



Número: 215/2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA

OSCAR ALBERTO DUARTE TORRES

**“A BIOPROSPECÇÃO NA COLÔMBIA: UM EXEMPLO DE CONFLITO ENTRE  
AS CAPACIDADES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E O MARCO  
REGULATÓRIO”**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Política Científica e Tecnológica.

**Orientadora: Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho**

**CAMPINAS - SÃO PAULO**

Agosto - 2009

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca  
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

T636b Torres, Oscar Alberto Duarte.  
A bioprospecção na Colômbia : um exemplo de conflito entre as capacidades de ciência e tecnologia e o marco regulatório / Oscar Alberto Duarte Torres-- Campinas,SP.: [s.n.], 2009.

Orientador: Léa Maria Leme Strini Velho.

**Tese (doutorado) Universidade Estadual de  
Campinas, Instituto de Geociências.**

1. Biotecnologia - Colômbia. 2. Produtos Biológicos. 3. Política financeira. I. Velho, Léa Maria Leme Strini II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.

Título em inglês Bioprospecting in Colombia: An example of a conflict between scientific and technological capabilities and the regulatory framework.

Keywords: - Biotechnology - Colômbia;  
- Biological products;  
- Financial policy.

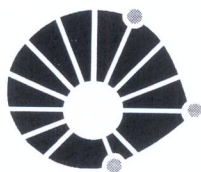
Área de concentração:

***Titulação: Doutor em Política Científica e Tecnológica.***

Banca examinadora: - Léa Maria Leme Strini Velho;  
- Ana Lúcia Delgado Assad;  
- John B. Kleba;  
- Maria Conceição Costa  
- Renato Peixoto Dagnino.

Data da defesa: 31/08/2009

Programa de Pós-graduação em PC&T – Política Científica e Tecnológica



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM  
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AUTOR: Oscar Alberto Duarte Torres

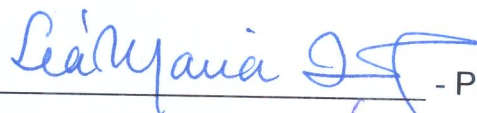
“A Bioprospecção na Colômbia: um Exemplo de Conflito entre as  
Capacidades de Ciência e Tecnologia e o Marco Regulatório”.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

Aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

EXAMINADORES:

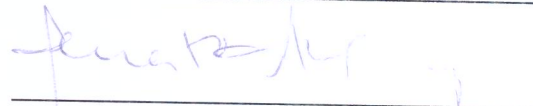
Prof. Dr. Léa Maria Leme Strini Velho

 - Presidente

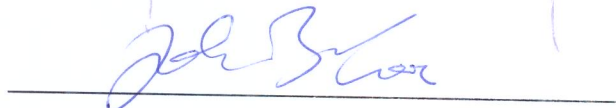
Profa. Dra. Maria Conceição da Costa



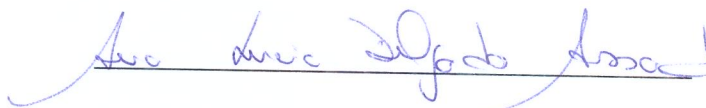
Prof. Dr. Renato Peixoto Dagnino



Prof. Dr. John Bernhard Kleba



Dra. Ana Lucia Delgado Assad



Campinas, 31 de agosto de 2009.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica**

**A bioprospecção na Colômbia: um exemplo de conflito entre as capacidades de ciência e tecnologia e o marco regulatório**

**Tese de Doutorado**

**Oscar Alberto Duarte Torres**

**RESUMO**

Na prática da bioprospecção se apresentam uma série de divergências e conflitos de distinta natureza, que fazem dela um objeto muito interessante de estudo, como os diferenciados poderes de negociação das partes (países do Norte e países do Sul); a interação entre diferentes tipos de conhecimento (tradicional e científico); a complexidade de um marco legal no nível internacional e a possibilidade de que os países em desenvolvimento, ricos em biodiversidade, aumentem suas capacidades para realizar atividades de C&T. À luz deste quadro geral esta pesquisa localiza a bioprospecção na Colômbia, que é um país muito interessante como estudo de caso desta prática devido ao fato de que é considerado um dos Estados mais biodiversos do planeta; apesar disso, é um país com poucos estudos realizados que contribuam a quantificar sua capacidade científica e tecnológica para realizar bioprospecção e possui um marco jurídico complexo para realizar acesso aos recursos genéticos. Este estudo avalia e analisa algumas das experiências da Colômbia na prática bioprospectiva, fazendo um paralelo entre as capacidades científicas e tecnológicas relevantes para esta prática, as limitações impostas pelo marco jurídico e o papel desempenhado pela política de C&T. Os resultados evidenciam que atualmente, a Colômbia tem avanços em atividades de bioprospecção, o que ocorre sem que a política científica local tenha elegido a esta como um tema prioritário. Este país possui um marco legal normativo muito complexo e esta complexidade, associada à rigidez, faz com que a normativa existente se converta num impedimento para realizar de forma legal as atividades relacionadas com bioprospecção; assim, o marco regional andino, através da chamada Decisão Andina 391 de 1996, é a normativa que atualmente está impondo as maiores limitações para que se desenvolvam na Colômbia de uma forma adequada pesquisas que contemplem o acesso aos recursos genéticos. Evidencia-se a necessidade de um maior compromisso por parte dos organismos encarregados de planejar e apoiar a C&T como atores fundamentais para identificar oportunidades da bioprospecção e para fortalecer as atuais capacidades. O estudo recomenda a necessidade de adotar na Colômbia um enfoque mais pró-ativo que permitisse a negociação dos recursos e não um enfoque meramente defensivo de “guardião dos recursos”. As evidências integrais deste estudo levam a concluir que a bioprospecção é uma alternativa extraordinária mediante a qual se aproveitaria a biodiversidade da Colômbia e as fortalezas endógenas dos grupos de pesquisa da agropecuária.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica**

**Bioprospecting in Colombia: An Example of a Conflict between Scientific and Technological Capabilities and the Regulatory Framework**

**Doctorate thesis**

**Oscar Alberto Duarte Torres**

**ABSTRACT**

The bioprospecting practice has a series of divergences and conflicts of diverse nature, that make it a very interesting subject for analysis; these include the different negotiating powers of the parties involved (Northern countries and Southern countries), the interaction between different types of knowledge (traditional and scientific), the complexity of a worldwide legal framework, and the possibility for developing countries, with a rich biodiversity, to improve their capabilities to accomplish S&T activities. Considering this general scenario, this study analyzes the bioprospecting practice in Colombia, as it constitutes a very interesting case study of this practice due to its status as one of the countries with the richest biodiversity. Despite the foregoing, Colombia has accomplished very few studies to help measure its bioprospecting scientific and technological capabilities and it has a complex legal framework to be able to access genetic resources. This study assesses and analyzes some of Colombia's experiences concerning the bioprospecting practice, making a parallel between the relevant scientific and technological capabilities of this practice, the limitations imposed by the legal framework, and the role of the S&T policy. Results obtained evidence that, to this day, Colombia has made significant progress in bioprospecting activities, regardless of the fact that bioprospection has not been selected as a priority topic by the scientific policy. Colombia is a country with a highly complex regulatory legal framework and, therefore, such complexity together with the lack of flexibility, turn the existing regulations into an obstacle for the accomplishment of activities related with this practice in a legal manner. That is why the Andean region legal framework, through the so-called Andean Decision 391 of 1996, is the regulatory framework currently imposing the greatest limitations for the proper development of research works contemplating access to genetic resources. The need for a stronger commitment by the entities in charge of planning and supporting the S&T is evidenced, as core players in the identification of bioprospecting opportunities aimed at strengthening the existing capacities. The study recommends the need to adopt in Colombia a more proactive focus allowing the negotiation of resources rather than the merely defensive focus as "guarding of the resources". The overall evidence of this study leads to conclude that bioprospection constitutes an extraordinary alternative whereby Colombian biodiversity could be exploited as well as the endogenous strengths of farming research groups.

A la memoria de mi padre.

Al amor de mi madre.

A COLOMBIA, con mucho orgullo, MI PAÍS.

## AGRADECIMENTOS

A la doctora María del Rosario Guerra de Mesa, exdirectora de COLCIENCIAS, por el apoyo para la comisión de estudios.

A Yasmine, Pili y Aleja, por haber permitido que compartiéramos momentos que marcaron nuestras vidas para siempre.

A Herman Benavides y Sônia, por su extraordinaria amistad y apoyo durante nuestra estadía en Campinas. A la señora Creusa de Madeiros, por su enorme sentido maternal y amistad cercana.

A Léa Velho, agradecimiento eterno y por lo tanto muy difícil de expresar en palabras tan cortas. Gracias, por compartir sus conocimientos, sus enseñanzas y especialmente por suministrar desde la distancia los consejos y orientaciones certeros en los momentos exactos y críticos.

A Val, por todo el apoyo y cariño desde aquel primer día cuando guió una familia colombiana perdida en Campinas.

A los Profs. Drs. Newton Muller Pereira (IG/UNICAMP) y Fabiano Toni (U. de Brasilia) por las orientaciones y sugerencias durante o exame de qualificação, las cuales fueron fundamentales para la orientación final de la tesis.

A los miembros de la banca examinadora durante a defesa de tese por las sugerencias finales y especialmente por todas las reflexiones y perspectivas planteadas y analizadas: Dra. Ana Lucia Assad (CNPq), Dr. John Kleba (ITA), Profa. Maria Conceição da Costa (IG/UNICAMP), Prof. Renato Dagnino (IG/UNICAMP) y Profa. Léa Velho (Orientadora).

A CAPES, por el apoyo a través de la bolsa de estudios PEC-PG, la cual llegó en el momento preciso y fue un apoyo indispensable para la estadía en Campinas, los desplazamientos a Colombia y Brasil y para los viajes internos durante el desarrollo del trabajo de campo. Al International Development Research Center (IDRC), quien a través del proyecto PARBIO suministró apoyo económico para asistir a ESOCITE Colombia, a la Conferencia de las Partes en Curitiba y para el desplazamiento a Colombia para realizar parte del trabajo de campo.

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>Definição e alcance da bioprospecção</b>	<b>1</b>
<b>Potencialidade e valoração econômica da bioprospecção</b>	<b>3</b>
<b>Conhecimento tradicional e a negociação da distribuição de benefícios</b>	<b>8</b>
<b>A prática de bioprospecção e a criação de capacidades nacionais em ciência e tecnologia</b>	<b>11</b>
<b>O marco legal internacional que regula a prática de bioprospecção e os principais conflitos de implementação</b>	<b>16</b>
<b>Aspectos metodológicos do estudo</b>	<b>19</b>
<b>Formulação do problema de pesquisa</b>	<b>19</b>
<b>Estrutura dos capítulos do estudo</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo 1 - Capacidades científicas y tecnológicas de Colombia para adelantar prácticas de bioprospección</b>	<b>23</b>
<b>Resumen</b>	<b>23</b>
<b>Abstract</b>	<b>24</b>
<b>Introducción</b>	<b>24</b>
<b>1.1.1 Procedimientos metodológicos para identificar y analizar competencias y capacidades de Colombia en bioprospección</b>	<b>26</b>
<b>1.2 Resultados y discusión</b>	<b>27</b>
<b>1.2.1 Grupos de investigación e instituciones colombianas que desarrollan trabajos en bioprospección</b>	<b>27</b>
<b>1.2.2 Recursos humanos que adelantan investigación científica y tecnológica en bioprospección en Colombia</b>	<b>29</b>
<b>1.2.3 Áreas temáticas abordadas por los grupos de investigación que Desarrollan actividades en bioprospección</b>	<b>30</b>
<b>1.2.4 Periódicos en los cuales publican los grupos colombianos que trabajan en bioprospección</b>	<b>35</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>36</b>



<b>Bibliografía</b>	<b>38</b>
<b>Capítulo 2 - La bioprospección como un mecanismo de cooperación Internacional para fortalecimiento de capacidades en Ciencia y Tecnología en Colombia</b>	<b>41</b>
<b>Resumen</b>	<b>41</b>
<b>Abstract</b>	<b>42</b>
<b>Introducción</b>	<b>42</b>
<b>2.1.1 Metodología</b>	<b>46</b>
<b>2.1.2 Resultados y discusión</b>	<b>47</b>
<b>2.2.1 Período de publicación de los artículos</b>	<b>47</b>
<b>2.2.2. Países e instituciones cooperantes</b>	<b>48</b>
<b>2.2.3 Temas abordados</b>	<b>52</b>
<b>Principios bioactivos en vegetales</b>	<b>52</b>
<b>Bacterias</b>	<b>54</b>
<b>Principios bioactivos de organismos marinos</b>	<b>57</b>
<b>Aislamiento de sustancias volátiles de vegetales y aceites esenciales</b>	
<b>Vegetales</b>	<b>59</b>
<b>Síntesis de compuestos químicos</b>	<b>60</b>
<b>Enfermedades parasitarias</b>	<b>61</b>
<b>Otros temas</b>	<b>61</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>61</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>63</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>63</b>
<b>Capítulo III - Análisis del marco legal en Colombia para la implementación de prácticas de bioprospección</b>	<b>68</b>
<b>Resumen</b>	<b>68</b>
<b>Abstract</b>	<b>69</b>
<b>Introducción</b>	<b>70</b>
<b>3.1 Métodos</b>	<b>71</b>

<b>3.2</b>	<b>Resultados y discusión</b>	<b>73</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Algunos casos de bioprospección en Colombia</b>	<b>73</b>
<b>3.2.2</b>	<b>El marco legal para realizar procesos de bioprospección en Colombia</b>	<b>77</b>
	<b>Marco legal internacional para realizar procesos de bioprospección</b>	<b>77</b>
	<b>Marco legal regional Andino</b>	<b>78</b>
	<b>El marco legal nacional</b>	<b>84</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Análisis de los procedimientos exigidos por la normatividad nacional para realizar procesos de bioprospección</b>	<b>85</b>
	<b>Procedimiento para la solicitud del permiso para acceso a recursos genéticos</b>	<b>85</b>
	<b>Número de solicitudes y contratos aprobados para acceso a recursos Genéticos</b>	<b>86</b>
	<b>Conclusiones</b>	<b>88</b>
	<b>Agradecimientos</b>	<b>90</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>90</b>
	<b>Capítulo 4 - Análisis y perspectivas de la investigación agropecuaria en Colombia: la necesidad de un nuevo enfoque</b>	<b>95</b>
	<b>Resumen</b>	<b>95</b>
	<b>Abstract</b>	<b>96</b>
	<b>Introducción</b>	<b>96</b>
<b>4.1</b>	<b>El sistema colombiano de ciencia y tecnologías agropecuarias</b>	<b>97</b>
	<b>Evolución de la institucionalidad agropecuaria colombiana</b>	<b>97</b>
	<b>Áreas Temáticas de investigación en el Sistema Colombiano de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias</b>	<b>102</b>
	<b>Financiación de la CyT Agropecuaria</b>	<b>104</b>
	<b>Impacto de la investigación agropecuaria</b>	<b>105</b>
<b>4.2</b>	<b>Perspectivas de la investigación agropecuaria en Colombia</b>	<b>107</b>
	<b>Enfoque temático</b>	<b>107</b>
	<b>Instituciones encargadas de liderar los procesos de CyT</b>	<b>108</b>
	<b>Mecanismos de financiación</b>	<b>110</b>

<b>Conclusiones</b>	<b>111</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>112</b>
<b>Conclusões finais</b>	<b>115</b>
<b>Algumas reflexões sobre os casos de bioprospecção na Colômbia e o marco Legal</b>	<b>119</b>
<b>Algumas recomendações de política de C&amp;T</b>	<b>122</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>124</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1. Mercado mundial dos recursos derivados da Biodiversidade (US\$ bilhões/ano)</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 1.1 Principales instituciones colombianas que realizan actividades científicas y tecnológicas en bioprospección</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 1.2 Áreas temáticas, líneas de investigación y número de grupos que en Colombia desarrollan actividades de ciencia y tecnología en bioprospección</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 1.3 Área temática de los temas abordados en artículos científicos publicados por grupos colombianos que trabajan en bioprospección y principales revistas en las cuales se publican dichos artículos</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 1.4 País editor de la revista con artículos científicos de grupos colombianos que trabajan en bioprospección o áreas afines</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 2.1 Número de artículos publicados por líderes de grupos colombianos que trabajan en actividades de bioprospección, durante los últimos 30 años</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 2.2 Países con los cuales Colombia publica en el tema de bioprospección, distribuidos de acuerdo al número de artículos, tipo de institución y grado de cooperación (medida de Salton)</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 2.3 Principales temas y países cooperantes en temas relacionados con bioprospección</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 3.1. Número de solicitudes de permiso de acceso a recursos genéticos ante la autoridad nacional competente en Colombia, distribuidas según el estado actual. Período 1998-2008 (Enero)</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 3.2 Información sobre solicitudes aceptadas para acceso a recurso genético en Colombia</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 4.1. Organizaciones actuales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias de Colombia</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 4.2 Número de investigadores del sistema colombiano de ciencia y tecnologías agropecuarias, de acuerdo al nivel de formación, para los años</b>	

<b>1998 y 2008</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 4.3. Temas de investigación y monto de financiación de 424 proyectos agroindustriales financiados por COLCIENCIAS de 1991 – 2003</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 4.4 Instituciones con mayor capacidad científica y tecnológica en Colombia</b>	<b>109</b>

## LISTA DE SIGLAS

AIDS:	Síndrome de Imunodeficiência Adquirida
Bt:	<i>Bacillus thuringiensis</i>
CAPES:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDB:	Convenção sobre Diversidade Biológica
CENIACUA:	Centro Nacional de Investigaciones en Camarón
CENIBANANO:	Centro Nacional de Investigaciones en Banano
CENICAFE:	Centro Nacional de Investigaciones en Café
CENICAÑA:	Centro Nacional de Investigaciones en Caña
CENIFLORES:	Centro de Innovación en Floricultura
CENIPALMA:	Centro Nacional de Investigaciones en Palma
CENIs:	Centros Nacionales de Investigación Agropecuaria
CENIVAM:	Centro de Investigación de Excelencia para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales
CEVIPAPA:	Centro Virtual de Investigaciones en Papa
CIB:	Corporación de Investigaciones Biológicas
C&T:	Ciência e Tecnologia
COLCIENCIAS:	Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología
CORPOICA:	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CPI:	Consentimiento Previamente Informado
CYTED:	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
EMBRAPA:	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria
FAO:	Organização da Alimentação e Agricultura
GrupLAC:	Grupos de Latinoamérica y el Caribe
IBUN:	Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia
ICA:	Instituto Colombiano Agropecuario
ICBG:	The International Cooperative Groups
IDRC:	International Development Research Center
IMEPLAN :	Instituto para o Estudo de Plantas Mediciniais do Mexico
I+D:	Inovação e Desenvolvimento
InBio:	Instituto Nacional da Biodiversidade da Costa Rica

INTA:	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina
INVEMAR:	Instituto Colombiano de Investigaciones Marinas y Costeras
ISI:	Information Sciences Institute
MAVDT:	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
Ongs:	Organizações Não Governamentais
PARBIO:	Projeto de Parcerias em Biotecnologia
PCT:	Política de Ciência e Tecnologia
PRONATTA:	Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria
P&D:	Pesquisa e Desenvolvimento
RNA:	Acido Ribonucleico
ScienTI:	Rede de ciência e tecnologia
SENA:	Servicio Nacional de Aprendizaje
TRIP:	Trade Intellectual Property
UNU:	United Nations University

## **Introdução**

---

A bioprospecção é uma prática<sup>1</sup> que embora se possa considerar antiga, durante os últimos vinte anos tem adquirido uma atualidade extraordinária devido aos avanços tecnológicos em farmacêutica, biotecnologia e agricultura (Soejarto, 2005), o que têm permitido decifrar grande parte da fisiologia dos seres vivos com o fim de explorar a potencialidade, especialmente em vegetais, das chamadas substâncias bioativas e a possibilidade de encontrar nelas a solução a importantes problemas de saúde como o câncer e o aids. Por essa razão tem aumentado o interesse das empresas multinacionais farmacêuticas nas práticas bioprospectivas para obter medicamentos que contribuam para incrementar a rentabilidade econômica do negócio. Assim, em muito pouco tempo esta prática tem passado da manipulação da biodiversidade a uma que contribui à criação de mercados novos em biocomércio (Dorsey, 2006), na qual se relacionam plantas, pessoas e conhecimento (Hayden, 2003).

Portanto, pode-se considerar que atualmente o termo bioprospecção está relacionado com a integração entre a atividade de examinar recursos biológicos em busca de moléculas ou compostos ativos para uso farmacêutico, agrícola e industrial com o desenvolvimento econômico e a conservação da biodiversidade (ICBG, Panamá, página internet; Feinsilver, 1996). Devido a este grande alcance da bioprospecção, nesta prática se apresentam uma série de divergências e conflitos de distinta natureza, que fazem dela um objeto muito interessante de estudo; a seguir se faz um resumo das principais divergências e conflitos que se apresentam nesta prática e na parte final desta introdução se faz um resumo da metodologia abordada para desenvolver a pesquisa.

### **Definição e alcance da bioprospecção**

O termo bioprospecção teve sua origem em 1989 com relação à prospecção química e posteriormente foi redefinido em 1993 como prospecção da biodiversidade (Cabrera, 2000; Soejarto 2005).

---

<sup>1</sup> Seguindo a recomendação de Santoro (2006), se considerará à bioprospecção como uma prática, já que é um processo de transformação de uma matéria-prima, efetuada por um dado trabalho humano, que utiliza meios de produção determinados.



Tomando como base as definições de autores como Feinsilver (1996); Carrizosa e Casas (2000); Laird, (2002); Laird e Wynberg, (2002); Castree (2003); Soejarto, (2005), a bioprospecção se define como a busca sistemática, classificação e investigação de novas fontes de compostos químicos, genes, proteínas e outros produtos, que possuam um valor econômico atual ou potencial e que se encontram nos componentes da diversidade biológica.

Outros autores como Brush (1999); Melgarejo, et alli (2002) e Kursar, et alli (2007) têm usado o termo num sentido amplo para relacioná-lo com os esforços de pesquisa em disciplinas ligadas à biodiversidade e para abarcar outros recursos genéticos relacionados com outras indústrias.

Portanto, a definição do conceito de bioprospecção apresenta ao menos as duas vertentes anteriores. A grande maioria de conceitos expostos na literatura mundial expressa que o potencial atual ou futuro da comercialização dos produtos desta prática é o ponto central de sua definição e alcance e, portanto a prática da bioprospecção tem implicações comerciais. Mas, considerando que nos países em desenvolvimento a bioprospecção transformou-se numa possibilidade de aumentar a capacitação local em ciência e tecnologia (o qual se analisará no Capítulo I), algumas vezes, nestes países, o termo bioprospecção é aplicado de um modo mais amplo, abarcando outros recursos genéticos relacionados com outras indústrias como a agricultura, a biologia marinha, a química fundamental, a microbiologia, entre outras; nestas últimas os resultados de pesquisas que aplicam o conceito bioprospectivo têm como principal objetivo o aumento das mencionadas capacidades, sem que isto signifique que no médio ou longo prazo os resultados não possam ser comercializados.

Embora possa parecer pouco importante a preocupação pela definição de bioprospecção, este aspecto deve ser considerado já que da definição adotada vai depender o alcance e os limites com os quais seja possível fazer a análise desta prática num país como a Colômbia. Assim, para a elaboração conceitual e metodológica deste estudo sempre se quis manter em mente o alcance comercial da bioprospecção. Isto, entretanto, mas não foi sempre possível, já que uma grande porcentagem das experiências colombianas pesquisadas atualmente está concentrada no enfoque acadêmico e de pesquisa cujo objetivo principal é a geração e

fortalecimento de capacidade endógena dos grupos de pesquisa (aspecto que ficará muito evidente nos Capítulos I e II).

### **Potencialidade e valoração econômica da bioprospecção**

A prática de bioprospecção tem recebido atualmente muita atenção como um mecanismo de incentivo na busca de produtos farmacêuticos (Costello e Ward, 2006) e como uma forma de serviço de ecossistema que pode fornecer desenvolvimento científico e econômico para promover uma conexão forte entre conservação e desenvolvimento sustentável da biodiversidade (Firn, 2003; Dávalos et alli, 2003; Kursar, et alli, 2007)

O potencial da bioprospecção no nível mundial está relacionado com a existência de aproximadamente 80.000 espécies de plantas que podem ter usos tradicionais como medicamentos e apenas 5.000 destas têm sido pesquisadas para avaliar seu potencial farmacêutico (Joy, et alli, 1998; Chatterjee, 2002). A bioprospecção é, sem dúvida, um mecanismo eficaz na busca de medicamentos para o controle de doenças de importância mundial (Laird e ten Kate, 2002). Tanto é assim que, durante o período de 1960 – 1982, o Instituto do Câncer nos Estados Unidos, na busca de compostos provenientes da biodiversidade, pesquisou 114.000 extratos provenientes de 35.000 plantas, obtendo vários compostos que serviram de base para a produção de derivados semi-sintéticos com atividade antitumoral (Soejarto, 2006).

Estima-se que o comércio mundial das plantas medicinais seja de USD\$ 1,3 bilhões anuais, com crescimentos de 10% por ano (Schüklenk e Kleinsmidt, 2006); e que os mercados mundiais relacionados com a bioprospecção atingem somas que variam entre US\$ 500 a US\$ 800 bilhões por ano (Laird e ten Kate, 2002; Castree, 2003). Por exemplo, a indústria farmacêutica tem vendas totais que superam US\$ 300 bilhões anuais, estimando-se que cerca de 57% dos produtos responsáveis por esse valor são derivados de processos relacionados com a exploração da biodiversidade (Tabela 1).

**Tabela 1. Mercado mundial dos recursos derivados da biodiversidade  
(US\$ bilhões/ano)**

<b>Indústria</b>	<b>Vendas Totais</b>	<b>Vendas derivadas da biodiversidade</b>	<b>Valor de venda do material original</b>
Farmacêutica	330	188	14
Cuidado Pessoal	64	7,6	1,2
Sementes	30	30	Sem informação
Agro-químicos	30	Sem informação	Sem informação
Fito-medicina	14	14	8
Aromas e Fragrâncias	14	2,2	Sem informação
Enzimas	12	1,8	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>494</b>	<b>250</b>	<b>23</b>

Fonte: Artuso (2002).

Na tabela acima observa-se que as indústrias relacionadas com a fito-medicina e produção de sementes obtêm dos recursos da biodiversidade a totalidade de suas vendas. Outras indústrias, como aquelas relacionadas com o cuidado pessoal e produção de aromas e fragrâncias, ainda que na atualidade derivem um máximo de 15% de suas vendas através da biodiversidade, têm um enorme potencial de crescimento devido à tendência em aumento da utilização de produtos naturais em substituição às substâncias químicas.

Uma característica importante da prática bioprospectiva está relacionada com a diferença entre o valor de venda do produto processado e o valor que se obteria pela venda do material original. Para algumas indústrias, como cosméticos, farmacêutica e enzimas, o valor do material original representa, com relação ao produto processado, apenas 16%, 8% e 0,1%, respectivamente. Isso indica que um número significativo de produtos obtidos por meio de atividades de bioprospecção são passíveis de agregação de altos valores, o que é um fator desejável por parte das indústrias transformadoras.

Com a finalidade de traçar os contornos do contexto dos avanços da bioprospecção na indústria farmacêutica, faz-se a seguir um resumo das poucas experiências exitosas documentadas na prática da bioprospecção para a geração de medicamentos:

- Um produto natural denominado Ciclosporin, derivado de um fungo, o qual tem um papel fundamental no desenvolvimento de supressores imunológicos no transplante de órgãos (Kursar, et alli, 2007).

- Uma experiência na África do Sul, com as comunidades indígenas de San People, na qual o Conselho de Investigação Científica e Industrial fez um acordo com a empresa inglesa Phytopharm para a produção de um supressor de apetite proveniente da planta *Hoodia spp.*, cujo componente foi licenciado por USD\$ 2 milhões (Schüklenk e Kleinsmidt, 2006).

- Na Índia, a comunidade Kani vem usando desde há muito tempo as folhas de *Trichopus zeylanicus*, cujos princípios ativos contra a fadiga foram transferidos pelo Jardim Botânico a uma companhia farmacêutica por US\$ 50.000 (Schüklenk e Kleinsmidt, 2006).

- Num Programa do International Cooperative Biodiversity Group (ICBG), com participação das Universidades de Illinois e Purdue, duas instituições de pesquisa de Vietnã, uma instituição de investigação de Laos, e a indústria farmacêutica Bristol-Myers Squibb, avaliaram-se mais de 3.000 mostras da biodiversidade de Vietnã e Laos encontrando-se compostos com atividade anti câncer, os quais se encontram em etapas de exames pré-clínicos (Soejarto 2005).

- Em Madagascar, com base na planta nativa *Catharanthus roseus*, a empresa farmacêutica Eli Lilly desenvolveu para o tratamento da leucemia infantil e a doença de Hodgkin os medicamentos Vincristine e Vinblastine, que tiveram vendas superiores de USD \$200 milhões (Zerbe, 2005).

- Colaboração conjunta entre o governo de Papua, Nova Guiné e o ICBG, no qual um produto com potencial comercial foi extraído de um material marinho, que foi modificado e posteriormente licenciado a Laboratórios Wyeth da Canadá (UNU, 2005).

- Caso de parceria entre o Instituto do Câncer nos Estados Unidos e a ilha de Samoa (localizada no Pacífico Sul), na qual se extraiu da árvore *Homalanthus nutans* o componente prostratin, que apresenta efeitos anti-aids (Berkeley University, página internet).

As evidências acima demonstram a potencialidade mundial da prática da bioprospecção, mas há um conjunto de críticas e controvérsias que devem ser mencionadas com o fim de situar esta prática num contexto adequado de análise.

O primeiro aspecto que é necessário analisar tem relação ao investimento em inovação e desenvolvimento (I+D) pela indústria farmacêutica, que se calcula para o ano 2005 numa cifra aproximada de USD\$ 143 bilhões (Wolfe e Zycher, 2005), estimando-se que cerca de 12% deste montante destina-se a processos de exploração da biodiversidade (Artuso, 2002); deste 12% muito pouco chega às comunidades locais, já que não todos os processos de bioprospecção, necessariamente, utilizam o conhecimento local (como se analisará no modelo da Costa Rica). Portanto, estima-se um baixíssimo aporte ou contribuição dos processos da bioprospecção às comunidades ou governos locais dos países biodiversos, calculando-se que dos investimentos anuais para processos de bioprospecção, somente em torno 0,001% são realmente retornadas às comunidades e governos locais (Posey, 1996). Além disso, é preciso considerar que algumas das indústrias biotecnológicas não investem em processos de bioprospecção, já que preferem seguir usando tecnologias sintéticas, que são mais baratas e com resultados mais rápidos (Moran et alli, 2001).

Outras críticas estão relacionadas com o fato de que na prática bioprospectiva o mercado é o que determina o valor dos recursos naturais, já que só serão conservados aqueles recursos que tenham valor comercial (Posey, 1996); portanto, pode ser que a única possibilidade de salvar ditos recursos naturais estaria na comercialização dos mesmos (Castree, 2003). Esta visão comercial da biodiversidade impede a identificação das necessidades das comunidades locais com relação aos processos de conservação de suas tradições e exclui a conservação daqueles outros recursos que não possuam um valor comercial potencial.

Outros autores, como Brush (1999), mostram-se em desacordo sobre o reconhecimento econômico pelo acesso aos recursos genéticos, argumentando que a bioprospecção transforma os patrimônios comuns em esquemas de compensação que envolvem mecanismos de apropriação de bens que deveriam ser de domínio público e que, além disso, mudam as relações entre os agricultores e suas comunidades devido à incorporação de capital nas sociedades camponesas; e que portanto, a compensação pelo uso dos recursos genéticos às comunidades locais deveria ser feita através de reconhecimentos não econômicos, como bens em saúde, educação e tecnologia agrícola.

Outro aspecto importante para analisar são os incentivos e benefícios que obtêm as empresas farmacêuticas mediante sua participação em processos de bioprospecção. Argumenta-se que as companhias farmacêuticas investem pouco em P&D devido às

probabilidades baixas de encontrar substâncias bioativas nos compostos extraídos da natureza e às probabilidades baixas de êxito. Firn (2003) introduz um aspecto que pode ser muito polêmico quando afirma que a possibilidade de êxito é a mesma tanto na coleta de amostras feita aleatoriamente que naquela de amostras selecionadas com alguma indicação prévia através, por exemplo, de usos e costumes das comunidades locais. Este ponto indicaria que a utilização do conhecimento tradicional local não representaria vantagem para diminuir custos na busca dos princípios ativos provenientes da natureza (a importância do conhecimento local na prática de bioprospecção se resumirá na próxima seção desta introdução).

Outro aspecto para considerar tem relação como o fato de que para obter um medicamento comercial se requiere um período de 10 a 15 anos e um investimento próximo aos US\$ 300 milhões (Moran, et alli, 2001). Ademais, as evidências demonstram que nas companhias envolvidas em iniciativas como a do Instituto Nacional de Biodiversidade de Costa Rica (experiência que se analisará mais na frente) com laboratórios Merck e outras experiências empreendidas por ICBG, os resultados tangíveis são poucos (UNU, 2005; Rosenthal, 2006). Assim, a obtenção de benefícios financeiros derivados da bioprospecção, por parte de uma empresa farmacêutica, é considerado tão difícil como ganhar na loteria (Berlin e Berlin, 2003).

Outro ponto importante para considerar nesta análise da potencialidade da bioprospecção está relacionado com as bases científicas, principalmente biológicas e químicas, que servem para a obtenção das substâncias bioativas. Argumenta-se que as substâncias bioquímicas obtidas da bioprospecção de plantas e micróbios têm complexidades que dificultam sua duplicação para serem usadas em humanos, diferentemente das de síntese química, que são menos complexas de usar; além disso, não necessariamente os organismos ricos em diversidade de componentes químicos contêm uma riqueza em moléculas biologicamente ativas (Firn, 2003).

Outro aspecto bastante criticado e relacionado com o processo de valorização da biodiversidade é o fato de que grande parte da investigação das farmacêuticas está focada no tratamento e manejo de doenças dos países desenvolvidos (Schüklenk e Kleinsmidt, 2006) e, portanto, usa-se a biodiversidade em benefício quase exclusivo da saúde humana das populações residentes nos países industrializados, enquanto se pesquisa muito pouco

sobre a viabilidade deste uso para melhorar a saúde de cerca de 80% da população mundial que depende basicamente dos medicamentos naturais (Moran, et alli, 2001).

As controvérsias sobre as vantagens potenciais da bioprospecção se acentuam quando as análises evidenciam cifras muito diferentes sobre o real valor que esta prática pode representar como um incentivo para as empresas na busca de princípios bioativos. Costello e Ward (2006) mencionam que os estudos econômicos sobre este tema demonstram valores que flutuam entre USD\$ 21/ha de biodiversidade a USD\$ 9.177/ha; estes autores concluem que os resultados de seus estudos corroboram a visão pessimista da bioprospecção como um mecanismo insuficiente para compensar ações de desenvolvimento nos países biodiversos. Portanto, alguns autores como Dorsey (2006) consideram que no cálculo dos valores sobre o potencial econômico da bioprospecção é preciso introduzir incentivos para os compradores da biodiversidade.

As evidências acima apontam, em suma, para a existência de dúvidas sobre o potencial real da bioprospecção para identificar princípios ativos para a solução das principais doenças mundiais e para a eficácia desta prática como mecanismo que contribua à conservação da biodiversidade.

### **Conhecimento tradicional e a negociação da distribuição de benefícios**

Sem dúvidas, a repartição de benefícios entre as várias partes envolvidas nas iniciativas de bioprospecção é o ponto nevrálgico desta prática (Hayden, 2003; Lesser e Kratiger, 2007), já que se trata de uma negociação na qual se evidenciam as maiores desigualdades entre as partes.

O primeiro ponto que é preciso considerar tem relação com as características e natureza do conhecimento local e sua relação com direitos de propriedade intelectual. Pardo (2000) define conhecimento tradicional sobre biodiversidade como aquele que compreende as idéias, juízos e raciocínios, os processos metodológicos, os sistemas explicativos e os procedimentos tecnológicos desenvolvidos pelos grupos étnicos e comunidades locais em sua relação com a biodiversidade do meio em que habitam.

Uma característica importante na prática bioprospectiva é que nela se conjuga o conhecimento tradicional com o conhecimento científico tecnológico. Neste conjunto, considera-se que o primeiro faz parte de um sistema informal que possui um entendimento

macro biológico de seu micro entorno; enquanto o segundo é considerado como o sistema formal de inovação, com um extenso entendimento microbiológico de seu micro entorno (The Crucible Group, 1995).

Nesta interação entre os dois tipos de conhecimentos acredita-se que a maior contribuição do conhecimento tradicional na prática de bioprospecção esteja relacionada com decréscimo em termos de tempo e recursos para conseguir transformar uma planta em produto comercializável; na medida em que este conhecimento permite identificar a planta adequada, sua localização, a época apropriada para a colheita, o método de preparação e a possível posologia. Mas, nesta contribuição, é importante considerar que o conhecimento local é intergeracional, coletivo, tácito, incremental, socialmente distribuído (Brush, 1999) e possuído pelos grupos e comunidades como um legado, oral ou escrito (Pardo, 2000).

Portanto, no processo de reconhecimento dos direitos das comunidades que possuem tal conhecimento e da distribuição equitativa dos benefícios, aparece a dificuldade jurídica de definir um regime de propriedade intelectual coletiva. Com base nisso, alguns autores como Pardo (2000); Barber et alli, (2002) argumentam que grande parte do conhecimento indígena e local sobre recursos genéticos pertence a um tipo de inovação coletiva que é difícil de ser atribuído a uma só pessoa, inclusive a toda uma comunidade; e que, portanto, as leis tradicionais de patentes consideram esse tipo de conhecimento como parte do domínio público, que não se pode proteger.

Devido às divergências de visões entre o conhecimento tradicional e as leis de direito de propriedade intelectual, Posey (1996), menciona que as comunidades locais reclamam a necessidade de estabelecer um mecanismo de proteção e reconhecimento de seus conhecimentos e recursos que esteja de acordo com as cosmo-visões de tais comunidades e que evite apropriações ilegais dos recursos e dos conhecimentos, isto é, que se respeitem os direitos sobre recursos e conhecimentos tradicionais. É precisamente com relação a estes aspectos que as Organizações Não Governamentais (Ongs) ambientais adquiriram um papel relevante para fornecer às comunidades locais uma visibilidade internacional, assumindo a representação dos direitos de tais comunidades e, desta forma, ocupando um vazio que os Estados deixaram criar e não estão dando conta de atender (Descola, 2003).

O segundo ponto para se considerar com relação à interação do conhecimento local na prática bioprospectiva é a obtenção do consentimento previamente informado (CPI). Este



pode ser definido como o resultado de um processo mediante o qual qualquer parte interessada em realizar atividades de bioprospecção deve informar de maneira prévia, clara, transparente e formal ao Estado e/ou comunidade respectiva, sobre os objetivos e metodologias da investigação (Berlin e Berlin, 2003). É necessário observar que a obtenção do CPI, além do requisito de informar, precisa, tal como o estipula o Artigo 8j da CDB (FAO, página internet), da aprovação e participação das comunidades em tal processo. Portanto, a obtenção do CPI é muito importante já que coloca, de certa forma, barreiras para a exploração indevida do conhecimento tradicional e tende a favorecer a distribuição dos benefícios econômicos dentro de um marco que estimule as contribuições do conhecimento tradicional na prática de bioprospecção. Além disso, assume-se que se o processo para obter o CPI fosse adequadamente desenvolvido, as comunidades locais estarão em melhor capacidade de tomar decisões inteligentes com relação aos riscos e benefícios de sua participação.

A experiência prática na obtenção do CPI tem evidenciado problemas importantes na aplicação das normas de conduta. Por exemplo, Berlin e Berlin (2003); Hayden (2003); Descola (2003); Rosenthal (2006), reportando e analisando experiências de bioprospecção no México e no Peru encontraram dificuldades para definir o conceito válido de comunidade; para a obtenção do documento suporte do CPI e para responder perguntas como as seguintes: como se obtém o CPI? De quem se obtém? Como se evidencia que se obteve? E quem decide que o CPI foi obtido?

O terceiro ponto para análise sobre conhecimento tradicional e compartilhamento de benefícios é o conflito entre os acordos internacionais de uso e conservação da biodiversidade (relacionados na Convenção sobre Diversidade Biológica –CDB-<sup>2</sup>) e os acordos sobre proteção à propriedade intelectual (Trade Intellectual Property – TRIP-), que pode ser resumido da seguinte maneira. Sob o marco TRIP, uma inovação pode ser patenteada se demonstra novidade e aplicação comercial; portanto, não se preocupa por determinar os requerimentos de benefícios equitativos e compartilhados, que é a base dos acordos na CDB.

Devido às dificuldades de superar o conflito apontado acima, alguns países, principalmente os biodiversos, têm proposto e implementado algumas estratégias que tentam diminuir as

---

<sup>2</sup> A CDB será mencionada no quinto ponto desta introdução e analisada no Capítulo III.

marcadas diferenças entre a legislação de uso e aproveitamento da biodiversidade e a legislação sobre propriedade intelectual. Uma estratégia foi a promulgação de leis regionais como a Decisão Andina 391 (que será analisada detalhadamente no Capítulo III e resumida no ponto quinto desta introdução). Outra iniciativa foi proposta por alguns países em desenvolvimento, liderados pela Índia, Brasil e África do Sul, em que se propuseram mudanças para a solicitação de obtenção de patentes, com o objeto de incluir informação relacionada com: (i) origem do conhecimento, (ii) evidência da obtenção do CPI e (iii) evidência do benefício compartilhado (UNU, 2005). Complementando as iniciativas anteriores, Cabrera (2000) sugere a necessidade do desenvolvimento de esquemas *sui generis* de proteção do conhecimento, em que se reconheçam os direitos ancestrais, o caráter coletivo do conhecimento e a premissa de que a utilização de recursos genéticos leva implícito o uso do conhecimento associado.

### **A prática de bioprospecção e a criação de capacidades nacionais em ciência e tecnologia**

Através da prática bioprospectiva espera-se que os países ricos em biodiversidade possam construir ou melhorar suas capacidades endógenas para produzir e utilizar conhecimento científico e tecnológico (aspecto que será analisado para a Colômbia no Capítulo I). A lógica subjacente a esta expectativa é que tal capacitação seria atingida através de parcerias entre grupos de pesquisa de distintos países e acordos de cooperação internacional (esta temática é o ponto focal do Capítulo II).

Os acordos de bioprospecção são a forma mais comum para estabelecer uma relação entre os detentores e os receptores dos recursos naturais (Tobin, 2002). Esses acordos para realizar atividades de bioprospecção, geralmente, são uma mistura de vários tipos de acordos (Gollin, 2002), entre eles, os comerciais, os de transferência de material biológico, as licenças de propriedade intelectual, as permissões ambientais e as cartas de intenção (no Capítulo III se analisarão experiências da Colômbia em acordos com empresas internacionais).

Carrizosa (2002) analisa diferentes experiências de contratos de bioprospecção em nível mundial apresentando seis modelos de relações contratuais, mencionando que cinco destes foram levados a cabo por países que ratificaram a CDB, mas que não criaram leis

nacionais; e um sexto modelo que representa aqueles países que ratificaram a CDB e criaram leis nacionais (como o caso de Filipinas). Esses modelos representam diferentes possibilidades de interação entre as companhias farmacêuticas, centros de pesquisa e universidades de países desenvolvidos, com governos, universidades, centros de pesquisa, Ongs e comunidades locais de países ricos em biodiversidade. Esse autor conclui que, apesar da normatividade vigente, na maioria das vezes, os projetos de bioprospecção seguem apresentando iniquidades em relação à distribuição dos benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e pouca efetividade em conseguir os objetivos de conservação e uso sustentável da biodiversidade.

As evidências acima referidas sobre os acordos de bioprospecção demonstram que existe uma enorme divergência, já que por um lado se consideram como um mecanismo para que os países ricos em biodiversidade possam construir ou melhorar suas capacidades endógenas em C&T; e por outra parte se consideram como uma forma de legitimar a biopirataria, devido ao poder na capacidade de negociação das companhias multinacionais para monopolizar bens considerados comuns através da utilização de regimes de propriedade intelectual e que estes contratos são incongruentes com a natureza do conhecimento local e com o manejo dos recursos biológicos, já que se desconhece a possibilidade de propriedades que não são individuais, como aquelas caracterizadas por um domínio público.

Como a prática de bioprospecção interconecta aspectos sociais, políticos, econômicos e ecológicos (Dorsey, 2006), ela se torna um espaço propício para a ocorrência de divergência muito marcada entre os interesses, motivações, capacidades de negociação e poderes políticos e econômicos de seus atores. De um lado encontram-se os países desenvolvidos representados principalmente por empresas farmacêuticas e agropecuárias multinacionais; universidades e institutos de pesquisa e o governo através de suas agências que promovem atividades de ciência e tecnologia. De outro lado estão os países em desenvolvimento, nos quais os atores mais atuantes e mais visíveis são as Ongs em representação das comunidades locais; instituições de pesquisa; universidades e os governos através, principalmente, de seus Ministérios de Meio Ambiente e de Ciência e Tecnologia.

As diferenciadas características dos atores produzem motivações e interesses específicos de cada um deles. Strigl (2003) comenta que a desigualdade na capacidade do poder de negociação em biodiversidade entre os atores dos países ricos tecnologicamente e desenvolvidos e os atores dos países ricos em biodiversidade e subdesenvolvidos apresenta uma vantagem muito marcada para os primeiros, que pode ser superior àquela apresentada em tecnologias de informação e comunicação.

Como resumo, pode-se dizer que as principais motivações e interesses dos países ricos em biodiversidade para se envolverem em atividades de bioprospecção relacionam-se com:

- A possibilidade de que o centro de pesquisa participante e o produto nacional, envolvido no processo, obtenham reconhecimento em nível mundial (Henne e Fakir, 1999).
- O fortalecimento da infra-estrutura de pesquisa (equipes, laboratórios) e as possibilidades de capacitação de recursos humanos (Dávalos, et alli, 2003; Velho, 2004; Mathur, et alli, 2004; Kursar et alli, 2007).
- Co-autoria em publicações (Laird e Wynberg, 2002).
- O fortalecimento das capacidades de negociação (Cabrera, 2000).
- O acesso a conhecimento, software e técnicas complementares especializadas, através de processos de transferência de tecnologia (Laird e Wynberg, 2002).
- Melhoramento no entendimento de temas nacionais e internacionais relacionados com biodiversidade e um incremento na capacidade para programar e empreender processos de participação entre grupos que historicamente tinham conflitos; por exemplo, autoridades de conservação com grupos da sociedade civil (Swiderska, 2001).
- Assistência para o desenvolvimento da comunidade (Moran, et alli, 2000).
- Benefícios obtidos a médio ou longo prazo, como pagamento de regalias em caso de obter a comercialização de produtos e direitos de propriedade intelectual (Brush, 1999; Moran, et alli, 2001).

As principais motivações e interesses dos países do Norte na prática bioprospectiva estão relacionadas com:

- O aumento das vendas de produtos com alto valor agregado (como se analisou anteriormente, esta é uma característica dos produtos derivados da bioprospecção).
- A possibilidade de diversificar produtos para a venda, o que fornece à empresa uma vantagem competitiva (Henne e Fakir, 1999).

- O acesso a agro-ecossistemas diferentes e próprios das zonas tropicais (Georghiou, 1998).
- A possibilidade de ter direitos de propriedade intelectual sobre os produtos obtidos.

Como se observa, a maior parte das motivações dos países subdesenvolvidos e biodiversos estão relacionadas principalmente com o acesso e fortalecimento a diferentes classes de conhecimentos e capacidades para, posteriormente, possivelmente desenvolver produtos comerciais. Por sua vez, as motivações dos países ricos tecnologicamente são de caráter comercial e acadêmico, o que era de se esperar tendo em conta a natureza e diferenciação entre os diferentes atores (a análise desta afirmação é uns dos pontos que se abordará de maneira específica para a Colômbia nos capítulos I e II, mediante a análise dos grupos de pesquisa que trabalham em bioprospecção).

Para o caso das motivações dos países biodiversos chama particularmente a atenção que geralmente estas se reportam para aquelas relacionadas com os centros de pesquisa ou Ongs e se menciona muito pouco sobre as motivações das comunidades locais. Isto denota, claramente, que os interesses das comunidades locais geralmente estão representados através de Ongs. Sant´ana (2002) é dos poucos autores que apresenta motivações das comunidades locais que podem ser resumidas em: (i) melhora em infra-estrutura local como escolas, estradas, postos de saúde, entre outros; (ii) obtenção de dinheiro por pagamento ao acesso a recursos naturais e (iii) arrecadação de fundos para disputas legais relacionadas com os direitos sobre as terras e outros recursos naturais.

Com base nas diretrizes gerais expressadas anteriormente nas quais se relaciona a conservação da biodiversidade com a necessidade de criação de capacidades nacionais para dar valor agregado aos recursos naturais próprios de cada país, a seguir se resume o caso mais conhecido e mais documentado sobre processos de bioprospecção, que é referido como o modelo INBio da Costa Rica (este modelo é muito importante já que como se analisará no Capítulo III, esta experiência foi tomada de base para que o Ministério de Meio Ambiente da Colômbia negasse a possibilidade de que uma empresa estrangeira pudesse ter acesso aos recursos genéticos deste país).

O modelo costarricense é conhecido como INBio (Instituto Nacional de Biodiversidade) e constitui-se em um instituto criado em 1991 como a primeira instituição não governamental de um país biodiverso em desenvolvimento, com a missão específica de posicionar a Costa Rica como um líder no mercado comercial de derivados da biodiversidade (Toly, 2004).

Portanto, o INBio atua como um agente nas negociações entre os recursos genéticos da Costa Rica e as empresas farmacêuticas multinacionais (Castree, 2003).

INBio é considerado como um exemplo de sucesso no desenvolvimento de experiências de bioprospecção, devido a que recebeu, através dos contratos com empresas privadas, somas que se calculam entre USD\$ 2,5 milhões a USD\$ 5,0 milhões, durante os primeiros 10 anos de sua criação (Cabrera, 2000). Argumenta-se que, mediante esse modelo, a Costa Rica obteve outros benefícios relacionados com aportes importantes em tecnologia, capacitação de pessoas, equipamentos de laboratório, fortalecimento do sistema de áreas de conservação e aumento em capacidades nacionais de negociação (Lesser e Krattiger, 2007; INBio, página internet).

Além disso, alguns argumentam que o modelo INBio fortaleceu o sistema de parques nacionais, já que o Instituto tem o compromisso de contribuir a eles com 50% das possíveis regalias obtidas e 10% do valor chamado de “pagamento antecipado” que consta da negociação geral (Boisvert e Caron, 2002). Com base nisso, assume-se que esses parques receberam somas que variam entre US\$ 250.000 a US\$ 500.000. Além disso, criaram-se capacidades nacionais relacionadas com a identificação e classificação das espécies, para o qual se formaram mais de 40 técnicos em taxonomia e se fortaleceu a capacidade da Universidade Nacional da Costa Rica (INBio, página internet).

Apesar do sucesso mencionado, alguns dos estudos realizados sobre INBio (Boisvert e Caron, 2002; Castree, 2003; Velho, 2004), chegam a conclusões similares sobre a escassa construção de competências nacionais, a ausência de uma rede de beneficiários nacionais, a pouca participação do setor empresarial nacional e uma baixíssima participação das comunidades locais.

Outro aspecto que deve se analisar detalhadamente é a possibilidade real de tomar a experiência INBio como um modelo que possa ser extrapolado automaticamente ao resto de países biodiversos do Sul. Isto porque sabe-se que INBio contou com algumas características *sui generis*, que dificilmente todos os países possuem: (i) o meio social e político da Costa Rica, que sempre tem estado rodeado de fatores positivos, em que se destaca um sistema político democrático de longa duração; (ii) a relação estreita e prévia à constituição de INBio, entre os criadores e dirigentes do Instituto e biólogos estadunidenses que, desde meados da década de 1980 vinham construindo e popularizando os conceitos

relacionados com conservação da biodiversidade (Castree, 2003); e (iii) também é importante considerar que, desde o princípio, o INBio trabalhou nas áreas de parques nacionais coletando o material e não interagiu com o conhecimento local. Isto possivelmente foi uma escolha estratégica para evitar a controvérsia sobre a distribuição equitativa dos benefícios entre o Centro de Pesquisa e as comunidades locais.

Do exposto anteriormente se poderia dizer que, indubitavelmente, a experiência INBio permite extrair muitas lições de um modelo de bioprospecção entre um país rico em biodiversidade e não desenvolvido com empresas privadas de países ricos tecnologicamente e desenvolvidos. Talvez a experiência que mais ressalta é o enfoque que o país assumiu, passando daquela visão restrita de “guardião dos recursos” (Artuso, 2002) a um enfoque bem mais ativo que permitisse a negociação dos recursos. Mas vale dizer que foi precisamente essa atitude pró-ativa em relação a seus recursos da biodiversidade que fez com que o INBIO recebesse as maiores críticas. Estas estão fundamentadas no fato de que quando um país como a Costa Rica realiza bioprospecção não só está negociando seus recursos naturais, senão também o conhecimento envolvido na biodiversidade, incluindo o conhecimento local. E isso ocorre independentemente do local de coleta das espécies – se em área de reserva natural ou em áreas habitadas por comunidades locais.

As avaliações realizadas ao modelo INBio não se aprofundaram em aspectos mais quantitativos, que permitam conclusões mais precisas, com as quais se possam extrair lições sobre as vantagens e desvantagens da aplicação deste enfoque para o uso e conservação da biodiversidade. O outro aspecto para se ter em conta é a evidente discrepância entre o sucesso que se proclama internamente em INBio, especialmente no relacionado com a construção das competências nacionais, e os resultados da maioria de avaliações internacionais.

### **O marco legal internacional que regula a prática de bioprospecção e os principais conflitos de implementação**

O marco legal internacional que regula a prática da bioprospecção tem relação com disposições de alcance global como a CDB e de alcance regional como algumas Decisões Andinas (para o caso da Colômbia).

No nível internacional o principal marco regulatório é a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), a qual se originou em 1992 no marco do Cume Mundial de Rio de Janeiro; devido às dificuldades de interação dos interesses e motivações dos países denominados “fornecedores” e “utilizadores” (Brand e Görg, 2003) da biodiversidade. A CDB estabelece um marco regulamentar ao acesso dos recursos genéticos e à distribuição equitativa dos benefícios gerados da biodiversidade, procurando evitar a biopirataria à qual estavam sendo submetidas muitas das comunidades locais e indígenas dos países do Sul. Na atualidade, a Convenção foi ratificada por 187 países (FAO, página internet), excetuando os Estados Unidos.

Ainda que os Estados Unidos não tenham ratificado a CDB, criou a estratégia denominada e já mencionada, ICBG<sup>3</sup>, mediante a qual conseguem a cooperação com ao menos dez países em desenvolvimento de América Latina, África e Ásia. Esta iniciativa vem sendo desenvolvida desde 1992 com o apoio financeiro de três agências federais: o Instituto Nacional de Saúde, a National Science Foundation e o Departamento de Agricultura. Mediante esta estratégia se está construindo capacidade de pesquisa e capacitação de recursos humanos em mais de 20 instituições de vários países<sup>4</sup> (ICBG, página internet).

Continuando com a CDB, a FAO considera que esta tem um alcance histórico, já que reconhece pela primeira vez que a conservação da diversidade biológica é de interesse da comunidade mundial e faz parte integral do processo de desenvolvimento. Portanto, a CDB é de alcance global, já que abarca todos os ecossistemas, todas as espécies e todos os recursos genéticos (FAO, página internet).

Descola (2003) argumenta que há uns trinta anos, os cientistas se aproximavam das comunidades indígenas e locais através de acordos simplesmente verbais; mas o abuso na utilização do conhecimento local por parte da comunidade científica e das empresas farmacêuticas conduziu à necessidade de estabelecer algumas regras de cumprimento obrigatório. Assim, a entrada em vigor da CDB reconheceu o direito soberano dos países sobre o controle da biodiversidade e, portanto, limitou-se o acesso aberto aos recursos genéticos.

---

<sup>3</sup> Algumas das experiências dos grupos ICBG foram resumidas no ponto 2 desta introdução.

<sup>4</sup> É importante ter em conta que a Colômbia não faz parte de experiências ICBG.



A Convenção procura basicamente três objetivos (FAO, página internet): (i) a conservação da biodiversidade; (ii) a utilização sustentável dos elementos da biodiversidade e (iii) a participação justa e equitativa nos benefícios produzidos pela utilização comercial e de outros tipos dos recursos genéticos.

Para alcançar as metas estabelecidas na CDB, com relação ao acesso aos recursos genéticos se devem superar vários aspectos. O primeiro está relacionado ao fato de que os recursos genéticos têm um caráter especial já que têm componentes tanto tangíveis como intangíveis (informação, conhecimento tradicional); o segundo tem relação com os processos pelos quais os recursos genéticos têm sido usados, modificados e guardados nos Centros Internacionais e o terceiro ponto tem relação com a necessidade de definir a propriedade dos recursos (Dávalos, et alli, 2003).

Devido ao fato de que a CDB relaciona a conservação de recursos biológicos com a possibilidade de seu uso comercial através de uma extensão da propriedade intelectual dos produtos biotecnológicos (Boisvert e Caron, 2002), esta convenção tem sido objeto de muitas críticas desde sua promulgação.

A principal crítica é resumida por autores como Escobar (1999), Brush (1999), Moran, et alli (2001) e Boisvert e Caron (2002), que questionam se realmente a bioprospecção e a CDB contribuem para gerar verdadeiros benefícios e para preservar os conhecimentos tradicionais em países não desenvolvidos e ricos em biodiversidade; ou se propiciam uma forma de “bioimperialismo”, em que os países desenvolvidos e ricos tecnologicamente se apropriam de recursos naturais e estabelecem esquemas de propriedade intelectual.

Outra forte crítica à CDB tem como argumento que antes da assinatura desta, grande parte do germoplasma dos países biodiversos já tinha sido coletado por organismos internacionais e, portanto, a Convenção só protegeria aquele germoplasma desconhecido e cujo valor era incerto (The Crucible Group, 1995).

No nível regional andino, em julho de 1996, os cinco países (Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela<sup>5</sup>), assinaram a Decisão Andina 391 da Junta do Acordo de Cartagena que será analisada em detalhe no Capítulo III deste estudo.

Os pontos tratados nesta introdução evidenciam a bioprospecção como uma prática que durante os últimos anos tem se convertido num tema muito importante para estudo já que

---

<sup>5</sup> A Venezuela afastou-se da Comunidade Andina de Nações o 22 de abril de 2006.

envolve conflitos e controvérsias como os diferenciados poderes de negociação das partes (países do Norte e países do Sul); a interação entre diferentes tipos de conhecimento (tradicional e científico); a possibilidade de que os países em desenvolvimento, ricos em biodiversidade, aumentem suas capacidades endógenas para realizar atividades de C&T com as quais seja possível contribuir aos processos de desenvolvimento; a complexidade de um marco legal no nível internacional que é colocado pela CDB e pelas legislações regionais e nacionais, com destaque para o fato de que a CDB não resolve a questão legal porque prevê que cada país tem que desenvolver seu sistema *sui generis* para regular as atividades de bioprospecção e esse é um processo que ainda não está solucionado e que tem sido constantemente debatido e de grande preocupação no nível mundial.

À luz deste quadro geral este estudo localiza a prática da bioprospecção na Colômbia, que é um país muito interessante como estudo de caso desta prática devido ao fato de que é considerado um dos Estados mais biodiversos do planeta e, portanto, com grande poder de atração de indústrias farmacêuticas para empreender práticas de bioprospecção. Apesar disso, é um país com poucos estudos realizados que contribuam a quantificar sua capacidade científica e tecnológica para realizar bioprospecção. E, além disso, possui um marco jurídico complexo para realizar acesso aos recursos genéticos e para exploração da biodiversidade e sua política de C&T está priorizando áreas estratégicas em que o país possa fazer importantes desenvolvimentos tecnológicos.

## **Aspectos metodológicos do estudo**

### **Formulação do problema de pesquisa**

A prática de bioprospecção é um objeto muito interessante de estudo num país biodiverso como a Colômbia, já que permite avaliar as atuais capacidades endógenas de C&T e se estas capacidades têm sido estimuladas pelo marco regulatório, pela cooperação internacional e pelas políticas de ciência e tecnologia.

Com base nas considerações acima, as perguntas chave que este estudo responde são as seguintes:

- As capacidades atuais científicas e tecnológicas da Colômbia são adequadas para levar a cabo a prática de bioprospecção?

- A bioprospecção é um mecanismo efetivo para que a Colômbia gere e fortaleça suas capacidades científicas e tecnológicas?;
- A cooperação internacional é um mecanismo apropriado para fortalecer as capacidades endógenas em C&T da Colômbia?;
- Tais capacidades em bioprospecção têm sido objeto explícito das políticas e instrumentos de C&T?
- A Colômbia tem um marco normativo ou legal que propicia a prática de bioprospecção?

### **Objetivos da pesquisa**

Para poder responder às perguntas acima, este estudo busca avaliar e analisar algumas das experiências da Colômbia na prática bioprospectiva, fazendo um paralelo entre as capacidades científicas e tecnológicas deste país relevantes para a prática de bioprospecção, as limitações impostas pelo marco jurídico e o papel desempenhado pela política de C&T para que possam ser aproveitadas as capacidades existentes.

Os principais objetivos específicos da pesquisa, são:

- Analisar as atuais capacidades científicas e tecnológicas da Colômbia para desenvolver atividades de bioprospecção.
- Analisar a mecânica de cooperação internacional dos grupos colombianos que trabalham em bioprospecção para avaliar a natureza, as temáticas e o impacto destas parcerias na geração e fortalecimento das capacidades endógenas em C&T.
- Analisar a contribuição da política de C&T para a construção e fortalecimento das atividades de bioprospecção.
- Analisar e avaliar o atual marco legal da Colômbia para empreender a prática de bioprospecção e fazer a relação com as atuais capacidades em C&T.

Para atingir os objetivos propostos e responder às questões enunciadas acima, esse estudo foi organizado de forma a resultar em artigos científicos individualizados, cada um respondendo a questões específicas e atendendo a objetivos diferentes, conforme se descreve na próxima seção.

## **Estrutura dos capítulos do estudo**

Considerando o potencial enorme que possui a Colômbia como país biodiverso para realizar a prática de bioprospecção, é muito importante mapear e analisar as atuais capacidades científicas e tecnológicas deste país relevantes para essa atividade. Tal mapeamento permite conhecer os grupos que realizam investigação e desenvolvimento tecnológico, o número de pesquisadores, as principais áreas temáticas que são abordadas por estes grupos, a interação e colaboração entre eles e os principais meios através dos quais difundem seus resultados. Para o caso específico de bioprospecção, a análise destas informações é muito pertinente e importante já que, à medida que um país biodiverso tenha maior capacidade endógena para realizar processos de C&T estará em melhor posição para negociar e aproveitar sua biodiversidade de maneira sustentável. Esta análise é o que se apresenta no CAPÍTULO I, intitulado: *Capacidades Científicas e Tecnológicas da Colômbia para Empreender Práticas de Bioprospecção*.

As capacidades científicas e tecnológicas endógenas de um país podem ser potencializadas mediante processos de cooperação internacional nos quais se produz a interação com outros grupos de maior desenvolvimento tecnológico, o que permite o acesso a técnicas mais especializadas, à produção de publicações internacionais conjuntas e à formação de recursos humanos. Portanto, a análise da mecânica de cooperação internacional de um país como a Colômbia permite evidenciar os temas em que existe uma capacidade que é compartilhada e, ao mesmo tempo, incrementada. Essa análise constitui-se no capítulo II desta tese, com o título *A Bioprospecção como Mecanismo de Cooperação Internacional para o Fortalecimento das Capacidades em Ciência e Tecnologia na Colômbia*.

Para que um país possa obter avanços no conhecimento e aproveitamento de sua biodiversidade, além de ter as capacidades internas para realizar estes processos é necessário que estejam presentes as condições normativas e regulatórias que permitam que tais capacidades possam se expressar. Assim, a análise do impacto do marco legal nas atividades de bioprospecção na Colômbia é o objeto do capítulo III - *Análise do Marco Legal na Colômbia para a Implementação de Práticas de Bioprospecção*.

No processo de pesquisa para atender aos objetivos deste estudo ficou claro (através dos resultados dos Capítulos I, II e III) que a bioprospecção não é ainda uma prioridade da política de nacional de C&T na Colômbia. O incentivo à formação de capacidades em

bioprospecção seja em termos de estímulo à cooperação internacional, ou às interações entre os grupos de pesquisa entre si e entre estes e empresas localizadas no país, não faz parte das prioridades da política de C&T e é, portanto, praticamente inexistente. Constatou-se, então, que não havia o que ser estudado em termos das ações da PCT colombiana para estimular as capacidades locais em bioprospecção. A partir desta constatação, procurou-se identificar uma outra área ou setor de atividades de pesquisa que fosse prioridade para a política de PCT do país para entender o que se pode esperar em termos de impacto da mesma na criação de capacidades. A área identificada foi a de agropecuária, sobre a qual foi feita uma análise com o objetivo de extrair lições para a bioprospecção sobre como a ação coordenada da PCT pode contribuir para criação de capacidades e utilização dos conhecimentos gerados. Tal análise constitui-se no capítulo IV desta tese e intitula-se *Análise e perspectivas da pesquisa agropecuária na Colômbia: a necessidade de um novo enfoque*.

Em função do exposto acima, destaca-se, então, que essa tese está composta, além desta introdução, por quatro capítulos, cada um deles escrito no formato de artigo científico autocontido já que a escolha feita foi pela tese na modalidade de coletânea de artigos. Ainda que cada um dos artigos, como é de praxe, contenha suas próprias conclusões, ao final desta tese apresentam-se as conclusões gerais, reflexões sobre os casos de bioprospecção na Colômbia e algumas recomendações gerais.

## **Capítulo 1 - Capacidades científicas y tecnológicas de Colombia para adelantar prácticas de bioprospección**

---

Oscar Duarte Torres, Universidade Estadual de Campinas, oscartorres@ige.unicamp.br

Léa Velho, Universidade Estadual de Campinas, velho@ige.unicamp.br

**Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. 2009. Vol. 4, N° 12: 55-68, Abril.**

**Revista de la Organización de Estados Iberoamericanos –OEI-**

**ISSN: 1850-0013**

**Indexada em SciELO Argentina; LATINDEX.**

### **Resumen**

La práctica de bioprospección se considera como una posible estrategia para que los países del Sur, ricos en biodiversidad logren aumentar sus capacidades endógenas para realizar actividades de ciencia y tecnología que puedan contribuir para procesos de desarrollo; pero las evidencias demuestran la necesidad de que el país suministrador de los recursos naturales y genéticos debe poseer una adecuada capacidad científica y tecnológica instalada. En este trabajo se realiza un análisis de las capacidades de un país megadiverso como Colombia para emprender actividades de ciencia y tecnología en bioprospección; expresadas a través del accionar de diferentes grupos de investigación. Se concluye que Colombia cuenta con por lo menos 71 grupos de investigación que trabajan en bioprospección, denotando la existencia de unas capacidades básicas con las cuales es posible profundizar en trabajos de esta temática, pero requiriéndose el fomento y articulación de acciones de política científica y tecnológica.

**Palabras clave:** Colombia, bioprospección, capacidades científicas, grupos de investigación

## **Abstract**

### **Colombian's scientific and technological capabilities for implementation of bioprospecting practices**

Bioprospecting is considered a potential strategy for countries of the South, which are rich in biodiversity, to strengthen their endogenous capabilities in the fields of science and technology and subsequently increase their economic development. However, evidence reveals a need for these countries to build or maintain basic scientific and technological capabilities. This paper analyzes existing capabilities and activities of national research groups within a mega-diverse country, like Colombia, for implementation of bioprospecting practices. As Colombia counts with at least 71 research groups that deal with bioprospecting, basic research capabilities are amply available but may require certain scientific and technological policies.

**Key words:** Colombia, bioprospecting, scientific capability, research groups

## **Introducción**

Bioprospección, conforme a la definición adoptada en este artículo, se refiere a la búsqueda sistemática, clasificación e investigación de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas y otros productos que posean un valor económico actual o potencial y que se encuentran en los componentes de la diversidad biológica (Castree, 2003; Laird y Wynberg, 2002; Feinsilver, 1996). Durante los últimos años, después de la firma del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), la práctica de bioprospección asumió una nueva proyección al convertirse en una potencial estrategia para que los países en desarrollo ricos en biodiversidad aumenten sus capacidades endógenas para realizar actividades de ciencia y tecnología. Esto debido a que lo acordado internacionalmente en el CDB, especifica que a partir de ese momento el acceso a los recursos biológicos deja de ser libre (patrimonio de la humanidad); y por lo tanto, tales recursos son declarados como propiedad del país de origen (FAO, web site). Es así, como existe una tendencia a que dichos recursos biológicos se encuentren mayoritariamente en los países del sur (ricos en biodiversidad); mientras que las mayores y más especializadas capacidades científicas y tecnológicas para su aprovechamiento se encuentran principalmente en los países del norte.

De acuerdo a algunas experiencias internacionales que analizan las actividades de bioprospección entre países del norte y del sur (Swiderska, 2001; Tobin, 2002; Neumann y Quaggiotto, 2005), se puede deducir que los principales objetivos de los países ricos en biodiversidad están relacionados con la construcción de capacidades nacionales en CyT (mejoramiento de la infraestructura científica representada en laboratorios y equipos; participación en redes de expertos; formación de recursos humanos; publicaciones nacionales e internacionales e incremento en la capacidad para efectuar taxonomía y etnobotánica); mientras que los principales objetivos del país del norte están relacionados con el ofrecimiento de tecnologías para hacer más eficiente la exploración de los recursos naturales y con posibilidades de obtener beneficios económicos.

Las experiencias demuestran que a medida que el país suministrador de los recursos naturales posea más capacidad científica y tecnológica instalada aprovechará de una mejor forma las potencialidades de la bioprospección (Laird y Wynberg, 2002; Quezada, 2004). Esta es una de las razones por las cuales es fundamental conocer y evaluar las capacidades internas que posee un país para emprender procesos de bioprospección.

Colombia, es uno de los países considerados megadiversos, y, como tal, se espera que posea capacidades internas que le permitan adelantar procesos de CyT en actividades relacionadas con bioprospección. Es así, como la literatura relevante reseña algunas experiencias en bioprospección de este país, de las cuales se puede evidenciar la interacción entre instituciones nacionales académicas o de investigación (Melgarejo et al., 2002; Roa-Atkinson, 2004; Quezada, 2004). Por tanto, se asume que gran parte de las capacidades nacionales de CyT de Colombia en procesos de bioprospección está centrada en los grupos de investigación pertenecientes a universidades y centros nacionales de investigación.

Por tanto, este trabajo se centra en identificar y analizar las competencias de Colombia en un área compleja y multidisciplinar como es la bioprospección (Trigueiro, 2006), para lo cual se exploran diferentes grupos colombianos de investigación, se presentan las principales áreas temáticas en las cuales trabajan estos grupos y se analizan los principales temas que son abordados por estos grupos en publicaciones científicas de circulación internacional.



## **1.1 Procedimientos metodológicos para identificar y analizar competencias y capacidades de Colombia en bioprospección**

Considerando que gran parte de las capacidades colombianas de CyT en procesos de bioprospección está centrada en los grupos de investigación y que la característica preponderante en la política nacional de fomento y construcción de capacidades en ciencia, tecnología e innovación de este país ha sido el apoyo y fortalecimiento a grupos de investigación (COLCIENCIAS, web site); se analizan las capacidades científicas y tecnológicas que posee Colombia para abordar procesos de bioprospección mediante la búsqueda y análisis del accionar de dichos grupos.

Se hizo una búsqueda sobre los grupos colombianos que tienen relación con la temática de bioprospección. Para esto se consultó la plataforma ScienTI, administrada por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología –COLCIENCIAS- (COLCIENCIAS, web site), la cual para el año 2008 poseía información de un total de 6.020 grupos: 2.457 grupos reconocidos<sup>6</sup> y 3.563 grupos registrados que declaran realizar procesos de ciencia, tecnología e innovación tecnológica en 11 Programas Nacionales del Sistema Colombiano de Ciencia y Tecnología. Se consultó el módulo GrupLAC de dicha plataforma (información sobre grupos de investigación científica y tecnológica) mediante el uso de las palabras clave “bioprospección”, “prospección de la biodiversidad”, “biocomercio”, “bioactividad”, “fitoquímica”, “productos naturales”, “conocimiento tradicional” y “recursos genéticos”; realizando la búsqueda a nivel de los campos de nombre del grupo, líneas de investigación, proyectos ejecutados o en ejecución y productos de los diferentes grupos de investigación.

Como resultado del análisis efectuado a la información recolectada se identificaron grupos colombianos de investigación científica o tecnológica que declaran realizar actividades en bioprospección, de este total de grupos se hizo una selección con el fin de escoger solamente aquellos que con base en la información sobre proyectos, productos y líneas de investigación realmente tuvieran relación con la bioprospección.

Con el objeto de analizar las principales temáticas que trabajan los grupos colombianos de bioprospección, se identificó en la plataforma ScienTI para cada uno de ellos los proyectos

---

<sup>6</sup> De manera general, COLCIENCIAS considera como grupo reconocido aquel que posee una buena trayectoria de investigación y producción científica y tecnológica acorde a los años de existencia del grupo y grupo registrado como aquel que no cumple con la condición anterior.

relacionados directamente con esta temática, de esta forma se hallaron 259 proyectos de investigación. Posteriormente, todos los líderes de los grupos seleccionados fueron contactados vía correo electrónico, con el fin de solicitarles información más específica relacionada con experiencias en proyectos de bioprospección, para lo cual se indagó sobre el título, los objetivos, los principales resultados y el estado actual de dichos proyectos.

Con el propósito de consolidar la información sobre los principales temas de trabajo de los grupos colombianos de bioprospección, se consultó la red ISI web of Science para el periodo 2001 a 2008 (mayo). Para realizar esta consulta se seleccionaron, con base en la información de la plataforma ScienTI, los 20 grupos con reconocimiento por COLCIENCIAS con calificación superior (Categoría A) y se incluyó para este análisis la información de 3 grupos colombianos que han obtenido permiso para acceso a recursos genéticos a través del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia y que no estaban incluidos en la lista anterior. De cada uno de estos grupos se seleccionó la persona líder, cuyo nombre se buscó en la red ISI. De los 23 líderes seleccionados, se encontraron en la mencionada red 151 artículos científicos pertenecientes a 16 líderes, información que se tomó para realizar el análisis mencionado. Para analizar las temáticas de los artículos se obtuvo la información del título, resumen y palabras claves del mismo.

Una vez identificados estos grupos, se construyó una base de datos con los siguientes campos relacionados con el grupo: (i) nombre; (ii) estatus (registrado o reconocido); (iii) institución principal a la cual pertenece; (iv) nombre del líder; (v) grado académico del líder; (vi) correo electrónico del líder; (vii) número total de integrantes activos; (viii) áreas de conocimiento, (ix) líneas de investigación, (x) títulos e información general de los proyectos de investigación, (xi) título del artículo, (xii) temática del artículo, (xiii) nombre de la revista y (xiv) país editor de la revista.

## **1.2 Resultados y discusión**

### **1.2.1 Grupos de investigación e instituciones colombianas que desarrollan trabajos en bioprospección**

Del análisis efectuado con base en la información de la plataforma ScienTI se pudo identificar que 71 grupos colombianos producen conocimiento científico y tecnológico en

bioprospección; 72% de los cuales tienen reconocimiento por parte de COLCIENCIAS, lo cual indica que aunque ésta es considerada una actividad relativamente reciente existen en Colombia grupos de investigación que están aprovechando las capacidades adquiridas anteriormente para ponerlas al servicio de la prospección de la biodiversidad. Lo anterior también evidencia la evolución de dichos grupos de disciplinas más monotemáticas hacia acciones multidisciplinarias con las cuales se abordan los trabajos de bioprospección; lo cual denota la potencialidad e importancia que ha venido adquiriendo esta práctica.

Con relación a las instituciones a las cuales pertenecen estos grupos (Tabla 1.1), se destaca que el 80% pertenecen a universidades, 15% a centros de investigación y el 2.8% a empresas privadas; evidenciando la concentración de actividades de bioprospección a nivel académico e investigativo por parte de instituciones públicas o corporaciones sin ánimo de lucro.

**Tabla 1.1 Principales instituciones colombianas que realizan actividades científicas y tecnológicas en bioprospección**

<b>Tipo de Institución</b>	<b>Número de grupos</b>	<b>Instituciones</b>
Universidades	57	U. Nacional (20); U. de Antioquia (8); U. de los Andes (2); Universidades Regionales (27).
Centros de investigación	11	INVEMAR (3); CORPOICA (2); CENICAFÉ (2); CENIPALMA (1); CIB (1); CORPOGEN (1); SINCHI (1).
Pública de formación tecnológica intermedia	1	SENA (1).
Empresas	2	Live System Technology (1); Productos Naturales Aral-Thel (1),
<b>Total</b>	<b>71</b>	

INVEMAR = Instituto de Investigaciones Marinas; CORPOICA = Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; CENICAFÉ = Centro de Investigaciones del Café; CENIPALMA = Centro de Investigaciones de Palma; CIB = Corporación para Investigaciones Biológicas; SINCHI = Instituto de Investigaciones Amazónicas.

Fuente: elaborado por los autores con base en la información de la plataforma ScienTI ([www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co)).

Se observa que tanto las universidades como los centros de investigación que desarrollan actividades importantes en bioprospección son instituciones con reconocimiento a nivel nacional y algunas a nivel internacional, corroborando la importancia y potencialidad de la

bioprospección como práctica de desarrollo reciente. Los dos grupos de empresas privadas no están reconocidos por COLCIENCIAS, lo cual indica que están consolidando sus capacidades.

### **1.2.2 Recursos humanos que adelantan investigación científica y tecnológica en bioprospección en Colombia**

En estos 71 grupos adelantan labores de CyT 995 integrantes (investigadores y estudiantes), entre los cuales el 62% posee título de postgrado (43% maestría o especialización y 19% doctorado). De los 71 líderes de los grupos, 47 poseen título de PhD, 22 título de maestría y 2 no poseen posgrado; de los 47 líderes con PhD, 33 lo obtuvieron en universidades extranjeras y 14 en universidades colombianas; los 33 líderes con PhD de universidades extranjeras estudiaron en países como España (8), Estados Unidos (7), Francia (4), Alemania (3), Bélgica (2), Brasil (2), Venezuela (2), Inglaterra (1), Rusia (1), Japón (1), Chile (1) y Cuba (1); mientras que los 14 líderes con PhD obtenido en Colombia proceden de la Universidad Nacional (8), Universidad de Antioquia (3), Universidad del Valle (2) y Universidad de Los Andes (1). De los 22 líderes con maestría, 21 obtuvieron el grado de universidades colombianas y 1 en universidad extranjera.

Las cifras anteriores indican que los grupos dedicados a realizar bioprospección poseen recursos humanos capacitados para realizar investigación en áreas de conocimiento que son básicas para llevar a cabo dicho proceso y que este proceso de formación académica refleja el producto de una política colombiana para capacitar recurso humano a nivel de doctorado, tanto en universidades extranjeras como a través de los programas doctorados nacionales.

Además de los grupos identificados anteriormente, a través de la plataforma ScienTI se detectó que hay al menos otros 100 grupos colombianos que aunque no trabajan directamente en actividades de bioprospección, enfocan sus acciones en áreas como biotecnología, biodiversidad, conocimiento tradicional, recursos genéticos y recursos naturales, los cuales pueden servir de soporte para realizar alianzas con el objeto de adelantar trabajos comunes entre estos grupos con los que se identificaron y mencionaron anteriormente. Para lo cual se requiere el fomento de un mayor grado de articulación y de esta forma proporcionar valor agregado de alta calidad científica y tecnológica a los productos y procesos obtenidos de acciones de bioprospección. Un ejemplo de la necesidad

de esta interacción se presenta dentro de los grupos de biodiversidad y conocimiento tradicional que desarrollan actividades relacionadas con políticas públicas para desarrollo sostenible, acceso a los recursos genéticos, propiedad intelectual y coordinación del sistema de información sobre biodiversidad; los cuales darían un importante sustento en estos temas a los grupos que generen productos y sustancias bioactivas.

### **1.2.3 Áreas temáticas abordadas por los grupos de investigación que desarrollan actividades en bioprospección**

Los 71 grupos desarrollan actividades en once áreas del conocimiento, destacándose la química, bioquímica y biología y una gran variedad de líneas de investigación (Tabla 1.2).

Con base en el análisis de una muestra de 259 proyectos que ejecutan los 71 grupos de bioprospección, se evidencia que dichos grupos trabajan sobre una gran gama de temas; destacándose que la mayoría de los proyectos (70%) están representados por actividades relacionadas con fases primarias de la práctica bioprospectiva como estudios de caracterización, aislamiento, identificación, búsqueda, valoración y evaluación de compuestos; los cuales no presentan una aplicación específica. Mientras que un 27% de los proyectos ejecutados por los grupos de bioprospección tienen relación con temáticas que se podrían considerar más cercanas a valoración potencial comercial como actividad antiparasitaria contra Leishmaniasis, Chagas y Malaria; vegetales con actividad citotóxica y anticancerígena; producción de aceites esenciales; especies marinas con actividad antifouling e identificación de pigmentos y aromas naturales con potencial para la industria alimenticia.

Con base en la información suministrada por los líderes de los grupos y del análisis de 151 artículos de investigación publicados en revistas indexadas internacionalmente, se detecta que las principales áreas temáticas en las cuales los grupos colombianos tienen publicaciones internacionales son química (26% de los artículos); productos naturales y principios bioactivos (15%); microbiología y biotecnología (10%); biología evolutiva y genética (10%); biología básica (9.3%); medicina humana o veterinaria (7.9%); ciencias marinas (6.6%); bioquímica y/o biofísica (5.3%); ciencia y tecnología de alimentos (4%) y

**Tabla 1.2 Áreas temáticas, líneas de investigación y número de grupos que en Colombia desarrollan actividades de ciencia y tecnología en bioprospección**

Área temática	Número grupos	Principales líneas de investigación
Química y Bioquímica	28	- Productos naturales vegetales y marinos - Química de aromas y de pigmentos - Fitoinsecticidas - Antiparasitarios marinos - Bioensayos de extractos - Fitoquímica de productos naturales - Metabolitos de hongos - Sustancias antioxidantes, insecticidas, antifúngicas. - Obtención y caracterización aceites esenciales. - Análogos en alimentos, cosméticos y medicamentos.
Biología	12	- Biodiversidad marina y productos bioactivos marinos - Caracterización molecular - Citogenética - Compuestos antibióticos y/o bacteriostáticos - Actividad antifúngica, insecticida y herbicida - Fitoterapia
Microbiología	7	- Bioprospección microbiana - Biología Molecular - Biorremediación
Agronomía	5	- Control biológico - Toxicología - Agricultura ecológica
Farmacia y farmacología	5	- Plantas con actividad antifúngica, antiinflamatoria, antiparasitaria, anticáncer, antiSIDA. - Química de medicamentos - Sustancias activas biológicas - Productos naturales marinos.
Fisiología y Genética	4	- Fisiología vegetal - Bioprospección vegetal y de especies promisorias
Botánica	3	- Botánica económica - Etnobotánica - Fitoquímica
Ecología	3	- Ecosistemas marinos y acuáticos - Ecología evolutiva
Medicina	2	- Obtención productos naturales
CyT Alimentos	1	- Frutales
Derecho	1	- Acceso a Recursos genéticos
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	

Fuente: elaborada por los autores con base en información de la plataforma ScienTI ([www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co))

entomología, fitopatología y control biológico (4%) (Tabla 1.3); áreas que coinciden con las temáticas identificadas anteriormente dentro del accionar de los grupos colombianos.

**Tabla 1.3 Área temática de los temas abordados en artículos científicos publicados por grupos colombianos que trabajan en bioprospección y principales revistas en las cuales se publican dichos artículos**

Área Temática Revista	No. Artículos	Título de principales revistas
Química	40	Tetrahedron; Molecules.
Productos Naturales y Principios bioactivos	23	Journal of Natural Products; Phytochemistry.
Microbiología y Biotecnología	16	Journal of Applied Microbiology.
Biología evolutiva y genética	16	Bmc Evolutionary Biology; Molecular Phylogenetics and Evolution.
Biología	14	Memorias do Instituto Oswaldo Cruz
Medicina Humana o Veterinaria	12	Biomédica
Ciencias Marinas	10	Caribbean Journal of Science
Bioquímica y/o Biofísica	8	Biochemical Systematics and Ecology; Biophysical Journal
CyT Alimentos	6	Journal of Agricultural And Food Chemistry.
Entomología, Fitopatología y Control biológico	6	Journal of Economic Entomology
<b>TOTAL</b>	<b>151</b>	

Con relación a los objetos de estudio de los trabajos de investigación que se reportan en las publicaciones de los grupos colombianos se encuentra que los principales son organismos marinos, vegetales, bioplaguicidas o biocontroladores (28%, 21% y 18% de los artículos, respectivamente); enfermedades humanas, genética evolutiva de invertebrados, microorganismos y genética humana (9%, 7%, 6% y 1%, respectivamente); métodos de química molecular, métodos de síntesis química y métodos de compuestos químicos para actividad biológica (4%, 4%, 3%). Lo cual se complementa con la información suministrada por los líderes de los grupos colombianos quienes expresaron que las

principales temáticas de trabajo son la evaluación de extractos de plantas con actividad contra Leishmaniasis y Tripanosomiasis; actividad citotóxica, antibacteriana y antiinflamatoria de esponjas marinas; evaluación *in vitro* de plantas con actividad contra *Mycobacterium tuberculosis*; identificación, transformación y bioprospección de hongos filamentosos nativos; control de hongos fitopatógenos; extracción y síntesis de aromas naturales para incorporación en aditivos para alimentos; bioprospección de la biodiversidad colombiana con potencial alimenticio, farmacéutico, cosmético, ambiental o industrial y generación de aditivos y probióticos para mejorar la producción animal.

Del total de publicaciones, en el 32% de estas se menciona la aplicación potencial de los resultados del estudio; en las restantes, por tratarse de investigación básica no hay identificación precisa de la posible aplicación.

Del análisis de las áreas temáticas y líneas de investigación de los grupos que desarrollan actividades de ciencia y tecnología en procesos de bioprospección se puede deducir lo siguiente:

- Algunos grupos que declaran trabajar en bioprospección, realizan dicha actividad de manera tangencial ya que sus líneas prioritarias de investigación están enfocadas en otros aspectos, que aunque pueden estar relacionadas con ésta, no necesariamente es el punto focal. Este es el caso de algunos grupos que tienen como área temática la agronomía, los cuales están más enfocados hacia control biológico para plagas y enfermedades de café y palma (pertenecientes a los centros de investigación Cenicafé y Cenipalma), sin que dicho control biológico provenga de actividades relacionadas con bioprospección, ya que estos grupos no identifican toxinas u otras sustancias producidas por insectos que puedan ser usadas para control biológico.
- Existen competencias para realizar caracterizaciones taxonómicas, bioquímicas y moleculares tanto de microorganismos como de plantas y animales; las cuales deben ser más aprovechadas con el fin de focalizar objetos de estudio más específicos que puedan ser analizados a profundidad y de esta manera lograr avances hacia trabajos con potencialidad económica que puedan ser abordados por grupos de investigación o por otras unidades con mayor capacidad empresarial.
- Posiblemente, la línea de investigación que en la actualidad presenta más avances en bioprospección es la relacionada con la bioactividad en organismos marinos colombianos.



Para el logro de estas acciones se han unido las capacidades de grupos de la Universidad Nacional y del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). Mediante este trabajo conjunto se ha colectado para evaluación de bioactividad y estudios químicos 70 esponjas marinas de las cuales se han aislado 300 compuestos químicos con 70 estructuras novedosas que poseen buen potencial de actividad antimicrobiana y antitumoral (Duque, 2008).

- Aunque todos los grupos realizan acciones en bioprospección, hay dos que presentan una enorme potencialidad para emprender dichas actividades (grupo de Programa Botánica Económica y grupo de Biotecnología de Productos Naturales), debido a que desarrollan trabajos que se pueden considerar integrales para abarcar la bioprospección mediante acciones relacionadas con el estudio fitoquímico de actividad biológica, el uso del conocimiento tradicional y la valoración económica de los recursos naturales. Es preciso considerar que el trabajo de estos dos grupos está consolidándose ya que aún no presentan productos considerados por COLCIENCIAS de alta calidad y por tanto requieren apoyo y alianzas con otros grupos.

- Solo uno de los 71 grupos ha desarrollado algún trabajo relacionado con el marco conceptual y normativo en materia de acceso a recursos genéticos, lo cual indica la necesidad de que los grupos que trabajan directamente con bioprospección deben buscar articulaciones con aquellos grupos que trabajan estas temáticas.

Del análisis de las experiencias colombianas en procesos de bioprospección presentadas anteriormente se evidencia que dichas experiencias se concentran en modelos de interacción entre universidades o institutos nacionales de investigación y aparentemente, en Colombia aún no hay experiencias documentadas de interacción norte – sur para realizar procesos de bioprospección con fines específicos comerciales. Esta deducción coincide con lo expresado por un líder de uno de los grupos colombianos que trabaja en la búsqueda de productos con actividad biológica, quien manifestó que es muy temprano para que Colombia entre en alianzas con empresas multinacionales farmacéuticas debido a que la negociación actualmente sería desventajosa para Colombia por no poseer las adecuadas capacidades científicas y tecnológicas (Roca, 2004).

Además, es importante tener en cuenta que Colombia posee uno de los marcos jurídicos y legales más complejos a nivel mundial, que está dificultando enormemente la posibilidad

de avanzar en trabajos tanto científicos en alianza entre universidades o centros de investigación, como alianzas entre lo científico y lo empresarial (Duarte; Velho, 2008, e Capítulo III). Esta consideración es muy importante ya que se podría resumir diciendo que Colombia como país biodiverso ha venido incrementando sus capacidades endógenas de sus grupos de investigación científica y tecnológica para adelantar procesos de bioprospección; pero estos esfuerzos no se han podido expresar de una forma plena ya que el marco legal que regula la exploración y explotación de la biodiversidad colombiana está limitando de una manera muy restrictiva el avance de alianzas y articulaciones.

#### **1.2.4 Periódicos en los cuales publican los grupos colombianos que trabajan en bioprospección**

El análisis de los títulos de las revistas indica que los 151 artículos mencionados están publicados en 90 periódicos editados en 15 países (Tabla 1.4), destacándose que el 70% de artículos pertenecen a revistas editadas en Estados Unidos e Inglaterra y el 6% a revistas editadas en países de Latinoamérica. Este indicador seguramente refleja la dinámica de cooperación internacional de estos grupos colombianos; aspecto que se analiza en otro artículo específico sobre el tema y se presenta en el Capítulo II.

Un 34% de los 151 artículos con circulación internacional son producidos por investigadores colombianos sin participación extranjera, de este subtotal de artículos solamente una décima parte pertenecen a revistas colombianas; lo que corrobora una ganancia de capacidad endógena de los grupos colombianos para realizar trabajos y publicar sin apoyo de cooperación internacional, lo cual coincide con las cifras presentadas anteriormente sobre formación de postgrado a nivel de Colombia, lo que es reflejo de la política de apoyo a doctorados y maestrías nacionales y a la política de conformación y apoyo a grupos de investigación propiciada por COLCIENCIAS.

En cuanto a los títulos de las revistas, Tetrahedron posee el mayor número de artículos (10), seguida de otras revistas como Journal of Natural Products (7) y Biomédica (6). En otras revistas (Tabla 1.3) se han publicado entre 3 a 5 artículos y en 60 revistas se ha publicado un solo artículo.

**Tabla 1.4 País editor de la revista con artículos científicos de grupos colombianos que trabajan en bioprospección o áreas afines**

<b>País Editor</b>	<b>No. Artículos científicos</b>	<b>% por país</b>
Estados Unidos	60	40.0
Inglaterra	46	30.0
Holanda	9	6.0
Suiza	7	4.6
Colombia	7	4.6
Alemania	6	4.0
Irlanda	4	2.6
Japón	3	2.0
Brasil	3	2.0
Canadá	1	0.7
Costa Rica	1	0.7
México	1	0.7
Emiratos Árabes	1	0.7
Escocia	1	0.7
Nueva Zelanda	1	0.7
<b>TOTAL</b>	<b>151</b>	<b>100</b>

La publicación de 151 artículos en 90 periódicos indica un gran número de títulos de revistas, lo cual corrobora la gran gama de temas y subtemas que abordan los trabajos de los grupos colombianos.

Las revistas en las cuales hay una mayor frecuencia de publicaciones de trabajos colombianos (Tabla 1.3) presentan, de acuerdo a la información del Journal Citation Report, un factor de impacto<sup>7</sup> que para los años 2006 o 2007 promedia en 2.5 con rangos entre 4.7 y 1.0; lo cual indica que dichos periódicos tienen una buena visibilidad entre las comunidades científicas respectivas.

### **Conclusiones**

Actualmente Colombia tiene la capacidad científica y tecnológica para avanzar de una forma más intensiva en actividades de bioprospección, lo cual se corrobora por la existencia de por menos 71 grupos que poseen las capacidades básicas con las cuales es posible profundizar en estos trabajos y por la existencia de un núcleo de profesionales con

---

<sup>7</sup> Factor de impacto definido como la frecuencia en la cual un “artículo promedio” de un periódico es citado en otras revistas indexadas en un período determinado.

formación académica avanzada obtenida tanto en Colombia como en el exterior y por la capacidad para adelantar trabajos y generar artículos científicos producidos por estos grupos.

Colombia ha venido incrementando sus capacidades de CyT para realizar bioprospección, como resultado, inicialmente, de motivaciones e intereses específicos de los grupos de investigación quienes a través de las experiencias vividas por parte de sus integrantes en otros países fueron incorporando líneas y áreas temáticas relacionadas con esta temática. Más recientemente, se observa que la política de CyT colombiana mediante acciones específicas como el apoyo a Centros de Excelencia ha venido reforzando las capacidades primarias de algunos grupos y se están logrando avances en la consolidación de dichos grupos y en la articulación interinstitucional de estos. Por tanto, se requiere la formulación de acciones estratégicas mediante las cuales se consiga un incremento importante de recursos económicos con los cuales se pueda dar soporte a proyectos de investigación e innovación tecnológica; se obtenga la continuidad en el apoyo para la creación y fortalecimiento de grupos de investigación científica y tecnológica y se incremente el número de investigadores colombianos con estudios de doctorado tanto en Colombia como en el exterior.

Las actividades de bioprospección en Colombia son realizadas por grupos pertenecientes a universidades y centros de investigación con escasa participación de empresas privadas; lo cual es lógico teniendo en cuenta que la política colombiana de CyT ha priorizado el apoyo hacia estos grupos debido a que en ellos se encuentran las mayores fortalezas y capacidades endógenas. Reconociendo que la política de CyT de Colombia ha intentado servir como soporte para que los grupos de empresas privadas adquieran capacidades, pero esto no se ha logrado debido principalmente a que los mecanismos propuestos no se adecuan a las necesidades, condiciones y requerimientos de dichos grupos; una clara muestra de esto son los esfuerzos que se han realizado en el país para incentivar la articulación Universidad – Empresa, con bajísimos resultados concretos.

La mayoría de los grupos colombianos que trabajan en bioprospección y gran parte de los trabajos realizados en esta área presentan una gran gama de acciones en áreas temáticas, líneas de investigación y focos potenciales con una baja aplicación de estos resultados; además, ha existido muy poca colaboración entre los grupos colombianos; evidenciándose

la necesidad de priorizar temas estratégicos para Colombia en los cuales trabajen varios grupos de forma articulada.

Por el análisis de las áreas temáticas, líneas de investigación y publicaciones de los grupos colombianos se puede visualizar que la bioprospección en organismos marinos es posiblemente la línea de investigación actualmente más importante y la de mayor potencialidad económica, con la cual se debe aprovechar de una manera sostenible las extraordinarias áreas marinas colombianas.

### **Bibliografía**

- CASTREE, N. (2003): “Bioprospecting: from theory to practice (and back again)”. Transactions of the Institute of British Geographers, vol. 28, n° 1, pp. 35-55.
- COLCIENCIAS. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. [www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co). Consultada en abril de 2008.
- COLCIENCIAS. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. PLATAFORMA SCIENTI. [www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co). Consultada en abril de 2008.
- DUQUE, C. (2008): “Organismos marinos: fuente asombrosa de compuestos útiles para la humanidad”. En: Seminario Internacional Tendencias y futuro de la Investigación en Parasitología y en Productos Naturales. Conferencia. Agosto 4-6 de 2008, Bogotá, Colombia.
- DUARTE, O. VELHO, L. (2008): “Análisis del marco legal en Colombia para la implementación de prácticas de Bioprospección”. Acta Biológica Colombiana, v. 13, p. 103-122.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. “Convenio sobre la Diversidad Biológica”. Consultada Febrero de 2006. [http://www.fao.org/biodiversity/CBD\\_es.asp](http://www.fao.org/biodiversity/CBD_es.asp)
- FEINSILVER, J.M. (1996): “Prospección de la biodiversidad: potencialidades para los países en desarrollo”. Revista de la CEPAL. n° 60, Diciembre, p. 111-128.
- Journal Citation Report.  
[http://www.thomsonreuters.com/products\\_services/scientific/Journal\\_Citation\\_Reports](http://www.thomsonreuters.com/products_services/scientific/Journal_Citation_Reports)

- LAIRD S. A.; WYNBERG, R. (2002): "Institutional policies for biodiversity research", en Sarah A. Laird (edit): Biodiversity and Traditional Knowledge, Equitable Partnerships in Practice. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA, section I, chapter 3, pp. 39-76.
- MELGAREJO L. M., SÁNCHEZ L., CHAPARRO A., NEWMARK F., SANTOS-ACEVEDO M., BURBANO C., REYES C. (2002): "Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia", Serie de Documentos Generales INVEMAR n° 10, Bogotá, Cargraphics.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Expedientes de acceso a recursos genéticos. Consultados en Abril de 2008 en la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites.
- NEUMANN K., QUAGGIOTTO G. (2005): "ABS Capacity Development and the Central Asia and Mongolia", Bioresources and Biosecurity Network, vol. 17 , n° 2, pp. 33 – 35.
- QUEZADA F. (2004): "Posibilidades de la biotecnología para el uso sostenible de los recursos de biodiversidad en la región andina: recomendaciones y directrices estratégicas". Informe presentado a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas de las Naciones Unidas, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Santiago, Chile, 17 de noviembre de 2003. Memorias del Taller: "Mercados Internacionales y Capacidad para el Desarrollo de la Biotecnología en los Países Andinos". Bogotá, Colombia, 18 y 19 de marzo de 2004.
- ROA-ATKINSON A. (2004): "Partnership in Bio prospecting in Colombia: North-South, Public-Private Partnerships in biotechnology relevant issues and impact in the developing countries". Final report UNU-INTECH.
- ROCA, W. (2004): "Estudio de las capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad Andina". Informe preparado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Corporación Andina de Fomento (CAF). Febrero, 2004. Memorias del Taller "Mercados Internacionales y Capacidad para el Desarrollo de la Biotecnología en los Países Andinos". Bogotá, Colombia, 18 y 19 de marzo de 2004

- SWIDERSKA K. (2001): “Stakeholder Participation in Policy on Access to Genetic Resources, Traditional Knowledge and Benefit-Sharing, Case Studies and Recommendations”. Biodiversity and Livelihoods. Issues n° 4, march 2001, pp. 1-35.
- TOBIN B. (2002): “Biodiversity prospecting contracts: the search for equitable agreements”, en Sarah A. Laird (edit): Biodiversity and Traditional Knowledge, Equitable Partnerships in Practice. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA, section IV, chapter 9, pp. 287-309.
- TRIGUEIRO, M. (2006): “BIOPROSPECÇÃO; uma nova fronteira da sociedade”. Proyecto PARBIO, [www.ige.unicamp.br/parbio](http://www.ige.unicamp.br/parbio)

## **Capítulo 2 - La bioprospección como un mecanismo de cooperación internacional para fortalecimiento de capacidades en Ciencia y Tecnología en Colombia**

---

**Submetido para publicação em: Revista Ciência da Informação. 2009.**

ISSN 0100-1965

**Periódico do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia –IBICT-**

**Indexado em SciELO Brasil; Qualis: B1**

- Oscar Duarte-Torres, Magíster Scientiae, Candidato a PhD, Departamento de Política Científica e Tecnológica Universidade Estadual de Campinas, 13083970 - Caixa-Postal: 6152, Campinas, BRASIL. oscartorres@ige.unicamp.br

- Léa Velho, PhD, Profesora Titular, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas 13083970 - Caixa-Postal: 6152, Campinas, BRASIL. velho@ige.unicamp.br

### **Resumen**

La bioprospección, definida como la exploración de la biodiversidad para fines comerciales, se ha convertido recientemente en una potencial estrategia mediante la cual los países ricos en biodiversidad pueden aumentar sus capacidades endógenas para realizar actividades de CyT, especialmente mediante la interacción con otros países de mayor desarrollo tecnológico. Es así, como este trabajo se concentra en analizar la mecánica de cooperación internacional de un país considerado megadiverso, Colombia, a través del análisis de coautoría de 342 artículos publicados en revistas indexadas en las redes ISI y SCOPUS, información que se complementa mediante entrevistas con 12 líderes de grupos colombianos. Los resultados evidencian que España es el país con mayor colaboración con Colombia; que la cooperación con países de América se sitúa en un tercer plano y ésta se intensifica cuando hay de por medio un país europeo; la escasa cooperación entre grupos colombianos origina una agenda de investigación dispersa y en temas muy variados sin orientación y prioridades estratégicas. Las principales motivaciones de la cooperación internacional son preferencialmente de carácter académico e investigativo, y solo durante



los últimos años se observa alguna preocupación de realizar trabajos con enfoques más aplicados y selectivos, cuyos resultados se puedan incorporar y negociar con empresas.

**Palabras clave:** bioprospección, Colombia, cooperación internacional, coautoría, bibliometría.

### **Abstract**

#### **Bioprospecting an international cooperation mechanism for strength the capabilities in Science and Technology in Colombia**

Bioprospecting, which is defined as the exploration of biodiversity intended for commercial purposes, has recently become a potential strategy whereby biodiversity-rich countries can enhance their endogenous capacities to perform S&T activities, especially by interacting with more technologically developed countries. Therefore, this work focuses on analyzing the mechanics of international cooperation of a megadiverse country, as Colombia, through the analysis of 342 jointly authored articles published in journals indexed in ISI and SCOPUS, information that is complemented with 12 interviews of Colombian group leaders. Results thereof evidence that Spain is the country with the highest cooperation level with Colombia; that cooperation with American countries is considered a third priority and intensifies with the participation of a European country; that the poor cooperation among Colombian groups creates a disperse research agenda and on widely varied topics lacking orientation and strategic priorities. The main motivations of international cooperation are preferentially academic and investigative in nature, and only throughout the last years has some concern been observed of accomplishing works with more applied and selective approaches, the results of which may be incorporated and negotiated with the companies.

**Key words:** bioprospecting, Colombia, international cooperation, co-authored, bibliometric.

### **Introducción**

La bioprospección es definida como la búsqueda sistemática de componentes naturales y organismos completos de la biodiversidad con el fin de otorgarles un valor comercial para

el desarrollo de productos (Castree, 2003; Laird, 2002; Laird y Wynberg, 2002; Feinsilver, 1996). La bioprospección genera productos que tienen relación con industrias como la farmacéutica, la biotecnológica, la de agro insumos y la de medicina botánica; entre otras; calculándose que en la actualidad una cuarta parte de los productos farmacéuticos son derivados de vegetales (Moran, et al, 2001). Es así, como se calcula que los mercados mundiales relacionados con la bioprospección, alcanzan sumas que varían entre US\$ 500 a US\$ 800 billones por año (Laird y ten Kate, 2002; Castree, 2003).

Para que los procesos de bioprospección se lleven a cabo se involucra una gama de interacciones que compromete desde el conocimiento tradicional de las comunidades locales e indígenas, pasando por el conocimiento científico y tecnológico de entes académicos e investigativos de los países del sur, hasta actividades comerciales de empresas multinacionales de países del norte. La interacción entre países del norte y del sur se propicia principalmente debido a que los primeros poseen recursos económicos y tecnológicos, mientras que la riqueza de los países del sur está representada principalmente en su biodiversidad y en el conocimiento local tradicional.

La heterogeneidad de intereses, recursos, capacidades, motivaciones y aspectos culturales de los diferentes actores que intervienen en esta interacción ha obligado al establecimiento de marcos mundiales, regionales y locales que regulen jurídicamente el acceso a los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios que se generen de dicha práctica. Ejemplo de esto es el llamado Convenio de Diversidad Biológica –CDB- (FAO, on line) y la Decisión Andina 391 (Comunidad Andina, Normatividad Andina, on line). Es en este punto en el cual autores como Brush (1999), Escobar (1999), Moran, et al (2001) y Boisvert y Caron (2002), cuestionan los reales beneficios de la bioprospección para los países del sur, argumentando que esta práctica se puede convertir en una forma de “bioimperialismo”, mediante la cual los países del norte mediante esquemas de propiedad intelectual se apropian de recursos naturales.

Por tanto, la bioprospección es considerada un área interesante para análisis ya que en esta confluye una serie heterogénea de intereses y motivaciones (Brand y Görg, 2003) y en la cual es posible dinamizar el establecimiento de alianzas internacionales mediante las cuales se concreten mecanismos efectivos de cooperación que posibiliten a los países del sur la creación y fortalecimiento de capacidades internas para realizar acciones de ciencia y

tecnología y de manera simultánea contribuyan para que los países del norte incrementen el conocimiento de la biodiversidad del sur y puedan obtener de ella productos comerciales que favorezcan aumentos en retribuciones económicas.

Un análisis de experiencias de cooperación internacional para realizar bioprospección (Georghiou, 1998; Henne y Fakir, 1999; Velho, 2001; Laird y Wynberg, 2002; Velho, 2004; Katsouyanni, 2008); indica que los principales intereses y motivaciones de los países ricos en biodiversidad están relacionados con el acceso y fortalecimiento a distintas clases de conocimientos y capacidades; lo cual está representado en la obtención de reconocimiento a nivel mundial del centro de investigación participante; el fortalecimiento de la infraestructura investigativa (equipos, laboratorios); aumento de oportunidades de entrenamiento del recurso humano mediante el acceso a técnicas especializadas; aumento en posibilidades para financiación de proyectos con recursos de fuentes internacionales; aumento en prestigio y visibilidad de investigadores y grupos de investigación a través de publicaciones compartidas; y en algunos pocos casos beneficios económicos a través del pago de regalías por la comercialización de productos. Las principales motivaciones de los países del norte se pueden dividir en dos vertientes que pueden estar interrelacionadas: la académica y la empresarial; en la académica, el principal interés es la posibilidad de acceder a la biodiversidad propia de agroecosistemas de zonas tropicales; desde la visión empresarial los intereses están motivados hacia el aumento de las ventas de productos con valor agregado provenientes de recursos primarios de la biodiversidad (Artuso, 2002); la diversificación de productos de base que suministren a la empresa una ventaja competitiva y la posibilidad de obtener derechos de propiedad intelectual sobre los productos obtenidos. Las experiencias más analizadas y discutidas en las cuales un país biodiverso realiza contratos con empresas multinacionales para la exploración del potencial de sus recursos biológicos y genéticos se encuentran en Sur África (Instituto Nacional de Botánica de Sur África con empresa estadounidense Ball y la del Consejo de Investigaciones Científicas de este país con la empresa Pfizer) y Costa Rica (INBio, Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica con la empresa Merck). Un análisis de estas experiencias denota que el país del sur obtuvo beneficios relacionados con aportes importantes en tecnología, capacitación de recursos humanos y dotación de equipos de laboratorio (Cabrera, 2000; Laird y Wynberg, 2002; INBIO, on line); pero a pesar del relativo éxito mencionado algunos de los

estudios realizados (Swiderska, 2001; Boisvert y Caron, 2002; Castree, 2003; Velho, 2004), llegan a conclusiones similares sobre la escasa construcción de competencias nacionales, la ausencia de una red de beneficiarios nacionales, la poca participación del sector empresarial nacional y la bajísima participación y beneficio de las comunidades locales.

Con relación a Colombia, al realizar un análisis de las experiencias documentadas de bioprospección (Melgarejo, et al 2002; Roa-Atkinson, 2004; Duarte y Velho, 2009), se detecta que esta práctica se ha abordado desde una óptica muy amplia en la cual se incluyen trabajos relacionados con toda la diversidad biológica del país, que un gran porcentaje de las actividades son desarrolladas por grupos científicos y tecnológicos con escasa participación de las empresas y las interacciones internacionales están representadas en su mayor parte por la relación entre grupos científicos y académicos de Colombia con grupos similares de otros países.

Es así, como este trabajo se concentra en analizar la mecánica de cooperación internacional a nivel de grupos de investigación científica y tecnológica de Colombia que trabajan en bioprospección; para lo cual se recurre al análisis de coautoría. Análisis que ha sido usado por varios autores ya que el número de publicaciones internacionales en coautoría es considerado como un indicador básico de cooperación científica internacional (Glanzel et. al, 1999). Las principales razones por las cuales se ha usado este indicador están relacionadas con (i) se espera que los resultados de la cooperación científica internacional se refleje en la literatura científica, la cual es una actividad mensurable (Glanzel et. al, 1999); (ii) refleja los flujos e intercambios del conocimiento asociado (Calero et. al, 2007); (iii) la proporción de artículos en coautoría dentro del Science Citation Index se ha venido incrementando de manera sostenida (Schmoch y Schubert, 2008; Katsouyanni, 2008); (iv) ha sido usado como indicador para detectar patrones del ambiente colaborativo y para encontrar tendencias por disciplina (Roa-Atkinson y Velho, 2005); (v) hay alguna base teórica y empírica que afirma que la coautoría puede tener relación con mayor calidad (Schmoch and Schubert, 2008); y (vi) sirve de base para monitorear el grado de excelencia científica y para establecer estándares confiables (Nicolini y Nozza, 2008).

Sin embargo, el análisis de coautoría internacional es un fenómeno calificado de complejo ya que está motivado por diferentes razones de las cuales aún no hay suficiente explicación

(Schmoch and Schubert, 2008; Katsouyanni, 2008) y por lo tanto debe ser cuidadosamente limitado en sus análisis y alcances (Katz y Martin, 1997).

## **2.1 Metodología**

Con el fin de identificar la mecánica de cooperación internacional de los grupos colombianos que trabajan en bioprospección se tomó como base el análisis de coautoría; para lo cual se tuvo como referencia 71 grupos colombianos de investigación científica y tecnológica que desarrollan actividades importantes en esta temática (Duarte y Velho, 2009). Seleccionando de cada uno de éstos la persona líder (asumiendo que las publicaciones de esta persona representa una muestra adecuada de las publicaciones del grupo), para lo cual se consultó en la red ISI web of Science y en la red SCOPUS los artículos de investigación en los cuales la persona líder aparece en la lista de autores (artículos hasta septiembre de 2008).

Se identificaron 342 artículos de 46 líderes (25 de los líderes no poseen artículos en las redes mencionadas), colectándose información relacionada con los siguientes aspectos: título del artículo, temática del artículo (con base en el abstract, palabras claves y título del artículo), año de publicación, título de la publicación, país editor de la publicación; instituciones y países participantes (acorde a la información institucional de cada autor mencionada en el respectivo artículo) y posición del autor colombiano en el orden de autores. Con base en esta información se realizó el análisis sobre las principales áreas temáticas, instituciones y países de cooperación internacional con Colombia en el área de bioprospección. Para analizar la relación cuantitativa de la participación de Colombia con los diferentes países, se usó la medida de Salton, definida como el número de publicaciones conjuntas entre dos países dividido por la raíz cuadrada del número total de publicaciones (Glanzel et. al, 1999).

Con el fin de complementar la información colectada y profundizar en algunos de los aspectos detectados en el análisis bibliométrico, se realizaron entrevistas personales con 12 líderes de grupos colombianos que poseen publicaciones de las mencionadas anteriormente; realizándose una entrevista semiestructurada en la cual se indagó aspectos relacionados con las principales temáticas de cooperación, intereses y motivaciones para realizar procesos de

cooperación con grupos de otros países, principales experiencias obtenidas y beneficios y responsabilidades de los grupos participantes.

## **2.2 Resultados y discusión**

### **2.2.1 Período de publicación de los artículos**

Los 342 artículos identificados fueron publicados durante el período 1977 a 2008, de los cuales el 68% se publicaron en el período 2000 – 2008 (Tabla 2.1), observándose un aumento importante en el número de artículos publicados en revistas indexadas a medida que trascurrieron las décadas de los últimos 30 años, especialmente durante la última en la cual el promedio de artículos publicados por año se triplicó con relación a la década anterior.

**Tabla 2.1 Número de artículos publicados por líderes de grupos colombianos que trabajan en actividades de bioprospección, durante los últimos 30 años**

<b>Período</b>	<b>Número artículos publicados</b>
2008-2000	232
1999-1990	88
1989-1980	19
1979-1977	3
<b>Total</b>	<b>342</b>

Esta tendencia incremental denota la importancia a nivel nacional e internacional de los temas relacionados con la bioprospección y el fortalecimiento endógeno de los grupos colombianos, los cuales de acuerdo a los análisis realizados (Duarte y Velho, 2009) han venido aumentando capacidades que les permite mayor visibilidad de sus actividades científicas y tecnológicas. Este aumento en capacidades de los grupos es el reflejo de políticas de CyT implementadas por este país (COLCIENCIAS, 2008) con relación a estrategias orientadas al apoyo de estudios de posgrado en el exterior, fortalecimiento de programas nacionales de doctorado, apoyo y fomento a la consolidación de grupos de

investigación, establecimiento de criterios internacionales para la categorización de grupos de investigación y apoyo a programas de movilidad internacional.

### 2.2.2. Países e instituciones cooperantes

De los 342 artículos mencionados anteriormente, 193 de ellos presentan relaciones interinstitucionales con 24 países (Tabla 2.2).

**Tabla 2.2 Países con los cuales Colombia publica en el tema de bioprospección, distribuidos de acuerdo al número de artículos, tipo de institución y grado de cooperación (medida de Salton)**

País	No. Art.	Instituciones					Medida de Salton
		Univ.	CII	CNCT	Museos	Empr.	
España	59	18	1	1	0	2	3.89
Francia	29	6	5	0	1	0	1.91
Alemania	24	6	2	0	0	0	1.58
Japón	20	1	1	0	0	0	1.32
E. Unidos	19	7	2	1	0	0	1.25
Venezuela	14	2	1	0	0	0	0.92
Argentina	13	4	2	2	0	0	0.85
Chile	12	5	0	0	0	0	0.79
Brasil	10	8	2	0	0	0	0.66
Inglaterra	7	9	0	0	0	1	0.46
Italia	5	4	1	0	0	0	0.33
México	4	2	1	1	0	0	0.26
Bolivia	2	1	1	0	0	0	0.13
Suecia	1	0	1	0	0	0	0.06
P. Rico	1	1	0	0	0	0	0.06
Peru	1	0	1	0	0	0	0.06
Canadá	1	1	0	0	0	0	0.06
C. Rica	1	1	0	0	0	0	0.06
Uruguay	1	1	0	0	0	0	0.06
Suiza	1	0	1	0	0	0	0.06
Bélgica	1	1	1	0	0	0	0.06
China	1	0	0	1	0	0	0.06
Sur África	1	1	0	0	0	0	0.06
Indonesia	1	0	1	0	0	0	0.06
<b>TOTAL</b>	<b>193</b>	<b>79</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	

No. Art.= número de artículos; Univ.= Universidades; CII= Centros o Institutos de Investigación; CNT= Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología; Empr.= Empresas.

Con base en la revisión de los artículos mencionados anteriormente y del análisis de las entrevistas personales realizadas a líderes de los grupos, se puede deducir lo siguiente con relación a la mecánica de cooperación internacional:

-De los 342 artículos, 43% tienen como autores investigadores colombianos sin participación extranjera, lo cual ratifica que los grupos de este país han venido obteniendo fortalezas endógenas para adelantar trabajos y realizar publicaciones de buena calidad sin apoyo de cooperación internacional. En estos artículos hay participación de 35 instituciones colombianas, de las cuales el 57% son universidades, 26% centros de investigación y el restante 17% está representado en igual proporción entre empresas del estado y empresas privadas.

Del total de artículos con solo participación colombiana, en un 78% de estos hay la participación de una única institución colombiana y en el restante 22% de los artículos la relación interinstitucional predominante (83%) está representada por alianzas universidad - centro de investigación o universidad - universidad; por tanto y como era de esperarse la relación universidad – empresa tiene una bajísima participación (6,6%). Lo anterior denota, de una parte una escasa articulación entre los grupos colombianos y por otra la bajísima articulación con empresas privadas; lo cual se debe reflejar en la dispersión de temas abordados sin una aparente visión integral y estratégica de las acciones y de la predominancia de trabajos con una baja potencialidad de aplicación en sectores productivos (aspectos que quedarán evidentes cuando se analice más adelante los temas abordados por los grupos colombianos).

-En el restante 57% de los artículos hay la participación de al menos otro país; en los cuales el tipo de articulación más común es en dúo (Colombia y otro país), representando el 83% del total de artículos con cooperación internacional; los artículos producidos en trío de países (Colombia y dos países) representan un 14% del total, destacándose que en 59% de éstos artículos la alianza es Colombia - país de América - país de Europa; 31% Colombia - países Europa; 7% Colombia - países de América y 3% Colombia – país de Asia – país de Europa; el 3% restante del total de artículos tienen participación de más de tres países, interacción que está representada en un 60% por la relación Colombia – países de América - países de Europa, 20% por Colombia – países de Europa y 20% Colombia – países de América. Es importante tener en cuenta que la cooperación de Colombia con países de



América se intensifica cuando hay de por medio un país europeo, lo cual fue corroborado en las entrevistas a los líderes ya que la alianza con el país americano amplía el espectro del problema a solucionar y la participación del país europeo fortalece tanto el componente tecnológico como las posibilidades de obtención de financiación.

Con base en la medición de Salton (Tabla 2.2), la cooperación internacional presenta cuatro niveles de países claramente diferenciados. En el primero y con gran ventaja sobre los otros, España es el país con más intensa colaboración con Colombia; en el segundo nivel están dos países europeos (Francia y Alemania), Estados Unidos y Japón; en el tercer nivel están países americanos como Venezuela, Argentina, Chile y Brasil; y en el cuarto nivel están los demás países.

La tendencia de un mayor incremento de cooperación internacional de Colombia con países europeos con relación a Estados Unidos también fue observada para el periodo 1986-1990 para algunas áreas biológicas (Narvaez-Berthelemot, et al, 1992). Con relación a la cooperación entre países latinoamericanos (exceptuando España), la baja colaboración entre estos ha sido una constante durante hace varios años (Lewison et al., 1993; Velho, 2001; Roa-Atkinson y Velho, 2005), principalmente debido a que a pesar de que comparten problemáticas comunes, las comunidades de investigación son pequeñas y los sistemas nacionales de CyT no son fuentes financiadoras importantes, por lo cual acuden a colaboraciones con países de mayor desarrollo.

-Cuando hay cooperación internacional, se sigue observando la misma tendencia mencionada anteriormente sobre la individualidad de participación de las instituciones colombianas, puesto que en el 80% de estos artículos hay presencia de una sola institución colombiana y en el 20% restante la relación interinstitucional predominante (94%) es la misma mencionada anteriormente, corroborando la predominancia de la relación universidad – universidad o centro de investigación y una bajísima interacción con grupos o autores de empresas.

-Cuando la relación de cooperación internacional es en dúo, el autor colombiano se posiciona como primer autor en 70% de los artículos (86% con país de América, 64% con país de Europa y 60% con Japón); lo cual teniendo en cuenta la dinámica de orden de coautoría expresada por los líderes de los grupos colombianos en las entrevistas, indica que la relación de cooperación internacional se origina en gran parte desde Colombia hacia los

otros países. Mientras que cuando el artículo es producido en trío o superior, el autor colombiano solamente se posiciona como primer autor en 31% de los artículos (29% cuando la relación es Colombia – país de América – país de Europa; 22% Colombia – países de Europa; 50% Colombia – países de América). Indicando una tendencia general de que cuando la participación es en trío o superior, Colombia es un país invitado a participar, mas no es este país quien propicia la participación.

-El principal nexo de cooperación internacional se origina especialmente con aquellos países en los cuales la persona líder del grupo ha realizado estudios de doctorado; es así, como del total de los líderes de grupos colombianos que trabajan en bioprospección que han realizado estudios de doctorado en el exterior, 66% los han llevado a cabo en España, Estados Unidos, Francia y Alemania (Duarte y Velho, 2009); que son al mismo tiempo los países que participan en el 68% de los artículos mencionados.

-De acuerdo a la afiliación institucional expresada en los artículos, se observa que la relación con los 24 países (Tabla 2.2) se realiza a través de 113 instituciones; las cuales en su mayoría son universidades y centros de investigación (91% de la relación interinstitucional), con una bajísima interacción con empresas u otro tipo de institución académica o científica. Esta mecánica de relación interinstitucional se podría explicar por el hecho de que en Colombia las acciones de bioprospección son realizadas principalmente por grupos pertenecientes a universidades y centros de investigación con escasa participación de empresas privadas; quienes centran su accionar en actividades relacionadas con fases primarias de la práctica bioprospectiva, como estudios de caracterización, aislamiento, identificación, búsqueda, valoración y evaluación de compuestos (Duarte y Velho, 2009) las cuales al no presentar una aplicación específica dificultan alianzas con empresas; esta evidencia se comprueba por las temáticas de publicación de estos grupos, lo cual se explicará más adelante.

-Como se mencionó en la introducción de este trabajo, la mecánica de cooperación internacional puede ser influenciada por una gran variedad de factores; uno de los detectados en este estudio es la intensidad y laboriosidad de la persona líder del grupo. Es el caso específico de la relación con Japón (10% de los artículos), cuyo nexo se debe principalmente a que la persona líder de un grupo, además de realizar estudios de doctorado en dicho país, posee una alta productividad en publicaciones y ha contribuido a la

formación académica de jóvenes investigadores que han podido realizar intercambios con dicho país, cuyo principal resultado son publicaciones internacionales. Además, estos investigadores jóvenes una vez obtienen formación académica a nivel de doctorado crean y lideran sus propios grupos de investigación, manteniendo relación con el país cooperante. Otro de los factores que tiene influencia sobre el proceso de cooperación es la cercanía entre los países; es así como la cooperación con Venezuela (7% de los artículos) proviene casi de manera exclusiva de la relación de un grupo de una universidad colombiana situada cerca de la frontera con dicho país que incorpora estudiantes venezolanos en sus programas de posgrado.

### **2.2.3 Temas abordados**

Los grupos colombianos que desarrollan actividades de investigación en bioprospección trabajan y publican sobre una gran gama de temas (Tabla 2.3).

Los temas desarrollados por los grupos colombianos son los siguientes:

**-Principios bioactivos en vegetales:** los trabajos están dirigidos hacia fases primarias del proceso bioprospectivo como la identificación y caracterización de principios que se podrían considerar bioactivos; para lo cual se exploran especies vegetales como las Annonaceas (10% de los artículos), *Musa acuminata* (9%), y en menor proporción trabajos relacionados con los géneros *Solanum*, *Pasifloraceae* y *Piperaceae*. Aunque estos cinco géneros vegetales son los más representativos de trabajos en esta temática, constituyen solamente un porcentaje cercano al 30% del total de artículos; lo que evidencia el alto número de especies vegetales involucradas en este tipo de investigaciones, incluso muchas de las especies son referenciadas de manera individual en un solo artículo.

Lo anterior demuestra una dispersión extraordinaria de trabajos que exploran una gran variedad de especies vegetales, sin que se observe una estrategia sistemática e integradora mediante la cual se expresen prioridades, focos comunes y trabajo articulado entre grupos. Esta tendencia de dispersión se corrobora al analizar el posible foco de dichos trabajos representado por una gran variedad de posibilidades como la identificación y caracterización de sustancias con actividad alcaloide (la cual presenta la mayor frecuencia, que no supera el 9% de los artículos), actividad antiparasitaria (especialmente contra

leishmaniasis), actividad anti-inflamatoria, actividad antioxidante, producción de fitoalexinas, actividad citotóxica, actividad antifúngica y actividad antitumoral.

**Tabla 2.3 Principales temas y países cooperantes en temas relacionados con bioprospección**

<b>Tema</b>	<b>No. Art.</b>	<b>% C.I.</b>	<b>Objeto principal</b>	<b>Principales Países cooperantes</b>
Principios bioactivos en vegetales.	120	68	Identificación y caracterización de principios con posible actividad alcaloide o antiparasitaria.	España; Alemania; Francia; Japón.
Bacterias.	58	47	Identificación y caracterización de Bacillus thuringensis y modelos de crecimiento.	E. Unidos; España; Alemania; Inglaterra; Francia.
Principios bioactivos en organismos marinos.	24	71	Identificación y caracterización de principios obtenidos de esponjas y corales con posible actividad citotóxica, antifouling y bactericida.	Japón; España; E. Unidos.
Sustancias volátiles y aceites esenciales en vegetales.	30	47	Aislamiento de sustancias volátiles y aceites esenciales de frutas y arbustos.	Alemania.
Síntesis química compuestos.	35	77	Síntesis de sustancias con posible aplicación antiparasitaria y aceites esenciales.	Venezuela; España.
Enfermedades parasitarias.	15	53	Mecanismo de control para enfermedad de Chagas y Leishmaniasis.	España; Chile; Brasil.
Extracción de compuestos.	12	25	Métodos químicos para extracción de sustancias volátiles.	Venezuela; España.
Organismos marinos.	10	30	Taxonomía y caracterización de esponjas y corales.	Chile; España.

No. Art.= número de artículos; %C.I.= porcentaje de artículos en cooperación internacional.

Un 68% del total de artículos de esta temática presentan relaciones de cooperación internacional, destacándose alianzas con países como España, Francia, Alemania y Japón; y en un segundo plano países como Bolivia, Argentina, Brasil y Chile. Estadística que corrobora lo mencionado anteriormente, en cuanto a que la mecánica de cooperación internacional tiene una fuerte relación con el país en el cual los líderes de los grupos

realizaron estudios de posgrado y que la relación con países americanos se produce en un segundo plano, principalmente motivadas por la necesidad de compartir algunas problemáticas comunes.

Las entrevistas realizadas con líderes de grupos de esta temática corroboran la existencia de una serie de experiencias de cooperación internacional enfocadas a lo académico e investigativo; representadas en la participación de redes como CYTED y ALFA Europea; en publicaciones conjuntas con universidades y centros de investigación; formación académica de estudiantes colombianos de posgrado en varias universidades de distintos países y organización y participación de cursos internacionales en productos naturales realizados en varios países.

**-Bacterias:** 60% de los trabajos de este tema se pueden considerar que abordan aspectos básicos para identificación de bacterias, modelos de crecimiento y producción de endotoxinas; el 40% restante de los artículos denota alguna posibilidad de aplicación industrial de dichas bacterias. Es así, como un 82% de estos estudian y analizan a *Bacillus thuringensis* (Bt) en su actividad antimicrobial, mosquicida e insecticida y como controladora de plagas y enfermedades agrícolas; el restante 18% de los artículos examinan algunas cepas de bacterias en su efecto para bioremediación en pozos petroleros y capacidad microbial para producción de biopolímeros. Esta temática, comparada con la anteriormente analizada, guarda la semejanza de enfocarse principalmente sobre aspectos básicos relacionados con identificación y caracterización; pero se diferencia en que en la parte aplicada hay un centro de atracción representado por la bacteria Bt, la cual puede ser considerada como la bacteria más estudiada a nivel mundial.

Del total de estos trabajos, 53% son publicaciones realizadas por grupos colombianos sin participación internacional, indicando que los grupos colombianos que trabajan en esta área temática han fortalecido tanto capacidades básicas como aplicadas. La cooperación internacional se proporciona tanto para trabajos que abordan aspectos básicos (52% de los artículos), principalmente en colaboración con Estados Unidos; como en trabajos que denotan alguna potencialidad de aplicabilidad (44% de los artículos), destacándose la participación de países europeos como España, Alemania, Inglaterra y Francia y una baja participación de países como Brasil, México, Argentina, Chile y Costa Rica.

A través de las entrevistas a los diferentes líderes de los grupos que trabajan en esta temática se pudo percibir y corroborar los siguientes aspectos:

-En el caso de *Bt*, la dinámica se ha impulsado bastante debido a la conformación de redes en las cuales hay participación de varios países, especialmente latinoamericanos como Colombia, Costa Rica, México, Argentina, España y Chile; y otros países como Brasil e Inglaterra; redes cuyo principal objetivo es la caracterización de las colecciones locales de cepas de *Bt*. para determinar su potencial uso en agricultura y salud pública. En el caso específico de Colombia, el principal resultado de participación en este tipo de red es la caracterización y determinación del potencial insecticida de aproximadamente 100 cepas de *Bt.*, la capacitación del recurso humano mediante pasantías cortas para entrenamiento de estudiantes de posgrado, publicaciones nacionales e internacionales, compra de equipos de laboratorio por valores aproximados de USD\$ 40.000 y recepción de aportes en efectivo de USD\$ 200.000 para gastos de investigación.

-Con relación a trabajos de bioremediación, estos se centran en articulación universidad con industrias multinacionales petroleras para lo cual se realizan actividades en proteómica y genómica mediante las cuales se identifican, caracterizan, evalúan, seleccionan y multiplican microorganismos que posteriormente se devuelven a su ambiente para que hagan el trabajo de remediación en sitios en los cuales ya se hizo la exploración. El beneficio conjunto de esta articulación consiste en que el secreto industrial de la actividad de bioprospección es propiedad de la empresa; mientras el beneficio para la universidad consiste en pagos del costo de personal del grupo de investigación que pueden representar hasta un 65% del total de estos.

-En cuanto a capacidad microbial para producción de biopolímeros (levanas), la investigación que se ha adelantado permite contar con un biopolímero de origen microbiano obtenido mediante la selección de microorganismos nativos. En la actualidad la ejecución de este tipo de trabajos ha obtenido una patente para proceso y producto y se está desarrollando la etapa de escalamiento mediante una alianza universidad - empresa colombiana, en la cual la empresa tiene la exclusividad de la explotación potencial del biopolímero para uso farmacéutico (recubrimiento de medicamentos). En esta alianza la universidad ha invertido una cifra aproximada de USD\$ 170.000 para los trámites de patente en Japón, Estados Unidos y Europa y la empresa ha realizado por un lapso de 7

años para el desarrollo y escalamiento del biopolímero inversiones cercanas a los USD\$ 1,5 Millones. Por la patente obtenida, la universidad ha sido demandada por el Ministerio de Ambiente de Colombia, argumentándose el patentamiento de un producto para el cual no se contaba con el permiso respectivo para acceder a recursos genéticos (para mayor información sobre la normatividad legal consultar: Casas, 1999; Comunidad Andina, Normativa Andina, On Line; FAO, On Line; Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, On line; Duarte y Velho, 2008 e Capítulo III).

-Continuando con la aplicabilidad de resultados a nivel industrial con el uso de bacterias y microorganismos, otra alianza universidad - empresa, ha generado cuatro productos para el cultivo de arroz que ya cuentan con permiso de comercialización: 2 fijadores de Nitrógeno, 1 biocontrolador para plagas y 1 solubilizador de Fósforo. Los agricultores han invertido durante un período de 8 años una suma aproximada de USD\$ 1,0 Millón; creándose una spin-off llamada Biocultivos S.A., a través de la cual se han desarrollado los cuatro productos mencionados, los cuales se han probado en 15.000 ha de arroz. Actualmente, se está evaluando la posibilidad de patentar los productos y procesos y el acuerdo con la universidad es que a ésta le correspondería el 2,5% sobre ventas en el mercado.

-Algunos grupos colombianos vienen trabajando en bioprospección y mapeo de microorganismos en ambientes extremos en parques naturales de Colombia para lo cual están usando técnicas de metagenómica y bioinformática con el principal objetivo de conocer la diversidad microbiana con potencial en la industria farmacéutica y cosmética. En esta iniciativa participan 4 universidades colombianas en alianza con la Universidad de Harvard (departamento de genética) y un instituto de Brasil para desarrollos en bioinformática. Los trabajos previamente realizados por los grupos colombianos demuestran la enorme biodiversidad existente en esos ambientes, para lo cual ya se han realizado los respectivos aislamientos encontrando nuevas especies y nuevos géneros de microorganismos. Con base en estos resultados se ha establecido contacto con empresas francesas de base tecnológica que compran esa biodiversidad, las cuales exigen la entrega de todos los microorganismos del interés de ellos y solamente reconocerían algún incentivo económico después de la venta posiblemente en dos años, cuando consigan clientes a quien vendérselos, Con experiencias como esta se corrobora que tanto los investigadores como las instituciones colombianas no poseen ninguna capacidad para negociar con las empresas,

requiriéndose la contratación de profesionales expertos en negociación tecnológica. Además, estas experiencias denotan otro inconveniente relacionado con las publicaciones internacionales ya que las cepas objeto de publicación quedan de libre acceso a nivel mundial; ante lo cual, los líderes de los grupos colombianos opinan que se debe seguir la estrategia de no realizar publicaciones sobre las cepas de mayor potencial económico y comercial. Es así, como los líderes de los grupos reconocen que a través de la cooperación internacional los mayores beneficios siguen teniendo relación con actividades de fortalecimiento académico e investigativo como la formación de estudiantes, publicaciones, pasantías al exterior de los investigadores y mejora en la infraestructura de laboratorios de investigación.

**-Principios bioactivos de organismos marinos:** estos trabajos realizan investigaciones principalmente en identificación y caracterización de esponjas y corales evaluando potencial de actividad citotóxica, antifouling, bactericida y producción de alcaloides. Un 71% de los artículos se desarrollan conjuntamente con países como Japón (30%) España (25%), Estados Unidos (8%) y otros países como Italia, Francia y Brasil.

Además de estos trabajos hay 10 artículos que investigan la taxonomía y caracterización de organismos marinos; estudios que contribuyen para complementar los trabajos de productos bioactivos. En esta parte más básica, existe menor proporción de cooperación internacional (30% de los artículos), mediante articulación con países como Chile, España y Puerto Rico. Por el tipo de actividades desarrolladas por los grupos que trabajan en esta área temática; hay unos grupos que se dedican de manera exclusiva a lo que se consideraría como investigación básica desarrollando acciones relacionadas con la identificación y caracterización de estructuras secundarias de RNA, cuyos principales resultados son el acceso a colecciones biológicas, la capacitación de estudiantes en el exterior, el uso de equipos robustos y proyectos y publicaciones conjuntos. Otros grupos, aunque también trabajan en actividades básicas, han estado adquiriendo experiencias mediante alianzas con empresas.

Es así, como hay experiencias de grupos colombianos con empresas españolas como el Instituto Biomar y PharmaMar, alianzas mediante las cuales el componente académico e investigativo (responsabilidad de los grupos colombianos) tenía el compromiso de producir



compuestos con potencial bioactividad y el compromiso de las industrias españolas era el de probar dicho potencial. Estas experiencias alcanzaron avances interesantes en la identificación y composición de la estructura química de los compuestos, pero no se logró la obtención de bioactividad de los compuestos, lo cual originó la desarticulación de la alianza por parte de las empresas. Estas experiencias son ejemplos concretos de las diferencias en ritmos e intereses entre lo académico-investigativo y lo comercial, diferencias que los grupos colombianos han entendido perfectamente y en la actualidad están preparándose para abordarlos de una forma diferente.

Los trabajos más recientes en esta temática han originado el hallazgo de compuestos medicinales de alto potencial antiinflamatorio (llamados pseudoterosinas) provenientes de coral marino; trabajos realizados mediante alianzas académicas de grupos académicos colombianos con universidades como Stanford, California, Hawaii, La Coruña, Santa Catarina y Buenos Aires; y cuyos resultados están listos para integrarse a la industria, pero aún no hay alianzas concretas. Tal vez esta sea una excelente oportunidad para revivir las alianzas con las empresas españolas mencionadas anteriormente.

Se destaca en esta temática los trabajos desarrollados con 70 esponjas marinas, cuyos estudios químicos y evaluación de bioactividad han permitido la identificación y caracterización de 300 compuestos químicos, de los cuales ya se han aislado 70 estructuras novedosas con un enorme potencial de actividad antimicrobiana y antitumoral (Duque, 2009).

Una tendencia interesante observada en esta área temática, adoptada por algunos grupos colombianos, está relacionada con el enfoque reciente (desde hace unos 4 años) hacia trabajos en recubrimientos antifouling, cuya potencialidad puede ser vista como una gran alternativa a las enormes dificultades que atraviesan los grupos de investigación de países en desarrollo por el alto costo de la investigación en compuestos para producir medicamentos; además, la otra ventaja que presenta el futuro desarrollo en recubrimientos antifouling, con relación al de medicamentos, es que en Colombia existe una industria nacional de pinturas, la cual podría utilizar los productos que se obtengan para ser usados en barcos y plataformas submarinas.

Es así, como algunos de los líderes de los grupos colombianos que desarrollan esta temática, mencionan que en la actualidad los trabajos y publicaciones ya tienen un enfoque

más preciso sobre la potencialidad del compuesto estudiado y que por lo tanto están dispuestos a trabajar de manera más articulada con las empresas, con el fin de ir disminuyendo la desconfianza mutua actualmente existente y de esta forma lograr que la academia piense en productos que generen renta para las universidades y que las industrias entiendan los tiempos para los desarrollos científicos.

**-Aislamiento de sustancias volátiles de vegetales y aceites esenciales vegetales:** el énfasis de esta temática se relaciona con trabajos en los cuales se realiza la caracterización química de sustancias pertenecientes a frutos y otros vegetales. Es así, como 75% del total de estos artículos demuestran trabajos en una diversidad de frutas, como mora (*Rubus glaucus*), granadilla (*Passiflora edulis*), uchuva (*Physalis peruvian*), melón (*Cucumis melo*), papaya (*Carica papaya*), tamarillo (*Cyphomandra betacea*), lulo (*Solanum quitoense*), curuba (*Passiflora cumbalensis*), badea (*Passiflora cumbalensis*), guayaba (*Psidium guajava*) y mamey (*Mammea apple*); el restante 25% en otros vegetales arbustivos como Ylang Ylang (*Cananga odorata*), *Limpia organoides*; copaica (*Copaifera officinalis*) y escobillón rojo (*Callistemon speciosus*).

En el caso de frutales, se observa que la tendencia generalizada es la generación de un artículo de investigación por cada frutal, en el cual se describe la estructura química de los principales compuestos volátiles. La finalidad de estos trabajos básicos es la identificación y aislamiento del compuesto volátil, el cual por medio de síntesis química permite la producción de sustancias volátiles con características similares a las naturales, las cuales tienen un buen potencial de incorporación en la industria alimenticia como aromatizantes o saborizantes.

53% del total de estos artículos están publicados con la participación de solamente autores colombianos. El restante 47% a través de cooperación con países como Alemania (33%) y entre 1-2 artículos en colaboración con países como Japón, España, Estados Unidos y Uruguay.

Además de los artículos mencionados anteriormente, hay 12 artículos en los cuales se describen métodos químicos para extracción de compuestos; de los cuales el 50% son específicos a sustancias volátiles y el restante 50% para extracción de sustancias como

gliceroles, esteroides y flavonoides. El 75% de estos artículos son producidos por autores colombianos, denotando capacidad endógena en este tema.

En cuanto a experiencias relacionadas con extracción de aceites esenciales, en Colombia se viene desarrollando esta actividad en varios grupos de investigación, los cuales mediante una convocatoria pública obtuvieron recursos del gobierno colombiano por USD\$ 1,8 Millones para la conformación desde hace cuatro años de un centro de investigación de excelencia para la agroindustrialización de especies vegetales aromáticas y medicinales tropicales (CENIVAM, on line). Dicho Centro está conformado interdisciplinariamente por 9 grupos de investigación de 5 universidades colombianas, una fundación y 2 industrias privadas colombianas (Stachenko, 2009). Durante estos cuatro años el Centro ha enfocado sus actividades en las etapas de recolección de material vegetal (colectándose más de 350 accesiones de vegetales); análisis cromatográfico de volátiles; transformación catalítica (81 sustancias nuevas sintetizadas); ensayos de bioactividad (antibacterial, antimicótica, toxicidad aguda y anti-leishmania), trabajo en plantas piloto y transferencia de tecnologías. La experiencia de este Centro ha sido bastante interesante ya que ha permitido articular el trabajo interdisciplinario de varios grupos y alianzas entre la academia y el sector productivo; además, ha permitido avanzar en experiencias mediante las cuales se fijan prioridades y el gobierno colombiano apoya con recursos financieros de importante cuantía. Con relación a trabajos relacionados con sustancias volátiles, en la actualidad en Colombia existe un par de casos empresariales exitosos que han permitido introducir al mercado nacional aromas artificiales en golosinas, producidos a través de síntesis química de los aromas naturales; lo cual se logró mediante una alianza de 5 años entre la universidad y la industria colombiana.

**-Síntesis de compuestos químicos:** son 35 artículos los que reportan procedimientos y metodologías para síntesis química de compuestos con potencial aplicación contra enfermedades parasitarias (principalmente leishmaniasis), actividad antifúngica y citotóxica, utilización de aceites esenciales, contra efectos sicóticos y producción de ácidos carboxílicos). 23% de estos artículos han sido generados por instituciones y autores colombianos y en el restante hay colaboración internacional, especialmente con Venezuela

(37% de los artículos con cooperación internacional), España (37%) y Francia, Inglaterra y Argentina (cada uno con 7%).

**-Enfermedades parasitarias:** 15 artículos mencionan trabajos específicos para control de enfermedades como Chagas (80% de los artículos) y Leishmaniasis (20%); en estos trabajos se identifican y caracterizan clones y cepas de parásitos del género Trypanosoma y se estudia el control de vectores de los agentes parasitarios. 47% de estos artículos son generados por grupos colombianos y en el restante hay cooperación internacional, especialmente de España (37% de los artículos con cooperación internacional), Chile (37%) y Brasil (25%). Esta es el área temática en la cual se presenta mayor articulación entre países del Sur, debido a que comparten problemas similares. La articulación de los grupos colombianos con grupos de países del Norte se relaciona desde el punto de vista académico (especialmente a través de estudiantes de posgrado) y no se detectó alianzas con empresas.

**-Otros temas:** el restante de artículos tratan sobre una gama de temas relacionados por ejemplo con identificación y caracterización de hongos (5 artículos), variabilidad genética de vegetales (4), transgénesis en plantas (3), productos bioactivos en hongos (3), control biológico de plagas y enfermedades agrícolas (3); química básica (3), identificación y caracterización de insectos que son plagas agrícolas (2), vacunas genéticas (2), y otros temas como biocatálisis, impacto ambiental marino, fisiología de frutales amazónicos; entre otros.

## **Conclusiones**

Los grupos colombianos tienen la tendencia general de publicar sin generar colaboraciones de otras instituciones nacionales, lo cual reflejaría que realizan trabajos de manera independiente, originando investigaciones en una gran cantidad de temas. Tendencia que debe ser corregida a través de acciones de política de CyT como la que ha venido propiciando este país desde hace unos cuatro años a través del apoyo por parte de recursos públicos a consorcios de grupos de investigación para que emprendan trabajos de manera coordinada y conjunta, por medio de estrategias como la que se ha denominado conformación de Centros de Investigación de Excelencia.

Para el tema de bioprospección, existe mayor articulación de los grupos colombianos con grupos de otros países que con grupos nacionales. Observándose que las principales motivaciones de esta articulación por parte de los investigadores colombianos son preferencialmente de carácter académico e investigativo, y solo durante los últimos años se observa alguna preocupación de realizar trabajos con enfoques más aplicados y selectivos, cuyos resultados se puedan incorporar y negociar con empresas.

España es el país con el cual Colombia mantiene los mayores niveles de cooperación, seguido por otros países europeos como Francia, Alemania e Inglaterra y posteriormente los Estados Unidos. Se observó que el grado de cooperación con los países guarda una estrecha relación con el país en el cual el líder del grupo colombiano haya realizado sus estudios de posgrado. También, se observó que un polo importante de cooperación se relaciona con las posibilidades de obtener financiación cuando se participa en redes temáticas, lo cual se detectó especialmente para redes europeas. También, pareciera existir una pequeña tendencia de diferenciación de la articulación de cooperación con países europeos o con los Estados Unidos; ya que con los primeros se muestra una mayor potencialidad de realizar trabajos con aplicabilidad en sectores empresariales; mientras que con los Estados Unidos la principal y más importante motivación es de tipo académico.

La cooperación entre Colombia y países americanos (exceptuando Estados Unidos) se presenta en un tercer nivel, motivada principalmente por la oportunidad de compartir problemas comunes relacionados con condiciones tropicales.

Por el análisis efectuado en este trabajo, creemos que en la actualidad la temática de bioactividad de organismos marinos es la que presenta más avances en bioprospección en Colombia, tanto desde el punto de vista básico como aplicado. Destacándose la presencia desde hace varios años de grupos que han venido trabajando de manera muy intensa, con lo cual han contribuido al relacionamiento con grupos internacionales, a la presencia de un gran número de publicaciones internacionales, a la formación académica de investigadores y a la formación de otros grupos jóvenes en Colombia.

Colombia ha venido sentando las bases para la conformación de un Programa Estratégico en Bioprospección, necesitándose de medidas específicas de política de CyT como la identificación de prioridades y mayor apoyo a grupos de investigación que trabajen coordinadamente en las áreas prioritarias identificadas.

### **Agradecimientos**

- A los 12 líderes colombianos de grupos de investigación quienes compartieron a través de entrevista sus experiencias: Carmenza Duque, Dolly Montoya y Alejandro Chaparro, de la Universidad Nacional de Colombia; Sergio Orduz, Centro de Investigaciones Biológicas; Patricia del Portillo, CORPOGEN; Juan Armando Sánchez, Jenny Dussán, Mauricio Linares, Silvia Restrepo, de la Universidad de Los Andes; Sandra Baena, Rubén Torrenegra, de la Universidad Javeriana; Fernando Echeverri, de la Universidad de Antioquia.

-A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil), por el apoyo a través de una bolsa de estudios.

### **Bibliografía**

-ARTUSO, A. (2002). Bioprospecting, Benefit Sharing, and Biotechnological Capacity Building. *World Development*, Vol. 30, No. 8, pp. 1355–1368.

-BOISVERT, V.; CARON, A. (2002). The Convention on Biological Diversity: An Institutional Perspective of the Debates. *Journal of Economic Issues*. Vol. XXXVI No. I, March, pp 151-166.

-BRAND, U.; GÖRG, C. (2003). The State and the Regulation of Biodiversity, International Biopolitics and the Case of Mexico. *Geoforum*, Vol. 34 (2): 221-233.

-BRUSH, S. (1999). Bioprospecting the Public Domain. *Cultural Anthropology*. Vol 14 (4): 535-55.

-CABRERA, J. (2000). El Acceso a los Recursos Genéticos y los Sistemas Sui Generis como Mecanismo para la Protección del Conocimiento Tradicional: La Experiencia Costarricense. UNCTAD Expert Meeting on Systems and National Experiences for Protecting Traditional Knowledge, Innovations and Practices. Geneva. 30 October – 1 November 2000. Consultada Noviembre de 2006. [http://r0.unctad.org/trade\\_env/tk.htm](http://r0.unctad.org/trade_env/tk.htm)

-CALERO, C.; VAN LEEUWEN, T.N.; TIJSSEN, R.J.W. (2007). Research cooperation within the bio-pharmaceutical industry: Network analyses of co-publications within and between firms. *Scientometrics*, 71 (1): 87–99

- CASAS A. (1999). Recursos genéticos, biodiversidad y derecho. Bogotá. Ediciones jurídicas Gustavo Ibañez e Instituto Colombiano de Derecho Ambiental. 25 p.
- CASTREE, N. (2003). Bioprospecting: from theory to practice (and back again). *Transactions of the Institute of British Geographers*, 28, 1: 35-55.
- CENIVAM. Centro de Investigación de Excelencia para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (On line). Consultada en Enero de 2009. Disponible en <http://cenivam.uis.edu.co/principal.php>
- COMUNIDAD ANDINA, NORMATIVA ANDINA. (On line). Consultada Julio de 2008. Disponible en URL:<http://www.comunidadandina.org/normativa/dec/D391.htm>.
- COLCIENCIAS, (2008). Colombia Construye y Siembra Futuro. Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología –COLCIENCIAS-. 67 p.
- DUARTE, O.; VELHO, L. (2008). Análisis del marco legal en Colombia para la implementación de prácticas de bioprospección. *Acta Biológica Colombiana*. 13(2): 103-122.
- DUARTE, O.; VELHO, L. (2009). Capacidades científicas y tecnológicas de Colombia para adelantar prácticas de bioprospección. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Vol. 4, N° 12: 55-68, Abril.
- DUQUE, C. (2009). Organismos marinos: fuente asombrosa de compuestos útiles para la humanidad. En: Carlos Corredor; Felipe Guhl; Carmenza Duque (editores) *Memorias Seminario Internacional Tendencias y Futuro de la Investigación en Parasitología y en Productos Naturales*. ACOFACIEN y ACCEFYN. Editora Guadalupe S.A, Bogotá, Colombia, páginas 353 – 372.
- ESCOBAR, A. (1999). After Nature: Steps to an Antiessentialist Political Ecology. *Current Anthropology*, 40 (10): 1-30.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (On line). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consultada Julio de 2008. [http://www.fao.org/biodiversity/CBD\\_es.asp](http://www.fao.org/biodiversity/CBD_es.asp)
- FEINSILVER, J.M., (1996), Prospección de la biodiversidad: potencialidades para los países en desarrollo”. *Revista de la CEPAL* n. 60, Diciembre, pp111-128.

- GEORGHIOU, L. (1998). Global cooperation in research. *Research Policy*. Vol. 27, pages 611– 626.
- GLANZEL, W.; SCHUBERT, A.; CZERWON, H.-J. (1999). A bibliometric analysis of international scientific cooperation of the European Union (1985-1995). *Scientometrics*, 45 (2): 185-202.
- HENNE, G. and FAKIR, S. (1999). NBI-Ball Agreement: A new phase in bioprospecting?. *Biotechnology and Development Monitor*, No. 39, pages 18-21
- INBIO, INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD DE COSTA RICA. (On line) Consultada septiembre 2008. Disponible en <http://www.inbio.ac.cr>.
- KATSOUYANNI, K. (2008). Collaborative research: Accomplishments & potential. *Environ Health*. 7:3. Published online 2008 January 21. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2265690>
- KATZ, J. S., MARTIN, B. R. (1997): What is research collaboration? *Research Policy*, 26 : 1–18.
- LAIRD, S. A. (2002) Introduction: equitable partnerships in practice. In: *Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. pages xxii-xxxvi.
- LAIRD, S; ten KATE, K. (2002). Biodiversity prospecting: the commercial use of genetic resources and best practice in benefit-sharing. In: *Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section IV, Chapter 8. pages 241-286
- LAIRD, S. A.; WYNBERG, R. (2002). Institutional policies for biodiversity research. In: *Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section I, Chapter 3, pages 39-76.
- LEWISON, G.; FAWCETT-JONES, A.; KESSLER, C. (1993). Latin-American scientific outputs 1986-1991 and international co-authorship patterns, *Scientometrics*, Vol. 27 (3): 317-336.
- MELGAREJO, L. M., J. SÁNCHEZ, A. CHAPARRO, F. NEWMARK, M. SANTOS-ACEVEDO, C. BURBANO y C. REYES. (2002). Aproximación al estado actual de la



bioprospección en Colombia Bogotá: Cargraphics, 334p. Serie de Documentos Generales INVEMAR No.10)

-MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE COLOMBIA. (On line). Consultada diciembre de 2008. Disponible en URL: <http://www.minambiente.gov.co>

-MORAN, K.; KING, S.; CARLSON, Th. (2001). Biodiversity Prospecting Lessons and Prospects Annual Review of Anthropology 30: 505-526.

-NARVAEZ-BERTHELEMOT, N., FRIGOLETTO, L.P. and MIGUEL, J.F. (1992). International scientific collaboration in Latin America, *Scientometrics*, Vol. 24 (3): 373-392.

-ROA-ATKINSON, A. (2004). Partnership in Bio prospecting in Colombia: North-South, Public-Private Partnerships in biotechnology relevant issues and impact in the developing countries. Final report UNU-INTECH.

- ROA-ATKINSON, A.; VELHO, L. (2005). Interactions in knowledge production: A comparative case study of immunology research groups in Colombia and Brazil. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives*, 57 (3): 200-216. [www.emeraldinsight.com/researchregister/0001-253X.htm](http://www.emeraldinsight.com/researchregister/0001-253X.htm)

-SCHMOCH, U.; SCHUBERT, T. (2008). Are international co-publications an indicator for quality of scientific research?. *Scientometrics*, 74 (3): 361–377

- STACHENKO, E. (2009). Perspectivas de la agroindustria de aceites esenciales. En: Carlos Corredor; Felipe Guhl; Carmenza Duque (editores) *Memorias Seminario Internacional Tendencias y Futuro de la Investigación en Parasitología y en Productos Naturales*. ACOFACIEN y ACCEFYN. Editora Guadalupe S.A, Bogotá, Colombia, páginas 385-398.

- SWIDERSKA, K. (2001). Stakeholder Participation in Policy on Access to Genetic Resources, Traditional Knowledge and Benefit-Sharing, Case Studies and Recommendations. *Biodiversity and Livelihoods Issues* No. 4. March 2001. Pages 1-35.

-VELHO, L. (2001). Redes regionais de cooperação em C&T e o Mercosul. (On line) <http://ftp.unb.br/pub/download/ipr/rel/parcerias/2001/2607.pdf>

-VELHO, L. (2004). North-South, Public-Private, Collaboration in Biotechnology: Relevant Issues and Impact in Developing Countries (COLBIOTECH). Consultada Julho de 2008.

[http://www.intech.unu.edu/research/current\\_research/global/velho/2000\\_162.php](http://www.intech.unu.edu/research/current_research/global/velho/2000_162.php)

### **Capítulo III - Análisis del marco legal en Colombia para la implementación de prácticas de bioprospección<sup>8</sup>**

---

**Publicado em: Acta Biológica Colombiana. 2008. Vol. 13, No. 2: 103 – 122.**

**ISSN 0120-548X.**

**Publicação da Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.**

**Indexada em SciELO Colombia; LATINDEX.**

Oscar Duarte Torres, Magíster Scientiae, Candidato a Ph. D.

Léa Velho, Ph. D., Profesora Titular.

Departamento de Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, 13083970 - Caixa-Postal: 6152. Campinas, Brasil.

oscartorres@ige.unicamp.br - velho@ige.unicamp.br

#### **Resumen**

La práctica de bioprospección tiene características que involucran la interacción entre conocimiento tradicional, poseído por comunidades locales e indígenas de los países del Sur y las actividades comerciales propias de industrias como la farmacéutica y la de agroinsumos de los países del Norte; en esta interacción, emergen otra serie de actores como las Organizaciones No Gubernamentales, los Centros de Investigación, las Universidades, las instituciones financiadoras de actividades de ciencia y tecnología y el Estado, entre otros. Esta confluencia se caracteriza por motivaciones e intereses divergentes entre actores con poderes muy disímiles, lo cual ocasiona la necesidad de poseer marcos normativos que contribuyan a regular dicha interacción. Se analiza el marco legal en la implementación de la práctica bioprospectiva en un país megadiverso como Colombia, para lo cual se hizo la revisión de literatura correspondiente y se realizó un trabajo de campo en Colombia, mediante el cual se accedió a información de la autoridad nacional competente

---

<sup>8</sup> Este artículo hace parte del proyecto “Naturaleza e Impacto de Alianzas Norte – Sur en la Producción y Utilización de Conocimiento en Bioprospección” ([www.ige.unicamp.br/parbio](http://www.ige.unicamp.br/parbio)), financiado con recursos del International Development Research Center (IDRC) y ejecutado técnicamente por el Departamento de Política Científica y Tecnológica de la Universidad de Campinas en Brasil.

en materia de diversidad biológica y acceso a recursos genéticos, se participó en una serie de reuniones en las cuales se analizó la implementación del marco legal en bioprospección y se hicieron entrevistas con actores involucrados en dicha práctica. Se concluye que hay dificultades de la autoridad nacional competente para implementar la normatividad de carácter regional andino y se evidencian las enormes limitantes para que los investigadores colombianos adelanten proyectos de investigación en esta temática.

**Palabras clave:** Colombia; bioprospección, marco legal, recursos genéticos, decisión Andina 391.

### **Abstract**

#### **Analyse Of The Legal Framework In Colombia For Implementation Of Bioprospecting Practices**

The practice of bioprospecting is inherently linked with traditional knowledge and practices of local communities in the South as well as with the commercial activities of industries (e.g., pharmaceutical sector, agriculture) in the North. A series of actors operate at this interface, such as Non-Governmental Organizations (NGOs), Research Centers, Universities, Science and Technology sponsor institutions and the State. As these actors have divergent interests and powers of negotiation, an appropriate regulatory framework is necessary to regulate their interaction. This paper analyzes the existing legal framework in a mega-diverse country, like Colombia, for implementation of bioprospecting practices. The research consisted of two key components: (i) A review of the state of art of bioprospecting; (ii) A work in situ in Colombia, which consisted of analysis of information and genetic resources related to bioprospecting, participation in the implementation of a legal frame for bioprospecting practices and interviews with Colombian professionals in the field of biodiversity conservation. Our research determined that: (i) national authorities encounter a multitude of difficulties to implement a legal framework in Colombia, especially the Andean regional normativity; (ii) the execution of research projects related to bioprospecting in Colombia faces numerous challenges.

**Key words:** Colombia, Bioprospecting, Legal framework, Genetic resources, Andean Decision 391.

## **Introducción**

Para efectos de este artículo, se define bioprospección como la búsqueda sistemática, clasificación e investigación de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas y otros productos que posean un valor económico actual o potencial y que se encuentran en los componentes de la diversidad biológica (Feinsilver, 1996; Carrizosa y Casas, 2000 y Castree, 2003); El potencial de los procesos de bioprospección a nivel mundial está relacionado con la existencia de aproximadamente 80.000 especies de plantas que pueden tener usos tradicionales como medicinas, y tan solo 5.000 de éstas han sido investigadas para evaluar su potencial farmacéutico (Chatterjee, 2002; Joy *et al.*, 1998). Carrizosa y Casas (2000) consideran a Colombia como un país muy atractivo por parte de las industrias farmacéuticas para emprender prácticas de bioprospección, debido a su gran riqueza de biodiversidad en fuentes de compuestos químicos y biológicos novedosos con gran potencial para comercialización; pero infortunadamente con muy pocos estudios realizados que contribuyan a cuantificar todo ese potencial. La práctica de bioprospección contempla la interacción entre diferentes tipos de conocimiento, especialmente aquellos tradicionales poseídos por las comunidades locales e indígenas de los países del Sur<sup>9</sup> y el conocimiento científico o tecnológico aportado por los sectores académicos e investigativos con fines propios o al servicio de empresas transformadoras, principalmente la industria farmacéutica y la de agroinsumos de los países del Norte<sup>10</sup>. Debido a que los representantes de estos conocimientos, poseen intereses específicos, diferenciados poderes económicos y políticos y desiguales capacidades de negociación, en esta interacción emergen otra serie de actores como las Organizaciones No Gubernamentales, la Sociedad Civil y las instituciones reguladores del Estado. La confluencia de esa serie de actores sociales, con objetivos, capacidades e intereses diversos y muchas veces divergentes entre sí, ha obligado a que se establezcan unas reglas de juego que aparentemente buscan un aprovechamiento de la biodiversidad de una forma justa, equitativa y sostenible; estas reglas se han concebido a

---

<sup>9</sup> Países del Sur, aquellos situados en el trópico y biodiversos (Moran, et al, 2001).

<sup>10</sup> Países del Norte, aquellos situados en zonas templadas y ricos tecnológicamente (Moran, et al, 2001).

través de marcos legales determinados a nivel internacional, regional y nacional. Es así, como el objetivo de este artículo es analizar la implementación del marco legal en un país rico en biodiversidad, como Colombia, con el fin de entender las implicaciones de su aplicación en actividades de ciencia y tecnología relacionadas con bioprospección. Las dos preguntas clave que este artículo responde son: (i) ¿Es apropiado el actual marco legal colombiano para realizar procesos de bioprospección? y (ii) ¿Cuál ha sido el efecto de la aplicación de dicho marco legal sobre actividades de ciencia y tecnología de bioprospección en Colombia?. Para el tratamiento de estos temas, el artículo se divide en tres secciones. En la primera se documentan algunos casos de bioprospección en Colombia, con el fin de entender el tipo de solicitudes formales que se han hecho ante la autoridad nacional competente y se presentan algunos ejemplos de casos de bioprospección adelantados por grupos colombianos. En la segunda sección se analiza el marco legal que rige actualmente en Colombia para adelantar bioprospección, el cual es presentado en los niveles internacional, regional andino y nacional. La tercera sección analiza los principales procedimientos actuales que son exigidos por la autoridad nacional competente en Colombia para adelantar investigación en diversidad biológica y acceso a recursos genéticos. Finalmente, se presentan las principales conclusiones.

### **3.1 Métodos**

Para lograr los objetivos y responder las dos preguntas planteadas en este artículo, se realizaron los siguientes pasos metodológicos:

- Revisión bibliográfica mediante la cual se estableció el marco conceptual para entender los alcances de la práctica de bioprospección y la normatividad a nivel mundial.
- Análisis del marco legal actual para emprender la práctica bioprospectiva en Colombia, para lo cual se estudió la normatividad internacional (principalmente el Convenio de Diversidad Biológica), el marco legal regional andino (principalmente la Decisión 391 de 1996) y el marco legal colombiano relacionado con esta práctica (Leyes, Decretos y Resoluciones).
- Participación de uno de los autores, como observador académico, en la Octava Conferencia de las Partes (COP 8), que se llevó a cabo en Curitiba, Brasil, del 27 al 31 de

Marzo de 2006; con el objeto de entender el tipo de negociación que se lleva a cabo mundialmente en el marco del Convenio de Diversidad Biológica.

- Realización de un trabajo de campo en Colombia durante cinco meses (Agosto a Diciembre de 2006), durante el cual uno de los autores tuvo contacto directo con la actual problemática de dicho país para emprender bioprospección. Durante este período se realizaron las siguientes actividades:

- Participación en cinco reuniones específicas en las cuales representantes de los sectores académico, investigativo, productivo y del gobierno colombiano analizaron el actual marco legal para realizar bioprospección. En la reunión No. 1 se analizaron las necesidades y posibilidades de reforma de la Decisión Andina 391 de 1996; en la reunión No. 2 se hizo un análisis del requerimiento de permisos de investigación en biodiversidad y acceso a recursos genéticos, por parte del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT-, de los proyectos presentados en una convocatoria para financiación por parte del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología - COLCIENCIAS-. En la reunión No. 3 se analizó la posibilidad de la creación de una maestría en Colombia sobre Genética y Derecho; La reunión No. 4 analizó en un Consejo de los Programas colombianos de Ciencia y Tecnología de Biotecnología y Agropecuarias, la implicación de la normatividad sobre los proyectos de investigación para ser financiados por COLCIENCIAS, en esta reunión participó una abogada del MAVDT. En la reunión No. 5 se buscaron alternativas conjuntas entre el MAVDT (con participación de la Viceministra de Medio Ambiente) y COLCIENCIAS (con participación de su Director General), para los proyectos que en Colombia requieren permisos para investigación en biodiversidad y acceso a recursos a genéticos.

- Análisis de una convocatoria de proyectos de investigación sobre biodiversidad, para ser financiados por COLCIENCIAS. El objeto fue analizar los conceptos emitidos por la autoridad nacional competente (MAVDT) sobre el requerimiento de permisos para realizar investigación en diversidad biológica o acceso a recursos genéticos.

- Solicitud y análisis de la información oficial del MAVDT sobre solicitudes y otorgamientos de permisos para realizar investigación en biodiversidad biológica y acceso a recursos genéticos. Lo cual se hizo con el fin de analizar el tipo de información solicitada por el MAVDT, el procedimiento y los tiempos necesarios para realizar el trámite de dichas

solicitudes. De 31 solicitudes de acceso a recursos genéticos realizadas entre 1997 a 2006, se analizaron a profundidad cuatro expedientes (tres solicitudes negadas a instituciones extranjeras y la única solicitud aprobada hasta esa fecha).

- Realización de seis entrevistas personales a actores claves en la práctica de bioprospección en Colombia. Las entrevistas No. 1 y 2 se realizaron a académicos de una universidad pública y una universidad privada, respectivamente; la entrevista No. 3 se realizó a la investigadora colombiana a quien se le otorgó el primer permiso de acceso a recursos genéticos; la entrevista No. 4 se realizó con un empresario privado que está desarrollando un proyecto de bioprospección; la entrevista No. 5 se realizó con una representante del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la entrevista No. 6 se efectuó con una representante del MAVDT de la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites. Las entrevistas personales fueron grabadas, editadas a formato de texto y enviadas a cada entrevistado con el objeto de su revisión y aprobación. Las entrevistas se realizaron con una metodología de tópico general, mediante la cual en el momento de la concertación de la cita con el entrevistado y al momento de iniciar la entrevista se le indicó y recordó a la persona entrevistada los tópicos sobre los cuales se realizaría la entrevista. Los tópicos fueron: (i) algunas experiencias de bioprospección en Colombia; (ii) experiencias con la solicitud de permisos ante la autoridad nacional competente para realizar investigación en diversidad biológica y acceso a recursos genéticos y (iii) ventajas y desventajas de que Colombia posea un marco legal para realizar procesos de bioprospección.

## **3.2 Resultados y discusión**

### **3.2.1 Algunos casos de bioprospección en Colombia**

Del análisis de la información y experiencias colombianas en bioprospección, lo primero que se debe mencionar es la enorme dificultad de documentar dichas experiencias de una manera precisa, ya que no existe una completa información sistematizada sobre los casos de bioprospección y hay evidencias sobre casos de bioprospección que se han llevado a cabo en el país por grupos extranjeros y/o por grupos nacionales, sin que se registren dichas experiencias a través de las solicitudes de los permisos respectivos (lo cual se pudo evidenciar a través de las Entrevistas No. 1, 2, 5 y 6 y la Reunión No. 4).



Por tanto, en este artículo se presentan como ejemplo algunos casos de bioprospección que han sido extraídos de los expedientes de las solicitudes de permisos para realizar investigación en diversidad biológica o de acceso a recursos genéticos que reposan en el MAVDT y de algunas experiencias documentadas en la literatura.

Un primer caso del interés de las empresas multinacionales en aprovechar la biodiversidad colombiana, es el caso de Andes Pharmaceuticals Inc., quien a través de la empresa Bioandes S.A., solicitó en febrero de 1997 al MAVDT de Colombia permiso de acceso a recursos genéticos para desarrollar actividades de bioprospección en todos los ecosistemas de Colombia y posteriormente especificó la solicitud hacia los Parques Nacionales Naturales (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, expedientes número 2331 y 2332). Este caso se analizará con mayor detalle más adelante, cuando se mencionen los ejemplos de solicitudes negadas por parte de la autoridad nacional competente.

Otro caso ejemplo del interés internacional en los recursos naturales de Colombia, es el de la empresa *Disney's Animal Kingdom*, quien a través de la Universidad de Wisconsin solicitó a la autoridad nacional competente en septiembre de 1999, acceso a recursos genéticos de la especie *Saguinus oedipus* (Tití cabeciblanco). Solicitud que aparentemente contemplaba actividades exclusivas de investigación, pero por demoras en respuestas del MAVDT, la solicitud fue retirada por parte del solicitante (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, expediente número 2294).

Un tercer caso ejemplo del interés extranjero en la biodiversidad colombiana, es el del *American Museum of Natural History* de los Estados Unidos, quien a través de un estudiante de doctorado de la Universidad de Columbia solicitó al MAVDT en Enero de 2002, permiso de acceso a recursos genéticos en especies de anfibios y reptiles del occidente colombiano. El trámite de permiso fue suspendido ya que el solicitante no respondió al Ministerio sobre los permisos con los cuales se habían adelantado unas investigaciones preliminares (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, expediente número 2658).

Del análisis de estas experiencias y de las entrevistas realizadas, se puede evidenciar lo siguiente:

- Algunas empresas extranjeras pretendieron aprovechar de forma temprana la reciente normatividad emitida (en 1997), con el fin de tratar de obtener los permisos respectivos para adelantar prácticas bioprospectivas en todo el territorio colombiano, ofreciendo a cambio algunos incentivos no monetarios representados en dotación de laboratorios, publicaciones compartidas, entrenamiento de personal técnico colombiano, entre otros; lo cual no correspondía con el valor potencial de la biodiversidad a la cual iban a tener acceso.
- La inseguridad por parte del MAVDT para autorizar o denegar dichos permisos, debido a la falta de claridad en la forma de aplicar la normatividad existente, a los vacíos de dicha normatividad y a la falta de capacidad técnica instalada en el Ministerio en cada una de las áreas específicas en las cuales se requiere emitir los conceptos de los permisos respectivos. Es así, como por ejemplo, en el caso de la solicitud realizada por *Andes Pharmaceuticals Inc.*, se denegó la solicitud argumentando que ésta no contemplaba el pago de regalías para el Ministerio y que la propuesta debió de tomar como ejemplo la negociación realizada entre el INBio de Costa Rica y la empresa Merck<sup>11</sup>. La impresión de los autores de este artículo, es que el Ministerio conocía de la dificultad de otorgar este permiso para que una empresa extranjera pudiera acceder a todos los recursos genéticos de Colombia, pero no tenía los instrumentos legales para sustentar la negación. Esto conlleva a que la autoridad nacional competente no encuentre los mecanismos legales y técnicos idóneos para autorizar o denegar el permiso y tenga que recurrir, la mayoría de las veces, a dilaciones del proceso a través de solicitudes sucesivas de información (esto se corroboró por el análisis efectuado por los autores de este artículo de algunos de los expedientes de las solicitudes que reposan en el MAVDT; por lo expresado en las Entrevistas No. 2 y 3 y por lo expresado por algunos de los investigadores asistentes a la Reunión No. 4).
- La posibilidad de que estos casos hayan servido como ejemplos negativos para que otras empresas y centros internacionales se nieguen a surtir el trámite legal a través de los permisos y por lo tanto hayan realizado o estén desarrollando actividades de bioprospección en Colombia sin el respectivo permiso. Es así, como por ejemplo, de acuerdo a lo manifestado por algunos de los entrevistados (Entrevistas No. 1 y 2), hay evidencias de experiencias de bioprospección por parte de universidades e investigadores extranjeros en

---

<sup>11</sup> Para información del caso INBio – Merck, consultar Castree (2003); Toly (2004); INBio página internet.

ecosistemas colombianos, las cuales se presentan en seminarios internacionales y que no se han sometido a la normatividad legal vigente para realizar dichas actividades.

Lo expuesto anteriormente, es posiblemente una de las principales causas por las cuales, aparentemente no existen experiencias documentadas en procesos de bioprospección en Colombia en las cuales haya una interacción Norte-Sur, experiencias que si existen en otros países biodiversos como Costa Rica (INBio, página internet), Perú, Brasil o Surinam (PARBIO, página internet) aunque con grandes dificultades en el marco legal.

Por tanto, de acuerdo a la revisión de literatura efectuada y a los casos captados a través de las entrevistas realizadas para este artículo, varias de las experiencias documentadas de bioprospección en Colombia se han llevado a cabo o se están adelantando en alianzas internas entre grupos colombianos.

Un análisis de algunas de las experiencias en bioprospección reportadas por grupos colombianos (Melgarejo *et al.*, 2002b; Roa-Atkinson, 2004; Duarte *et al.*, 2006), permiten observar que la bioprospección se ha enfocado desde una óptica muy amplia, mediante la cual se le considera como una actividad sinónimo a biodiversidad y por lo tanto no se hace la diferencia de que la práctica bioprospectiva debe tener un enfoque más específico relacionado con un potencial comercial.

Algunos ejemplos sobre ese enfoque más específico, pueden ser los trabajos que vienen desarrollando el Instituto Colombiano de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) y la Universidad Nacional de Colombia, quienes han colectado para evaluación de bioactividad y estudios químicos, alrededor de 66 especies marinas, registrando resultados positivos de actividad antimicrobiana y antitumoral; y logrando aislar e identificar 25 estructuras químicas novedosas (Melgarejo *et al.*, 2002a).

Otro ejemplo se viene desarrollando, en los departamentos de Farmacia, Química y Ciencias Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia (Melgarejo *et al.*, 2002a); en el cual se viene estudiando los metabolitos secundarios y actividad biológica de la flora colombiana y plantas medicinales y a través del enfoque de botánica económica se están identificando familias, géneros y especies de interés socioeconómico y cultural en Colombia.

### **3.2.2 El marco legal para realizar procesos de bioprospección en Colombia**

El marco legal colombiano que regula la realización de bioprospección se enmarca en disposiciones de alcance global como el Convenio de la Diversidad Biológica (CDB); de alcance regional como algunas Decisiones Andinas y de alcance nacional como Decretos y Resoluciones expedidas principalmente por el MAVDT, el Ministerio del Interior y de Justicia y por las Corporaciones Autónomas Regionales y Corporaciones de Desarrollo Sostenible.

A continuación se analiza dicho marco legal, contemplando tres niveles de análisis: el marco internacional, el marco regional andino y el marco nacional.

#### **Marco legal internacional para realizar procesos de bioprospección**

Actualmente, para prácticas de bioprospección, la mayoría de países se rige por el Convenio de Diversidad Biológica (CDB)<sup>12</sup>, el cual fue protocolizado en la Cumbre de la Tierra en 1992, como el primer acuerdo mundial sobre la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad (FAO, página internet); con la notable excepción de los Estados Unidos (Brand e Görg, 2003).

Desde que iniciaron las conversaciones entre los países para la implementación del CDB y aún actualmente, éste ha recibido gran cantidad de críticas relacionadas con la imposibilidad de vincular la biodiversidad con desarrollo (*The Crucible Group*, 1995); con los verdaderos beneficios para los países del Sur o si éste es una nueva forma de “bioimperialismo” (Brush, 1999; Escobar, 1999; Moran *et al.*, 2001 y Boisvert y Caron, 2002); con la dificultad jurídica de definir un régimen de propiedad intelectual colectiva (Pardo, 2000); con que las compañías biotecnológicas han logrado patentar sin necesidad de reconocer el conocimiento tradicional (Arteaga *et al.*, 1997); con el hecho de que en la práctica bioprospectiva el mercado es el que determina el valor de los recursos naturales (Posey, 1996) y por lo tanto pareciera que la única posibilidad de salvar dichos recursos naturales estaría bajo su comercialización Castree (2003).

A nivel de Colombia, el CDB se ratificó en 1994 a través de la Ley 165 (Senado de la República de Colombia, página internet), la cual es una fiel copia del texto certificado del Convenio firmado en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.

---

<sup>12</sup> Los objetivos del CDB se pueden consultar en FAO, página internet.

## Marco legal Regional Andino

Debido a conflictos como los mencionados anteriormente cuando se analizó el CDB, algunos países han promulgado leyes supranacionales cuyo principal objetivo es tratar de superar algunas de las divergencias presentadas (Barber; et. al., 2002). Es así como en julio de 1996, los cinco países andinos (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela<sup>13</sup>), firmaron la Decisión Andina 391 de la Junta del Acuerdo de Cartagena<sup>14</sup>.

Dentro de esta Decisión Andina hay un aspecto de gran relevancia relacionado con tres características importantes de los recursos genéticos (Casas, 1999):

- Son inalienables: es decir que no pueden ser objeto de negocios jurídicos que impliquen la transferencia de dominio a título oneroso (venta) o a título gratuito (donación).
- Imprescriptibles: no opera sobre estos bienes la prescripción adquisitiva. Es decir que no se puede adquirir un derecho real por el transcurso del tiempo.
- Inembargables: no pueden ser objeto de gravámenes hipotecarios, embargos o apremios.

Lo anterior implica que los recursos genéticos de la biodiversidad solo se pueden dar en usufructo a través de los contratos de acceso<sup>15</sup>, pero no se pueden vender o regalar.

Al realizar un análisis de la aplicación de la Decisión Andina 391 en Colombia, se debe mencionar que a pesar del sentimiento general expresado por investigadores y académicos sobre las dificultades que ésta impone para avanzar en procesos de bioprospección en Colombia (lo cual se corroboró en todas las entrevistas realizadas), se reconoce que esta normatividad posee en líneas generales dos aspectos positivos. El primero es que la implementación de dicha Decisión en Colombia establece un marco jurídico que permite contar con una reglamentación uniforme para la protección de los recursos naturales y para el acceso a los recursos genéticos (Pardo, 2000; Entrevista No. 6 y Reunión No. 4). El otro aspecto positivo, es que esta normatividad contribuye a fortalecer el poder de negociación local, ya que se obliga que la negociación se haga con el Estado, como soberano de los recursos naturales (Carrizosa y Casas, 2000).

---

<sup>13</sup> Venezuela se retiró de la Comunidad Andina de Naciones el 22 de abril de 2006.

<sup>14</sup> Los principales objetivos de esta Decisión se pueden consultar en: Comunidad Andina Normativa Andina, página internet.

<sup>15</sup> Con relación a los contratos de acceso a los recursos genéticos a nivel andino, la Resolución 415 de 1996 de la Junta del Acuerdo de Cartagena (Comunidad Andina de Naciones, *web site*) presenta el modelo referencial para suscribir dichos contratos exponiendo los puntos que deben contener dichos contratos.

Como se mencionó anteriormente, la implementación de esta Decisión en Colombia se ha identificado como un factor negativo para lograr el acceso a recursos genéticos. Con el fin de exponer los principales argumentos que sustentan dicha afirmación, a continuación se hará un análisis en diferentes niveles: el político; el procedimental; el de definiciones y el de capacidades técnicas y operativas por parte de la autoridad nacional competente.

El primer nivel está relacionado con el bajo perfil político que ocupa el tema de los recursos genéticos en Colombia dentro de la agenda pública de un país con enormes problemas y preocupaciones de seguridad social. En este nivel hay que considerar la baja importancia relativa del tema de recursos genéticos dentro de un Ministerio que además de tener que atender todo lo relacionado con biodiversidad debe preocuparse por aspectos prioritarios relacionados con las condiciones de vivienda de los colombianos<sup>16</sup> (Garforth *et al.*, 2005). Una muestra dicente de este argumento es la falta de interés y gestión por promulgar una reglamentación interna de la Decisión 391 (Instituto Alexander von Humboldt, 2006), con la cual se podrían ajustar muchas de las debilidades actuales de dicha reglamentación.

Aquí es preciso mencionar que en la actualidad hay una gran preocupación por parte del Viceministerio de Medio Ambiente de buscar alternativas que contribuyan a la reglamentación interna de algunos aspectos de la Decisión 391; lo cual quedó evidente durante la Reunión No. 5, en la cual la Viceministra de Medio Ambiente de Colombia anunció una Resolución mediante la cual se haría la diferenciación del acceso a recursos genéticos entre aquellos proyectos con fines investigativos y académicos y aquellos proyectos con fines comerciales. Por tanto, anunció la posibilidad para que dicha Resolución exonerara a los proyectos con fines académicos e investigativos de la solicitud de permisos de acceso a recursos genéticos. De producirse dicha Resolución, su espíritu estaría siguiendo los lineamientos propuestos por Chaparro *et al.*, (2006), quienes al analizar las actuales disposiciones colombianas relacionadas con los contratos de acceso a recursos genéticos, proponen la necesidad de hacer diferencias en dichos contratos de acuerdo a sus objetivos y alcances.

El segundo nivel de los aspectos negativos de la implementación de la Decisión 391 en Colombia, está relacionado con los procedimientos establecidos para lograr el acceso a

---

<sup>16</sup> A partir de diciembre de 2002, el Ministerio del Medio Ambiente, se convirtió en Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

recursos genéticos, los cuales presentan una gran complejidad y multiplicidad de etapas (Instituto Alexander von Humboldt, 2006), lo cual ha ocasionado que los procedimientos de acceso hayan sido tan estrictamente reglamentados que han impedido que las autoridades ambientales competentes encuentren alternativas que se adapten a los variados intereses de las partes (Pardo, 2000).

Es así, como se cree que la formulación de la Decisión 391 careció de bases científicas y tecnológicas y tal vez fue un poco ingenua en el sentido de que no hubo claridad sobre qué era lo que se quería regular, afirmándose que “dicha formulación se basó en una concepción mendeliana y se careció de un concepto mucho más claro sobre el alcance de la biotecnología” (Entrevista No. 1).

Un ejemplo claro de este nivel, es el relacionado con el pago de regalías que debe ser negociado con el Estado, ya que se impone un proceso burocrático que muchas veces puede dificultar la negociación (Carrizosa y Casas, 2000). Por tanto, se considera que el sistema de procedimientos y contratación derivados de la Decisión 391 produce altos costos de transacción, lo cual ha ocasionado que este procedimiento se considere como un incentivo perverso, en la medida en que tiende a propiciar la búsqueda de otras opciones de acceso indirecto a los recursos genéticos y sus derivados, tales como los permisos de aprovechamiento y de investigación sobre recursos biológicos (Instituto Alexander von Humboldt, 2006, citando a Torres *et al.*, 2004).

Ruiz (2003), opina que el éxito o fracaso futuro de la aplicación de la Decisión Andina 391 depende de factores relacionados con incentivos reales y efectivos que se establezcan para promover investigación vinculada a la diversidad biológica y que por lo tanto es indispensable establecer reglas de juego claras, sencillas (no permisivas), prácticas y promotoras de las actividades de bioprospección.

La mayor dificultad para buscar alternativas de solución en este nivel, es que se requeriría la reforma de la Decisión 391, para lo cual se necesitaría del concurso e interés de los cinco países andinos firmantes de dicha Decisión y en las circunstancias políticas actuales sería muy difícil lograr un consenso general, debido al retiro de Venezuela como país miembro y su influencia en algunos países andinos.

El tercer nivel relacionado con aspectos negativos de la implementación en Colombia de la Decisión 391 para lograr el acceso a recursos genéticos, se caracteriza por la dificultad de

interpretar el alcance de algunas de las definiciones establecidas. Como ejemplo de esto se puede mencionar:

- El concepto de país origen del recurso genético. Este concepto es importante ya que la Decisión 391 es aplicable exclusivamente a aquellos recursos genéticos de los cuales los Países Miembros son países de origen. La Decisión 391 define país de origen como: “país que posee los recursos genéticos en condiciones *in situ*, incluyendo aquellos que habiendo estado en dichas condiciones, se encuentran en condiciones *ex situ*”. La Decisión define condiciones *in situ* como: “aquellas en las que los recursos genéticos se encuentran en sus ecosistemas y entornos naturales, y en el caso de especies domesticadas, cultivadas o escapadas de domesticación, en los entornos en los que hayan desarrollado sus propiedades específicas”.

Por las definiciones anteriores, las cuales los autores de este artículo las consideran ambiguas y muy generales, se podría interpretar que Colombia es un país de origen de muchos recursos genéticos y por tanto se requeriría la obtención de permiso por parte de la autoridad nacional competente para acceder a ellos. Lo que se observó en la práctica es que no se posee claridad sobre lo que significa que Colombia sea país de origen de un recurso genético. Un ejemplo específico y de gran actualidad en Colombia, es el relacionado con el estudio del genoma del café, el cual según interpretación hecha por el Ministerio de Agricultura (financiador de la iniciativa) y del MAVDT (autoridad nacional competente para conceder el acceso a recursos genéticos), no requirió permiso para acceso a recursos genéticos, ya que el café es originario de África y no de Colombia (Entrevista No. 5 y Entrevista No. 6). Por tanto, en opinión de los autores de este artículo, la interpretación hecha en la práctica no corresponde a las definiciones establecidas en la Decisión 391, ya que la interpretación que harían los autores de este artículo, con base en las definiciones establecidas en la Decisión 391, es que un trabajo relacionado con genoma de café debería requerir permiso de acceso a recursos genéticos, ya que se trata de una especie cultivada que ha desarrollado propiedades específicas. Lo anterior, confirma que una misma definición puede ser interpretada de varias formas.

Con el objeto de tener mayor claridad sobre este punto, la autoridad nacional competente debería tener un listado de aquellas especies de las cuales se considera que Colombia es país de origen, de esta forma los solicitantes a acceso de recursos genéticos tendrían



claridad de cuando se requiere solicitar el permiso y cuando no es necesario realizar este trámite.

- La definición de acceso. La Decisión 391 define acceso como: “obtención y utilización de los recursos genéticos conservados en condiciones *ex situ* e *in situ*, de sus productos derivados o, de ser el caso, de sus componentes intangibles, con fines de investigación, prospección biológica, conservación, aplicación industrial o aprovechamiento comercial, entre otros”. Esta definición en la práctica también ha creado gran confusión con respecto a cómo establecer aquellas actividades que realmente están relacionadas con el acceso a los recursos genéticos y cuáles no. Debido a la dificultad de establecer estos límites, en opinión de los autores de este artículo, se ha optado por decidir, por parte de la autoridad nacional competente, que cualquier actividad relacionada con recursos genéticos o el uso de cualquier técnica biotecnológica, son consideradas como acceso y por lo tanto deben ser sometidas a la reglamentación y requieren el permiso para acceso a recursos genéticos (Reunión No. 4 y análisis de la convocatoria de proyectos para financiación por parte de COLCIENCIAS). En este punto es en el cual algunos de los investigadores entrevistados han solicitado que el carácter de acceso no se mida por el procedimiento o técnica utilizada, sino por el fin u objeto de dicha actividad (Entrevistas No. 1, 2 y 3).

- La diferencia entre recurso biológico y recurso genético. La Decisión 391 los define como: (i) recurso biológico: “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”. (ii) recurso genético: “todo material de naturaleza biológica que contenga información genética de valor o utilidad real o potencial”. Este punto también ha sido en la práctica de gran controversia, ya que se aplica a los recursos genéticos una normatividad específica, posiblemente más restrictiva. Aparentemente no habría razón para realizar dicha distinción entre los dos conceptos, ya que en términos reales es casi imposible realizar dicha diferencia. Esta diferenciación entre recurso biológico y recurso genético, ha propiciado un mecanismo perverso ya que en la práctica se ha observado que los proponentes de proyectos para evitar el proceso tortuoso de solicitud de acceso a recursos genéticos han buscado alternativas de acceso indirecto, mediante los permisos de aprovechamiento y de investigación sobre recursos biológicos (Instituto Alexander von Humboldt, 2006 y Entrevista No. 5).

El cuarto nivel de dificultades, ya es un asunto eminentemente nacional, relacionado con la poca capacidad instalada del MAVDT, como autoridad nacional competente para realizar de manera específica y en los tiempos establecidos legalmente, la evaluación de las solicitudes de las diferentes instituciones con respecto al acceso de recursos genéticos (este aspecto se evidenció en todas las entrevistas realizadas, incluso aquella con la representante del MAVDT). Es así, como debido a muchas de las dificultades presentadas para la interpretación y puesta en marcha del marco legal, se ha propuesto la necesidad de establecer el Sistema de Acceso a Recursos Genéticos en Colombia, para lo cual se requeriría fortalecer la autoridad nacional competente mediante la creación de un Consejo Asesor, una Secretaría Técnica y un Fondo Autónomo para la conservación de la diversidad biológica y cultural (Chaparro *et al.*, 2006).

Todas estas dificultades que se han resumido anteriormente, están ocasionando que los investigadores colombianos perciban que el marco legal establecido por la Decisión 391 está poniendo barreras para lograr avances en generación de conocimiento.

Con el objeto de presentar argumentos específicos que sustenten la afirmación anterior, a continuación se resumen algunas de las expresiones captadas en las entrevistas, reuniones u otras fuentes:

- “El régimen andino establecido a través de la Decisión 391, buscaba colocar como una malla o sombrilla para protegerse de la biopiratería de las industrias transnacionales, pero esto se invirtió con efectos negativos internos, los investigadores nacionales quedaron allí atrapados; mientras que los investigadores extranjeros siguen haciendo sus colectas sin mucha dificultad. Entonces parece que la Decisión 391 está convirtiendo a los investigadores nacionales en una especie de “delincuentes”, lo cual es contradictorio con los principios de dicha Decisión en cuanto a promover la investigación y el desarrollo tecnológico de los países andinos” (Entrevista No. 1).

- “El procedimiento establecido por la Decisión 391 es un “vía crucis”; ya que no queda claro con quien se haría el contrato y qué es lo que se va negociar, especialmente cuando en los procesos de investigación desde el principio no se sabe lo que se va a encontrar. Por tanto, dicha normatividad tal y como está siendo aplicada actualmente, está provocando un atraso muy grande en la investigación de Colombia” (Entrevista No. 2).

- “La solicitud de acceso a recursos genéticos al Ministerio del Medio Ambiente tiene varadas muchas investigaciones básicas en Colombia, pues hoy no podemos avanzar más, ni recibir apoyos de financiación de COLCIENCIAS” (El Tiempo, octubre 20 de 2006, en entrevista con el investigador colombiano Mauricio Linares).
- “La normatividad actual debería ser un proceso más sencillo para proyectos de investigación básica y especialmente a proyectos relacionados con conservación de especies e inventarios de biodiversidad en Colombia. El Ministerio debe entender que tener acceso al recurso genético no implica que inmediatamente se le pueda dar a algo un valor comercial” (Entrevista No. 3).
- “Es increíble que todos los trámites administrativos que exige la normatividad hacen que sea casi infernal y muy costoso la obtención del permiso. Lo contrastante de esto, es que no existe ninguna restricción para que las comunidades destruyan los recursos naturales” (Entrevista No. 4).
- “La normatividad actual está impidiendo que los investigadores nacionales y andinos trabajen legalmente, pero no está impidiendo que a nivel internacional se sigan obteniendo avances. Es el caso de la papa, en donde a pesar de que somos centro de origen, la investigación en genómica se ha realizado en otros países como Francia o Bélgica sin ningún tipo de restricción” (Entrevista No. 5).
- “Creemos que en la actualidad mucha de la investigación en biodiversidad que se está llevando a cabo en Colombia se está haciendo de manera ilegal; recientemente se empieza a observar una mayor preocupación por parte de algunos investigadores para realizar el trámite de los permisos, posiblemente debido a que algunos de los entes financiadores como COLCIENCIAS, están exigiéndolos; pero, otras investigaciones que tienen recursos de financiación diferentes, por ejemplo a través de las universidades, no están cumpliendo con la normatividad” (Entrevista No. 6).

### **El marco legal nacional.**

A nivel interno de Colombia, el primer marco legal que es necesario considerar es la Constitución Política de Colombia de 1991, la cual establece la responsabilidad del Estado para el traslado de los recursos genéticos dentro y fuera del país y por tanto, el Estado es el

único autorizado para suministrar los recursos genéticos (Presidencia de la República de Colombia, página internet).

Además de la Constitución Política de Colombia existen otras normas que rigen las actividades de investigación en biodiversidad y el acceso a los recursos genéticos y uso de la biodiversidad<sup>17</sup>.

### **3.2.3 Análisis de los procedimientos exigidos por la normatividad nacional para realizar procesos de bioprospección.**

Con base en la normatividad existente, a continuación se presentan y analizan los principales procedimientos que se deben seguir para realizar procesos de bioprospección en Colombia. En términos generales existen dos procedimientos, uno para solicitud de permisos de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica y otro para solicitud del permiso para acceso a recursos genéticos. Para este artículo, solo se hará énfasis en el segundo, por considerar que tiene una relación estrecha con la práctica bioprospectiva.

#### **Procedimiento para la solicitud del permiso para acceso a recursos genéticos**

El objetivo de este trámite es “autorizar el acceso a recursos genéticos con fines de investigación, prospección biológica, conservación, aplicación industrial o aprovechamiento comercial” (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, página internet).

La documentación exigida para esta solicitud se basa en el Modelo Referencial aprobado por la Junta del Acuerdo de Cartagena, mediante resolución 414 del 22 de julio de 1996.

De acuerdo a información suministrada por la abogada del MAVDT (Reunión No. 4), los principales pasos del procedimiento para solicitud del permiso de acceso a recursos genéticos, son los siguientes: (i) Presentación de la solicitud; (ii) Evaluación de la solicitud; (iii) Etapa de negociación (contrato de acceso a recursos genéticos); (iv) Suscripción del contrato y (v) resolución por la cual se adopta el contrato.

---

<sup>17</sup> Las cuales se pueden consultar en (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, página internet; Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, página internet; Ministerio del Interior y Justicia de Colombia, página internet; Instituto Alexander von Humboldt, página internet; Presidencia de la República de Colombia, página internet).

### **Número de solicitudes y contratos aprobados para acceso a recursos genéticos.**

En el período de 1997 a enero de 2008, en Colombia se han solicitado 51 permisos de acceso a recursos genéticos (Tabla 3.1), ante la autoridad nacional competente<sup>18</sup>.

**Tabla 3.1. Número de solicitudes de permiso de acceso a recursos genéticos ante la autoridad nacional competente en Colombia, distribuidas según el estado actual.**

**Período 1997-2008 (Enero)**

<b>Estado actual de la solicitud</b>	<b>Número y (%)</b>
Archivadas	12 (23)
Negadas	2 (4)
En evaluación	25 (50)
Permisos concedidos	12 (23)
Total	51 (100)

Fuente: elaborada con base en información suministrada por la Dirección de Licencias, permisos y Trámites del MAVDT.

Lo primero que es necesario mencionar es la falta de un sistema de información, mediante el cual se mantenga la información actualizada y disponible de manera permanente, lo cual contribuiría a realizar de manera periódica el seguimiento necesario de los avances en los diferentes proyectos y sería un excelente insumo para la toma de decisiones sobre orientaciones de política de ciencia y tecnología en bioprospección.

De acuerdo a como el MAVDT tiene catalogada la información, el mayor porcentaje de solicitudes (80%) han sido presentadas por personas naturales; con lo cual es necesario tener en cuenta que algunas veces aparece la solicitud registrada a nombre de una persona natural, pero realmente viene respaldada por una institución. Lo anterior indica que en el momento del registro de la solicitud no existe una metodología que permita codificar al solicitante de manera unificada.

Lo más importante para comentar con relación a estas solicitudes, es el dato sorprendente de la aceptación de un solo permiso en un período inicial de diez años (1997-2006); lo cual

---

<sup>18</sup> La solicitud de permiso para acceso a recursos genéticos se tramita exclusivamente ante el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

no es consecuente con las enormes posibilidades de Colombia como país biodiverso. Este dato corrobora lo expresado por los diferentes investigadores entrevistados y asistentes a las reuniones mencionadas, quienes manifestaron su enorme preocupación por las dificultades que el marco legal les imponía para realizar investigaciones que tuvieran la necesidad de acceso a recursos genéticos.

Aquí, es necesario recordar todos los aspectos que se mencionaron anteriormente cuando se hizo el análisis de la implementación de la Decisión 391 en Colombia en los cuatro niveles identificados.

Otro dato que llama la atención, es la aceptación de 11 solicitudes en un período de 11 meses (de febrero de 2007 a diciembre de 2007). Lo cual podría ser producto de las diferentes presiones a las cuales se ha visto sometido el MAVDT para agilizar los trámites de estas solicitudes.

En cuanto al tiempo necesario para el trámite completo de una solicitud para acceso a recursos genéticos, de acuerdo a información suministrada por la abogada del MAVDT (Reunión No. 4), todo el proceso de solicitud, evaluación y decisión de acceso a recursos genéticos debería tomar unos tres meses en condiciones normales, pero menciona que en la práctica se requiere algo más de tiempo; debido principalmente a tiempos extras que requiere el Ministerio para realizar la evaluación y al tiempo que el investigador requiere para responder a las solicitudes de dicho Ministerio.

De acuerdo al análisis detallado de los dos expedientes de los contratos No. 1 y contrato No. 4 (Tabla 3.2), se pudo evidenciar que el tiempo requerido para la obtención del respectivo permiso tardó 24 y 36 meses, respectivamente; con lo cual se corrobora que todo el proceso toma más de tres meses, especialmente debido a los tiempos extras requeridos por el Ministerio para realizar la evaluación y para emitir las respuestas oficiales respectivas.

**Tabla 3.2 Información sobre solicitudes aceptadas para acceso a recurso genético en Colombia**

<b>Tema del proyecto</b>	<b>Identificación solicitante</b>	<b>(No.) y Fecha del contrato</b>
Genética delfín sudamericano	Susana Caballero	(1) 23-11-2004
Genética poblacional tortuga	Mario Vargas	(2) 27-02-2007
Sistemática género <i>Disterigma</i>	Luisa Pedraza	(3) 20-03-2007
Biología tortugas marinas	Diego Amorocho	(4) 28-03-2007
Estructura poblacional mangle	Dayana Salas	(5) 12-07-2007
Filografía ranas	Carlos Guarnizo	(6) 24-07-2007
Ecología y sistemática Corales	Juan Sánchez	(7) 30-08-2007
Hibridación en <i>Heliconiu</i>	Mauricio Linares	(8) 04-09-2007
Arquitectura genética <i>Heliconius</i>	Mauricio Linares	(9) 08-11-2007
Sistemática Brachycephalidae	Nelsy Pinto	(10) 27-11-2007
Biogeografía molecular mangle	María Fernanda Castillo	(11) 04-12-2007
Procesos evolutivos	María Margarita Ramos	(12) 19-12-2007

Fuente: Resumida con base en información de MAVDT, Dirección de Licencias, Trámites y Permisos.

### **Conclusiones**

-Actualmente el tema de bioprospección y el marco legal normativo para realizar investigación en biodiversidad y acceso a recursos genéticos es de gran actualidad, interés y pertinencia a nivel de actividades de ciencia y tecnología en Colombia, debido a la preocupación constante de mantener la conservación de los recursos naturales y a las posibilidades de usar el máximo potencial de éstos para lograr avances en generación de conocimiento y beneficios de tipo comercial. Una buena muestra de la actualidad de dicha temática se ve reflejada en el interés de investigadores, autoridades de fomento de la ciencia y la tecnología y autoridades ambientales, en lograr un marco legal adecuado para que se realicen procesos de bioprospección en Colombia.

-Las experiencias de bioprospección realizadas en Colombia 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 y que permitan que dicha información se pueda tomar como base para la generación de políticas públicas apropiadas.

-Del análisis de las experiencias colombianas en bioprospección se concluye que éstas se concentran en modelos nacionales de interacción entre universidades o institutos de investigación, con o sin participación de comunidades locales y fuentes financiadoras nacionales o internacionales (fondos ambientales y empréstitos).

-Del análisis de los niveles nacional, regional e internacional de toda la normatividad colombiana para realizar procesos de bioprospección, se concluye que Colombia posee un marco legal muy complejo y muchas veces esta complejidad, hace que la normatividad existente se convierta en un impedimento para realizar de forma legal las actividades relacionadas con bioprospección. De estos tres niveles, el marco regional andino a través de la llamada Decisión Andina 391 es la que actualmente está imponiendo las mayores limitaciones para que se desarrolle en Colombia de una forma adecuada investigaciones que contemplen el acceso a recursos genéticos.

-La implementación de la Decisión Andina 391 en Colombia, ha tenido grandes inconvenientes debido a dificultades que se presentan en diversos niveles que este artículo ha denominado como: el político, el de procedimientos, el de definiciones y el de capacidad técnica de la autoridad nacional competente. En el nivel político se destaca la falta de compromiso para incorporar en la agenda pública el tema del acceso a recursos genéticos. En la parte procedimental, se evidencian enormes vacíos de aplicación de la normatividad en el ámbito colombiano. En el nivel de las definiciones, se identificaron una serie de incongruencias en definiciones que son básicas para entender e implementar dicha normatividad. En el cuarto nivel, se evidenció las dificultades y falencias en capacidad técnica y operativa del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, como autoridad competente para propiciar y regular la investigación en biodiversidad y el acceso a recursos genéticos con fines investigativos y comerciales.

-Quedó totalmente comprobado de que los investigadores colombianos perciben que la normatividad actual es un enorme impedimento para desarrollar procesos de ciencia y tecnología relacionados con biodiversidad y recursos genéticos. Además, se evidenció la posibilidad de que muchas de las investigaciones que se están realizando actualmente en



Colombia no poseen los permisos respectivos y por lo tanto son declaradas por parte de la autoridad nacional competente como ilegales.

-Las experiencias negativas de algunas instituciones extranjeras en el trámite de solicitudes de investigación en biodiversidad y acceso a recursos genéticos, ha podido ocasionar la posibilidad de que muchas de ellas se hayan alejado del país o estén realizando procesos de investigación o de comercialización sin contar con los permisos respectivos.

### **Agradecimientos**

-Al *International Development Research Center* (IDRC) por el apoyo financiero suministrado, para realizar el proyecto de investigación.

-A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por el apoyo a través de una bolsa de estudios.

-Al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS, por permitir el acceso a las reuniones de trabajo.

-A la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil, por el apoyo logístico.

-A las personas entrevistadas: Gabriel Nemogá (profesor Universidad Nacional de Colombia), Sandra Baena (profesora Universidad Javeriana), Susana Caballero (investigadora colombiana), Jérôme Mauborgne (empresario), María Hersilia Bonilla (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) y Aleyda Martínez (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

### **Bibliografía**

-ARTEAGA L, NEMOGÁ G, REGUERO M. Los derechos de propiedad intelectual y los organismos vivos. En: Manual sobre la propiedad intelectual de productos derivados de la actividad académica en universidades y centros de investigación. Universidad Nacional de Colombia y COLCIENCIAS. Editorial Universidad Nacional, Bogotá, Colombia. 1997. p. 91-111.

-BARBER CH, GLOWKA L, LA VINA A. Developing and implementing national measures for genetic resources access regulation and benefit-sharing. En: Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. 2002; Section 5, Chapter 12, p. 363-414.

- BOISVERT V, CARON A. The Convention on Biological Diversity: An Institutional Perspective of the Debates. *Journal of Economic Issues*. 2002; XXXVI(I):151-166.
- BRAND U, GÖRG C. The State and the Regulation of Biodiversity, *International Biopolitics and the Case of Mexico*. *Geoforum*, 2003;Vol. 34(2):221-233.
- BRUSH S. Bioprospecting the Public Domain. *Cultural Anthropology*. 1999;14(4):535-555.
- CARRIZOSA S, CASAS A. La bioprospección y el acceso a los recursos genéticos: una guía práctica. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. 2000. 159 p.
- CASAS A. Recursos genéticos, biodiversidad y derecho. Bogotá. Ediciones jurídicas Gustavo Ibañez e Instituto Colombiano de Derecho Ambiental. 1999; 25 p.
- CASTREE N. Bioprospecting: from theory to practice (and back again). *Transactions of the Institute of British Geographers*. 2003;28(1):35-55.
- CHAPARRO A, MATAMOROS M, NEMOGÁ G, TORO C, URIBE M. Acceso a recursos genéticos, propuesta jurídica y técnica. Resumen ejecutivo. Unidad de Investigaciones Jurídico Sociales y Políticas “Gerardo Molina” UNIJUS, Universidad Nacional de Colombia. 2006, p. 12.
- CHATTERJEE SK. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in india - a commercial approach. *Acta Hort. (ISHS)* 576:191-202.  
[http://www.actahort.org/books/576/576\\_28.htm](http://www.actahort.org/books/576/576_28.htm)
- COMUNIDAD ANDINA, NORMATIVA ANDINA. (*On line*). Consultada julio de 2007. Disponible en: URL:<http://www.comunidadandina.org/normativa/dec/D391.htm>
- DUARTE O, VELHO L, ROA-ATKINSON A. La bioprospección como mecanismo de cooperación para la construcción de capacidades endógenas en ciencia y tecnología y análisis de las capacidades de Colombia para adelantar procesos de bioprospección. Memorias VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología -ESOCITE-, Bogotá, Colombia, abril de 2006.
- EL TIEMPO. Científicos colombianos aportan pruebas sobre la formación de especies por hibridación. Octubre 20 de 2006. (*On Line*). Disponible en URL:  
<http://www.eltiempo.com>
- ESCOBAR A. After Nature: Steps to an Antiessentialist Political Ecology. *Current Anthropology*. 1999;40(10):1-30.

- FAO. Organización de las Naciones Unidas por la Agricultura y la Alimentación. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consultada julio de 2007. Disponible en URL:[http://www.fao.org/biodiversity/CBD\\_es.asp](http://www.fao.org/biodiversity/CBD_es.asp)
- FEINSILVER JM. Prospección de la biodiversidad: potencialidades para los países en desarrollo”. Revista de la CEPAL. 1996; 60, diciembre, p. 111-128.
- GARFORTH K, LÓPEZ I, CABRERA J, NNADOZIE K, NEMOGÁ G. Overview of the National and Regional Implementation of Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing Measures. The Centre for International Sustainable Development Law (CISDL). Third Edition. (On line) December 2005; p. 100. Consultada en Octubre de 2006. Disponible en URL: [http://www.cisd.org/pdf/ABS\\_ImpStudy\\_sm.pdf](http://www.cisd.org/pdf/ABS_ImpStudy_sm.pdf)
- INSTITUTO ALEXANDER Von HUMBOLDT. Política Nacional de Biodiversidad. Consultada septiembre de 2006. Disponible en URL: <http://www.humboldt.org.co/politica/pol-nacional.htm>
- INSTITUTO ALEXANDER Von HUMBOLDT. Análisis jurídico sobre el régimen de acceso y distribución de beneficios en Colombia: problemas y posibles soluciones. Juanita Chaves (ed). Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá. 2006.
- INBio. INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD DE COSTA RICA. (On line) Consultada octubre de 2006. Disponible en URL:<http://www.inbio.ac.cr>.
- JOY P, THOMAS H, MATHEW S, SKARIA B. 1998. Medicinal Plants. Kerala Agricultural University; Aromatic and Medicinal Plants Research Station. <http://ppjoy.tripod.com/PDFs/Bk%20Medicinal%20Plants.PDF>
- MELGAREJO LM, SÁNCHEZ J, CHAPARRO A, NEWMARK F, SANTOSACEVEDO M, BURBANO C, REYES C. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia (Serie de Documentos Generales INVEMAR No.10) (On line). Bogotá, Cargraphics. 2002a. 334 p. Disponible en URL: [http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/ESTADO\\_BIOPROSPECCION.pdf](http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/ESTADO_BIOPROSPECCION.pdf). Consultada octubre de 2006.
- MELGAREJO LM, SÁNCHEZ J, REYES C, NEWMARK F, SANTOS-ACEVEDO M. Plan Nacional en bioprospección continental y marina (propuesta técnica) (Serie de Documentos Generales INVEMAR No.11). (On line). Bogotá: Cargraphics. 2002b; 122 p.

Disponible en URL: [http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/ESTADO\\_BIOPROSPECCION.pdf](http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/ESTADO_BIOPROSPECCION.pdf)

-MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE COLOMBIA. (On line). Consultada septiembre de 2006. Disponible en URL: <http://www.minambiente.gov.co>

-MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Expedientes número 2331 y 2332 de acceso a recursos genéticos. Consultados en octubre de 2006 en la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites.

-MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Expediente número 2294 de acceso a recursos genéticos. Consultado en octubre de 2006 en la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites.

-MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Expediente número 2658 de acceso a recursos genéticos. Consultado en Octubre de 2006 en la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites.

-MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (On line). Consultada septiembre 2006. Disponible en URL:

<http://www.cdm.gov.co/normas/decreto28111974.htm>

-MINISTERIO DEL INTERIOR Y JUSTICIA DE COLOMBIA. (On line). Consultada agosto de 2006. Disponible en URL: <http://www.mininteriorjusticia.gov.co>

-MORAN K, KING S, CARLSON Th. Biodiversity Prospecting Lessons and Prospects Annual Review of Anthropology. 2001;30:505-26.

-PARBIO, Projeto Natureza e Impacto de Parcerias Norte-Sul na Produção e Utilização de Conhecimento em Bioprospeção (On Line). Disponible en URL:

[www.ige.unicamp.br/parbio](http://www.ige.unicamp.br/parbio)

-PARDO FM. Estudio sobre Conocimiento Tradicional, Acceso y Distribución de Beneficios y Derechos de Propiedad Intelectual. UNCTAD Expert Meeting on Systems and National Experiences for Protecting Traditional Knowledge, Innovations and Practices. Geneva 30 October – 1 November 2000. (On line). Consultada Noviembre de 2006. Disponible en URL: [http://r0.unctad.org/trade\\_env/tk.htm](http://r0.unctad.org/trade_env/tk.htm)

-POSEY D. Indigenous Rights to Diversity. ENVIROMENT. 1996;38(8):6-9/37-45.

- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución Política de Colombia. (On line). Consultada en agosto de 2006.  
<http://www.presidencia.gov.co/constitu/>
- ROA-ATKINSON A. Partnership in Bio prospecting in Colombia: North-south, Public-Private Partnerships in biotechnology relevant issues and impact in the developing countries. Final report UNU-INTECH. 2004. p. 28.
- RUIZ M. ¿Es necesario un nuevo marco jurídico para la bioprospección en la región Andina? Breve revisión crítica de la Decisión 391. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Programa de asuntos Internacionales y Biodiversidad. (On line). 2003. Consultada septiembre de 2006. Disponible en  
URL:[http://www.spda.org.pe/porta/\\_data/spda/publicacion/20051017162840\\_.pdf#search=%22ANDES%20PHARMACEUTICALS%20bioandes%22](http://www.spda.org.pe/porta/_data/spda/publicacion/20051017162840_.pdf#search=%22ANDES%20PHARMACEUTICALS%20bioandes%22).
- SENADO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (On line). Consultada en agosto 2006. Disponible en URL:[http://www.secretariasenado.gov.co/leyes/L0165\\_94.HTM](http://www.secretariasenado.gov.co/leyes/L0165_94.HTM).
- THE CRUCIBLE GROUP. Gente, Plantas y Patentes: Impactos de la propiedad intelectual sobre la biodiversidad, el comercio y las sociedades rurales. IDRC/Editorial Nordan. ISBN 0-88936-740-X. 1995; p. 140. (On line) Consultada septiembre 2006. Disponible en URL:<http://www.idrc.ca/library/document/102282>
- TOLY N. Globalization and the Capitalization of Nature: A Political Ecology of Biodiversity in Mesoamerica. Bulletin of Science, Technology & Society. 2004;24(1):47-54.

## **Capítulo 4 - Análisis y perspectivas de la investigación agropecuaria en Colombia: la necesidad de un nuevo enfoque**

---

**Submetido para publicação em: Espacios. Revista Venezolana de Gestión Tecnológica. 2009**

**Periódico da Associação para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (DECITEC), Venezuela.**

**ISSN: 0798-1015**

**Indexada em SciELO Venezuela; LATINDEX.**

-Oscar Duarte Torres

Estudiante de doctorado

Departamento de Política Científica y Tecnológica

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

oscartorres@ige.unicamp.br

-Léa Velho

Profesora titular

Departamento de Política Científica y Tecnológica

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

### **Resumen**

La actual situación del sector agropecuario colombiano no corresponde a la extraordinaria biodiversidad que posee este país ni al apoyo suministrado por la política de CyT para el fortalecimiento de la institucionalidad para realizar procesos de investigación y transferencia de tecnología. Las temáticas abordadas por la gran mayoría de los actuales grupos de investigación se centran en áreas muy tradicionales y hay escaso desarrollo en áreas que contribuyan a dar mayor valor agregado a la producción primaria. Las evidencias demuestran que el instituto nacional de investigación agropecuaria ha venido perdiendo fortalezas, mientras que la universidad colombiana ha venido fortaleciendo sus capacidades para realizar CyT, por tanto sería la responsable de generar la mayor cantidad de investigación en los siguientes años.

**Palabras clave:** investigación agropecuaria; Colombia; centros de investigación; universidades.

## **Abstract**

### **Analysis and Perspectives of Farming Research in Colombia: The Need for a New Approach**

The current situation of the Colombian farming sector does not match the extraordinary biodiversity of this country or the support provided by the S&T policy to strengthen the institutional capacity towards the accomplishment of research and technology transfer processes. The topics dealt with by most of the existing research groups are focused in very traditional areas and there is poor development in areas contributing to increase the aggregate value of primary production. The evidence demonstrates that the National Farming Research Institute has been losing its strengths, while the Colombian university area has been strengthening its capabilities to accomplish S&T activities. Therefore, it shall be responsible for generating most of the research in the coming years.

**Key words:** farming research; Colombia; research centers; universities

## **Introducción**

La característica más relevante del sector agropecuario colombiano en las últimas décadas es su descenso sostenido en importancia dentro de la economía del país, ya que hace 50 años este sector generaba el 40% del Producto Interno Bruto (PIB), el 55% del empleo total, era la principal fuente de divisas de la economía nacional y la población rural representaba el 61% de la población total; mientras que en la actualidad solo genera el 26% del empleo total, sus exportaciones corresponden al 20% del total nacional, su contribución al PIB nacional es del 12% y la población rural representa solamente el 26% de la población total (DANE, on line; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, on line). Para agravar esta situación, en la actualidad las tierras en uso agrícola solo suman 4,2 millones de hectáreas (con disminución de 1,1 millones de hectáreas en los últimos 15 años); mientras que las tierras con explotación extensiva en pastos ocupan más de 30 millones de hectáreas; observándose que el área agrícola solo está usando el 30% de su potencial, mientras que los pastos ocupan 2,1 veces su potencial, a expensas de tierras agrícolas y de bosque natural. Es un sector con enormes inequidades conformado por

productores con diversos tamaños y formas de propiedad de la tierra, niveles de organización y grados de modernización tecnológica; en el cual persiste una estructura dual de producción (Paiva, 1975), caracterizada por un subsector agroempresarial moderno y con acceso a los instrumentos de política y un subsector de pequeños productores que no acceden a factores productivos como la tierra, el crédito y la tecnología.

La anterior situación no corresponde con las enormes potencialidades y riquezas agroecológicas de este país, en el cual se han identificado 928 zonas homogéneas en las cuales es posible llevar a cabo alguna actividad agropecuaria (CORPOICA, IGAC, 2002), ni con el apoyo a través de la política de CyT que ha contribuido para que actualmente Colombia cuente con una gran gama de entidades públicas, privadas y mixtas, representadas por universidades, centros de desarrollo tecnológico, centros nacionales privados y corporaciones mixtas, dedicadas a generar y transferir tecnologías agropecuarias.

Con base en la situación resumida anteriormente, el objetivo principal de este artículo es presentar un panorama de la investigación agrícola en Colombia, mostrando la evolución institucional obtenida gracias al apoyo de la política de CyT de este país y algunas posibles tendencias de este proceso para los siguientes años.

#### **4.1 El sistema colombiano de ciencia y tecnologías agropecuarias**

A continuación se presentan los principales antecedentes en la creación de entidades de ciencia y tecnología agropecuaria, comenzando desde finales del siglo XIX, pasando por la creación en 1993 de una corporación mixta encargada de realizar la investigación y transferencia de tecnología y llegando a la conformación de una variada institucionalidad representada por universidades, centros de desarrollo tecnológico, centros privados de investigación y algunas unidades especializadas en empresas; posteriormente se resumen las actuales capacidades que tiene Colombia para adelantar procesos de ciencia, tecnología e innovación agropecuaria.

#### **Evolución de la institucionalidad agropecuaria colombiana**

Las primeras entidades públicas de investigación agropecuaria en Colombia se crearon a finales del siglo XIX por iniciativas del sector académico y por lo tanto se convirtieron



posteriormente en Facultades agropecuarias de las principales universidades (Beintema, et. al, 2000). Durante las primeras dos décadas del siglo XX se creó el Ministerio de Agricultura y Comercio y las primeras Estaciones Experimentales Agrícolas, lo cual dio origen en 1962 al más importante instituto nacional de investigación agraria (el ICA), el cual logró la integración entre los procesos de investigación, extensión y educación; instituto que desde ese entonces y hasta finales del siglo XX fue el principal y casi único instituto público nacional de investigación agropecuaria. Este instituto fue perdiendo capacidad para responder por todos los servicios y funciones que se le asignaron, lo cual condujo a que en 1993 el gobierno colombiano tomara la decisión de dividir las funciones del ICA en dos instituciones; una, que seguiría siendo el ICA conservó la responsabilidad en las áreas de sanidad, protección, regulación vegetal y animal y supervisión y coordinación de la investigación pública; y una nueva institución, denominada la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), la cual asumió las actividades de investigación y transferencia de tecnología. Este proceso de transformación del ICA tiene similitudes y diferencias marcadas con situaciones experimentadas por otras instituciones públicas de investigación agropecuaria en Suramérica como la EMBRAPA brasilera y el INTA argentino, las cuales también han sufrido transformaciones pero han mantenido su orientación estratégica sin necesidad de la creación de una segunda institución (Fuck, et. al. 2009); además, las explicaciones para el cambio son similares a las expresadas por Salles-Filho et. al. (2000), quienes al analizar las transformaciones de organizaciones de investigación e innovación en Brasil concluyen que las transformaciones en el papel del Estado con respecto a los institutos públicos de investigación no se debió solamente a restricciones presupuestarias, sino también a que los institutos no acompañaron de una forma eficiente la evolución de nuevas tecnologías y no se preocuparon lo suficiente por la capacitación de sus investigadores. Mientras que el surgimiento de CORPOICA, como una entidad de carácter mixto, se puede explicar mediante lo que Pereira (1997) denominó como el proceso de “publicização”; es decir, el proceso de transferencia para el sector público no-estatal de los servicios científicos que normalmente el Estado debe prestar.

CORPOICA desde su creación empieza a enfrentar limitantes y retos propios de ese modelo pionero en Colombia, relacionados con: (i) un modelo que no tenía clara la

verdadera responsabilidad del Estado, ya que ésta variaba de acuerdo al parecer del Ministro de Agricultura de turno; (ii) la necesidad de sobrevivir progresivamente con financiación de recursos privados, ya que se asumió que el Estado iba paulatinamente disminuyendo su responsabilidad en la financiación; (iii) el mantenimiento de una pesada infraestructura y una imagen de “entidad pública”, heredadas del ICA; (iv) una continua y fluctuante incertidumbre e inestabilidad institucional por las dudas sobre la bondad del modelo, expresadas desde las mismas esferas del gobierno, lo cual trajo como una de las principales consecuencias las altas deserciones del personal científico.

Es así, como el número total de empleados y de investigadores de CORPOICA en su primer año de funcionamiento fue de 2.326 y 516, respectivamente; cifras que se incrementaron dos años después en un 15% y 9%, respectivamente, debido a la necesidad de contrataciones para ocupar cargos que se crearon con el fin de asumir algunas nuevas funciones y tener una mayor representatividad en los niveles locales. Ya para el año 2002, tanto el número total de empleados como el de investigadores empieza a descender, tendencia que continúa de manera generalizada hasta la actualidad observándose en el total de investigadores un descenso del 54%; notándose con enorme preocupación que los mayores porcentajes de reducción se están presentando a nivel de profesionales con mayor grado académico (52% de deserción con grado de doctorado y 66% con grado de maestría). La principal explicación de esta deserción se debe a que algunos de estos investigadores se pensionaron y otros migraron hacia a las universidades buscando condiciones propicias para realizar investigación y huyendo de las incertidumbres permanentes del modelo.

Mientras la anterior situación se vivía en el sector público; el sector privado creaba lo que se ha denominado en Colombia Centros Nacionales de Investigación (CENIs). El pionero de ellos, creado en 1938, es el Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFE) y el más reciente, creado en 2004, es el Centro de Innovación de la Floricultura Colombiana (CENIFLORES). Bajo este mismo esquema de CENIs, se han organizado las investigaciones en caña de azúcar (CENICAÑA, creado en 1977); palma de aceite (CENIPALMA, creado en 1991); Camarón (CENIACUA, creado en 1993); papa (CEVIPAPA, creado en 1995) y banano (CENIBANANO, creado en 1999).

De lo expresado anteriormente, se podría decir, que desde la década de 1960, con la creación del ICA se empieza a organizar en Colombia la I&D agropecuaria como un

sistema, el cual, posteriormente se “formaliza” mediante la conformación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, creado a través de la ley 29 de 1990 o Ley Marco de Ciencia y Tecnología en Colombia (COLCIENCIAS, 1991).

Actualmente, el Sistema Colombiano de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias (SNCyTA) cuenta con organizaciones públicas, mixtas y privadas que realizan procesos de ciencia y tecnología en el sector. De los estudios que han analizado esta infraestructura (Navas, et. al. 1998; Fonseca, Rugeles, 2004; Amaya, Rueda, 2004), se concluye que existen aproximadamente 284 organizaciones que realizan actividades de CyT agropecuaria (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1. Organizaciones actuales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias de Colombia**

<b>Tipo de Organización</b>	<b>Total Organizaciones</b>	<b>Organizaciones Activas*</b>	<b>Organizaciones Potenciales **</b>
Universidades	82	45	37
Centros de Desarrollo Tecnológico y Corporaciones	40	28	12
Fundaciones/ Institutos	27	18	9
ONG's y Redes	21	10	11
Sector Productivo	114	32	82
<b>TOTAL</b>	<b>284</b>	<b>133</b>	<b>151</b>

Fuente: adaptado de Fonseca y Rugeles (2004)

\*Se consideran organizaciones activas, aquellas que han solicitado recursos para financiación de proyectos o que tienen grupos de investigación inscritos en el Sistema de CyT.

\*\*Las organizaciones potenciales, son aquellas de las cuales se conoce que realizan actividades de CyT, pero no cumplen con ninguno de los dos requisitos de las organizaciones activas.

Un Sistema con 284 organizaciones denota una buena capacidad para realizar acciones de CyT, pero al mismo tiempo indica la necesidad de acciones de política para evitar acciones

duplicadas y aisladas. De las 284 organizaciones identificadas, solo 133 de ellas (47%) se consideran activas, es decir que acceden a mecanismos de financiación del sistema e inscriben sus grupos de investigación. Las restantes 151 organizaciones se consideran potenciales, ya que se conoce que ellas realizan procesos de CyT, pero no necesariamente bajo el apoyo formal del Sistema.

Se destaca que las universidades han venido ganando un espacio importante, constituyendo una porción que representa un 29% del total de instituciones. De las 82 universidades identificadas, 71% son universidades privadas y las restantes son públicas.

Con respecto a instituciones del sector productivo, se identificaron 114 instituciones, de las cuales hacen parte los CENIs, otros centros privados de investigación, laboratorios farmacéuticos, empresas de base tecnológica, entre otras; solo un 35% de estas instituciones han tenido alguna relación directa con el sistema, lo cual indica la necesidad de buscar mecanismos que contribuyan a una mayor integración de estas instituciones, lo cual se podría lograr a través de alianzas público privadas y de una política más efectiva de incentivos para proyectos empresariales de CyT.

Con base en los datos de la plataforma SCienti Colombia (COLCIENCIAS, on line) se calcula que actualmente el SNCyTA cuenta con un número aproximado de 1.266 investigadores, cifra que ha venido reduciéndose durante los últimos años. Esta disminución era de esperarse, ya que se preveía la jubilación de varios investigadores, especialmente de aquellos con títulos de PhD. Si se comparan las cifras actuales con aquellas reportadas por Navas et. al. (1998), se observa que el Sistema de CyT Agropecuaria de Colombia perdió el 34% de sus investigadores en un período de diez años (Tabla 4.2).

Con relación al grado académico de los investigadores actuales; se observa que solo un 13% de ellos posee título de PhD, 43% grado de maestría y 44% de pregrado. El porcentaje de investigadores con grado de PhD, es similar al reportado por Beintema et. al. (2000) para el año 1996, lo cual refleja, que a pesar de los esfuerzos realizados por el país para capacitar a sus recursos humanos, estos han sido insuficientes y se requiere una política más agresiva en la búsqueda de recursos financieros para apoyar esta estrategia.

**Tabla 4.2 Número de investigadores del sistema colombiano de ciencia y tecnologías agropecuarias, de acuerdo al nivel de formación, para los años 1998 y 2008**

Año	Nivel de Formación						Total	
	Pregrado		MSc		PhD			
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1998 (1)	1.005	52	672	34.7	255	13,3	1.932	100
2008 (2)	553	43,6	544	43.0	169	13.4	1.266	100
Disminución	452	44,9	128	19,0	86	33,7	666	34,4

**Fuente:** (1): Navas (1998). (2): Información calculada de la plataforma SCienTI Colombia

### Áreas Temáticas de investigación en el Sistema Colombiano de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias

A continuación se hace un intento de resumir las principales áreas de investigación que se han abordado en el SNCyTA. Lo anterior presenta dificultades metodológicas, debido a que el sistema colombiano, aún trabaja sus convocatorias con base en la oferta que puedan presentar los grupos proponentes y por lo tanto son muchas las temáticas. Con el fin de lograr una aproximación cuantitativa de las áreas temáticas de investigación abordadas por lo grupos que hacen parte del sistema, se analizó una base de datos con 424 proyectos financiados con recursos públicos durante un período de 13 años.

Los 424 proyectos se pueden agrupar de forma general en 10 temáticas (Tabla 4.3), de las cuales se puede considerar que seis de ellas corresponden a la fase de producción primaria agropecuaria; observándose que se ha dado un énfasis muy importante a la financiación de este tipo de proyectos. Es importante destacar que un 12% de los proyectos están relacionados con investigación o innovación tecnológica de procesos industriales de transformación.

Amaya, Rueda (2004), analizaron las temáticas abordadas por 89 grupos de investigación agropecuaria y concluyen que de manera general se puede afirmar que estos grupos hacen su trabajo fundamentalmente en disciplinas de carácter tradicional (suelos y aguas, fitopatología, mejoramiento genético, entomología, nutrición animal) y que sólo algunos pocos grupos tratan de incursionar en campos novedosos como por ejemplo la nanotecnología aplicada a la agricultura y la bioinformática.

**Tabla 4.3. Temas de investigación y monto de financiación de 424 proyectos agroindustriales financiados por COLCIENCIAS de 1991 – 2003**

TEMA	No. Proyectos	%	Millones de US\$	%	Mil US\$ / Proyecto
Genética/Biotecnología	101	23	6,3	24	62,3
Sanidad Vegetal	70	17	3,6	14	51,4
Manejo/Prácticas Cultural	54	13	4,3	16	79,6
Suelos	34	8	1,9	7	55,9
Salud/Nutrición Animal	30	7	1,7	7	56,6
Fisiología/Ecología	20	5	1,6	6	80,0
Cosecha/Poscosecha	17	4	0,8	3	47,0
Industria	50	12	3,5	13	70,0
Mercados	31	7	1,3	5	41,9
Comunicación/Información	17	4	1,4	5	82,3
<b>TOTAL</b>	<b>424</b>	<b>100</b>	<b>26,4</b>	<b>100</b>	<b>62,2</b>

Los resultados anteriores, coinciden con lo reportado por Navas et. al. (1998), quienes analizaron las áreas temáticas de trabajo de 153 grupos de investigación, encontrando que 45% de las acciones tienen relación con el eslabón de producción primaria, 19% con el de cosecha y poscosecha, 12% con el de socioeconomía, 13% con agroindustria y 10% con mercadeo agropecuario.

Por lo tanto, las evidencias anteriores demuestran lo siguiente:

- Son muy pequeñas las cuantías aportadas por las fuentes estatales para apoyar proyectos de investigación agropecuaria y agroindustrial (en promedio US\$ 2 millones anuales).
- Las actividades de investigación agropecuaria en Colombia mantienen una estrecha relación con áreas temáticas tradicionales (mejoramiento genético, sanidad, suelos, etc) y un gran porcentaje del número de proyectos y de la financiación están relacionados con la

fase de producción (73% de los proyectos y 74% del monto de financiación) y muy pocos con las fases de cosecha y poscosecha e industrialización.

- El apoyo se suministra a proyectos de baja cuantía, en promedio US\$ 62.200 por proyecto.

- Pocos grupos de investigación trabajan en actividades relacionadas con tendencias más actuales, como la genómica, la bioinformática, la bioprospección y la bioelectrónica.

### **Financiación de la CyT Agropecuaria**

Un análisis de los rubros presupuestales de CORPOICA indica que los recursos para administración y pago de personal representan entre el 55% y 73% del presupuesto total, mientras que el recurso para realizar actividades directas de investigación representa entre el 27% y 45% del total; indicando que CORPOICA conserva una estructura fija muy pesada que absorbe una gran parte del presupuesto total y que los recursos para hacer investigación no son proporcionales a los costos fijos y administrativos. Se observa que el total del recurso de funcionamiento proviene del Ministerio de Agricultura, mientras que el de inversión tiene varias fuentes, siendo el principal aportante el Ministerio de Agricultura (39,8% del total); seguido por un 26,4% de aporte de fondos competitivos como los del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Departamento Nacional de Ciencia y Tecnología (COLCIENCIAS) y el Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA); la cooperación técnica nacional (19,1%); recursos de cooperación internacional (7,4%); y recursos del sector privado (1,7%); cifras que evidencian la bajísima participación del sector privado en los recursos de investigación; lo cual era de esperarse, ya que como se mencionó anteriormente los sectores privados agropecuarios con capacidad de apoyar investigación ya cuentan con algún esquema de centro de investigación.

Gran parte de la financiación de la investigación apoyada por el sector privado se ha efectuado bajo el esquema de fondos parafiscales, los cuales son impuestos pagos por los productores de un sector específico y aplicados en beneficio del mismo sector y por tanto son recursos públicos que no hacen parte del presupuesto general del país (Lorente, 2003). El monto anual de recursos de 14 fondos parafiscales se calcula en aproximadamente US\$ 60 Millones, de los cuales el porcentaje que se dedica a investigación tiene una enorme

variación de fondo a fondo; por ejemplo, el Fondo Nacional de Ganado, el cual representa casi la mitad del recurso total, solo aporta un 2%; mientras que del Fondo de Fomento de la Palma realiza un aporte cercano al 70% del presupuesto total de dicho fondo.

El análisis de la participación sectorial en el gasto público en CyT de Colombia en el período 2000 – 2004 (COLCIENCIAS, 2005), muestra que el sector agropecuario se destaca por sus aportes a estos procesos, con respecto a otros sectores de la economía. Es así, como por ejemplo, en el año 2000, este sector contribuyó con el 65% del presupuesto público nacional para la CyT; mientras que para los años más recientes esta contribución disminuyó al 31%. Se calcula que durante el período de 2000 a 2004, el gasto público en CyT Agropecuaria fue de US\$ 313 Millones (COLCIENCIAS, 2005), observándose que el gasto del año 2004 representó un 43% del gasto ocurrido en el año de 2001. Este descenso se explica por la disminución en el presupuesto del Ministerio de Agricultura para la CyT. En la actualidad, este gasto público se ha venido incrementando por los aportes del Ministerio de Agricultura para apoyar procesos de CyT a través de convocatorias de proyectos con un monto superior a los US\$ 100 Millones para el cuatrienio 2007-2010 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, on line).

### **Impacto de la investigación agropecuaria**

Con relación al impacto de la acción de CORPOICA, se ha calculado una alta rentabilidad de las tecnologías evaluadas (Pardey, Beintema, 2001; Baquero, Nájjar, 2004) con tasas que fluctúan entre 26% a 88% y relaciones beneficio/costo que varían desde 7,5 hasta 447,8. Los resultados de ese estudio, además de presentar los cálculos económicos del impacto de la investigación, permite de una manera general tener una idea de las principales áreas problema abordadas por la investigación de CORPOICA; es así, como de las 19 tecnologías evaluadas, el 58% corresponde a mejoramiento genético, 15% a manejo integrado de plagas y el restante a manejo por riego, conservación de suelo, gestión socioeconómica y sistemas agroforestales. Esta orientación de la investigación es similar a la encontrada en todo el sistema de CyT (evidencias que se presentaron anteriormente), en la cual predomina la investigación en la fase de producción primaria en áreas relacionadas con mejoramiento genético y manejo de plagas y enfermedades y muy poca investigación en áreas con impacto en otros eslabones de la cadena de producción.



Como un resumen de la situación de CORPOICA se puede decir que este modelo ha generado resultados que se consideran positivos, pero se ha visto obligado a producir resultados de corto plazo para satisfacer a sus clientes; situación similar a la reportada por Salles-Filho et. al. (2000), quienes al evaluar algunos centros de investigación en Brasil han denominado de forma general como una configuración de resultados perversos, ya que los resultados a corto plazo llevan a las instituciones a precarizar sus condiciones operacionales y a disminuir su capacidad de sustentabilidad y crecimiento futuro. Además, el factor de relacionamiento entre el Director Ejecutivo de la Corporación y el Ministro de Agricultura de turno ha sido fundamental para entender los altibajos financieros y de reconocimiento institucional al cual ha sido sometida CORPOICA desde el inicio de sus labores.

El impacto logrado a través de los CENIs ha sido reconocido como exitoso. Por ejemplo, en el caso de CENICAFE la tasa interna de retorno estimada para la inversión en investigación para la obtención de la variedad Colombia (resistente a la roya del café) varía entre 21 y 32% y a través de la tecnología del beneficio ecológico del café, se ha logrado reducir hasta en 72% la contaminación de fuentes acuíferas y una disminución hasta de 6 veces en el consumo de agua para el proceso de beneficio del grano (CENICAFE, on line). Para el caso de CENICANÑA, desde 1978 la agroindustria azucarera colombiana ha incrementado su productividad de 0,64 a 1,08 toneladas de azúcar por hectárea por mes, lo cual representa un incremento en el ingreso del productor de aproximadamente US\$ 101/ha/mes (CENICANÑA, on line). Para el caso de CENIPALMA, se ha obtenido un aumento de la eficiencia en el proceso de extracción de aceite de 2,6 a 3,6 t/ha, lo cual representa un incremento de US\$ 400/ ha (CENIPALMA, on line). Con relación a CENIACUA, su mayor impacto ha sido de que el país pasó de importador de semilla de camarón a productor y exportador, lo cual ha representado aproximadamente beneficios de US\$ 3.0 millones/año (CENIACUA, on line).

Los CENIs agropecuarios tienen características comunes, que podrían resumirse así: (i) trabajan y obtienen resultados, tanto en la etapa de producción, como en la de agroindustria; (ii) una alta especialización de sus investigadores; (iii) las prioridades de investigación emanan de los productores; (iv) la investigación tiene una alta pertinencia y (v) los recursos parafiscales son atrayentes de más recursos.

## **4.2 Perspectivas de la investigación agropecuaria en Colombia**

Con base en algunos de los antecedentes presentados y en algunas evidencias recientes, a continuación se hará una síntesis de algunas posibles tendencias de la investigación agropecuaria en Colombia.

La exploración de estas tendencias se abordará desde los siguientes tres ejes: (i) enfoque temático, (ii) instituciones encargadas de liderar los procesos de CyT y (iii) mecanismos de financiación. La selección de estos tres ejes, se hizo para continuar con aquellos mismos aspectos con los cuales se realizó el análisis del actual SNCyTA.

### **Enfoque temático**

Se asume que esta tendencia tendrá relación con la cadena de valor de productos tropicales. Por tanto, habrá necesidad de la evolución de las estructuras actuales hacia productos con valor agregado y de esta manera se abordará la problemática de la competitividad en función de la integración de cadenas de valor. Las principales evidencias de que esta tendencia se consolidará en Colombia están relacionadas con el hecho demostrado a nivel global de que la etapa de la producción primaria pesa cada vez menos en el valor total del producto observándose que la participación de esta fase de producción en el valor total del producto ha disminuido sustancialmente durante los últimos 50 años (Trigo, 2004). Lo cual corrobora la necesidad de una articulación muy fuerte entre lo agropecuario y lo industrial. Los cultivos que presentan mayores posibilidades para incorporarse en las cadenas agroindustriales, son aquellos cultivos tropicales perennes. Durante la última década, las áreas de cultivos permanentes (caña de azúcar, palma, frutas tropicales) crecieron cerca de 300.000 hectáreas, mientras que las áreas de cultivos tradicionales para consumo doméstico y sustitución de importaciones (arroz, trigo, maíz, sorgo y soya) disminuyeron en cerca de 895 mil hectáreas. Para el año 2010 se espera que las actuales áreas de cultivos transitorios permanezca constante, mientras que el área de cultivos permanentes se debe incrementar en un promedio del 8% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008). En cultivos permanentes se espera un fuerte incremento en cultivos como caña para biocombustible (79%), palma de aceite (47%) y plátano para exportación (34%).

Por tanto, se espera un aumento en importancia y área sembrada en cultivos permanentes que poseen ventajas comparativas por su gran adaptación a las condiciones medio ambientales y al mismo tiempo poseen muy buenas posibilidades de inserción en mercados internacionales y nacionales (cacao, caucho, palma africana, caña de azúcar, entre otros). También, es importante tener en cuenta que cultivos como el de palma africana y caña de azúcar, poseen ventajas adicionales relacionadas con la producción de biocombustibles. Es preciso considerar, que a partir de noviembre de 2005, la gasolina vendida en Colombia contiene un 10% de alcohol y en la actualidad las inversiones privadas en el cultivo de palma para la producción de biodiesel vienen incrementándose.

Los otros tipos de cultivos con ventaja comparativa, son aquellos de alta densidad de valor y alta intensidad de uso de mano de obra (frutas, hortalizas, plantas aromáticas y medicinales, entre otras). Estos cultivos, además de su importancia económica, poseen una relevancia de tipo social, ya que pueden ser sembrados por pequeños y medianos productores y tienen la posibilidad de emplear una gran cantidad de mano de obra. Además, tienen un enorme potencial para emprender procesos de bioprospección en búsqueda de sustancias y productos bioactivos con los cuales se lograría dar un extraordinario valor agregado.

En el sector pecuario el país tiene ventajas comparativas para la producción y procesamiento de carne de pollo, huevos, carne de bovino y leche, debido principalmente a la posibilidad de incrementar las exportaciones de estos productos dentro de los países andinas.

### **Instituciones encargadas de liderar los procesos de CyT**

De acuerdo a los datos presentados anteriormente, se evidencia que desde el sector público, el Instituto Nacional encargado de la investigación agropecuaria ha venido atravesando por una serie de dificultades relacionadas con su legitimidad y pertinencia social, lo cual ha ocasionado una pérdida en la credibilidad del impacto de su investigación y por tanto en el monto de recursos financieros para su apoyo.

Por otra parte, la Universidad ha venido capacitando a nivel de maestría y doctorado a sus docentes, y ha “capturado” muchos de los investigadores con formación de doctorado que han salido del ICA y de CORPOICA (Tabla 4.4).

**Tabla 4.4 Instituciones con mayor capacidad científica y tecnológica en Colombia**

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>No. GRUPOS INVESTIGACIÓN</b>	<b>No. INVESTIGADORES</b>	<b>No. PhD</b>
U. Nacional	52	280	110
CORPOICA	16	164	32
Cenicafe	9	115	24
U. de Antioquia	10	107	27
Invemar	8	56	18
U. de Córdoba	11	56	11
U. del Valle	9	50	19
U. Javeriana	6	47	12
Cenicaña	2	28	10
U. Jorge Tadeo Lozano	3	30	5

Fuente: adaptado de Amaya y Rueda (2004)

Además, la Universidad ha venido fortaleciendo su infraestructura para realizar investigación y ha venido aumentando el número de proyectos en alianzas con el sector privado. Se visualiza que la Universidad irá a conquistar aquellos espacios de la investigación que fueron propios del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Por tanto, se esperaría que la investigación pública agropecuaria sea básicamente de responsabilidad de los grupos e institutos de las Universidades.

Con relación a la investigación privada, esta seguirá siendo asumida a través de los CENIs ya conformados y se visualiza que otros gremios de la producción, como los ganaderos, los cerealistas, los fruticultores, conformarán sus respectivos centros de investigación e innovación, mediante la financiación con recursos parafiscales.

### **Mecanismos de financiación**

Como se observó anteriormente, los recursos financieros con los que cuenta Colombia para apoyar procesos de CyT en el sector agropecuario, tienen su mayor limitante, no solo en su cuantía, sino en que son dispersos y existe una bajísima articulación entre las pocas fuentes

financiadoras. Por tanto, es necesario que las fuentes financiadoras establezcan alianzas estratégicas entre ellas, con el fin de definir áreas estratégicas y conformen fondos comunes que permitan una articulación de los recursos.

De esta manera, la tendencia con respecto a la financiación de la CyT agropecuaria, será la de financiación con recursos públicos de aquellas áreas estratégicas, mediante alianzas interdisciplinarias de grupos de diferentes instituciones nacionales, para ejecutar macro proyectos que respondan a las demandas y orientaciones sugeridas por los fondos competitivos. Por tanto, se prevé que este mecanismo remplazará el esquema de financiación de proyectos individuales de baja cuantía.

Una importante evidencia de esta tendencia se inició en el año 2004, cuando el Ministerio de Agricultura y COLCIENCIAS unieron esfuerzos y recursos con el fin de realizar una convocatoria conjunta para proyectos de investigación. Esta fue la primera vez en que el Ministerio de Agricultura abrió una convocatoria pública para la financiación de proyectos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, on line), ya que anteriormente los recursos de este Ministerio se destinaban de una forma distinta.

Otra evidencia importante, de la tendencia hacia macroproyectos, también se presentó en el período 2004 - 2005, cuando COLCIENCIAS realizó una convocatoria para la conformación de Centros de Investigación de Excelencia en diferentes sectores. El aporte para las propuestas ganadoras fue de US\$ 1,8 Millones por proyecto (COLCIENCIAS, on line).

La evidencia más reciente de esta tendencia son las dos convocatorias (año 2007 y año 2008) mediante las cuales el Ministerio de Agricultura está apoyando financieramente programas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación por cadenas productivas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, on line), en montos de hasta US\$ 1,0 Millón por Programa.

## **Conclusiones**

-Hay una enorme dificultad para encontrar en el sector agropecuario información actual sobre los desarrollos de procesos de CyT en Colombia de los últimos tres años.

- Es indudable que aunque el sector agrario en Colombia ha recibido durante los últimos 30 años un enorme apoyo a través de la política de CyT, lo que se evidencia en el aumento de la estructura institucional colombiana para realizar procesos de investigación y transferencia de tecnología; en aportes financieros para apoyar infraestructura y proyectos de investigación; para crear y fortalecer instituciones; para capacitar profesionales a nivel de maestría y doctorado; este sector no ha demostrado la dinámica para lograr avances consecuentes con el mencionado apoyo; indicando la necesidad de un reenfoque en acciones estratégicas que permitan que los grupos e instituciones del sector se concentren en actividades que aprovechen de una mejor forma la biodiversidad colombiana e incrementen el valor agregado de la producción primaria.

- La CyT agropecuaria colombiana pasó de un modelo basado casi exclusivamente en un único instituto nacional de investigación, a una gama compuesta por centros de desarrollo tecnológico, universidades, corporaciones, etc. En la cual el sector privado colombiano ha apoyado procesos de CyT mediante la conformación de centros de investigación por producto, cuyos impactos logrados han sido mucho más efectivos que los logrados por los institutos nacionales.

-El cambio de modelo en la investigación pública, de un instituto nacional a una corporación mixta, no ha logrado los impactos que justifiquen la decisión tomada, ya que Colombia ha venido perdiendo una importante fracción de sus investigadores capacitados y no ha logrado establecer un mecanismo de reemplazo; ocasionando que tanto la universidad pública como privada hayan venido capacitando a sus investigadores y fortaleciendo su infraestructura investigativa, con lo cual se prevé que en los próximos años ellas asumirán gran parte de la responsabilidad en la ejecución de la investigación agropecuaria pública del país.

-Durante los últimos treinta años, el paradigma tecnológico adoptado por la agricultura colombiana tiene relación con los aumentos de productividad y reducción de costos, con trayectorias tecnológicas en las que sobresalen temáticas de mejoramiento genético y control de plagas. Se espera que para la próxima década, Colombia fortalezca un esquema de apoyo hacia la investigación de productos tropicales con el enfoque de cadena productiva, mediante la consolidación de un proceso de financiación más robusto hacia

áreas estratégicas mediante el apoyo de macroproyectos, lo cual remplazará o por lo menos complementará la forma tradicional de apoyo hacia proyectos multiáreas y de baja cuantía.

### **Bibliografía**

- AMAYA, P.; RUEDA, M. (2004). Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sector Agropecuario- Informe presentado a COLCIENCIAS. Bogotá, 66 p.
- BAQUERO, I.; NÁJAR, E. (2004). Análisis de Rentabilidad de la Investigación en CORPOICA, Resultados Preliminares. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Mimeografiado. 14 p.
- BEINTEMA, N.; ROMANO, L.; PARDEY, P. (2000). I&D Agropecuario en Colombia: Política, Inversiones y Perfil Institucional. Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Agroalimentarias (IFPRI) y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Washington, julio de 2000. 83 p.
- CENIACUA. Centro Nacional de Investigaciones en Acuicultura. [on line]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.ceniagua.org>. Consultada octubre de 2008.
- CENICAFE. Centro Nacional de Investigaciones del Café. [on line]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.cenicafe.org>. Consultada octubre de 2008.
- CENICANA. Centro Nacional de Investigación de Caña de Azúcar. <http://www.cenicana.org>. Consultada octubre de 2008.
- CENIPALMA. Centro Nacional de Investigación en palma de Aceite. [on line]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.cenipalma.org>. Consultada octubre de 2008.
- COLCIENCIAS. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología (1991); Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: Instrumentos Jurídicos.
- COLCIENCIAS. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología. [on line]. Disponible en la World Wide Web: [http:// www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co)" Consultada noviembre de 2008
- COLCIENCIAS. (2005). Gasto público del Gobierno Nacional Central en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, CT+I. Proyectos de Inversión 2000-2004. Colciencias, mimeografiado, 40 p. Octubre de 2005

- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria); IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). (2002). Zonificación Agroecológica de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.
- CORPOICA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2004). Auto evaluación de las Corporaciones Mixtas de Investigación Agropecuaria. Informe Final de CORPOICA. Julio 12 de 2004. 97 p.
- DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [on line]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.dane.gov.co> Consultada agosto de 2008.
- FONSECA, S.; RUGELES, L. (2004). De lo Agropecuario a lo Agroindustrial: Una Visión desde la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. COLCIENCIAS – CENIRED. Bogotá, DC. noviembre 2004. 81 p.
- Fuck, M; Bonacelli, M.; de Carvalho, S. (2009). Os novos caminhos das Instituições Públicas de Pesquisa Agropecuária: observações a partir dos casos da Embrapa e do INTA. [on line]. Revista Espacios. Vol. 30 (1) 2009. Disponible en la World Wide Web: <http://www.revistaespacios.com/>.
- LORENTE, L. (2003). Fondos parafiscales, competitividad y desarrollo. Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas CEGA. [on line]. Disponible en la World Wide Web: [www.cega.org.co](http://www.cega.org.co)
- NAVAS, J.; CAMACHO, H.; MOLANO, M. (1998). Infraestructura del Sistema Nacional de Investigación y desarrollo Tecnológico Agropecuario Colombiano. COLCIENCIAS: Ministerio de Agricultura. Departamento Nacional de Planeación. Santafé de Bogotá Mimeografiado. pp137-146
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (2004). Unidad Preparatoria del proyecto “Transición de la Agricultura y del Medio Rural”. Bogotá. Mimeografiado.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. [on line]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.minagricultura.gov.co>. Consultada octubre de 2008.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (2008). Estadísticas del sector Agropecuario. Marzo de 2008. [on line]. Disponible en la World Wide Web: [http://www.minagricultura.gov.co/archivos/carpeta\\_ministro\\_11\\_marzo\\_2008.pdf](http://www.minagricultura.gov.co/archivos/carpeta_ministro_11_marzo_2008.pdf)



- PAIVA, R.M. (1975). “Modernização e dualismo tecnológico na Agricultura: uma reformulação”. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 5 (1): 28-39.
- PARDEY, Ph.; BEINTEMA, N. (2001). “Slow Magic, Agricultural R&D a Century After Mendel”. Agricultural Science and Technology Indicators Initiative. International Food Policy Research Institute. Washington,D.C. October 26, 2001.
- PEREIRA, B. L.C. (1997). A Reforma do Estado dos anos 90: Lógica e Mecanismos de Controle. Cadernos Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado. Brasília
- SALLES FILHO et al. (2000). Ciência, Tecnologia e Inovação: a reorganização da pesquisa pública no Brasil. Ed. Komedi, Campinas, Brasil.
- TRIGO, E. (2004). Reflexión sobre las prioridades en materia de inversión pública en las políticas de ciencia y tecnología para el sector agropecuario. Taller organizado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el IICA. Memorias. Bogotá.

## **Conclusões finais**

Atualmente, a Colômbia tem a capacidade científica e tecnológica para avançar de uma forma mais intensiva em atividades de bioprospecção, o que se evidencia pela existência de pelo menos 71 grupos de pesquisa que possuem as capacidades necessárias com as quais é possível realizar estes trabalhos; pela existência de um núcleo de profissionais com formação acadêmica avançada obtida tanto na Colômbia como em outros países; e pela capacidade para realizar pesquisa e gerar artigos científicos produzidos por estes grupos. E isso ocorre sem que a política científica local tenha elegido a bioprospecção como um tema prioritário.

Assim, os grupos que trabalham em bioprospecção estão fortalecendo capacidades através de processos acadêmicos e são poucas as experiências de parcerias com fins específicos comerciais; fato que coincide com outras experiências internacionais (Georghiou, 1998; Henne e Fakir, 1999; Velho, 2001; Swiderska, 2001; Tobin, 2002; Laird e Wynberg, 2002; Velho, 2004; Neumann e Quaggiotto, 2005; Katsouyanni, 2008) nas quais o principal objetivo das parcerias dos grupos de pesquisa dos países ricos em biodiversidade se concentra na construção de capacidades endógenas nacionais relacionadas com melhoramento da infra-estrutura científica e formação de recursos humanos. Da mesma forma, as experiências dos grupos colombianos se concentram em modelos de interação entre universidades ou institutos nacionais de pesquisa e o âmbito principal de trabalho destes grupos se restringe principalmente a pesquisas relacionadas com as fases primárias da prática de bioprospecção como a caracterização de bio-processos no nível de laboratório (70% dos projetos executados pelos grupos).

Portanto, as atividades de bioprospecção na Colômbia são realizadas por grupos pertencentes a universidades e centros de pesquisa com escassa participação de empresas privadas. Esse resultado não é, de fato, surpreendente, na medida em que a política colombiana de Ciência e Tecnologia tem priorizado o apoio a grupos destas instituições, sem que isto signifique que a política tem como prioridade a bioprospecção. É importante reconhecer, entretanto, que a política de C&T da Colômbia durante os últimos anos tem tentado incentivar a capacitação de grupos de empresas privadas mediante instrumentos de apoio à articulação e cooperação Universidade – Empresa; mas tais iniciativas ainda têm muito poucos resultados positivos.

A temática de bioatividade de organismos marinhos é uma área que apresenta os mais importantes avanços em bioprospecção na Colômbia, tanto do ponto de vista básico como aplicado, representados nas avaliações de bioatividade e estudos químicos de 70 esponjas marinhas das quais se isolaram 300 compostos químicos com 70 estruturas inovadoras que possuem bom potencial de atividade antimicrobiana e antitumoral (Duque, 2009). Esta temática tem um potencial promissor em nível mundial já que durante os últimos dez anos cerca de 15.000 produtos naturais foram isolados de microrganismos, algas e invertebrados marinhos que demonstraram potencial como metabólitos ativos (Synnes, 2007) e experiências similares são apresentadas por Abreu et alli (2008), quando analisam o efeito residual e sistêmico dos extratos de macro algas marinhas e/ou plantas aquáticas no controle de pragas de importância econômica na agricultura.

Na temática de bioatividade de organismos marinhos, a Colômbia se destaca pela presença há vários anos de grupos que têm trabalhos muito intensos, e que têm contribuído ao relacionamento com grupos internacionais, à geração de um grande número de publicações internacionais, à formação acadêmica de pesquisadores e à formação de outros grupos jovens na Colômbia.

Com relação à mecânica de cooperação internacional se evidencia que a Espanha é o país com o qual a Colômbia mantém os maiores níveis de cooperação, seguida por outros países europeus como a França, a Alemanha e a Inglaterra e, posteriormente, os Estados Unidos; observou-se que o grau de cooperação tem uma marcada relação com o país no qual o líder do grupo colombiano tinha realizado seus estudos de pós-graduação. Foi também notada uma tendência geral de diferenciação da articulação de cooperação com países europeus ou com os Estados Unidos, já que com os primeiros se mostra uma maior potencialidade para realizar trabalhos com aplicabilidade em setores empresariais enquanto que, com os Estados Unidos, a principal e mais importante motivação é de tipo acadêmico. Isso se deve, principalmente, ao fato de que com os países europeus há um pólo importante de cooperação relacionado com as possibilidades de obter apoio econômico quando se participa em redes temáticas nas quais é necessária a participação empresarial. Quanto à cooperação entre a Colômbia e outros países do continente americano (excetuando os Estados Unidos) esta se apresenta num terceiro nível, motivada principalmente pela oportunidade de compartilhar problemas comuns relacionados com as condições tropicais.

Esta evidência coincide com a baixa colaboração entre estes países já relatada para outras áreas do conhecimento há vários anos (Lewison et alli, 1993; Velho, 2001; Roa-Atkinson e Velho, 2005), principalmente porque, apesar de compartilharem problemáticas comuns, as comunidades de pesquisa são pouco desenvolvidas e os sistemas nacionais de C&T oferecem poucos recursos financeiros, levando estes países a procurarem colaborações com países de maior desenvolvimento e recursos financeiros mais abundantes e destinados à cooperação internacional (como é o caso dos recursos para pesquisa oferecidos pela Comissão Européia).

Foi evidente uma maior articulação dos grupos colombianos com grupos de outros países do que entre grupos nacionais. Observou-se que as principais motivações desta articulação por parte dos pesquisadores colombianos são preferencialmente de caráter acadêmico e investigativo, e só durante os últimos anos se observa alguma preocupação para realizar trabalhos com enfoques mais aplicados e seletivos, cujos resultados possam ser incorporados e negociados com empresas.

Com relação ao marco legal normativo para realizar bioprospecção, observou-se que este tema é de grande atualidade, interesse e controvérsias na Colômbia, devido à preocupação constante de manter o equilíbrio entre a conservação dos recursos naturais e as possibilidades de usar o máximo potencial destes para conseguir avanços na geração de conhecimento e até mesmo de novos produtos.

Da análise dos níveis nacional, regional e internacional de toda a normativa aplicada na Colômbia para realizar processos de bioprospecção ficou bastante claro que este país possui um marco legal muito complexo e esta complexidade, associada à rigidez, faz com que a normativa existente se converta num impedimento para realizar de forma legal as atividades relacionadas com bioprospecção. Assim, o marco regional andino, através da chamada Decisão Andina 391 de 1996, é a normativa que atualmente está impondo as maiores limitações para que se desenvolvam na Colômbia de uma forma adequada pesquisas que contemplem o acesso aos recursos genéticos. A implementação desta Decisão Andina na Colômbia tem grandes inconvenientes devidos às dificuldades que se apresentam em diversos níveis, que este estudo denominou como: o político, o de procedimentos e o de capacidade técnica da autoridade nacional competente. No nível político se destaca a falta de compromisso para incorporar na agenda pública o tema do acesso aos recursos

genéticos. Na parte procedimental, se evidenciam enormes vácuos na aplicação da normativa no âmbito colombiano. No terceiro nível, evidenciaram-se as dificuldades e falências em capacidade técnica e operativa do Ministério de Ambiente, Moradia e Desenvolvimento Territorial, como autoridade colombiana competente para propiciar e regular a pesquisa em biodiversidade e o acesso aos recursos genéticos com fins investigativos e comerciais.

Os pesquisadores colombianos percebem que a normativa atual é um enorme impedimento para desenvolver processos de ciência e tecnologia relacionados com biodiversidade e recursos genéticos e evidenciou-se a possibilidade de que muitas das pesquisas que se estão realizando atualmente na Colômbia não possuem as permissões exigidas. Por essa razão, algumas iniciativas de pesquisa têm sido declaradas como ilegais por parte da autoridade nacional competente e, portanto, algumas instituições vão a começar a ser punidas.

Devido principalmente às enormes restrições colocadas pelo marco legal para que a Colômbia avance no uso sustentável e econômico de seus recursos genéticos, este país ainda não tem casos emblemáticos em temas de bioprospecção. Essa situação é incoerente com as grandes potencialidades deste país em diversidade biológica e com as atuais capacidades endógenas em C&T para desenvolver práticas bioprospectivas.

Situação muito diferente se evidenciou no setor da agropecuária da Colômbia, no qual a política de C&T contribui de uma forma decidida mediante a conformação de um Programa Nacional de Ciência e Tecnologias Agropecuárias, criado através da lei 29 de 1990 ou Lei Marco de Ciência e Tecnologia. Sob a égide de tal programa foi possível apoiar o fortalecimento e criação de ao menos 284 organizações que realizam atividades de pesquisa e transferência de tecnologia agropecuária; a conformação e aumento de capacidades endógenas de pelo menos 200 grupos conformados por um número aproximado de 1.300 pesquisadores, contando com a contribuição financeira tanto do setor público quanto do privado para criar e fortalecer infra-estrutura. Portanto, e diferentemente da bioprospecção, a agropecuária na Colômbia conta com vários exemplos emblemáticos desta atividade, representados durante as décadas de 70 e 80 pelo Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) e, mais recentemente, pelos denominados Centros Nacionais de Investigação Agropecuária (CENIs) apoiados pelo setor privado em áreas como café (CENICAFE), cana (CENICANÑA) e palma (CENIPALMA), entre outros.

### **Algumas reflexões sobre os casos de bioprospecção na Colômbia e o marco legal**

Com base em alguns casos que ilustram a situação atual da bioprospecção na Colômbia (estudados nos Capítulos I, II e III) é possível construir algumas reflexões.

A primeira reflexão é que os casos apresentados são somente uma amostra de alguns dos interesses de empresas e institutos internacionais na biodiversidade da Colômbia, que pretenderam aproveitar, com antecedência, a recente normativa emitida (em 1997), com o fim de tratar de obter as permissões respectivas para realizar práticas bioprospectivas em todo o território colombiano. Como contrapartida a esse acesso ofereceram alguns incentivos não monetários representados em dotação de laboratórios, publicações compartilhadas, treinamento de pessoal técnico colombiano, entre outros. Estes benefícios oferecidos, entretanto, não são proporcionais ao valor potencial da biodiversidade à qual teriam acesso. Esta discrepância em termos de valor foi possivelmente o principal argumento para que o Ministério do Ambiente da Colômbia negasse a possibilidade das atividades bioprospectivas por parte das instituições estrangeiras.

Mas, é muito interessante refletir sobre o que poderia ter acontecido se o Ministério não simplesmente negasse a possibilidade, mas houvesse imposto condições equitativas com as quais tais instituições levassem a cabo os trabalhos; possibilidade que está considerada no marco legal quando se estabelecem as condições de contratos para acesso aos recursos genéticos. Talvez no Ministério devesse adotar um enfoque mais pró-ativo que permitisse a negociação dos recursos e não um enfoque meramente defensivo de “guardião dos recursos” (Artuso, 2002).

É preciso considerar que as empresas estrangeiras fizeram as solicitações nos primeiros cinco anos de estabelecimento da normativa andina na Colômbia e posteriormente não há registros oficiais de solicitações feitas por este tipo de instituições. Isso pode indicar que algumas outras instituições estrangeiras que pudessem estar interessadas nas atividades de bioprospecção na Colômbia entenderam as enormes dificuldades para poder acessar os recursos genéticos deste país e, portanto, procuraram possibilidades de fazer estes trabalhos em outros países biodiversos. Outra possibilidade é que tais instituições estejam, de fato, realizando práticas de bioprospecção na Colômbia de modo ilegal ou de forma conjunta com instituições ou estudantes colombianos de pós-graduação sem que estas instituições

estrangeiras realizem diretamente as solicitações. Assim, por exemplo, este estudo apresenta evidências de experiências de bioprospecção conduzidas por universidades e pesquisadores estrangeiros em ecossistemas colombianos que são apresentadas em seminários internacionais e que não se submeteram à normativa legal vigente para realizar suas atividades. Esta é, possivelmente, uma das principais causas pelas quais não existem experiências importantes documentadas na prática de bioprospecção na Colômbia.

Se o Ministério de Meio Ambiente houvesse se preocupado ainda mais por fortalecer sua capacitação interna para entender o escopo e as limitações da bioprospecção, e se a política de C&T houvesse incorporado a bioprospecção como uma área temática de interesse e prioridade nacional, possivelmente, neste momento, a Colômbia seria um país líder em modelos de negociação e aproveitamento sustentável da biodiversidade.

Com base nos casos nos quais o Ministério de Meio Ambiente tem outorgado a permissão para acesso a recursos genéticos, a principal reflexão está relacionada com o fato de que estas permissões condicionam que a finalidade deste acesso seja exclusivamente para incrementar conhecimento científico e, portanto, não tenha finalidades comerciais. Este critério está na contramão da própria definição de bioprospecção, que considera a possibilidade de usar de forma direta em atividades comerciais os produtos encontrados. Aqui novamente é preciso considerar que sob esta concepção assumida pelo Ministério de Ambiente da Colômbia é muito difícil que este país encontre e adote mecanismos mediante os quais possa aproveitar sua enorme biodiversidade.

Outra consideração que deve ser feita sobre estes casos é pensar o que acontece com os resultados e análises obtidos através dos estudantes colombianos no exterior. Os resultados que eles produzem estarão disponíveis nos laboratórios das universidades estrangeiras e poderiam ser aproveitados com fins comerciais, já que o contrato de acesso aos recursos genéticos estudados foi assinado diretamente pelo estudante e o governo colombiano, e não pela universidade. Então, é válido sugerir se não seria mais conveniente para a Colômbia que o Ministério avaliasse as possibilidades e restrições e permitisse a realização de trabalhos com fins comerciais, precisando fazer os respectivos contratos com a supervisão direta de tal Ministério e com o apoio técnico de pesquisadores do Sistema Colombiano de C&T. Para isso é necessário fortalecer as capacidades jurídicas e científico tecnológicas da Colômbia, para que de forma articulada entre a academia, o governo e sociedades civis se

adotem os mecanismos e se criem condições que permitam negociações mutuamente benéficas entre instituições estrangeiras e nacionais. Portanto, é muito difícil que com as atuais capacidades de gestão no setor governamental da Colômbia seja possível desenhar os mecanismos apropriados.

Com base nos casos relacionados com a política chamada Centros de Investigação de Excelência apoiados pelo governo colombiano através de COLCIENCIAS, a principal reflexão é que não existe uma congruência entre a política de ciência e tecnologia da Colômbia com as restrições impostas pelo marco legal para realizar bioprospecção. A análise dos casos reflete perfeitamente que os trâmites das respectivas permissões se iniciaram pelos grupos de pesquisa um tempo depois de que as propostas foram aprovadas por COLCIENCIAS. Isso indica que os grupos de pesquisa da Colômbia, além de terem que se preocupar com a qualidade científica e técnica das propostas, também devem atender a todas as obrigações jurídicas. Considerando que tanto o COLCIENCIAS como o Ministério de Meio Ambiente são instituições do governo colombiano, deve-se buscar interações entre estas, com o fim de lograr de forma articulada e unificada o apoio aos grupos de pesquisa para que realizem seus trabalhos sem maiores dificuldades (é importante reconhecer que já se tem produzido algumas interações entre os dirigentes destas instituições, mas infelizmente as estratégias avançam de forma muito lenta).

Em dois casos que representam os Institutos de Biotecnologia na Colômbia (o Instituto de Biotecnologia da Universidade Nacional –IBUN- e a Corporação de Investigações Biológicas –CIB) ficou evidente que alguns grupos de pesquisa da Colômbia continuam fazendo alguns processos de cooperação internacional em bioprospecção sem fazer a solicitação da permissão respectiva, o que demonstra que estes não querem submeter-se aos trâmites da autoridade nacional competente.

Talvez a reflexão mais interessante que é preciso fazer do caso apresentado do IBUN é que a tendência atual do Ministério do Meio Ambiente da Colômbia é começar a punir aquelas instituições e grupos que têm realizado acesso a recursos genéticos sem a devida permissão (portanto, vão ter que punir muitas instituições). Aqui é importante considerar que é necessário que o Ministério trabalhe mais articuladamente com as instituições de pesquisa e acadêmicas para lograr estabelecer as pontes que permitam avanços científicos e tecnológicos de uma forma legal. Tal como sustentam Kursar et alli (2007), os países



deveriam minimizar as restrições à biodiversidade e promover a investigação básica e ao mesmo tempo regulando, mas não inibindo, a investigação com potencial comercial, assegurando que os cientistas locais joguem um papel central nas investigações da própria biodiversidade.

Também é importante considerar que a grande maioria dos temas e projetos de cooperação internacional resumidos neste estudo não estão registrados oficialmente nas bases de dados do Ministério, o que poderia evidenciar novamente que uma grande parte da pesquisa em bioprospecção está sendo feita sem as respectivas permissões.

### **Algumas recomendações de política de C&T**

As experiências de bioprospecção realizadas na Colômbia são atualmente muito difíceis de documentar; portanto, é preciso estabelecer um mecanismo unificado com informação sistematizada que contenha registros oficiais com os quais se possam realizar acompanhamentos técnicos aos projetos em execução e que permitam que tal informação possa ser tomada como base para a geração de políticas públicas apropriadas.

A Colômbia vem incrementando suas capacidades de C&T para realizar bioprospecção, inicialmente como resultado de motivações e interesses específicos e isolados dos grupos de pesquisa que, através das experiências vividas por parte de seus integrantes em outros países, foram incorporando linhas e áreas temáticas relacionadas com a bioprospecção. Durante os últimos anos observa-se que a política de C&T colombiana tem reforçado as capacidades primárias de alguns grupos de áreas como a agropecuária e a química, propiciando avanços na consolidação e articulação interinstitucional destes. Entretanto, ainda se requer a formulação de ações estratégicas mediante as quais seja possível um incremento importante dos recursos econômicos com os quais se possa apoiar projetos de pesquisa e inovação tecnológica; se obtenha a continuidade no apoio para a criação e fortalecimento de grupos de pesquisa científica e tecnológica e se incremente o número de pesquisadores colombianos com estudos de doutorado tanto na Colômbia como no exterior. Em outras palavras, a bioprospecção ainda não é um tema central e visto como estratégico para as políticas de C&T na Colômbia.

Dado que na Colômbia existem competências para realizar caracterizações taxonômicas, bioquímicas e moleculares tanto de microrganismos como de plantas e animais, esta

potencialidade deve ser mais aproveitada com o fim de focalizar objetos de estudo mais específicos que possam ser analisados em profundidade e, desta maneira, conseguir avanços para trabalhos com visão econômica que possam ser abordados por grupos de pesquisa ou por outras unidades com maior capacidade empresarial.

Uma estratégia possível é consolidar uma política de apoio para a criação de um Centro de Excelência em Bioprospecção, com o qual se poderia diminuir a enorme dispersão atual de áreas temáticas, linhas de pesquisa e focos potenciais de pouca aplicação e incrementar a colaboração entre os grupos colombianos. Uma experiência para emular é a do México na criação do Instituto para o Estudo de Plantas Medicinais –IMEPLAN-, como um distintivo nacional, abrigando pesquisadores químicos, antropólogos e etnobotânicos (Hayden, 2003). Além disso, seria muito importante que um Centro como o proposto tenha funções relacionadas com a coordenação das negociações, assegurando equidade na partilha dos benefícios científicos e desenvolvimento econômico, fornecendo apoio financeiro para projetos e coordenando atividades de pesquisa; funções que poderiam se desenvolver em apoio ao Ministério de Meio Ambiente.

Com base nas evidências dos casos de bioprospecção na Colômbia é preciso que o Ministério de Meio Ambiente e a política de C&T se preocupem em criar as condições e mecanismos para lograr acordos de acesso aos recursos genéticos da Colômbia com instituições nacionais e estrangeiras aproveitando o marco legal e as capacidades deste país em C&T. Portanto, é preciso um maior compromisso por parte dos organismos encarregados de planejar e apoiar a ciência e a tecnologia como atores fundamentais para identificar oportunidades de bioprospecção e para criar e fortalecer as atuais capacidades. Nesta recomendação é pertinente analisar a experiência da Grécia dentro da comunidade europeia, que demonstra que foi necessário realizar uma revisão da legislação ambiental com o fim de reorientar a política para obter uma maior vinculação pública e um incremento na coordenação das capacidades das autoridades regulatórias; requerendo-se “uma cultura política” mediante a qual cada país defina o estilo para moldar as políticas e dessa forma conseguir os resultados desejados (Papageorgiou e Vogiatzakis 2006).

Deve-se fazer uma diferenciação entre o acesso aos recursos genéticos com fins acadêmicos ou de pesquisa e o acesso com fins comerciais; portanto, com base no marco estabelecido na CDB e na Decisão Andina 391 é possível fazer regulamentações nacionais que permitam

estabelecer esta diferença. Um bom exemplo para avaliar é a experiência das Filipinas que, através de uma ordem executiva presidencial, distinguiu estes dois tipos de acordos (Presidential Office of the Philippines, 1995); portanto, neste país só quando uma atividade acadêmica resulta positiva para identificar um potencial comercial de um recurso genético é que se desenvolve um acordo comercial. A Costa Rica também tem experiências neste tipo de diferenciações que, com base na Lei de Biodiversidade que opera desde maio de 1998, distingue entre o acesso aos recursos genéticos com fins agro-alimentares daqueles com fins farmacêuticos e também se faz uma diferenciação entre a pesquisa com fins comerciais e aquela com objetivos acadêmicos (Cabrera, 2000). Uma recomendação similar é feita por Dávalos, et alli (2003) que advogam que desde o princípio de um acordo se estabeleçam ao menos duas possibilidades - a primeira, com o objetivo principal de pesquisa para incremento de conhecimento científico e, portanto, se o pesquisador detecta nos resultados alguma possibilidade comercial deve avisar a quem pertence o recurso para que desenvolva outras ações; e a outra possibilidade é que o objetivo do acordo seja comercial e, portanto, se estabeleçam as condições de propriedade intelectual e compartilhamento de benefícios monetários e não monetários.

As evidências encontradas na agropecuária da Colômbia demonstram que, apesar do apoio fornecido pela política de C&T, os impactos atingidos não correspondem em sua totalidade aos esforços realizados; precisando-se um novo enfoque que contribua a dinamizar este setor mediante a incorporação de tecnologias contemporâneas que forneçam altos valores agregados à produção primária.

Finalmente, as evidências integrais deste estudo levam a concluir que a bioprospecção é uma alternativa extraordinária mediante a qual se aproveitaria a biodiversidade da Colômbia e as fortalezas endógenas dos grupos de pesquisa da agropecuária da Colômbia.

## Referências Bibliográficas

- ABREU, G.; TALAMINI, V.; STADNIK, M. 2008. Bioprospecting of marine seaweeds and aquatic plants for controlling the bean anthracnose. *Summa Phytopathologica*. 34 (1): 78-82.
- ARTUSO, A. 2002. Bioprospecting, Benefit Sharing, and Biotechnological Capacity Building. *World Development*, Vol. 30, No. 8, pp. 1355–1368.
- BARBER, Ch.; GLOWKA, L.; LA VINA, A. 2002. Developing and implementing national measures for genetic resources access regulation and benefit-sharing. In: *Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section 5, Chapter 12, pages 363 – 414.
- BERKELEY UNIVERSITY. Consultada Novembro de 2006. [http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2004/09/29\\_samoa.shtml](http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2004/09/29_samoa.shtml).
- BERLIN, B.; BERLIN, E. A. 2003. NGOs and the process of prior informed consent in bioprospecting research: the Maya ICBG project in Chiapas, Mexico. *International Social Science Journal ISSJ*, 178. UNESCO. Pages 629 – 638.
- BOISVERT, V.; CARON, A. 2002. The Convention on Biological Diversity: An Institutional Perspective of the Debates. *Journal of Economic Issues*. Vol. XXXVI No. I, March, pp 151-166.
- BRAND, U.; GÖRG, C. 2003. The State and the Regulation of Biodiversity, International Biopolitics and the Case of Mexico. *Geoforum*, Vol. 34 (2): 221-233.
- BRUSH, S. 1999. Bioprospecting the Public Domain. *Cultural Anthropology*. Vol 14 (4): 535-55.
- CABRERA, J. 2000. El Acceso a los Recursos Genéticos y los Sistemas Sui Generis como Mecanismo para la Protección del Conocimiento Tradicional: La Experiencia Costarricense. UNCTAD Expert Meeting on Systems and National Experiences for Protecting Traditional Knowledge, Innovations and Practices. Geneva. 30 October – 1 November 2000. Consultada Novembro de 2006. [http://r0.unctad.org/trade\\_env/tk.htm](http://r0.unctad.org/trade_env/tk.htm)
- CARRIZOSA, S. 2002. Análisis comparativo de modelos internacionales de bioprospección: implicaciones para la conservación de la biodiversidad y la distribución equitativa de beneficios. In: Melgarejo, et al. *Aproximación al estado actual de la*

bioprospección en Colombia Bogotá: Cargraphics Paginas: 171-190. Serie de Documentos Generales INVEMAR No.10). Consultada Outubro de 2006. [http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/ESTADO\\_BIOPROSPECCION.pdf](http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/ESTADO_BIOPROSPECCION.pdf)

-CASAS, A. 1999. Recursos genéticos, biodiversidad y derecho. Bogotá. Ediciones jurídicas Gustavo Ibañez e Instituto Colombiano de Derecho Ambiental. 15 p.

-CASTREE, N. 2003. Bioprospecting: from theory to practice (and back again). *Transactions of the Institute of British Geographers*, 28, 1: 35-55.

-CHATTERJEE, S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in india - a commercial approach. *Acta Hort. (ISHS)* 576:191-202. [http://www.actahort.org/books/576/576\\_28.htm](http://www.actahort.org/books/576/576_28.htm)

-COSTELLO, C.; WARD, M. 2006. Search, bioprospecting and biodiversity conservation. *Journal of Environmental Economics and Management*. 52: 615–626.

-DÁVALOS, L.; SEARS, R.; RAYGORODETSKY, G.; SIMMONS, B.; CROSS, H.; GRANT, T.; BARNES, T.; PUTZEL, L.; PORZECANSKI, A. 2003. Regulating access to genetic resources under the Convention on Biological Diversity: an analysis of selected case studies. *Biodiversity and Conservation* 12: 1511–1524.

-DESCOLA, Ph. 2003. The issue of consent: a comment. . *International Social Science Journal* ISSJ 178. UNESCO. Pages 639 - 641

-DORSEY, M. 2006. Future Markets in Biology:Life After Bioprospecting. *NACLA Report on the Americas*; Mar/Apr, Vol. 39 Issue 5: 31-40

-DUQUE, C. 2009. Organismos marinos: fuente asombrosa de compuestos útiles para la humanidad. En: Carlos Corredor; Felipe Guhl; Carmenza Duque (editores) *Memorias Seminario Internacional Tendencias y Futuro de la Investigación en Parasitología y en Productos Naturales*. ACOFACIEN y ACCEFYN. Editora Guadalupe S.A, Bogotá, Colombia, páginas 353 – 372.

-ESCOBAR, A. 1999. After Nature: Steps to an Antiessentialist Political Ecology. *Current Anthropology*, 40 (10): 1-30.

-FAO. Organización de las Naciones Unidas par la Agricultura y la Alimentación. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consultada Julho de 2006. [http://www.fao.org/biodiversity/CBD\\_es.asp](http://www.fao.org/biodiversity/CBD_es.asp)

- FEINSILVER, J.M., 1996, Prospección de la biodiversidad: potencialidades para los países en desarrollo”. Revista de la CEPAL n. 60, Diciembre, pp111-128.
- FIRN, R. 2003. Bioprospecting – why is it so unrewarding?. *Biodiversity and Conservation* 12: 207–216.
- GEORGHIU, L. 1998. Global cooperation in research. *Research Policy*. Vol. 27, pages 611– 626.
- GOLLIN, M. 2002. Elements of commercial biodiversity prospecting agreements. In: *Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section IV, Chapter 10. pages 310-332
- HAYDEN, C. 2003. From market to market: Bioprospecting's idioms of inclusion. *American Ethnologist*. Volume 30, Issue 3: 359-371.
- HENNE, G. and FAKIR, S. (1999), "NBI-Ball Agreement: A new phase in bioprospecting?" *Biotechnology and Development Monitor*, No. 39, pages 18-21
- ICBG. The International Cooperative Biodiversity Groups. Consultada noviembre de 2006. <http://www.fic.nih.gov/programs/icbg.html>
- INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD DE COSTA RICA. Consultada Agosto 2006. <http://www.inbio.ac.cr>.
- JOY, P.; THOMAS, H.; MATHEW, S.; SKARIA, B. 1998. *Medicinal Plants*. Kerala Agricultural University; Aromatic and Medicinal Plants Research Station. <http://ppjoy.tripod.com/PDFs/Bk%20Medicinal%20Plants.PDF>
- KATSOUYANNI, K. 2008. Collaborative research: Accomplishments & potential. *Environ Health*. 7:3. Published online 2008 January 21. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2265690>
- KURSAR, T.; CABALLERO, C.; CAPSON, T.; CUBILLAS, L.; GERWICK, W.; HELLER, M.; IBÁÑEZ, A.; LININGTON, R.; McPHAIL, K.; ORTEGA, E.; ROMERO, L.; COLEY, P. 2007. , Linking bioprospecting with sustainable development and conservation: the Panama case. *Biodiversity and Conservation* , Vol. 16: 2789–2800.
- LAIRD, S. A. 2002 Introduction: equitable partnerships in practice. In: *Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. pages xxii-xxxvi.

- LAIRD, S. A.; WYNBERG, R. 2002. Institutional policies for biodiversity research. In: Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section I, Chapter 3, pages 39-76.
- LAIRD, S.; ten KATE, K. 2002. Biodiversity prospecting: the commercial use of genetic resources and best practice in benefit-sharing. In: Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section IV, Chapter 8. pages 241-286.
- LESSER, W.; KRATTIGER, A. (2007). Valuation of Bioprospecting Samples: Approaches, Calculations, and Implications for Policy-Makers. In Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practice. (eds. A Krattiger, RT Mahoney, L Nelsen, et al.). MIHR: Oxford, U.K., and PIPRA: Davis, U.S.A. Available online at [www.ipHandbook.org](http://www.ipHandbook.org). Pages 861-876 cap. 9.4
- LEWISON, G.; FAWCETT-JONES, A.; KESSLER, C. 1993. Latin-American scientific outputs 1986-1991 and international co-authorship patterns, *Scientometrics*, Vol. 27 (3): 317-336.
- MATHUR, E.; COSTANZA, C.; CHRISTOFFERSEN, L.; ERICKSON, C.; SULLIVAN, M.; BENE, M.; SHORT, J. 2004. An Overview of Bioprospecting and the *Diversa* Model. *IP Strategy Today*, No. 11: 1-20.
- MORAN, K.; KING, S.; CARLSON, Th. 2001. Biodiversity Prospecting Lessons and Prospects *Annual Review of Anthropology* 30: 505-526.
- NEUMANN, K.; QUAGGIOTTO, G. 2005. ABS Capacity Development and the Central Asia and Mongolia Bioresources and Biosecurity Network. Work in Progress. Volume 17, Number 2. Summer 2005. Office of Communications United Nations University. Pages 33 - 35
- PAPAGEORGIOU, K.; VOGIATZAKIS, I. 2006. Nature protection in Greece: an appraisal of the factors shaping integrative conservation and policy effectiveness. *Environmental Science & Policy*, Vol. 9: 476 – 486.
- PARDO F., M. 2000. Estudio sobre Conocimiento Tradicional, Acceso y Distribución de Beneficios y Derechos de Propiedad Intelectual. UNCTAD Expert Meeting on Systems and National Experiences for Protecting Traditional Knowledge, Innovations and Practices.

Geneva 30 October – 1 November 2000 Consultada Novembro de 2006.  
[http://r0.unctad.org/trade\\_env/tk.htm](http://r0.unctad.org/trade_env/tk.htm)

-POSEY, D. 1996. Indigenous Rights to Diversity. *ENVIROMENT* Vol. 38, No. 8. Pages 6-9/37-45.

-PRESIDENTIAL OFFICE OF THE PHILIPPINES 1995. Presidential Executive Order No. 247 Prescribing guidelines and establishing a regulatory framework for the prospecting of biological and genetic resources, their by-products and derivatives, for scientific and commercial purposes, and for other purposes.

Presidential Office, Manila, Philippines.[www.grain.org/brl\\_files/philippines-bioprospecting-1995-en.doc](http://www.grain.org/brl_files/philippines-bioprospecting-1995-en.doc)

- ROA-ATKINSON, A.; VELHO, L. 2005. Interactions in knowledge production: A comparative case study of immunology research groups in Colombia and Brazil. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives*, 57 (3): 200-216.  
[www.emeraldinsight.com/researchregister/0001-253X.htm](http://www.emeraldinsight.com/researchregister/0001-253X.htm)

- ROSENTHAL, J. 2006. Politics, Culture, and Governance in the Development of Prior Informed Consent in Indigenous Communities. *Current Anthropology*. Vol. 47 (1): 119-142.

-SANT'ANA, P. J. P. É possível a bioprospecção no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ/COOPE, 2002. (Tese de Doutorado).

-SANTORO, M. 2006. BIOPROSPECÇÃO; uma nova fronteira da sociedade. UNICAMP. Departamento de Política Científica e Tecnológica. 117 p.

-SCHÜKLENK, U.; KLEINSMIDT, A. 2006. North–south benefit sharing arrangements in bioprospecting and genetic research: a critical ethical and legal analysis. *Developing World Bioethics*. Vol. 6 (3): 122–134.

-STRIGL, A. 2003. Science, Research, Knowledge and Capacity Building. *Environment, Development and Sustainability* 5: 255–273.

-SWIDERSKA, K. 2001. Stakeholder Participation in Policy on Access to Genetic Resources, Traditional Knowledge and Benefit-Sharing, Case Studies and Recommendations. *Biodiversity and Livelihoods Issues* No. 4. March 2001. Pages 1-35.

-SOEJARTO, D; FONG, H.; TAN, G.; ZHANG, H.; MA, Y.; FRANZBLAU, S.; GYLLENHAAL, C; RILEY, M.; KADUSHIN, M.; PEZZUTO, J.; XUAN, L.; HIEP, N.;



HUNG, N.; VU, V.; LOC, P.; DAC, L.; BINH, L.; CHIEN, N.; HAI, N.; BICH, T.; CUONG, N.; SOUTHAVONG, B.; SYDARA, K.; BOUAMANIVONG, S.; LY, H.; THUY, T.; ROSE, W.; DIETZMAN, G. 2005. Ethnobotany/ethnopharmacology and mass Bioprospecting: Issues on intellectual property and benefit-sharing. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 100: 15–22.

-SYNNES, M. 2007. Bioprospecting of organisms from the deep sea: scientific and environmental aspects. *Clean Techn Environ Policy*, Vol 9:53–59

-THE CRUCIBLE GROUP. 2005. Gente, Plantas y Patentes: Impactos de la propiedad intelectual sobre la biodiversidad, el comercio y las sociedades rurales. IDRC/Editorial Nordan. ISBN 0-88936-740-X. 140 pág. Consultada Novembro de 2006. <http://www.idrc.ca/library/document/102282>

-TOBIN, B. 2002. Biodiversity prospecting contracts: the search for equitable agreements. In: *Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice*. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section IV, Chapter 9. pages 287-309.

-TOLY, N. 2004. Globalization and the Capitalization of Nature: A Political Ecology of Biodiversity in Mesoamerica. *Bulletin of Science, Technology & Society*, Vol. 24, No. 1, February, pp 47-54.

-(UNU). UNITED NATIONS UNIVERSITY 2005. Panel Discussion and Launch of the book: *Regulating Bioprospecting: Institutions for Drug Research, Access and Benefit-Sharing* Institute for New Technologies and International Centre for Trade and Sustainable Development. April 19/2005. Consultada Novembro de 2006. <http://www.unu.edu/unupress/2005/regulatingbioprospecting.html>.

-VELHO, L. 2001. Redes regionais de cooperação em C&T e o Mercosul. (On line) <http://ftp.unb.br/pub/download/ipr/rel/parcerias/2001/2607.pdf>

-VELHO, L. 2004. North-South, Public-Private, Collaboration in Biotechnology: Relevant Issues and Impact in Developing Countries (COLBIOTECH). Consultada Julho de 2006. [http://www.intech.unu.edu/research/current\\_research/global/velho/2000\\_162.php](http://www.intech.unu.edu/research/current_research/global/velho/2000_162.php)

-WOLFE, T.; ZYCHER, B. 2005. *Biotechnological and Pharmaceutical Research and Development Investment Under a Patent-Based Access and Benefit-Sharing Regime*. Pacific Research Institute.

[http://www.wipo.int/export/sites/www/meetings/en/2006/scp\\_of\\_ge\\_06/presentations/scp\\_of\\_ge\\_06\\_zycher.pdf](http://www.wipo.int/export/sites/www/meetings/en/2006/scp_of_ge_06/presentations/scp_of_ge_06_zycher.pdf)

-ZERBE, N. (2005). Biodiversity, ownership, and indigenous knowledge: Exploring legal frameworks for community, farmers, and intellectual property rights in Africa. *Ecological Economics* 53: 493– 506.