadores en la investigación genómica.

Proceso de Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados

En 2007, la Unión Temporal Centro GeBiX solicitó ante el MAVDT el ARG con fines científicos para la realización del proyecto denominado “Conformación de una plataforma en metagenómica y bioinformática para la caracterización y el aprovechamiento de recursos genéticos de ambientes extremos”. El trámite de acceso se inició formalmente con el Auto 2537 emitido por el Ministerio en el 2007. Mediante las Resoluciones 202 y 397 de 2008 son aclarados algunos aspectos tratados en la Resolución 39 del mismo año, con la cual se aceptó la solicitud de ARG y Productos Derivados con fines de investigación y prospección biológica. El procedimiento de ARG del Centro GeBiX fue descrito por Nemogá y Rojas (2009).

El acceso otorgado en términos de diversidad taxonómica es amplio, puesto que cubre ADN de procariontas y eucariontas unicelulares presentes en muestras de suelos y agua en ambientes extremos, así como metabolitos secundarios, enzimas y proteínas presentes en las muestras colectadas de microorganismos extremófilos del Parque Nacional Natural (PNN) Los Nevados (Resolución 0397 de 2008, Contrato ARG No. 15). En el contrato se aclara que el objetivo general del proyecto busca explorar y aprovechar la diversidad microbiana en ambientes extremos colombianos a través del establecimiento de una plataforma en metagenómica y bioinformática. Para la primera fase se contempló la búsqueda de enzimas de interés como: lipasas y celulasas.

En este caso, el trámite de ARG tuvo una duración aproximada de trece meses desde que la solicitud de ARG fue radicada (27 de marzo de 2007) hasta el otorgamiento (13 de mayo de 2008). La Dirección de Ecosistemas realizó la sugerencia de conceder acceso para la primera fase del proyecto en relación con

las actividades de bioprospección, investigación y generación de conocimiento de los microorganismos objeto de estudio (Resolución 0397 de 2008). En la Tabla 14 se mencionan algunos de los documentos del trámite realizado por el Centro GeBiX.

Tabla 14. Actos administrativos y principales comunicaciones de la solicitud de Acceso a Recursos Genéticos realizado por el Centro GeBiX.

Asunto	Contenido	Fecha
Radicado No. 4120-E1-31439	Solicitud de contrato de acceso a recursos genéticos para el proyecto <i>“Conformación de una plataforma en metagenómica y bioinformática para la caracterización y el aprovechamiento de recursos genéticos de ambientes extremos”</i>	27 de marzo de 2007
Auto 2537	Se admite la solicitud de ARG	19 de septiembre de 2007
Resolución 39	Por la cual se acepta la solicitud de Acceso a Recursos Genéticos.	11 de enero de 2008
Resolución 202	Por el cual se rechaza un recurso de reposición, se aclara la Resolución 39 del 18 de enero de 2008 y se toman otras determinaciones ⁴⁵	8 de febrero de 2008
Resolución 397	Por la cual se aclara la Resolución 39 del 11 de enero de 2008.	7 de marzo 2008
Contrato No. 15	Contrato de Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados, con Fines de Investigación y Prospección Biológica.	29 de abril de 2008
Resolución 750	Por la cual se otorga el ARG	13 de mayo de 2008

En relación al Régimen de Propiedad aplicable al caso del Centro GeBiX, debe mencionarse que el Contrato No. 15 presenta una imprecisión en las consideraciones, donde se menciona que el régimen jurídico de propiedad aplicable a los recursos genéticos es el establecido por los bienes de dominio

⁴⁵ Error en la Resolución 202. La fecha de emisión de la Resolución 39 es el 11 de enero de 2008.

público⁴⁶. Tanto la Corte Constitucional como el Consejo de Estado han establecido que los recursos genéticos son bienes de uso público o patrimonio de la Nación. Por tanto, no son de dominio público puesto que esto implicaría que los derechos de los titulares de la propiedad han terminado como ocurre con los derechos de autor, por ejemplo, que tienen una duración temporal (Nemogá y Rojas, 2010).

Actores

En el contrato de ARG No. 15, se especifica que quienes realizan las actividades de investigación sobre producto derivado serán la Universidades que hacen parte de la Unión Temporal. Sin embargo, el Acceso a Recursos Genéticos también incluye el manejo de la información genética obtenida después de la secuenciación del ADN extraído realizada en el exterior. De esta manera, la Universidad de los Andes⁴⁷ y la Parquesoft (ver más adelante en Unión Temporal) también realizan acceso debido a que trabajan en el componente de Bioinformática del proyecto. Estos datos de secuencias de ADN podrían ser incluidos en bases de datos, y ser utilizados para los análisis por homología de secuencias. Además, los datos de secuencias de interés podrían conducir a protección mediante patente, información que posteriormente se hace disponible en publicaciones de patentes (Andree *et al.* 2008).

⁴⁶ Extracto del Contrato de ARG No. 15 entre GeBiX y el MAVDT, página 2: “*Que la Sala de Consulta y Servicio Civil del Consejo de Estado, mediante concepto del 7 de agosto de 1997, radicación 977, Consejero Ponente: Cesar Hoyos Salazar, señaló que los recursos genéticos son bienes de dominio público y pertenecen a la Nación y forman parte de los recursos o riquezas naturales de la misma. Que en consecuencia, “El régimen jurídico de propiedad aplicable a los recursos genéticos, de utilidad real o potencial, es el establecido para los bienes de dominio público, en forma general en la Constitución Política, y de manera particular, en la Decisión 391 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena, en el Decreto Ley 2811 de 1974, la ley 165 de 1994 y en las demás disposiciones legales que en el futuro se expidan sobre la materia”*”

⁴⁷ La Universidad de los Andes no se encuentra inicialmente dentro de la Unión Temporal, sin embargo el trabajo realizado por su grupo de investigación en Bioinformática se hace bajo el marco de un convenio con el Centro GeBiX respetando los acuerdos de confidencialidad establecidos por dicho Centro.

A continuación se identifican los siguientes actores quienes participan en las actividades de bioprospección realizadas por el Centro GeBiX:

Estado

El Estado, representado por el MAVDT, como proveedor del recurso genético.

Sector Académico

Unión Temporal: El Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de ambientes extremos-GeBiX, se constituyó el 23 de Marzo de 2007 para participar en la Convocatoria Nacional 392 para la conformación de un Centro de Investigación de Excelencia⁴⁸. El 27 de Junio de 2007, COLCIENCIAS seleccionó la propuesta denominada “*Conformación de una plataforma en Metagenómica y Bioinformática para la caracterización y el aprovechamiento de recursos genéticos de ambientes extremos*”. El Centro inició labores en enero de 2008 con financiación de COLCIENCIAS y del SENA.

GeBiX, como usuario del recurso genético, está conformado por cuatro grupos de investigación de la Universidad Nacional de Colombia: el grupo de Política y Legislación sobre Biodiversidad, Recursos Genéticos y Conocimiento Tradicional (PLEBIO), el grupo de Fisiología de Estrés y Biodiversidad en Plantas y Microorganismos, el grupo de Investigación en Papa, y el grupo de Horticultura; el grupo de Biología Molecular, Ambiental y Cáncer (BIMAC) de la Universidad del Cauca; dos grupos de la Universidad del Valle: el grupo de Bioinformática y el grupo de Estudios Doctorales en Informática (GEDI); cuatro grupos de la Pontificia Universidad Javeriana: el grupo de Bioquímica Computacional y Estructural y Bioinformática, el grupo de Genética de Poblaciones Molecular y Biología Evolutiva, la Unidad de Saneamiento y Biotecnología Ambiental (USBA) y el grupo

⁴⁸ <http://www.colciencias.gov.co/convocatoria/convocatoria-nacional-para-el-establecimiento-de-un-centro-de-investigaci-n-de-excelenc>

de Biotecnología Ambiental e Industrial; el grupo de Biodiversidad y Recursos Fitogenéticos de la Universidad de Caldas; la Fundación Parque Tecnológico del Software-Parquesoft y el grupo de Genética Molecular de Corpogen.

Alianzas

Se establecieron alianzas con las siguientes instituciones: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Pontificia Universidad Javeriana (Colombia), Universidad de los Andes (Colombia), Instituto de Astrobiología (Colombia), Universidad de Yale (Estados Unidos) y el Laboratório de biofilmes e diversidade microbiana, Centro de Biotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS (Brasil).

Financiador:

Los recursos económicos para el desarrollo de la primera fase del proyecto del Centro GeBiX fueron otorgados por el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-COLCIENCIAS.

Sitios de colecta

Se realizaron 5 muestreos, entre 2008-2009 en el Parque Nacional Natural Los Nevados en Manizales (GeBiX, 2010a), región en la cual no se encuentran comunidades indígenas ni de afrodescendientes, como consta en el certificado de etnias del Ministerio del Interior y de Justicia incluido en los documentos del trámite de ARG (Nemogá y Rojas, 2009). Por pertenecer a la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), fue esta entidad quien otorgó el PEFIC y, hace parte de los beneficiarios en las actividades realizadas por el Centro GeBiX debido a que es uno de los participantes en la divulgación y socialización de los resultados de investigación.

Sector Comercial

En la primera fase del proyecto del Centro GeBiX no se realizaron alianzas con el sector comercial. Lo más cercano es la formulación de un proyecto por medio de la Universidad de los andes-GeBiX, que indirectamente involucra a Cenipalma. Sin embargo, se realizó un ejercicio de vigilancia tecnológica⁴⁹ el cual muestra el panorama actual y las posibilidades que tiene el Centro en la búsqueda de enzimas con aplicación industrial. Se encontró que en Colombia son muy pocos los grupos que trabajan en temas relacionados con los intereses del centro y que los Centros Nacionales de Investigación (CENIs) pueden ser un puente para establecer futuras alianzas con el sector empresarial puesto que allí es indispensable la innovación (GeBiX, 2010b)

Identificación y Participación de los Beneficios

En la siguiente matriz (Tabla 15) se identifican los beneficios generados por el Centro GeBiX mediante las actividades de bioprospección realizadas en la primera fase del proyecto (2008-2009):

Tabla 15. Matriz de Beneficios generados por GeBiX a nivel Científico y Tecnológico.

GeBiX	Productos	Efectos
Académicos	<p>6 librerías metagenómicas construidas</p> <p>3 librerías tamizadas</p> <p>2 clones de fósido positivos de 20.000 clones para actividad lipolítica fueron detectados a partir de las librerías tamizadas.</p> <p>2 clones de plásmido positivos de 7.000 clones con actividad celulolítica fueron detectados a partir de las librerías.</p>	<p>Todas las cepas con actividad celulolítica continúan en estudio.</p> <p>Alianza con Universidad de los Andes: Proyecto de tamizaje de librerías metagenómicas; Desarrollo de flujos de trabajo en Bioinformática.</p> <p>Convenio Instituto de Astrobiología</p> <p>Alianza con Universidad de Yale (USA): exploración de genotecas para búsqueda de genes de resistencia a</p>

⁴⁹ En colaboración con el Grupo GRIEGO de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.

	<p>2 Cepas lipolíticas bacterianas (una termófila y otra acidófila) son de interés por su actividad enzimática y posibles candidatas a secuenciamiento genómico⁵⁰.</p> <p>1 colección de actinomicetas⁵¹ 1 colección de bacteria/archaea termoacidofilas 1 colección cepas celulolíticas (bacterias, hongos y actinomicetas) 1 colección de cepas lipolíticas 1 colección de bacterias fijadoras de Nitrógeno</p> <p>8 estudiantes de pregrado 10 estudiantes de maestría 6 estudiantes de doctorado 1 investigador en post-doctorado</p> <p>4 tesis de pregrado finalizadas</p> <p>5 publicaciones (2 artículos revistas indexadas, 1 capítulo de libro, 2 investigaciones publicadas en UN)</p> <p>1 Curso bioinformática posgrado 1 Curso teórico práctico de metagenómica y bioinformática 1 Curso para Profesores SENA</p> <p>3 Eventos organizados por GeBiX (reuniones anuales de divulgación de resultados)</p> <p>15 participaciones en eventos nacionales e internacionales (conferencias, simposios, talleres)</p> <p>5 Intercambios (cursos, estadías cortas)</p>	<p>antibióticos.</p> <p>Alianza con UFRGS (Brasil): Intercambio de conocimientos.</p> <p>Alianza Instituto Alexander von Humboldt-Pontificia Universidad Javeriana: Registro datos diversidad.</p> <p>Propuesta de proyecto-Corpogen- para búsqueda de compuestos antimaláricos.</p> <p>Propuesta conjunta con CCITB⁵² para estudios en tuberculosis.</p> <p>Conocimiento en Diversidad a nivel de microorganismos de ambientes extremos colombianos</p> <p>Artículo en Revista colombiana indexada (Nemogá y Rojas, 2009) permite evidenciar mejoras en los tiempos de trámite de ARG ante el MAVDT.</p> <p>Aporte a la comunidad científica sobre metagenómica (1 artículo, 1 capítulo de libro)</p>
Tecnológicos	<p>Plataforma bioinformática que incluye portales y herramientas para análisis de datos como: portal de diversidad, portal metagenómica, Metagenome Browser, entre otros.</p>	<p>Sitio web⁵⁴ permite acceso a las herramientas y portales a miembros del centro.</p> <p>Posteriormente la plataforma de bioinformática será de acceso libre</p>

⁵⁰ Tercer informe GeBiX ante COLCIENCIAS, 2010.

⁵¹ Esta colección podría ser utilizada para identificación de metabolitos secundarios de interés aunque se requieren recursos económicos y humanos los cuales aún no se tienen (Zambrano, M. 2010. Con. Pers.)

⁵² Centro Colombiano de Investigaciones en Tuberculosis. Centro de Investigación de Excelencia financiado por COLCIENCIAS.

	<p>1 software registrado (Abord)⁵³</p> <p>Adquisición de equipos (ej. Robot picador de colonias para duplicar librerías).</p>	<p>para investigadores nacionales.</p> <p>No se han obtenido patentes, pero el registro de software es una forma de protección intelectual.</p> <p>Equipos adquiridos mediante financiación fase 1 quedarán a disposición de investigadores colombianos al finalizar el proyecto.</p> <p>El Centro trabaja en la búsqueda de otras aplicaciones para el robot QPix2 XT.</p>
Sociales	<p>3 Contratos laborales personal administrativo</p> <p>1 Contrato laboral investigador</p> <p>3 Publicaciones no científicas referenciando actividades de GeBiX</p> <p>2 Proyectos (1 tesis de maestría y 1 tesis de doctorado) incluyendo comunidades locales campesinas.</p>	<p>La formulación del proyecto prevé contratación de personal.</p> <p>Apropiación social del conocimiento: Referencia al Centro GeBiX en medios de acceso al público general: 2 publicaciones en Separatas COLCIENCIAS y 1 en periódico de difusión masiva.</p> <p>Los proyectos que incluyen comunidades locales hacen parte de la articulación de las problemáticas de la sociedad y las propuestas de investigación por parte de la academia.</p>

Fuente: Adaptación a partir de Orozco *et al.* (2007).

Discusión y evaluación de los beneficios

En la cláusula décima del contrato de ARG No. 15, “Distribución de beneficios derivados del acceso”, se hace referencia general sobre los beneficios, puesto que la primera fase de investigación es de carácter científico. Sin embargo, el proyecto es considerado de gran importancia para el país debido a que el desarrollo de las áreas estratégicas de bioprospección, la generación de información y el desarrollo tecnológico aportan al conocimiento y al aprovechamiento sostenible de los recursos genéticos promisorios de la biodiversidad colombiana (Resolución 39 de 2008, MAVDT). Dicho acceso es retribuido mediante: contribución al conocimiento

⁵⁴ www.gebix.org.co

⁵³ Consulta Abogado O. Lizarazo. Agosto 2010. Registro realizado ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor, <http://www.derechodeautor.gov.co/htm/registro/software.htm>

en biodiversidad, contribución al inventario de biodiversidad mediante el depósito de las muestras colectadas y, envío de copia de las publicaciones relacionadas con la investigación. Adicionalmente, se pueden considerar beneficios no monetarios: la capacitación de recursos humanos, intercambio de tecnología y los convenios para el apoyo de otras investigaciones que se estén desarrollando en el país (Nemogá y Rojas, 2009; Guías de Bonn, 2002). La segunda fase dependerá de estos resultados y su alcance comercial.

Beneficios Académicos:

Como se estableció en el contrato de ARG (Contrato No. 15 de ARG), los beneficios generados a partir de la primera fase del proyecto del Centro GeBiX (2008-2009) son ante todo de carácter académico y tienen que ver con la generación de conocimiento y acceso al mismo. El establecimiento de un banco de ADN de ambientes extremos mediante la construcción de librerías metagenómicas, aporta al conocimiento de la diversidad microbiana en ambientes poco explorados. Además, el conocimiento de esta diversidad continúa con la búsqueda de enzimas particulares, la cual se facilita aún más en una librería metagenómica ya que incluye el material genético de varios organismos, por tanto la probabilidad de encontrar una enzima con potencial comercial es mayor que en una librería genómica, es decir, de un solo organismo (Prof. Camilo López, *Cons. Pers.* 2010). Los resultados del proyecto indican que el tamizaje de 3 librerías de las 6 construidas es un paso aún muy básico en relación al objetivo de la bioprospección pues los clones positivos encontrados en las librerías (2 celulolíticos, 2 lipolíticos), así como las cepas bacterianas con actividad enzimática de interés, todavía no generan un producto o servicio que conduzca a obtener beneficios monetarios para el país.

Adicionalmente a la generación de conocimiento, los beneficios académicos relacionados con bioprospección involucran también su divulgación, lo cual se

logró mediante las alianzas establecidas por el Centro. Por ejemplo, el objeto del convenio con el Instituto de Astrobiología busca establecer las bases para la cooperación entre las partes, realización de actividades en beneficio de la educación, la investigación y la divulgación en el avance de la astrobiología en el país tomando como base el estudio de ambientes extremos y organismos extremófilos (Zambrano, M. Dir.Cient. GeBiX. *Cons. Pers.* 13 oct. 2010). Otra forma de divulgación del conocimiento se realizó por medio de la participación de algunos investigadores del Centro en eventos nacionales e internacionales enfocados en temas vinculados directa o indirectamente con el aprovechamiento de la biodiversidad como: Acceso a Recursos Genéticos, innovación y comercialización, propiedad intelectual, biotecnología y metagenómica (GeBiX, 2010a).

Estos eventos permiten un intercambio de conocimiento con la comunidad científica, y permiten establecer alianzas para la formulación de proyectos, capacitaciones, y colaboraciones. La alianza con la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)* consistió en un intercambio del conocimiento adquirido por parte de los investigadores del Centro GeBiX en la construcción y evaluación de librerías metagenómicas, mientras los investigadores del *Laboratório de biofilmes e diversidade microbiana* capacitaron a los investigadores del Centro GeBiX en tamizaje funcional para queratinasas y actividad antifouling (Howard Junca, GeBiX. *Cons. Pers.* 11 de marzo de 2010).

La alianza con la Universidad de los Andes plantea el desarrollo de dos proyectos. Una propuesta tiene como objetivo utilizar las librerías en busca de enzimas que degraden desechos de aceite de palma africana. La otra propuesta plantea el desarrollo de flujos de trabajo en bioinformática para análisis de diversidad y datos metagenómicos. La alianza con la Universidad de Yale implica uso del material biológico en la exploración de las genotecas y obtener genes de resistencia a antibióticos. La alianza con el Instituto Alexander von Humboldt y la

Pontificia Universidad Javeriana busca realizar el registro de datos de la diversidad microbiana en el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia-SIB con el fin de facilitar la gestión de la información sobre la diversidad colombiana.⁵⁵

Proyectos futuros que implican el uso del conocimiento adquirido en GeBiX tienen como objetivos problemáticas actuales en salud en el país. Uno de ellos contempla la identificación de microbioma de la garganta en pacientes con tuberculosis, trabajo conjunto con otro Centro de Excelencia financiado por COLCIENCIAS (Centro colombiano de Investigación en tuberculosis, CCITB). Otro proyecto plantea la búsqueda de compuestos antimaláricos en las librerías metagenómicas construidas (GeBiX, 2010a). También se plantearon propuestas que no se concretaron por problemas relacionados con la salida de material a Brasil debido a la necesidad de permiso de exportación para secuenciar dos genomas bacterianos aislados en GeBiX, el cual no se solicitó. Finalmente se desistió de la iniciativa (Howard Junca, GeBiX. *Cons. Pers.* 11 de marzo de 2010).

Los beneficios también se presentan como formación de recurso humano en técnicas genómicas, Bioinformática e incluso, en temas relacionados con Acceso a Recursos Genéticos. De esta manera, se espera contribuir a la solución de las problemáticas nacionales desde la investigación en biodiversidad. En la matriz se observa que el recurso humano en formación cumple con lo propuesto al inicio del proyecto (GeBiX, 2010a) incluyendo adicionalmente: 5 estudiantes en pregrado, 7 en maestría, 5 en doctorado y, también 1 investigador en trabajo postdoctoral.

Finalmente, las publicaciones se distribuyen en los siguientes temas: 1 artículo de Bioinformática, 1 capítulo de libro en metagenómica y 1 artículo de investigación sobre ARG. Esto indica que se realiza aporte al conocimiento científico así como a la problemática actual relacionada con el acceso a los recursos genéticos, beneficiando de manera integral a la investigación en biodiversidad.

⁵⁵ www.siac.net.co

A continuación se presenta la participación de los actores identificados en los beneficios académicos de la bioprospección realizada por GeBiX:

Tabla 16. Participación en los beneficios académicos del centro GeBiX.

Actor	Participación en beneficios
Unión Temporal Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos-GeBiX	Librerías metagenómicas Plataforma Bioinformática Fortalecimiento infraestructura para realizar bioprospección metagenómica. Publicaciones (Artículos, tesis, libros). Participación en eventos (cursos, congresos, intercambios, etc.)
Universidad de los Andes	Dos proyectos de colaboración con GeBiX.
Instituto de Astrobiología	Colaboración para el estudio de ambientes extremos y organismos extremófilos.
Universidad de Yale (Estados Unidos)	Propuesta proyecto de investigación. Exploración genotecas para genes de resistencia a antibióticos.
Centro de Biotecnología, Laboratório de biofilmes e diversidade microbiana, UFRGS	Intercambio de conocimiento: construcción de librerías y tamizaje.
Instituto Alexander von Humboldt-Pontificia Universidad Javeriana	Registro de datos de diversidad microbiana en el Sistema de Biodiversidad, SIB
Comunidad científica colombiana	Formación de recurso humano (pregrado, maestría, doctorado, posdoctorado). Participación en cursos, congresos, reuniones. Acceso a librerías.
Comunidad científica nacional y extranjera (incluyendo investigadores GeBiX)	Publicaciones (artículos, tesis, libros).
	Presentación oral, E. Torres. Pre-Congreso de Biotecnología, IBUN, Julio 2008, Bogotá Presentación póster, M. Avellaneda. PARAMUNDI – 2nd World Congress on Páramos. Ecuador, Junio 2009
Estudiantes universitarios afines por el tema	Curso de postgrado en “Genómica y Bioinformática” ofrecido por investigadores de GeBiX (U. Javeriana, 2009-02; UN, 2010-01)
Investigadores, estudiantes – nacionales y extranjeros.	International Course: Theoretical and Practical Course on Metagenomics and Bioinformatics. ICGEB - Junio 2009
SENA	Profesores SENA recibieron curso en Aplicaciones Biotecnológicas de microorganismos. 2009.
Estado colombiano	Aporte al conocimiento de biodiversidad microbiana de PNN Los Nevados Propuestas de ajuste al trámite de ARG

Beneficios tecnológicos:

Desde el punto de vista de la bioinformática, la plataforma creada por el Centro se planteó, desde la formulación del proyecto, como un beneficio para la comunidad científica colombiana. Esta plataforma está compuesta por el Portal para análisis de diversidad, Portal de análisis Metagenómico, Plataforma LIMS para la sistematización de datos de laboratorio. Actualmente los portales de análisis y LIMS son de acceso para los investigadores de GeBiX exclusivamente, mientras que el sitio web (www.gebix.org.co) permite el acceso tanto de la comunidad científica perteneciente o no al Centro. Este tipo de herramientas son necesarias debido a la gran cantidad de información generada a partir del material genético obtenido, por tanto se requieren elementos sofisticados para su almacenamiento y posterior análisis. Por ejemplo, el portal de diversidad incluye múltiples herramientas para crear y analizar bases de datos e incluye pasos para limpiar las secuencias, generar alineamientos múltiples, hacer Blast, calcular distancias y realizar análisis filogenéticos (GeBiX, 2009). Además, la creación de flujos de trabajo facilita el procesamiento y análisis de la gran cantidad de datos que genera la secuenciación de un metagenoma total. El estudio de la diversidad microbiana es por tanto fundamental y representa un primer paso para la bioprospección en ambientes nunca antes explorados como el PNN Los Nevados (Delgado, 2009).

Se secuenció⁵⁶ un metagenoma total y para obtener la mayor información posible, se realizaron talleres de bioinformática en los cuales se trabajó en diferentes aspectos de análisis de metagenómica comparativa (GeBiX, 2010a). Las herramientas desarrolladas y empleadas para los análisis pueden ser protegidos mediante Derechos de Autor, como lo evidencia el software ya registrado por el Centro ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor⁵⁷. De igual manera, la

⁵⁶ El secuenciamiento no se realizó en Colombia puesto que no se cuenta con ningún Centro de Secuenciamiento genético.

⁵⁷ <http://www.derechodeautor.gov.co/htm/registro/software.htm>

adquisición de equipos como los requeridos para realizar las copias de las librerías (Robot QPix2 XT) o la plataforma en Bioinformática permiten aumentar las capacidades nacionales para realizar otros proyectos de bioprospección en metagenomas debido a la gran cantidad de información genética generada.

En la siguiente tabla se muestra la participación de los actores identificados en los beneficios tecnológicos de la bioprospección realizada por GeBiX:

Tabla 17. Participación en los beneficios tecnológicos GeBiX

Actor	Participación en beneficios
Unión Temporal Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos-GeBiX	Plataforma Bioinformática Software registrado (Abord) Tecnología Metagenómica-Tamizaje de librerías-Protocolos estandarizados
Estado colombiano	Aumento de capacidades en Bioinformática

Beneficios sociales:

Según Osorio *et al.* (2007), dentro del parámetro social evaluado se incluyen productos de nuevo conocimiento presentes en un mercado. Al culminar la primera fase del proyecto realizado por el Centro GeBiX no se han obtenido resultados que permitan introducir dentro del mercado colombiano ningún producto específico. El presente análisis de los beneficios sociales permite identificar el efecto que tienen los resultados derivados de la bioprospección sobre la comunidad científica y no científica en Colombia.

En relación a la generación de empleo, el Centro GeBiX generó 3 cargos administrativos y vinculó mediante contrato por prestación de servicios a un investigador en el área de bioinformática para el desarrollo de la fase I. Los demás investigadores (13 líderes de grupos de investigación) y co-investigadores no

suscribieron contrato directo con el Centro y fueron vinculados por medio de la institución correspondiente que hace parte de la Unión Temporal (Aurora Mesa, GeBiX. *Cons. Pers.* Julio 2009).

Por otro lado, las publicaciones no científicas en medios de difusión masiva permiten el acceso a la información por parte de la población en general generando un interés por la investigación realizada en la academia. Dado que el conocimiento no es una construcción ajena a la sociedad, sino que se desarrolla dentro de ella⁵⁸, las dos publicaciones de COLCIENCIAS como separatas de Innovación y Desarrollo empresarial, y el artículo en prensa (El Espectador, 19 de Junio de 2008), permiten que la sociedad tenga contacto con los objetivos de los proyectos de investigación y los intereses de los investigadores para su correspondiente relación con sus propias necesidades. En este caso, la información transmitida a través de dichos medios de difusión permite un acercamiento hacia el conocimiento de la diversidad microbiana, la cual no es tan evidente para el ciudadano común.

Adicionalmente, la formulación de proyectos que involucran comunidades locales es un efecto positivo de la formación de recurso humano en temas de acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios. Falencia que se evidencia en la no inclusión de tales comunidades desde la propuesta inicial del proyecto de bioprospección del Centro GeBiX.

A continuación se muestra la participación de los actores identificados en los beneficios sociales de las actividades de bioprospección realizada por GeBiX:

⁵⁸ http://www.colciencias.gov.co/programa_estrategia/apropiacion-social-del-conocimiento

Tabla 18. Participación en los beneficios sociales GeBiX

Actores	Participación en beneficios
GeBiX	Contratación de personal labores administrativas e investigador
GeBiX-Población general	Conocimiento temprano de la investigación por parte de la población en general, no científica. Conocimiento diversidad microbiana Formulación de proyectos de investigación que incluyen comunidades locales presentes en los sitios de colecta de muestras.
Estado colombiano	Conocimiento de la bioprospección como herramienta para el desarrollo humano.

Se espera que los medios financieros para mantener las colecciones y librerías construidas durante el desarrollo de la primera fase del proyecto sean garantizados de manera tal que no se ponga en riesgo su disponibilidad para futuras investigaciones o actividades de bioprospección. Esto se menciona pues, luego de concluir la primera fase y de recibir evaluaciones positivas por parte de pares internacionales, se presentó un vacío en la financiación por más de 10 meses, sin que a la fecha de realizada esta investigación (octubre de 2010) hayan sido realizados los desembolsos correspondientes a la segunda fase del proyecto por parte de COLCIENCIAS.

Cumplimiento de los beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya

A continuación se relacionan, con base en los beneficios reales generados por el Centro GeBiX, los indicadores a nivel académico, tecnológico y social frente a los beneficios alcanzados que se establecieron en el Protocolo de Nagoya:

Tabla 19. Evaluación de los beneficios identificados en el Caso GeBiX

INDICADORES DE LOS BENEFICIOS NO MONETARIOS - CASO GeBiX	CUMPLIMIENTO DE LOS BENEFICIOS PROTOCOLO DE NAGOYA
Beneficios académicos	
Publicaciones (artículos, libros, tesis)	a). Intercambio de resultados de investigación y desarrollo;
Recurso humano formado	d). Colaboración, cooperación y contribución a la formación y capacitación;

INDICADORES DE LOS BENEFICIOS NO MONETARIOS - CASO GeBiX	CUMPLIMIENTO DE LOS BENEFICIOS PROTOCOLO DE NAGOYA
	<p>i). Recursos humanos y materiales para fortalecer las capacidades para la administración y aplicación de la reglamentación en materia de acceso;</p> <p>j). Capacitación relacionada con los recursos genéticos</p>
Participación/Organización en eventos	a); d); j).
Acceso a resultados (colecciones, librerías, bases de datos, etc.)	<p>e). Acceso a las instalaciones <i>ex situ</i> de recursos genéticos y a bases de datos;</p> <p>k). Acceso a la información científica pertinente a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, incluidos inventarios biológicos y estudios taxonómicos;</p>
Colaboraciones con sector académico	<p>a); d); h). Creación de capacidad institucional;</p> <p>m). Investigación dirigida a necesidades prioritarias tales como la seguridad de la salud humana y alimentaria, teniendo en cuenta los usos nacionales de los recursos genéticos.</p>
Beneficios tecnológicos	
Transferencia de tecnología: plataforma Bioinformática	<p>f). Transferencia, al proveedor de los recursos genéticos, de conocimientos y de tecnología en términos justos y más favorables, incluidos los términos sobre condiciones favorables y preferenciales, de ser convenidos, en particular, conocimientos y tecnología en los que se haga uso de los recursos genéticos, incluida la biotecnología, o que son pertinentes a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica;</p> <p>g). Fortalecimiento de las capacidades para transferencia de tecnología</p>
Propiedad intelectual e industrial	q). Propiedad conjunta de los derechos de propiedad intelectual pertinentes
Beneficios sociales	
Publicaciones no científicas referenciando actividades del Centro	p). Reconocimiento social
Empleos directos generados	No aplica
Formulación de proyectos incluyendo comunidades locales	p). Reconocimiento social

Teniendo en cuenta que la primera fase del Proyecto del Centro GeBiX generó beneficios académicos principalmente. El intercambio de resultados de investigación (a) se alcanzó mediante la participación de los investigadores en

eventos nacionales e internacionales, el establecimiento de alianzas con instituciones universitarias y de investigación, y por medio de publicaciones disponibles para la comunidad científica. El intercambio de conocimiento permitió adquirir fortalezas necesarias para continuar con la investigación genómica, como el tamizaje de librerías.

La colaboración, cooperación y contribución a la formación y capacitación (d) se alcanzó mediante la formación de recurso humano (desde pregrado hasta posdoctorado), la participación en eventos, y el establecimiento de alianzas para el desarrollo de proyectos relacionados con el interés del Centro. De esta manera se demuestra la importancia de los vínculos que pueden generarse a partir de acuerdos de acceso y distribución de beneficios. La creación de redes de interacción entre organizaciones privadas y públicas conducen al cumplimiento del beneficio (h), el cual se refiere a la creación de capacidades institucionales.

En cuanto a los beneficios relacionados con el acceso a las instalaciones *ex situ*, en este caso colecciones, librerías y bases de datos (e), así como a la información científica (k), son alcanzados debido a que la comunidad científica tiene acceso a parte de la información con fines de investigación. Esto se mencionó también en relación a los portales construidos por GeBiX para acceso a datos genéticos obtenidos de la secuenciación de las muestras tomadas del PNN Los Nevados, aunque la comunidad científica en general tiene acceso restringido puesto que los resultados serán utilizados para el desarrollo de la segunda fase del proyecto. De la misma manera los beneficios relacionados con la transferencia de tecnología y conocimiento, (f) y (g), fueron alcanzados con similar restricción para la comunidad científica.

Los beneficios (i) y (j) se alcanzaron mediante los eventos (cursos, talleres) organizados por el Centro, en los cuales se trataron temas relacionados con el procedimiento de acceso a los recursos genéticos y la normatividad colombiana

actual. Así, los investigadores asistentes adquirieron conocimientos sobre el proyecto en metagenómica como en regulación del acceso a la biodiversidad.

El beneficio (m), investigación dirigida a necesidades prioritarias como la salud humana, fue alcanzado mediante la formulación de proyectos conjuntos con otros centros de investigación, sobre malaria y tuberculosis, utilizando los resultados de investigación de GeBiX, es decir, las librerías metagenómicas construidas.

En materia de propiedad intelectual, el beneficio (q) fue alcanzado debido a que el Centro realizó el registro de un software, que para efectos de cumplimiento de dicho beneficio, se entiende como protección por derechos de autor. De esta manera, la utilización por parte de un tercero requiere autorización por parte del titular del registro.

Finalmente, el reconocimiento social (p) se alcanzó mediante las publicaciones periodísticas que contenían información relacionada con las actividades del Centro, lo cual permite, como ya se ha mencionado, un contacto con la sociedad. Además, la formulación de proyectos que incluyan las necesidades e intereses de las comunidades locales presentes en los sitios de colecta permiten dicho contacto de una manera más directa, lo que conlleva a que la investigación esté dirigida a las necesidades prioritarias de tales comunidades.

CAPÍTULO VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS EN COMPARACIÓN INBio

En el presente capítulo se realiza el análisis de los beneficios obtenidos por los Centros de Investigación CENIVAM, IBUN y GeBiX frente al caso de bioprospección realizado en Costa Rica mediante el acuerdo INBio-Merck & Co. Se realiza esta evaluación paralela debido a que es una experiencia muy documentada de un país biodiverso, porque involucra desde la investigación básica hasta usos comerciales y además, existen críticas sobre dicho caso (Crook, 2001; Campbell, 2002; Rojas, 2008) que pueden conducir a mejorar las prácticas de bioprospección en Colombia. Debido a que cada caso tiene sus propias condiciones, es necesario obtener elementos de la práctica, como lo hizo el INBio, después de realizar el primer acuerdo con una farmacéutica multinacional en 1991.

Aunque el acuerdo con Laboratorios Merck & Co. no es el único acuerdo colaborativo de investigación (RCA, por sus siglas en inglés) firmado entre el INBio y un socio del sector industrial, la mayoría de los términos y condiciones negociados en 1991 para la firma de este acuerdo, proporcionaron una línea base para otros acuerdos a nivel mundial así como para la estructura del CDB firmado en 1992 (Tamayo *et al.* 2009). Se selecciona el proyecto llevado a cabo entre el INBio y Merck & Co como caso para comparar únicamente los beneficios derivados de las actividades de bioprospección respecto a los otros tres casos colombianos descritos en los capítulos anteriores. Los actores serían básicamente Costa Rica como proveedor, el INBio como mediador entre la biodiversidad y el comercio, y el actor del sector industrial, Merck & Co.

Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados

En Costa Rica, como en cualquier país megadiverso, comenzó la preocupación relacionada con la conservación de la biodiversidad. Desde el año de 1988, se estableció la estrategia nacional denominada “Salvar-conocer-Usar”, mediante la cual se produjeron cambios institucionales y legales en torno a la biodiversidad. Debido a la necesidad de crear una instancia nacional cuyo objetivo fuera la búsqueda del conocimiento sobre la biodiversidad, pero que a su vez vinculara la conservación y el uso sostenible, nació en 1989 el Instituto Nacional de Biodiversidad-INBio⁵⁹. Entidad con un alto grado de autonomía que mediaría entre la biodiversidad costarricense y el sector industrial, como las transnacionales farmacéuticas (Castree, 2003). El INBio trabaja de manera cercana con el Sistema Nacional de Áreas de conservación (SINAC) y con el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

Después de 1990, en Costa Rica fue establecido un marco legal con más de 300 leyes y decretos para regular el manejo de la biodiversidad con un amplio alcance que cubre tópicos sociales, económicos, culturales, científico-técnicos y de gestión. Mediante la ley No. 7317 de 1992 se establecen las autorizaciones correspondientes⁶⁰ para el acceso a la biodiversidad. El término “Recurso Genético” fue definido por primera vez en la ley No. 7416 de 1994, con la cual también fue ratificado el CDB.

En 1996 se inició el borrador de la Ley de Biodiversidad⁶¹ la cual direccionaba algunos asuntos relacionados con el uso comercial de la biodiversidad (Artuso,

⁵⁹ http://www.inbio.ac.cr/es/inbio/inb_antec.htm

⁶⁰ Ley de Conservación de la Vida Silvestre:

http://www.pgr.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_repartidor.asp?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12648&nValor3=77592&strTipM=TC

⁶¹ Ley de Biodiversidad:

http://www.pgr.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_repartidor.asp?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=41933&strTipM=TC

2002). Esta ley fue aprobada en 1998 y su aplicación comenzó en el 2003 al ser aprobadas las guías para regular el ARG. El INBio fue la primera organización en obtener un permiso bajo los nuevos lineamientos de acceso. Para la primera negociación de actividades de bioprospección con Merck & Co. no se había implementado aún una normatividad que garantizara beneficios al país, por lo tanto se confió en la “lógica y adherencia a la justicia y equidad”. De esta manera, y mediante el acuerdo firmado, se lograron establecer algunas cláusulas para garantizar que las obligaciones adquiridas no se extinguirían al concluir el proyecto. Posteriormente (en 2003), fue creado en el INBio un proceso especial denominado “ventanilla única” para facilitar todos los procedimientos relacionados con permisos para colectas en áreas protegidas por el estado. Los permisos fueron otorgados en un periodo que no excedía los 15 días. Todos los proyectos fueron llevados a cabo bajo el permiso de colecta (Tamayo *et al.* 2009, p. 217).

Identificación y Participación de los Beneficios

Las actividades de bioprospección no iniciaron sino hasta después de 1991, al ser otorgada una beca al Prof. Thomas Eisner en la Universidad Cornell, Estados Unidos. Este fue el primer Acuerdo colaborativo de Investigación con una institución académica con el fin de desarrollar capacidades para realizar prospección química (Tamayo *et al.* 2009). Para evitar duplicación de esfuerzos de investigación, el INBio actuó como mediador en la construcción de alianzas con instituciones y grupos de investigación, aunque al principio no generaron gran cantidad de resultados en términos de publicaciones ni productos, sí se consiguió alinear grupos de investigación en objetivos comunes que se beneficiarían posteriormente a partir de la infraestructura y el conocimiento conjuntos.

El contrato entre el INBio y Merck & Co., firmado en noviembre de 1991 por una duración de 2 años, fue renovado dos veces bajo términos similares en julio de 1994 y agosto de 1996. Los dos últimos acuerdos incluyeron pagos adelantados

(US \$1 millón que cubrieron los costos de entrenamientos tanto en Costa Rica como en Estados Unidos), promesa de regalías sobre cualquier producto desarrollado y transferencia de tecnología y/o entrenamientos. De esta manera, el INBio otorgó a la farmacéutica el acceso a un número limitado de extractos de plantas, insectos y microorganismos. Para esto, el INBio elaboró una lista con base en el inventario taxonómico de las especies a las cuales Merck podría acceder.

A pesar de realizar el primer acuerdo antes de la firma del CDB, la generación de beneficios para el país fueron centrales en la negociación. El INBio creó, por medio de los acuerdos de bioprospección, beneficios para la sociedad costarricense a diferentes niveles. La expansión de los inventarios contribuyó al conocimiento con la premisa de que es más fácil proteger las especies cuando se sabe cuáles existen, donde se localizan, cómo se distribuyen, en qué cantidad y se tiene información sobre su biología y ecología. Además, se promovió la educación sobre la biodiversidad y la importancia de preservarla.

Existen críticas al acuerdo INBio-Merck & Co., en relación a los beneficios de las comunidades. Rojas (2008) menciona que no se encuentra ningún documento que enuncie beneficios a comunidades locales, pesqueras tradicionales o pueblos indígenas. Resalta este autor que ninguna comunidad fue parte de una negociación que pudiera ser considerada como beneficiosa donde su identidad cultural y forma de vida, no se haya visto impactada por ponerle valor y vender la biodiversidad. En el mejor de los casos, los miembros de las comunidades, no pasaron de ser contratados simplemente como parataxónomos. Estos técnicos fueron encargados de la colecta, preparación y rotulación de las muestras para Merck (Naisbitt, 2000; Crook, 2001).

Por su parte, Campbell (2002) se refiere a este mismo acuerdo del INBio con la farmacéutica Merck & Co. también de manera crítica, especialmente refiriéndose a

los beneficios derivados de la bioprospección como relativos. Mientras se reconoció el valor del conocimiento local y los parataxónomos recibieron un salario por sus servicios, los derechos de propiedad intelectual de los productos resultantes fueron cedidos a la farmacéutica. Esto demuestra el gran valor económico que representan las actividades de investigación y desarrollo restando la importancia que tiene el conocimiento tradicional utilizado en la identificación del material biológico recolectado.

Otros beneficiarios no son tan evidentes puesto que no están directamente incluidos en los acuerdos, como ocurre con la sociedad civil. Sin embargo, otros sectores participaron de los beneficios económicos indirectamente como ocurrió con las áreas de conservación de Costa Rica. Tal y como lo menciona Crook (2001), once Áreas recibieron beneficios. Específicamente, el Área de Conservación de Guanacaste recibió beneficios representados en suministros para oficinas, microscopios, uso de vehículos, remodelación y actualización de laboratorio. En muy pocos casos, los socios en las actividades de bioprospección incluyen pagos a áreas protegidas y colaboran en actividades de conservación, tales como el caso INBio-Merck & Co. (Laird, *et al.* 2008).

A continuación se presentan los beneficios generados a partir del acuerdo de bioprospección entre INBio y Merck & Co.

Tabla 20. Matriz de Beneficios generados en los 3 acuerdos INBio-Merck & Co.

Tipo de Beneficio	Acuerdo (año)	Detalles de los beneficios	Efectos
Económicos	1992	US\$1 millón en pago anticipado Regalías, tasa desconocida (estimada entre 1-3%) en cada acuerdo distribuida por igual entre INBio y el Servicio de Parques Nacionales. El MINAE recibió \$300.000 de los tres contratos. Áreas de Conservación recibieron alrededor de US\$760.000	Generó capacidad para negociar y establecer acuerdos de bioprospección con otras corporaciones extranjeras, incremento de la capacidad científica y entrenamiento. El Gobierno participó en los beneficios económicos a través del MINAE.
	1994		
	1996		

Académicos	1992	4 químicos (2 de la U. Costa Rica, 2 de la U. Nacional) recibieron entrenamiento en técnicas de extracción, 2 de ellos en recursos de Merck en los EU.	Fortalecimiento capacidades de investigación de las universidades
	1994	Más transferencia de tecnología que entrenamiento y capacitaciones	Se mantiene el personal capacitado para el manejo de equipos e infraestructura tecnológica
	1996	Los científicos de Merck dieron entrenamiento intensivo en Costa Rica sobre técnicas de muestreo y aislamiento de microorganismos, y soporte con taxonomía de microhongos.	Colecta e identificación de hongos ayuda a aumentar el inventario.
Tecnológicos	1992	US\$135.000 adicionales para equipos de extracción química en la UCR.	Fortalecimiento capacidades procesos de extracción
	1994	Construcción de laboratorios en INBio para procesamiento de extractos. Laboratorio de Micología, construido en colaboración con un proyecto del World Bank Global Environmental Facility.	Generación capacidades procesamiento muestras: en el Lab. Micología se realizan desde la colección, aislamiento, preservación, cultivo, y determinación taxonómica
	1996	Aproximadamente US\$150.000 (no se sabe si es adicional a, o incluido en, el presupuesto de US\$1 millón).	Fortalecimiento infraestructura tecnológica
Sociales	Desde 1992 hasta la actualidad	A 1998: 166 empleados, incluyendo 82 en el Departamento de Inventarios y 26 en el Departamento de Bioprospección.	Los beneficios recibidos incrementaron el desarrollo económico y tecnológico, mejorando la capacidad de investigación y generando empleo.
		Creación Programa "Parataxónomos"	Colaboración en proyectos y vínculo laboral.
		Educación sobre biodiversidad para niños en edad escolar.	Conciencia sobre la biodiversidad en generaciones futuras
		Disponibilidad de información sistematizada para toda la población	Apropiación social del conocimiento, toda la población puede acceder a la información.

Fuente: Elaboración propia a partir de Orozco *et al.* (2007), Crook (2001), Tamayo *et al.* (2009).

Discusión y evaluación de los beneficios

Beneficios Económicos

Los beneficios económicos básicamente surgen de los rubros desembolsados por la farmacéutica Merck, pero que fueron distribuidos por el INBio. Se asignaron recursos al MINAE, a las Universidades Públicas (Universidad Nacional y Universidad de Costa Rica), y a las Áreas de Conservación. El INBio asignó

recursos para su sostenimiento, es decir, distribuyó los beneficios económicos en los tres procesos tecnológicos principales que la hicieron una organización innovadora, eficiente y atractiva: los inventarios, informática de la biodiversidad y la bioprospección.

Naturalmente, la capacidad para establecer acuerdos realizando pagos anticipados tan elevados depende de una solidez económica que se sostiene sobre un mercado atractivo. Merck & Co tiene una participación en las ventas globales de un 4.1% con ventas que alcanzan los US\$25 mil millones, siendo la farmacéutica Pfizer, también de Estados Unidos, la que ocupa el primer lugar con ventas que llegan a los US\$46 mil millones. Además, Merck & Co. es una de las compañías que aún le apuesta a los productos naturales como fuente de nuevos compuestos (Laird *et al.* 2008).

Los beneficios económicos para las dos universidades públicas fueron destinados a los gastos de investigación, salarios y equipos. Posteriormente, luego de que el INBio fortaleciera su infraestructura y vinculara personal, el rubro destinado hacia las universidades fue menor. Esto es coherente con la generación de capacidades al no requerir de servicios de subcontratación (Crook, 2001).

Estos beneficios económicos sirvieron para generar capacidades de negociación, lo cual se evidencia en los acuerdos posteriores de bioprospección tanto con entidades de carácter académico como del sector industrial. Se han realizado 17 acuerdos de bioprospección con empresas nacionales e internacionales, y de 19 acuerdos no comerciales con entidades académicas y fundaciones. Estos acuerdos tienen en cuenta factores clave como: el acceso limitado en tiempo y cantidad, equidad y compensación en costos de investigación y regalías, transferencia de tecnología, capacitación a científicos nacionales y usos no destructivos de la biodiversidad. También se contemplan los posibles beneficios

económicos dentro de los cuales son incluidos el MINAE y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación.⁶²

Beneficios Académicos

El aporte realizado en términos académicos se evidenció en la capacitación de recurso humano en técnicas específicas que serían utilizadas en proyectos posteriores desarrollados endógenamente. Además, esto se complementó con el apoyo en la construcción y fortalecimiento de laboratorios en los cuales se realizaron las actividades de investigación. No se mencionan publicaciones posiblemente debido al potencial encontrado en las muestras lo que generó acciones encaminadas hacia la protección de la información y correspondientes solicitudes de patentes. En 1996 y con el apoyo de Merck & Co., el INBio creó un programa especial para la colecta y cultivo de especímenes representativos de ascomicetos, basidiomicetos, coelomicetos, hifomicetos, sapromicetos y hongos endófitos con propósitos de bioprospección. La colaboración se enfocó en la capacitación de bioprospectores en técnicas de colecta y cultivo, además de establecer dos laboratorios. Este trabajo inició con dicho acuerdo pero continuó con el apoyo de Global Environmental Facility (GEF)-World Bank (Tamayo *et al.* 2004).

Beneficios Tecnológicos

Como resultados tangibles, aunque aún no hay productos comerciales disponibles, se obtuvieron 27 patentes (Tamayo *et al.* 2009), las cuales están bajo la titularidad de Merck & Co. Esto indica una apropiación previa sobre los resultados de investigación y pérdida de los derechos de propiedad del país soberano sobre la biodiversidad. Además, los desarrollos patentados y que posteriormente sean comercializados podrían tener un costo elevado que no facilitará su adquisición

⁶² http://www.inbio.ac.cr/es/inbio/inb_prospacuerdos.htm

por parte de la población con bajos recursos económicos, tal y como ocurre con algunos medicamentos en Colombia.

La experiencia adquirida mediante el manejo de proyectos de bioprospección individuales es de gran beneficio para identificar requerimientos de transferencia de tecnología (Artuso, 2002), tal y como lo realizó INBio, generando altas capacidades en biotecnología. El desarrollo y sostenimiento de industrias de base biotecnológicas o de investigación y desarrollo (I&D) en países en vía de desarrollo o con economías de transición está en una posición desventajosa frente a países como China, Brasil y Corea que han demostrado grandes capacidades a través de actividades de I&D. Esto se debe a que los países en vía de desarrollo carecen de los elementos necesarios como: población con un nivel alto de educación, capacidades científicas e infraestructura regulatoria. Además, la capacidad tecnológica afecta la facilidad con que los países entran en acuerdos de bioprospección e influencia la forma y el contenido de tales acuerdos (Aguilar-Støen *et al.* 2006).

Beneficios Sociales

Las comunidades locales e indígenas no participaron en los beneficios económicos, su participación se dio mediante el vínculo laboral como parataxonomistas. Sin embargo, su vínculo depende únicamente de las actividades de colecta, por tanto, si un producto es desarrollado a partir de alguna especie vegetal y se requiere recolecta, se garantiza el vínculo laboral. Por el contrario, si no hay desarrollo, o este se hace a partir de algún derivado químico, o incluso si el desarrollo se da a partir de microorganismos y no se requiere re-suministro, no hay forma de garantizar un vínculo laboral (Tamayo *et al.* 2009). Además, como ya fue señalado, la participación de las comunidades locales e indígenas en los beneficios derivados del desarrollo de productos no se

contempló, pues los derechos de propiedad intelectual fueron otorgados a la farmacéutica Merck & Co. (Crook, 2001).

Como consecuencia de ello, no se garantizaría que la investigación apuntara hacia las necesidades prioritarias de la población en el país proveedor de los recursos genéticos, y la generación de empleo no sería una constante de manera tal que contribuyera al sostenimiento de las comunidades locales teniendo un ingreso económico fijo.

Por otro lado, la sistematización de información y conocimiento se ha hecho disponible para toda la población, desde estudiantes, científicos hasta para quienes elaboran la normatividad (Tamayo *et al.* 2009). Esta es una forma eficaz de articular la investigación tanto a la población no científica como hacia aquellos actores que participan en el diseño de la normatividad.

Análisis paralelo de casos de bioprospección

Sin importar el enfoque bioprospectivo y las capacidades generadas en cada uno de los Centros, al igual que el INBio, el objetivo final es contribuir al aprovechamiento de la biodiversidad, su conservación y la generación de beneficios que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. La matriz establecida por Orozco *et al.* (2007) permitió comparar los beneficios teniendo en cuenta el objetivo de la bioprospección, la fase de la investigación y los actores involucrados, para posteriormente evaluar cuáles beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya son alcanzados y finalmente realizar recomendaciones que contribuyan al mejoramiento de las prácticas de bioprospección en el país.

Retomando el análisis de Aguilar- Støen *et al.* (2006), en el cual se menciona que son necesarios los estudios en los cuales se muestre cómo vienen llevándose a cabo las actividades de bioprospección para poder implementar las disposiciones sobre la distribución de los beneficios establecidas en el CDB, a continuación se presentan de manera conjunta los cuatro casos de bioprospección:

Tabla 21. Resumen de proyectos de bioprospección estudiados.

Centro	Material colectado para el proyecto	ARG/PD	Propósito de bioprospección	Tipo de actores involucrados	Beneficios alcanzados según el Protocolo de Nagoya
C E N I V A M	Plantas	Aceites esenciales y extractos orgánicos	Fortalecer agroindustria de aceites esenciales en Colombia	Investigadores /industria/ comunidades locales	a, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, p, q
I B U N	Microorganismos de cepario-IBUN	Complejo enzimático-biopolímero	Búsqueda de cepas productoras de biopolímeros de interés comercial	Investigadores /industria	a, b, c, d, g, j, l, p, q
G E B I X	Microorganismos presentes en muestras de Suelo y agua	ADN total ecosistemas, cultivo microorganismos	Explorar y utilizar El potencial detrás de la diversidad microbiana en ambientes extremos a través del establecimiento de una plataforma en metagenómica y Bioinformática.	Investigadores	a, d, e, f, g, h, i, j, k, m, p, q
INBio	Extractos a partir de plantas, insectos y microorganismos	Producto derivado (moléculas pequeñas)	Obtener medicamentos para uso humano y veterinario	Investigadores /Industria	Beneficios monetarios + b, d, e*, f, g, h, j, k, l, m, n, p

Fuente: Adaptación de Aguilar-Støen *et al.* (2006). *Titularidad de Merck & Co.

A pesar de las críticas mencionadas anteriormente sobre el caso INBio, en la discusión de los beneficios generados a partir del acuerdo con la farmacéutica

Merck & Co., fueron alcanzados algunos de los beneficios establecidos en el Protocolo de Nagoya.

Las publicaciones y participación en eventos como beneficios académicos y sociales presentan algunas particularidades, beneficio relacionado con el intercambio de resultados de investigación (a). En el Caso IBUN, así como en el de INBio, no se generaron artículos científicos debido al carácter confidencial de la información generada como uno de los requisitos para realizar las solicitudes de patente⁶³. Las publicaciones mencionadas en el caso IBUN se refieren a las tesis que dieron lugar a la información necesaria para el desarrollo. Por otro lado, los eventos (cursos, congresos, capacitaciones, etc.) son un beneficio para la comunidad científica en cuanto tiene como fin la socialización de resultados de investigación. Para el caso IBUN, se generó un beneficio más allá del aporte al conocimiento puesto que permitió el establecimiento de alianzas que condujeron a la búsqueda de usos comerciales y producción a escala del biopolímero.

Mediante la creación de programas de investigación para bioprospección en hongos, por ejemplo, el INBio alcanzó el beneficio (b) relacionado con la contribución en programas de investigación, además en Costa Rica se crearon capacidades en biotecnología que antes del acuerdo con Merck & Co., no se tenían. La magnitud del alcance de este beneficio no es similar con el alcance en el caso IBUN, representado por la creación de un grupo de investigación. Sin embargo, teniendo en cuenta que el caso colombiano apuntó solamente a un biopolímero, ambos casos alcanzaron dicho beneficio.

La participación en el desarrollo de productos (c), así como el intercambio de resultados de investigación y desarrollo (a), no son beneficios alcanzados en el caso costarricense. Debido a que no hubo participación conjunta de los derechos de propiedad intelectual (q), la protección de la información resultante de las

⁶³ <http://www.sic.gov.co/NuevaWeb/WEB/index.html>

actividades de investigación por parte de Merck & Co., impidió que Costa Rica participara en estos beneficios. Sin embargo, a partir de esta experiencia se generaron capacidades que permitieron que en otros proyectos de bioprospección se generaran este tipo de beneficios como país proveedor de los recursos genéticos.

La formación de recurso humano como beneficio, (d) y (j), tiene particularidades también para cada caso. CENIVAM formó personal a nivel de pregrado, posgrado y posdoctorado, pero también capacitó personal de acuerdo a los objetivos del proyecto en varias etapas de la cadena productiva con el fin de contribuir al desarrollo de la agroindustria de aceites esenciales (CENIVAM, 2010). Igualmente, el Centro GeBiX formó estudiantes en el ámbito académico y además capacitó profesores del SENA como parte de los compromisos adquiridos ante COLCIENCIAS (GeBiX, 2010a) en aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos, es decir, el beneficio también se traduce en generación de capacidades biotecnológicas en el país a partir del conocimiento adquirido con el proyecto. En el caso del IBUN, a pesar de que el alcance del proyecto es más específico, difiere del caso INBio en el cual se realizó entrenamiento en técnicas específicas y no generó beneficios respecto a formación profesional o a nivel de posgrado, beneficios que si fueron obtenidos por este caso colombiano. El INBio alcanzó estos beneficios, (d) y (j), mediante la formación y capacitación de personal en técnicas de colecta, aislamiento, extracción, etc.

Respecto a la creación de capacidad institucional (h), según la definición de Rosas (2008), el INBio alcanzó este beneficio puesto que promovió la interacción entre universidades públicas, el MINAE, el SINAC y organizaciones privadas, como Merck & Co. De manera similar, los Centros GeBiX y CENIVAM promovieron este tipo de relaciones sugiriendo las alianzas como estrategia efectiva para realizar proyectos de bioprospección con objetivos de común acuerdo a los intereses de los diferentes actores y los del país proveedor de los recursos genéticos.

Ninguno de los casos presentados en este documento realizó actividades de bioprospección que incluyeran comunidades indígenas y/o afrodescendientes en la formulación de los proyectos. El Centro CENIVAM desarrolló el proyecto trabajando con comunidades locales campesinas, aunque manifestó no colectar en zonas donde se reporta la presencia de comunidades negras y/o indígenas⁶⁴ debido a que las actividades requeridas de socialización y el tiempo de ejecución del proyecto no era suficiente, teniendo en cuenta que la financiación por parte de COLCIENCIAS era por 5 años culminando en 2009. Por su parte el Centro GeBiX recibió notificación por parte del Ministerio del Interior y de Justicia la no presencia de comunidades indígenas y/o afrodescendientes en las zonas de muestreo. En el caso del IBUN no tiene aplicación hablar de comunidades puesto que el microorganismo se obtuvo a partir de muestras tomadas en una propiedad privada y posteriormente incluidas en el cepario del mismo instituto. En el caso del INBio, tampoco fueron incluidas, en el acuerdo con Merck & Co., las comunidades indígenas pues este instituto niega fuertemente el papel del conocimiento tradicional en las actividades de bioprospección (Crook, 2001, p.141).

Respecto a los beneficios relacionados con la publicación de resultados en bases de datos existen ciertos elementos a tener en cuenta. Las bases de datos son beneficios en cuanto se permita el acceso a las mismas, (e) y (k). Esto es un problema cuando existe la necesidad de proteger algún resultado de investigación. Este asunto es discutido por Hutter (2002), quien menciona la preocupación de los científicos al incluir los datos en servidores online y bases de datos online, que estos sean asumidos como públicos y pierdan el criterio de novedad en la evaluación de solicitudes de patente. En el caso GeBiX, esto se da a otro nivel, puesto que al desarrollar una plataforma en Bioinformática y Genómica, es importante generar un mecanismo de control que permita decidir cuáles datos de información genética puede ser incluidos o descargados de ella. De todas

⁶⁴ Oficio radicado 4120-E1-110042 ante el MAVDT

maneras, el acceso a la información por medio de bases de datos es un beneficio para la comunidad científica. Aún más, si se trata de información sobre biodiversidad como en el caso de INBio, GeBiX Y CENIVAM.

En el caso del INBio, la transferencia de tecnología, (f) y (g), fue uno de los principales beneficios generados, pues mediante la construcción y fortalecimiento de laboratorios, y el rubro destinado a la adquisición de equipos, se generaron capacidades en extracción y fraccionamiento para prospección química, biotecnología y prospección génica. En el caso CENIVAM, una de las áreas del Centro se encarga de la transferencia de tecnología y conocimiento, demostrando también la necesidad de generar capacidades, no solo en el sector privado sino también en la comunidad.

En cuanto a los aportes a la economía local (l), los pagos adelantados por parte de la farmacéutica permitieron al INBio realizar un aporte a la investigación sobre biodiversidad mediante el fortalecimiento de la infraestructura propia, así como de las universidades involucradas. Esto constituyó un avance en el desarrollo científico de Costa Rica, además de aumentar la capacidad de negociación para establecer nuevos proyectos de bioprospección que generaron nuevos beneficios a nivel académico, tecnológico y social. Además, los beneficios monetarios generados por el acuerdo con Merck & Co., también fueron invertidos en actividades de conservación de la biodiversidad (Tamayo *et al.* 2009). En el caso CENIVAM también se alcanzó este beneficio, donde las comunidades campesinas contribuyeron en mayor medida al desarrollo del proyecto con el fin de generar otra forma de ingresos económicos y sustento para las poblaciones locales.

El acuerdo del INBio con Merck & Co., fue establecido con el fin de realizar bioprospección en el área de salud humana y veterinaria (Tamayo *et al.* 2004), planteando de cierta manera el alcance del beneficio (m) relacionado con la investigación en necesidades prioritarias, por ejemplo, salud humana. Es claro que

a nivel mundial la búsqueda de nuevos medicamentos a fin de combatir enfermedades es una necesidad prioritaria, sin embargo el beneficio que se esperaba para Costa Rica es el acceso preferencial a los desarrollos lo cual aún no ha ocurrido, pues ningún nuevo medicamento ha sido comercializado a partir de tal acuerdo, únicamente se han obtenido las 27 patentes ya mencionadas.

A partir del acuerdo con Merck & Co., el INBio estableció nuevos acuerdos con empresas, así como acuerdos de carácter científico con instituciones académicas, lo que indica que se alcanzaron relaciones institucionales y profesionales a partir de un acuerdo de acceso y distribución de beneficios (n). Incluso, el mismo acuerdo con Merck & Co condujo a otras dos renovaciones del contrato, por ende se fortalecieron las relaciones generando los beneficios ya tratados en este caso. En Colombia, este beneficio fue alcanzado por CENIVAM debido a la inclusión de diferentes actores, tanto del sector público como privado, a fin de contribuir en la generación de beneficios continuos en la población local.

En relación al reconocimiento social (p), los casos colombianos lograron de alguna manera que la sociedad tuviera contacto con los resultados de investigación, contribuyendo así con la estrategia de apropiación social del conocimiento. A pesar del acceso a la información sobre biodiversidad por parte del INBio y de contribuir al conocimiento y conservación de ella, la inclusión de la sociedad mediante empleos como parataxónomos no fue una estrategia favorable para hacer partícipe a la sociedad en los beneficios de las actividades de bioprospección.

Finalmente, se puede decir que en Colombia todavía es incipiente la experiencia en términos de distribución de beneficios sobre el aprovechamiento comercial de la biodiversidad. Los beneficios monetarios mostrados en el caso del INBio permiten resaltar la importancia de los socios del sector industrial, aunque es

cierto que la magnitud de la inversión realizada por la farmacéutica Merck & Co., no puede ser igualada en magnitud por industrias colombianas.

En términos de financiación de las actividades de bioprospección, en Colombia existen aún limitantes evidenciadas por los Centros de Excelencia presentados. Los Centros GeBiX y CENIVAM, no recibieron respuesta respecto a la continuidad en el respaldo económico de COLCIENCIAS sino hasta agosto de 2010 sin embargo, a la fecha de culminación de este trabajo (octubre de 2010), aún no se ha realizado el desembolso correspondiente. En el Caso de GeBiX, esto fue crucial pues no se tenía certeza respecto al apoyo para desarrollar la segunda fase del proyecto, y para el caso CENIVAM es todavía necesario un soporte económico estable para continuar con las actividades de investigación.

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES

Los beneficios propuestos en el Protocolo de Nagoya son elementos clave para evaluar los beneficios que se generan en la práctica a partir de actividades de bioprospección. Cada caso en particular genera determinados beneficios que dependen del objetivo del proyecto, de la fase de investigación y de los actores involucrados.

Los casos colombianos presentados en este documento mostraron los beneficios reales que se generan en diferentes etapas de investigación. En la fase de investigación básica pueden esperarse beneficios relacionados con el intercambio de resultados, colaboración en formación y capacitación de recurso humano, acceso a colecciones y bases de datos, transferencia de tecnología y conocimiento, creación de capacidad institucional, investigación dirigida a necesidades humanas prioritarias, reconocimiento social y participación en derechos de propiedad intelectual.

En investigación aplicada, pueden esperarse intercambio de resultados de investigación y desarrollo, participación en desarrollo de productos, colaboraciones en formación de recurso humano, acceso a colecciones y bases de datos, transferencias de tecnología y conocimiento, fortalecimiento de capacidades institucionales, aportes a la economía local, investigación dirigida a necesidades prioritarias humanas, reconocimiento social y participación en derechos de propiedad intelectual.

Por otro lado, cuando la investigación se encuentra en fase avanzada y existen intereses comerciales, los beneficios varían de manera que no se facilita la divulgación de resultados de investigación, se restringe la formación académica debido a la misma restricción en la manipulación de información, los resultados

son objeto de protección mediante derechos de propiedad intelectual y se esperan beneficios monetarios a partir de la comercialización de un producto o servicio.

Las alianzas con los sectores académico e industrial o comercial están presentes en las experiencias de bioprospección no solo como una estrategia para el desarrollo de los proyectos, sino como beneficios propios de las actividades. A futuro, las relaciones establecidas con diferentes actores permiten la formulación de nuevos proyectos que continúen generando beneficios para las poblaciones presentes en los sitios de origen de los recursos genéticos.

El análisis simultáneo de casos demostró que las actividades de bioprospección generan mayores beneficios cuando hay una participación de diferentes sectores en un acuerdo que logre aunar esfuerzos con el fin de generar beneficios para todos los participantes y para la población. También se demostró que un solo proyecto de bioprospección no genera todos los beneficios esperados, aquellos establecidos en el Protocolo de Nagoya, pero tampoco fueron obtenidos beneficios distintos a los mencionados en dicho protocolo.

Finalmente, es aún necesario documentar otras experiencias de bioprospección en el país de manera tal que se puedan establecer criterios que conduzcan a la generación de mayores beneficios para la población colombiana, teniendo en cuenta las necesidades básicas y las capacidades científicas y tecnológicas nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

Alatorre, G. Bioprospección, ¿una herramienta para el manejo sostenible de los recursos naturales? México. 1995 [acceso junio de 2010]. Disponible en: <http://base.d-p-h.info/es/fiches/premierdph/fiche-premierdph-1858.html>.

Aguilar–Støen M, Dhillon SS, Rosendal GK. Bioprospecting under different technological, biological and regulatory settings: trends and challenges. *Environmental Science & Policy*. In press. 2006. doi:10.1016/j.envsci.2006.07.003

Andree PJ, Harper MF, Nauche S, Poolman R, Shaw J, Swinkels J, Wycherley S. A comparative study of patent sequence database. *World Patent Information*. 2008; 30: 300-308.

Artuso A. Bioprospecting, Benefit Sharing, and biotechnological Capacity Building. *World Development*. 2002; 30(8): 1355-1368.

Biber-Klemm S. Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of the Benefits Resulting from their Use-The challenges of a New Concept. *Environmental Law Network International*. 2008. ELNI. Review. No. 1

Biber-Klemm S, Martinez S. Academia Suiza de Ciencias Naturales (SCNAT). Acceso y Participación en los Beneficios: Guía de buenas prácticas para la investigación académica con recursos genéticos. 2008 [acceso mayo de 2010] Disponible en: http://abs.scnat.ch/downloads/documents/APB_BuenasPracticas_ABS.pdf

Campbell LM. Conservation Narrative in Costa Rica: Conflict and Co-existence. *Development and Change*. 2002; 33: 29-56.

CAN, Decisión 486 de 2001. Disponible en:
<http://www.comunidadandina.org/normativa/dec/D486.htm>

Carrizosa S. La prospección y el acceso a los recursos genéticos. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. 2000. 159 p.

Castree N. Bioprospecting: from theory to practice (and back again). Trans. *Inst. Br. Geogr.* 2003; 28(1):35-55.

CENIVAM, Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales. Informe Académico Consolidado 2005-2008. 2008. Disponible en:
<http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/productos/produccion.html>

CENIVAM, Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales. Aplicaciones cosmeceúticas de los aceites esenciales y compuestos naturales en el cuidado de la piel. Unidad de Vigilancia Tecnológica CENIVAM. COLCIENCIAS-CENIVAM TRIZ XXI. 2008b. Disponible en:
[http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/productos/documentos/Aplicaciones cosmeceuticas de los aceites esenciales.pdf](http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/productos/documentos/Aplicaciones_cosmeceuticas_de_los_aceites_esenciales.pdf)

CENIVAM. Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas Medicinales Tropicales. Informe Académico Consolidado 2005-2009. 2010. Disponible en:
<http://cenivam.uis.edu.co/cenivam/productos/produccion.html>

Chaparro A, Ávila L, Blanco J. La investigación sobre recursos biológicos y genéticos en el país: Grupos registrados en Colciencias. En: Nemogá G, Chaparro A, Pinto L, Vallejo F, Lizarazo O, Rojas D, Triana V, Ávila L, Blanco J, Vanegas P,

Jiménez O. La investigación sobre biodiversidad en Colombia. Propuesta de Ajustes al Régimen de Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados, y a la Decisión Andina 391 de 1996. Bogotá: Ed. Universidad Nacional de Colombia; 2010. p. 21-35.

Climate-Standards.org. REDD+ Social and Environmental Standards [documento en internet]. Versión 1 de junio de 2010 [ultimo acceso diciembre de 2010]. Disponible en: http://www.climate-standards.org/REDD+/docs/june2010/REDD+Social_Environmental_Standards_06_01_10_Spanish.pdf

COLCIENCIAS. Documentos básicos de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Disponibles en:

<http://www.colciencias.gov.co/portacol/index.jsp?ct5=286&cargaHome=3&ms=1>

[Consultada jul 2010]

COLCIENCIAS. Ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica para los centros de excelencia-CENIVAM. Boletín de información 12. Programa Nacional de Prospectiva tecnológica e industrial.

<http://www.colciencias.gov.co/portacol/downloads/archivosContenido/133.pdf>

[Consultada jul 2010]

COLCIENCIAS. (2005). Política de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CNCYT.

COLCIENCIAS. Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Disponible en:

http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/files/Estrategia_Nacional_Apropiacion_Social_CTI_2010.pdf [Consultada ago 2010]

Consejo Nacional de Acreditación (CNA). Lineamientos para la acreditación de alta calidad de programas de maestría y doctorado. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá, 2009. [citado 22 Dic 2010]. Disponible en: http://www.cna.gov.co/1741/articles-186363_archivo_pdf_lineamientos_MyD_final.pdf.

Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Río de Janeiro: Naciones Unidas; 1992 [último acceso diciembre de 2010]. Disponible en: www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf.

Cowan D, Meyer Q, Stafford W, Muyanga S, Cameron R, Wittwer P. Metagenomic gene discovery: past, present and future. Trends in Biotechnology. 2005; 23(6): 321-329.

Crook C. Biodiversity Prospecting Agreements: Evaluating their Economic and Conservation Benefits in Costa Rica and Perú. [Dissertation]. Department of Geography. University of Toronto. Canadá. 2001. Disponible en: <http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk3/ftp04/NQ58978.pdf>

Delgado LF. Diversidad microbiana en ambientes extremos del Parque Nacional Natural Los Nevados: una aproximación basada en el sistema de secuenciación 454. Ciencias Biológicas. 2009. Bogotá, Universidad de los Andes. Biology/Microbiology.

Duarte O, Velho L. Análisis del marco legal en Colombia para la implementación de prácticas de bioprospección. Acta Biol Colom. 2008; 13(2). Bogotá. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2008000200007&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

Duarte OA. A bioprospecção na Colômbia: um exemplo de conflito entre as capacidades de ciência e tecnologia e o marco regulatório. [Tese Doutorado em Política Científica e Tecnológica]. Brasil, Campinas-São Paulo: Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas; 2009.

FINEGOLD D, BENSIMON C. Diversa Inc.: Ethical Issues in Bioprospecting Partnerships. *BioIndustry Ethics*. [academic press] Burlington; 2005, pp. 127-152.

García Vallejo F. Los Centros de Investigación de Excelencia: Génesis e Implementación. Separata COLCIENCIAS. 2004. Disponible en; [ftp://ftp.colciencias.gov.co/pub/web/agenda/Los%20Centros%20de%20Investigaci%F3n%20de%20Excelencia%20%20\(marzo%2018\).pdf](ftp://ftp.colciencias.gov.co/pub/web/agenda/Los%20Centros%20de%20Investigaci%F3n%20de%20Excelencia%20%20(marzo%2018).pdf)

GeBiX. Segundo informe de avance - MAVDT. Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Extremos. 2009. www.gebix.org.co/portal/

GeBiX. Third progress report – COLCIENCIAS. Colombian Center for Genomics and Bioinformatics of Extreme Environments. 2010 a. www.gebix.org.co/portal/

GeBiX. Informe de vigilancia tecnológica-Aplicación de la metagenómica en la biotecnología blanca. 2010b. www.gebix.org.co/portal/

Guérin-McManus M, Famolare LM, Bowles IA, Malone S, Mittermeier RA, Rosenfeld AB. Bioprospecting in Practice: A Case Study of the Suriname ICBG Project and Benefits Sharing under the Convention on Biological Diversity. 1999. [acceso marzo de 2010]. Disponible en: <http://www.biodiv.int/doc/case-studies/abs/cs-abs-sr.pdf>

Gupta P. Single- molecule DNA sequencing technologies for future genomics research. *Trends in Biotechnology*. 2008; 26(11): 602-611.

Heink U, Kowarik I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological indicators*. 2010; 10: 584-593.

Hutter A. The patentability of biomolecules-does online bioinformatics compromise novelty? Review. *Comp Func Genom*. 2002; 3: 119-126

IIDS-Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible. Síntesis de la consulta en Colombia de la iniciativa sobre Biodiversidad de la Dirección Regional para América Latina y el Caribe del PNUD: Biodiversidad y Ecosistemas: ¿por qué son importantes para el crecimiento sostenible y la equidad en América Latina y el Caribe? 30 de noviembre - 1 de diciembre de 2009. En *Boletín de la Iniciativa Regional de PNUD ALC Sobre la Biodiversidad*. Vol. 1, No. 4. <http://www.iisd.ca/larc/pdf/larc0104s.pdf>, <http://www.iisd.ca/larc/biodiv/lacbb/>

Instituto Nacional de Biodiversidad-INBio. [acceso 20 de octubre de 2009]. Disponible en: http://www.inbio.ac.cr/pdf/biocomercio/Memoria_Estructura_09DIC05.pdf

Laird S, Monagle C, Johnston S. Estudios de Caso. En: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Access and Benefit-Sharing in Practice: Trends in Partnerships Across Sectors. Montreal; Technical Series No. 38, 2008: p.140. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-38-en.pdf>

Leary D, Vierros M, Hamonb G, Arico S, Monagle C. Marine genetic resources: A review of scientific and commercial interest. *Marine Policy*. 2009; 33: 183– 194.

Melgarejo L, Sánchez J, Chaparro A, Newmark F, Santos-Acevedo M, Burbano C, Reyes C. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia Bogotá: Cargraphics. 2002 a. 334p.--(Serie de Documentos Generales INVEMAR No.10)

Melgarejo LM, Sánchez J, Reyes C, Newmark F, Santos-Acevedo M. Plan Nacional en bioprospección continental y marina (propuesta técnica) Bogotá: Cargraphics. 2002 b. 122p.--(Serie de Documentos Generales INVEMAR No.11)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. Resolución número 0041 del 11 de enero de 2008. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_0041_110108.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. Resolución número 0390 del 6 de marzo de 2008. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_0390_060308.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. Resolución número 0750 del 13 de mayo de 2008. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_0750_130508.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. Resolución número 0168 del 4 de febrero de 2009. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_0168_040209.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. Resolución 0445 del 5 de marzo de 2010. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_0445_050310.pdf

Naisbitt, N. PARATaxonomists. *Whole Earth*. 2000. 28-32.

Nemogá G, Rojas D. Algunas lecciones sobre el acceso a recursos genéticos en Colombia. Dos estudios de caso. *Acta biol. Colomb.*, 2009; 14(2): 137-160.

Nemogá G, Rojas D. Regímenes Paralelos de Investigación sobre Recursos Biogenéticos. En: Nemogá G, Chaparro A, Pinto L, Vallejo F, Lizarazo O, Rojas D, Triana V, Ávila L, Blanco J, Vanegas P, Jiménez O. La investigación sobre biodiversidad en Colombia. Propuesta de Ajustes al Régimen de Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados, y a la Decisión Andina 391 de 1996. Bogotá: Ed. Universidad Nacional de Colombia; 2010. p. 93-99.

Nemogá G, Chaparro A, Pinto L, Vallejo F, Lizarazo O, Rojas D, Triana V, Ávila L, Blanco J, Vanegas P, Jiménez O. La investigación sobre biodiversidad en Colombia. Propuesta de Ajustes al Régimen de Acceso a Recursos Genéticos y Productos Derivados, y a la Decisión Andina 391 de 1996. Bogotá: Ed. Universidad Nacional de Colombia; 2010.

Orozco LA, Chavarro-Bohórquez DA, Olaya LD, Villaveces JL. Methodology for measuring the socio-economic impacts of biotechnology: a case study of potatoes in Colombia. *Research Evaluation*, 2007; 16(2): 107-122. DOI: 10.3152/095820207X223776; <http://www.ingentaconnect.com/conti-Dt/becch/roev>

Rawls, J. La justicia como equidad. Una reformulación. España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.; 2000.

Restrepo S, Pinzón A, Rodríguez L, Sierra R, Grajales A, Bernal A, Barreto E, Moreno P, Zambrano M, Cristancho M, González A, Castro H. Computational Biology in Colombia. *PLoS Comput Biol*. 2009; 5(10): e1000535. doi:10.1371/journal.pcbi.1000535

Rojas I. Mercantilización de la biodiversidad. COECOCEIBA-AT. 2008 [acceso 13 de noviembre de 2010]. Disponible en: <http://www.globalforestcoalition.org/img/userpics/File/LifeAsCommerce/Estudiodec-aso-Mercantilizacion-de-la-Biodiversidad-Costa-Rica.pdf>

Rosas A. Una ruta metodológica para evaluar la capacidad institucional. *Polít. Cult.* 2008. [Citado 22 Dic 2010]; 30. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422008000200006&lng=es&nrm=iso *Versión impresa* ISSN 0188-7742

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Convenio Sobre la Diversidad Biológica [sede web]. Montreal: Naciones Unidas; [actualizada 11 de enero de 2011; último acceso 16 de enero de 2011]. Disponible en: www.cbd.int

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Bonn Guidelines on Access to Genetic Resources and Fair and Equitable Sharing of the Benefits Arising out of their Utilization. 2002. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-bonn-gdls-en.pdf>

Sistema Costarricense de Información Jurídica, SCIJ. Ley de Biodiversidad No. 7788, 30 de abril de 1998. Disponible en: http://www.pgr.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_repartidor.asp?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=41933&strTipM=TC

Siebenhüner B, Suplie J. Implementing de access and benefit-sharing provisions of the CBD: A case for institutional learning. *Ecological Economics*. 2005; 53(4): 507-522.

Sittenfeld A, Gámez R. Biodiversity prospecting by INBio. En Reid WV, Laird SA, Meyer CA, Gámez R, Sittenfeld A, Janzen DH. (Eds). *Biodiversity prospecting: using genetic resources for sustainable development*. World Resources Institute. Washington; 1993. p. 69-98.

Staley J, FitzGerald K, Fuerst J, Dijkshoorn L. Microbiological material exchanges among scientists. *Research in Microbiology*. 2010; 16(6): 446-452.

Svarstad H., Bugge H.C. y Dhillon S.S. From Norway to Novartis: cyclosporin from *Tolypocladium inflatum* in an open access bioprospecting regime, *Biodiversity and Conservation*. 2000; 9: 1521–1541.

Tamayo, G., Guevara, L., Gámez, R. Biodiversity prospecting: The INBio experience. Chapter 4. En: *Microbial Diversity and Bioprospecting*. Edited by Allan T. Bull. ASM press. Washington, D.C.; 2004. pp. 445-449.

Tamayo, G., Guevara, L., Huertas, A. Research Collaborative Agreements and Bioprospecting in Costa Rica: Scientific, Technological and Legal Impacts. Capítulo 5. En: Young, Tomme (Ed.). *Contracting for ABS: The Legal and Scientific Implications of Bioprospecting Contracts*. IUCN, Gland, Switzerland; 2009. xxiv + 308 pp.

Ten Kate K, Laird S. Los Acuerdos de Bioprospección y la Distribución de Beneficios a las Comunidades Locales. Poor People Knowledge Chapter 6. 2002. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTRANETTRADE/Resources/Pubs/303936-1130792844111/PoorPeoplesKnowledge_Chap6_Sp.pdf

UNEP. Informe de la segunda parte de la novena reunión del grupo de trabajo especial de composición abierta sobre acceso y participación en los beneficios UNEP/CBD/COP/10/5/Add.4, United Nations Environment Program UNEP, Nagoya, Japón, 18-29 de octubre. 2010 [acceso 5 noviembre de 2010]. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/official/cop-10-05-add4-es.pdf>.

UNEP. Bonn Guidelines. Report of the Ad Hoc Open-Ended. Working Group on Access and Benefit Sharing. UNEP/CBD/COP/6/6. Bonn; Convention on Biological Diversity. 2002.

Vallejo F, Namogá G, Rojas D. Guía práctica para el acceso a los recursos biológicos, los recursos genéticos y/o sus productos derivados, y el componente intangible. Grupo de Investigación PLEBIO. Universidad Nacional de Colombia. 2009.

Yacuzzi E. El estudio de caso como metodología de investigación: Teoría, Mecanismos causales, Validación. [Monografía en internet]. Buenos Aires. Universidad del CEMA. 2005 [acceso febrero 2010]. Disponible en: <http://www.cema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/296.pdf>