

MMA  
0436

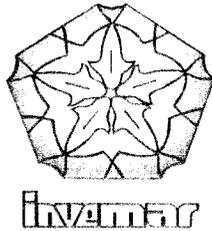
# Plan nacional en bioprospección continental y marina



Luz Marina Melgarejo  
Jimena Sánchez  
Carmen Reyes  
Federico Newmark  
Marisol Santos-Acevedo



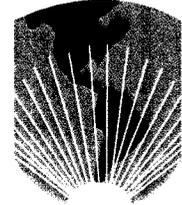
LIBERTAD Y ORDEN  
**Ministerio del  
Medio Ambiente**  
República de Colombia



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA  

---

SEDE BOGOTÁ  
Departamento de  
Biología



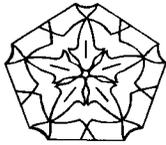
**BID**

*Este documento es propiedad del  
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE  
Centro de Documentación*

# **PLAN NACIONAL EN BIOPROSPECCIÓN CONTINENTAL Y MARINA (PROPUESTA TÉCNICA)**

## **AUTORES**

Luz Marina Melgarejo - Profesora Universidad Nacional de Colombia  
Jimena Sánchez - Profesora Universidad Nacional de Colombia  
Carmen Reyes - Profesora Universidad Nacional de Colombia  
Federico Newmark – Coordinador (E) Programa VAR – INVEMAR  
Marisol Santos-Acevedo – Investigadora Programa VAR – INVEMAR



**INVEMAR**

**Coordinación general:**

**Claudia María Villa García**

**Coordinadora de Divulgación y Documentación**

**Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras**

**José Benito Vives De Andrés – INVEMAR**

**Vinculado al Ministerio del Medio Ambiente**

**Carrera 4 No. 26-40. Centro Comercial Prado Plaza – Oficina 410**

**Santa Marta DTCH**

**Teléfonos (+57) (+5) 421 4413 / 421 4774 Ext. 114, 251 y 106. Telefax (+5) 431 2975**

**www.invemar.org.co**

**Edición de texto, diseño y diagramación:**

**Marisol Santos-Acevedo**

**Diseño, diagramación portada e impresión:**

**Red de Impresión Digital CARGRAPHICS S.A.**

**Derechos reservados conforme la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente**

**Los conceptos expresados en este documento son responsabilidad exclusiva del (los) autor (es) y no corresponden necesariamente con los del INVEMAR ni la Universidad Nacional de Colombia**

**Contribución No. 790 del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR Impreso en Bogotá – Colombia**

La presente publicación es el resultado de las actividades desarrolladas en el marco del proyecto "Propuesta técnica para la formulación de un programa de investigación científica y técnica sobre bioprospección continental y marina: diseño con la participación de centros de investigación básica y aplicada" que se ejecutó mediante convenio interadministrativo marco Ministerio de Medio Ambiente - Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello (SECAB) y hace parte del Programa Ambiental y de Manejo de Recursos Naturales - Unidad Coordinadora - Crédito BID 774/OC-CO

**Citar como:**

**MELGAREJO, L. M., J. SÁNCHEZ, C. REYES, F. NEWMARK y M. SANTOS-ACEVEDO Plan Nacional en bioprospección continental y marina (propuesta técnica) Bogotá: Cargraphics, 2002. 122p.--(Serie de Documentos Generales INVEMAR No.11)**

**ISBN: 958-97264-0-2**

**Palabras clave:**

**BIOPROSPECCIÓN, PLAN DE ACCIÓN, COLOMBIA, ORGANISMOS MARINOS, ANIMALES, PLANTAS, MICROBIOLOGÍA, ECOLOGÍA, ESTRATEGIAS, PROGRAMAS, ESCENARIOS DE EJECUCIÓN, ESQUEMA OPERATIVO**

# **PLAN NACIONAL EN BIOPROSPECCIÓN CONTINENTAL Y MARINA (PROPUESTA TÉCNICA)**

## **Autores**

**Luz Marina Melgarejo - Profesora Universidad Nacional de Colombia**  
**Jimena Sánchez - Profesora Universidad Nacional de Colombia**  
**Carmen Reyes - Profesora Universidad Nacional de Colombia**  
**Federico Newmark – Coordinador (E) Programa VAR – INVEMAR**  
**Marisol Santos-Acevedo – Investigadora Programa VAR - INVEMAR**

## **Comité Científico**

Luz Marina Melgarejo - Universidad Nacional de Colombia  
Jimena Sánchez - Universidad Nacional de Colombia  
Alejandro Chaparro - Universidad Nacional de Colombia  
Carmen Reyes - Universidad Nacional de Colombia  
Federico Newmark - INVEMAR  
Consuelo Burbano - Universidad Nacional de Colombia  
Hernando Valencia - Universidad Nacional de Colombia  
Marisol Santos-Acevedo - INVEMAR  
Julia Premauer - Universidad Nacional de Colombia

## **Comité Operativo**

Luz Marina Melgarejo - Universidad Nacional de Colombia  
Federico Newmark - INVEMAR  
Jimena Sánchez - Universidad Nacional de Colombia  
Francisco Gutiérrez - Ministerio del Medio Ambiente

## **Revisores Técnicos**

Gabriel Nemogá - Universidad Nacional de Colombia  
Luz Marina Arévalo – Dpto. Nacional de Planeación  
María José Calderón – Dpto. Nacional de Planeación  
Carmenza Duque - Universidad Nacional de Colombia  
Santiago Carrizosa - Universidad de Davis California  
María Soledad Hernández - Instituto SINCHI  
Edith Aristide – Proexport, Ministerio de Comercio Exterior  
Leonor Botero – COLCIENCIAS  
Orlando Sáenz – COLCIENCIAS  
Jaime Polanía – Universidad Nacional de Colombia  
Luz Esther Sánchez – AGROSOLEDAD  
Gustavo Velázquez - AGROSOLEDAD  
Claudia María Villa García – INVEMAR



**LIBERTAD Y ORDEN**  
**Ministerio del**  
**Medio Ambiente**  
República de Colombia

Ministerio del Medio  
Ambiente  
República de Colombia

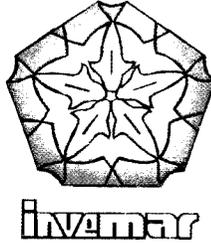
**Presidente de la**  
**República**  
Álvaro Uribe Vélez

**Ministra del Medio**  
**Ambiente**  
Cecilia Rodríguez  
González-Rubio

**Viceministro del Medio**  
**Ambiente**  
Juan Pablo Bonilla  
Arboleda

**Directora Técnica de**  
**Ecosistemas**  
Angela Andrade Pérez

Bogotá, D C  
Noviembre de 2002



Instituto de Investigaciones  
Marinas y Costeras  
“José Benito Vives De Andrés”  
INVEMAR

**Director General**  
Capitán de Navío  
Francisco A. Arias Isaza

**Subdirector de Recursos y Apoyo**  
**a la Investigación**  
Carlos Augusto Pinilla González

**Subdirector**  
**Coordinación de Investigaciones**  
Jesús Antonio Garay Tinoco

**Coordinador Programa**  
**Biodiversidad y Ecosistemas**  
**Marinos (BEM)**  
Juan Manuel Díaz Merlano

**Coordinador (E) Programa**  
**Valoración y Aprovechamiento**  
**de**  
**Recursos Marinos y Costeros**  
**(VAR)**  
Roberto Federico Newmark U.

**Coordinador (E) Programa**  
**Calidad Ambiental**  
**Marina (CAM)**  
Jesús Antonio Garay Tinoco

**Coordinadora Programa de**  
**Investigación para la Gestión**  
**Marina y Costera (GEZ)**  
Paula Cristina Sierra Correa

Santa Marta, DTCH  
Noviembre de 2002  
www.invemar.org.co



**UNIVERSIDAD**  
**NACIONAL**  
**DE COLOMBIA**

**SEDE BOGOTÁ**  
Departamento de  
Biología

Universidad Nacional de  
Colombia

**Rector**  
Universidad Nacional de  
Colombia  
Víctor Manuel Moncayo

**Vicerrector General**  
Gustavo Montañéz Gómez

**Vicerrector de Sede**  
Sede Bogotá  
Leopoldo Múnera Ruiz

**Decano**  
**Facultad de Ciencias**  
Juan Manuel Tejeiro

**Vicedecana Académica**  
**Facultad de Ciencias**  
Natalia Ruiz

**Secretario Facultad de Ciencias**  
Augusto Jiménez C.

**Jefe Unidad Administrativa**  
**Facultad de Ciencias**  
Luz Amparo Flórez

**Directora**  
**Departamento de Biología**  
Consuelo Burbano

Bogotá, D C

# AGRADECIMIENTOS

La publicación de este libro no hubiera sido posible sin la gestión financiera y el apoyo administrativo y técnico de Francisco de Paula Gutiérrez y Ángela Andrade, funcionarios de la Dirección de Ecosistemas del Ministerio del Medio Ambiente; de Hugo Muñoz de la Unidad Coordinadora del Ministerio del Medio Ambiente; de Carlos Pinilla, Dinora Otero y de todo el personal de la Subdirección de Recursos y Apoyo a la Investigación del INVEMAR; de Luz Amparo Flórez, Felipe Sánchez y de todo el equipo administrativo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.

A los investigadores, grupos de investigación, empresas, fundaciones, universidades, ONG, institutos, centros de investigación, personas independientes, corporaciones, que participaron en los talleres nacionales y regionales y a todas y cada una de las personas y entidades que de una u otra forma colaboraron con el desarrollo de este proyecto por todos los aportes, discusiones técnicas y científicas e ideas sugeridas (la lista de personas y entidades que participaron pueden consultarse en la página [web.minambiente.gov.co/bioprospeccion/](http://web.minambiente.gov.co/bioprospeccion/)).

A los revisores técnicos.

A los estudiantes de Biología de la Universidad Nacional de Colombia - monitores del proyecto por su ayuda en las diferentes actividades realizadas y a los monitores que colaboraron en los talleres regionales.

A las personas que colaboraron para hacer posible la realización de talleres regionales en los distintos lugares del país:

Martha Suárez y Martha Oliveros - Universidad de Antioquia  
Mario García, Iván Zuluaga y Marina Sánchez - Universidad Nacional sede Palmira  
Ricardo Acuña y Carlos Rivillas - CENICAFÉ  
Teobaldis Mercado - Universidad de Córdoba  
Hernando Castellanos - UNITRÓPICO  
Federico Newmark y Marisol Santos-Acevedo - INVEMAR  
Consuelo Burbano - Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá

Al Banco Interamericano de Desarrollo - BID y al Ministerio del Medio Ambiente por el apoyo y la financiación del proyecto.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>5</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>1 MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>23</b>
1.1 DEFINICIÓN.....	23
1.2 CONSIDERACIONES GENERALES .....	25
1.3 ASPECTOS NORMATIVOS ASOCIADOS A LA BIOPROSPECCIÓN.....	27
1.4 LA BIOPROSPECCIÓN DENTRO DEL ÁMBITO DE LA POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD.....	31
1.5 LA BIOPROSPECCIÓN Y LOS MERCADOS VERDES.....	34
<b>2 APROXIMACIÓN AL ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN BIOPROSPECCIÓN PARA COLOMBIA.....</b>	<b>39</b>
2.1 DIAGNÓSTICO INTERNO DADO PARA LAS DIFERENTES ÁREAS TEMÁTICAS.....	39
2.1.1 Área Microbiología.....	39
2.1.2 Área Plantas.....	41
2.1.3 Área Organismos Marinos .....	44
2.1.4 Área Animal.....	45
2.2 GENERALIDADES DEL APOYO A LA INVESTIGACIÓN EN TEMAS RELACIONADOS CON BIOPROSPECCIÓN.....	51
2.3 DIAGNÓSTICO EXTERNO .....	54
2.4 MECANISMOS DE DETECCIÓN DE MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA BIOPROSPECCIÓN .....	56
2.4.1 Instituciones y herramientas del sector comercio exterior .....	56
2.4.2 Información comercial de productos de la bioprospección.....	60
<b>3 PLAN NACIONAL EN BIOPROSPECCIÓN CONTINENTAL Y MARINA.....</b>	<b>63</b>
3.1 VISIÓN .....	63
3.2 OBJETIVOS.....	64
3.2.1 OBJETIVOS GENERALES.....	64
3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	64
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA E INFORMACIÓN FUNDAMENTAL.....	64
TRANSFORMACIÓN EN PRODUCTO Y DESARROLLO INDUSTRIAL.....	65
DESARROLLO COMERCIAL Y DE ASISTENCIA TÉCNICA .....	66

3.3	ACTORES.....	68
3.3.1	Sector público.....	68
3.3.2	Sector privado.....	68
3.4	ESTRUCTURA DEL PLAN NACIONAL EN BIOPROSPECCIÓN CONTINENTAL Y MARINA.....	69
3.4.1	EJES DE LA BIOPROSPECCIÓN.....	69
	INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA E INFORMACIÓN FUNDAMENTAL (Conocer).....	70
	PRODUCCIÓN Y DESARROLLO INDUSTRIAL (Transformar en producto).....	72
	DESARROLLO COMERCIAL Y DE ASISTENCIA TÉCNICA. (Comercializar).....	74
3.4.2	LAS ESTRATEGIAS DE SOCIALIZACIÓN Y SUS ACTIVIDADES.....	76
	ESTRATEGIAS COMUNICATIVAS Y EDUCATIVAS.....	77
	ESTRATEGIAS ORGANIZATIVAS.....	79
	ESTRATEGIAS ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	81
	ESTRATEGIA CONSERVACIÓN.....	82
3.4.3	LOS PROGRAMAS Y SUS METAS.....	83
	Programa de Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria con Desarrollo Industrial.....	86
	Programa de Naturaleza y Medio Ambiente con Desarrollo Industrial.....	89
	Programa de Salud y otros con Desarrollo Industrial.....	91
	ACCIONES EN GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DENTRO DE LAS METAS DE BIOPROSPECCIÓN.....	92
	ACCIONES EN GESTIÓN POLÍTICA Y NORMATIVIDAD DENTRO DE LAS METAS DE BIOPROSPECCIÓN.....	93
3.4.4	MODELO PARA EL DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS EN BIOPROSPECCIÓN CIRCUNSCRITOS EN LAS METAS Y PROGRAMAS ESTRATÉGICOS.....	94
3.4.5	LOS ESCENARIOS DE EJECUCIÓN.....	99
	ESCENARIO 1. REGIONES Y COMUNIDADES - UNIVERSIDADES, ONG.....	99
	ESCENARIO 2. UNIVERSIDADES, CENTROS DE INVESTIGACIÓN, COMUNIDADES - EMPRESAS NACIONALES.....	99
	ESCENARIO 3. UNIVERSIDADES, CENTROS DE INVESTIGACIÓN, COMUNIDADES - EMPRESAS MULTINACIONALES.....	99
3.5	ESQUEMA OPERATIVO.....	100
3.5.1	Dirección.....	101
	MESAS DE TRABAJO.....	103
3.5.2	Coordinación y gestión.....	103
	SECRETARÍA TÉCNICA DEL CONSEJO NACIONAL DE BIOPROSPECCIÓN.....	104
	FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS EN BIOPROSPECCIÓN.....	105
	ALIANZAS ESTRATÉGICAS ENTRE LOS DIFERENTES ACTORES PARA LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS.....	107
3.6	BENEFICIOS Y COMPROMISOS RELACIONADOS CON LA BIOPROSPECCIÓN.....	108
3.7	CRITERIOS PARA PRIORIZAR LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS.....	109
3.8	CRITERIOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE BENEFICIOS DERIVADOS DE PROCESOS EN BIOPROSPECCIÓN.....	111
3.9	ESTRATEGIAS Y MECANISMOS PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL PAÍS.....	111

3.9.1	CAPACIDAD CIENTÍFICA .....	112
	FORMACIÓN DE INVESTIGADORES EN PROGRAMAS DE POSGRADO.....	112
	FORTALECIMIENTO DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN .....	113
3.9.2	CAPACIDAD TECNOLÓGICA.....	114
	FORMACIÓN DE TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS .....	115
	FORTALECIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA.....	115
<b>4</b>	<b>REFLEXION FINAL .....</b>	<b>117</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>119</b>
	<b>LISTA DE ACRÓNIMOS.....</b>	<b>121</b>
	<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>11</b>
	<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>13</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Propuesta para articular la bioprospección con la propuesta técnica Plan Nacional de Acción en Biodiversidad .....	31
Figura 2. Propuesta para articular la bioprospección con el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes .....	35
Figura 3. Montos en millones de pesos corrientes aprobados por COLCIENCIAS 1991-2001 .....	52
Figura 4. Número de proyectos aprobados por COLCIENCIAS entre 1991-2001 .....	53
Figura 5. Estructura del Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina 2002 .....	69
Figura 6. Programas estratégicos y metas .....	84
Figura 7. Desarrollo de Programas de Bioprospección .....	96
Figura 8. Escenarios de ejecución .....	99
Figura 9. Esquema operativo .....	100
Figura 10. Organigrama de jerarquía y relaciones en el Esquema Operativo .....	103

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fortalezas y debilidades en el área de microbiología .....	41
Tabla 2. Fortalezas y debilidades en el área de plantas .....	43
Tabla 3. Fortalezas y debilidades en el área de organismos marinos .....	45
Tabla 4. Fortalezas y debilidades en el área animal .....	49
Tabla 5. Montos en millones de pesos corrientes, aprobados por COLCIENCIAS 1991-2001 ....	52
Tabla 6. Inversión total en ciencia y tecnología en el período 1995 – 2000 .....	52
Tabla 7. Diagnóstico externo oportunidades .....	54
Tabla 8. Diagnóstico externo amenazas.....	55
Tabla 9. Principales proveedores de Estados Unidos de los demás aceites esenciales .....	61
Tabla 10. Actividades asociadas a la producción y comercialización en bioprospección.....	75
Tabla 11. Actividades asociadas a las estrategias educativas y comunicativas .....	79
Tabla 12. Actividades asociadas a las estrategias organizativas .....	80
Tabla 13. Actividades asociadas a la estrategia de aseguramiento de la calidad .....	82
Tabla 14. Actividades asociadas a la estrategia de conservación .....	83
Tabla 15. Beneficios relacionados con la bioprospección.....	108
Tabla 16. Compromisos relacionados con la bioprospección .....	108

# PRESENTACIÓN

Desde siempre se ha reconocido la importancia y el potencial que tiene la biodiversidad; pero sólo hasta hace un tiempo su utilización sostenible, combinada con la información recopilada y el uso de herramientas tecnológicas y biotecnológicas han llevado a la búsqueda de alternativas de desarrollo de los países, con la consecuente obtención de beneficios.

La gran diversidad biológica que posee América latina le da una ventaja competitiva al poseer recursos promisorios que mediante un manejo adecuado y contemplando en general aspectos jurídicos, económicos, científicos, tecnológicos y comerciales; pueden servir para obtener productos derivados de la bioprospección o prospección de dicha biodiversidad, de tal forma que se abra la posibilidad de posicionamiento en mercados nacionales e internacionales.

Con base en lo recopilado y en el análisis efectuado bajo las condiciones del país, se consideró que la bioprospección o prospección biológica de la biodiversidad puede ser entendida como “la búsqueda y conocimiento de especies biológicas con potencial, para su utilización sostenible en procesos de transformación, obtención de productos y comercialización en diversos sectores productivos”.

Este documento ofrece opciones para iniciar o continuar (en algunos casos) desarrollos en bioprospección, resaltando el valor que tiene la información primaria que ha sido recopilada a partir de los diferentes empresarios, académicos, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), comunidades que han venido participando en los cuatro talleres nacionales y siete regionales que se realizaron durante el proceso de concertación.

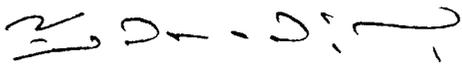
A través del proyecto “Propuestas técnicas para la formulación de un programa de investigación científica y técnica sobre bioprospección continental y marina: diseño con la participación de centros de investigación básica y aplicada”, cuya ejecución estuvo a cargo del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” y el Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia; se ha reunido información y propuestas de todos los participantes a nivel nacional para lograr la implementación de procesos efectivos en bioprospección para Colombia.

En los últimos tiempos la utilidad de la diversidad biológica, se ha explorado y demostrado recurriendo a la biotecnología para desarrollar productos farmacéuticos, agrícolas e industriales, pero con esta propuesta, se propone retomar el aprovechamiento de la biodiversidad en un contexto más amplio, en el que no sólo la biotecnología, sino la tecnología en general y las formas tradicionales de aprovechamiento de los recursos, busquen en la prospección de la diversidad nuevas oportunidades que signifiquen no solo crecimiento y desarrollo económico sino también un mejor nivel de vida en la zona rural y urbana en términos de oportunidades, cultura, salud pública, dignidad e identidad, a la luz del uso sostenible de los recursos.

La implementación de diferentes programas de bioprospección a nivel mundial ha puesto en evidencia la naturaleza multisectorial y multidisciplinaria de dicha actividad en la cual, el punto de partida son las políticas, entendidas como el conjunto de reglas, leyes e incentivos

gubernamentales que determinan los patrones de uso de la tierra, el acceso a los recursos biológicos y genéticos y el control sobre ellos, así como la promoción de la tecnología y el desarrollo industrial, en las cuales el Estado Colombiano ha hecho avances como los de la Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, el Plan Nacional de Biodiversidad, las Políticas de Comercio Exterior y las disposiciones alrededor del Fondo Nacional de Regalías para apoyar la financiación de los Planes de Desarrollo Regional, entre otras. En este sentido se considera que hay una política de Estado a la que se debe articular la bioprospección, como parte del Programa de Desarrollo Nacional, como el trasfondo que desde la educación, la investigación y la industrialización genere alternativas reales para el crecimiento socioeconómico.

El cumplimiento de las metas estratégicas del Programa Nacional de Bioprospección requiere de una sólida gestión política y de un adecuado marco regulatorio a nivel nacional. En general es fundamental el desarrollo de la legislación de derechos de propiedad intelectual que considere el estímulo económico a los investigadores, el acceso a recursos genéticos, el apoyo para fortalecimiento de los bancos de germoplasma y el aseguramiento de la calidad.



**Capitán de Navío**  
**FRANCISCO A. ARIAS ISAZA**  
**Director Instituto de Investigaciones**  
**Marinas y Costeras - INVEMAR**

## PRÓLOGO

La amplia diversidad biológica como en tantas ocasiones se ha dicho es uno de los pilares potenciales para el desarrollo del trópico, no obstante, tal potencialidad aún por descubrir, estudiar y aplicar será una realidad en la medida en que se emprendan procesos interdisciplinarios coordinados, para lograr avances en investigación, desarrollo técnico, capacitación y transferencia de tecnología, entre otros.

Atendiendo a esta visión fue que el Ministerio del Medio Ambiente protocolizó un convenio con el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR y la Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, a fin de construir una Propuesta Técnica en Bioprospección Continental y Marina.

Se delegó en INVEMAR y en el Departamento de Biología a un connotado grupo de investigadores y profesores para adelantar el proyecto, quienes con entusiasmo y dedicación convocaron a la academia, la industria y en general a la sociedad civil para que a través de talleres realizaran aportes con base en sus experiencias, visiones, vivencias, éxitos y fracasos.

No debieron ser pocas las horas dedicadas por los responsables del proyecto a la ardua labor de síntesis, compilación, valoración y análisis de la extensa información recogida y a partir de la cual construyeron la propuesta que aquí se presenta al país. De esta es fundamental entender y destacar que ante todo se trata de una propuesta en la que muy hábilmente se han balanceado no sólo las posibilidades reales de la bioprospección, sino las justas expectativas de quienes identifican en la diversidad biológica una alternativa tangible de desarrollo. Es este tal vez uno de los aspectos más relevantes no sólo de la construcción de la propuesta sino del conjunto de estrategias ideadas por los investigadores.

Corresponde ahora al estado y a la sociedad colombiana considerar la adopción de la propuesta, tras el entendimiento y la planificación de la investigación científica y técnica con base en los lineamientos que hoy se divulgan a través de esta publicación, en la cual se representan e identifican los intereses de todos los sectores de nuestra sociedad que de una u otra forma dependen y seguirán dependiendo de la conservación y el uso sostenible de los recursos de la biodiversidad.



**CONSUELO BURBANO M.**  
**Directora Departamento de Biología**  
**Universidad Nacional de Colombia**

# INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de Colombia, representada en aproximadamente 35.000 especies de plantas vasculares, 2.890 especies de vertebrados (Instituto Alexander von Humboldt, 1998) y un número no determinado de insectos, microalgas y otros organismos, representa una de sus mayores ventajas competitivas, ofreciendo recursos promisorios que pueden servir para obtener productos o servicios derivados, mediante un manejo adecuado y a través del uso de herramientas científicas, tecnológicas y biotecnológicas. Adicionalmente, la diversidad cultural ha desarrollado conocimientos, innovaciones, prácticas tradicionales y usos de los recursos biológicos disponibles.

Por tener diversos climas, paisajes, ríos y dos mares, Colombia presenta en sus regiones gran diversidad de recursos naturales terrestres y marinos. Muchos de estos recursos son desconocidos y por lo tanto no se utilizan; por otra parte, algunos grupos de plantas, animales y microorganismos utilizados, no son aprovechados de la forma más adecuada, por desconocer las condiciones óptimas para su manejo.

La bioprospección entonces, resulta útil para descubrir, conocer, cultivar, manejar y aprovechar plantas, animales y microorganismos obteniendo productos de calidad. También es útil para saber cómo manejar de manera óptima los recursos que ya se conocen y cómo darles nuevos usos, sin agotarlos. En algunos casos también se puede llegar a la comercialización de los productos obtenidos, lo cual permite generar nuevos ingresos.

La bioprospección se perfila como un proceso que involucra tres etapas o ejes: investigar, transformar en producto y comercializar. Para avanzar en dicho proceso en el país se requiere preferiblemente del trabajo conjunto de los sectores académico, empresarial nacional o internacional, comunitario y gubernamental, además de establecer claramente qué se quiere hacer y para dónde se va. Este documento está dirigido a cada uno de los sectores antes mencionados y al gobierno nacional con el propósito de consolidar el Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina. Se espera que los ministerios del Medio Ambiente y Desarrollo, Salud, Agricultura y Comercio Exterior y el Departamento Nacional de Planeación, principalmente, articulen este plan como un trasfondo para el crecimiento del país.

Pensar en el inicio de actividades en bioprospección de manera organizada en Colombia requiere de la puesta en marcha de dicho Plan, en el que se reúnan todos los aspectos necesarios para hacer operativo y viable el proceso. Así, a través del proyecto **“Propuestas técnicas para la formulación de un programa de investigación científica y técnica sobre bioprospección continental y marina: Diseño con la participación de centros de investigación básica y aplicada”**, el Ministerio del Medio Ambiente convocó al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” - INVEMAR y al Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, para reunir información y propuestas a nivel nacional, que permitan la implementación y continuidad de procesos efectivos en bioprospección para Colombia.

Aunque el objeto del proyecto era formular un programa de investigación científica - técnica en bioprospección para Colombia, a través de los talleres llevados a cabo se observó que una

propuesta en este tema requiere de acciones en campos que van más allá de los que éste cubriría. La información obtenida aportó elementos que podían aprovecharse para la formulación del Plan Nacional en Bioprospección, del cual se derivan programas con sus respectivas metas y acciones, apoyados en estrategias de socialización y actividades que se deben realizar en paralelo.

Los logros en bioprospección para Colombia se perciben como fruto de alianzas estratégicas que estarían dadas de acuerdo con las posibilidades y condiciones del momento; por esto resulta difícil establecer con anterioridad y de manera puntual, responsables, montos e indicadores de ejecución. Se considera pertinente que la definición de tales elementos esté dada en una fase posterior a este proyecto, en que se cuente con información obtenida a partir del desarrollo de proyectos piloto en bioprospección, que podrían estar orientados al control biológico, la biorremediación, en organismos marinos, dada la posibilidad de obtener hallazgos novedosos en metabolitos; en páramo, por las condiciones extremas que ofrece y en tecnología de enzimas, extraídas a partir de plantas, animales o microorganismos con aplicación en la industria.

Para la ejecución del proyecto, llevado a cabo en un lapso de diez meses, se realizaron cuatro talleres nacionales y siete regionales<sup>1</sup>, en los cuales se resaltó el valor que tiene la información primaria que se recopiló partir de investigadores adscritos o vinculados a grupos de investigación, investigadores independientes, técnicos, empresarios, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, y miembros de la sociedad en general. Se puede considerar que las 240 entidades y 630 personas de diferentes disciplinas que participaron, conforman una muestra representativa que permite una aproximación al estado actual del trabajo individual o colectivo que, sobre el tema de la bioprospección, se adelanta en Colombia, y a través del cual se detectaron perspectivas y necesidades a nivel económico, tecnológico, jurídico, legislativo y social. Sus valiosos aportes, junto con los del grupo de especialistas que colaboraron como revisores técnicos, hace que se presente una propuesta basada en la recopilación actualizada de información, análisis y generación de planteamientos sobre esta temática.

Los talleres se iniciaron con la participación de los asistentes, organizados en las áreas temáticas de plantas, animales, microorganismos, ecología y organismos marinos, con el fin de conocer de manera detallada los trabajos de investigación que se vienen realizando en cada una de ellas<sup>2</sup>. En el primer taller también se aplicó una encuesta y se establecieron los criterios iniciales para la implementación de un Sistema Nacional de Información en Bioprospección Continental y Marina para Colombia<sup>3</sup>.

En el segundo y tercer taller nacionales, respectivamente, se seleccionaron y compararon algunos modelos nacionales que comprendían las etapas o ejes contemplados en el proceso de bioprospección, y se compararon modelos internacionales. Además se trataron aspectos relacionados con derechos de propiedad intelectual.

Dentro del proceso se detectaron programas especialmente enfocados hacia la implementación y ajuste de metodologías, procesos, o nuevas aplicaciones, para el desarrollo de metas en las que se tiene alguna fortaleza y experiencia: producción de bioinsumos para el sector agropecuario;

---

<sup>1</sup> Realizados en: Antioquia-Chocó, Eje Cafetero, Valle-Cauca-Nariño, Centro-Amazonas, Zona Caribe I: Santa Marta, Zona Caribe II: Montería y Orinoquía-Yopal

<sup>2</sup> Mayores detalles en el libro "Aproximación al estado actual de la investigación en bioprospección en Colombia"

<sup>3</sup> [web.minambiente.gov.co/bioprospeccion/](http://web.minambiente.gov.co/bioprospeccion/)

mejoramiento y producción de semillas; identificación de genes asociados a características de interés en especies nativas o introducidas; desarrollo de sistemas de producción de especies hortifrutícolas; evaluación, adaptación y manejo de especies maderables; fortalecimiento de la acuicultura continental y marina; zootecnia; biorremediación y biotransformación de residuos sólidos y líquidos; conservación y restauración de ecosistemas estratégicos; fijación de CO<sub>2</sub> por sistemas productivos biológicos y producción de extractos y metabolitos primarios y secundarios de interés industrial.

En los talleres regionales se presentaron las metas identificadas o proyectos de investigación sugeridos y las acciones para el logro de éstas, a nivel técnico – científico, de producción – comercialización, y de gestión administrativa - financiera, además de acciones en gestión política y normatividad, formuladas a partir de los primeros talleres, con el fin de revisarlas y recibir propuestas para ajustar la orientación del documento.

En el cuarto taller nacional se presentó la propuesta del Plan y posteriormente, se realizaron los ajustes a partir de las sugerencias allí generadas.

Para la elaboración del documento se han tenido en cuenta aspectos relacionados con las diferentes definiciones dadas para bioprospección, la elaboración de un breve marco de referencia, aspectos normativos asociados, revisión de programas nacionales relativos a la bioprospección que se encuentran en curso, elaboración del diagnóstico interno por áreas temáticas y diagnóstico externo para el país, mecanismos de detección de mercados y comercialización de productos derivados de la bioprospección, formulación del plan estableciendo sus objetivos, ejes, estrategias y actividades, programas y metas con sus respectivas acciones, escenarios de ejecución, esquema operativo, beneficios y compromisos relacionados con la bioprospección, criterios para priorizar la financiación de proyectos, estrategias y mecanismos para aumentar la capacidad tecnológica e investigativa del país.

La bioprospección tiene impacto social y de hecho se puede constituir en un motor de desarrollo a nivel regional y nacional, con posibilidad de obtención de beneficios incluyendo generación de empleo, ingreso de divisas y mejoramiento de la calidad de vida a través del aprovechamiento sostenible de los recursos biológicos y genéticos, como lo demuestra la historia del café en Colombia. Es importante tener en cuenta que no se deben generar muchas expectativas en cuanto a la obtención de grandes beneficios monetarios derivados de procesos en bioprospección, porque no siempre se logra el hallazgo de nuevos productos con aplicación a nivel industrial, alimenticio o farmacéutico. No obstante, se pueden generar beneficios no monetarios de gran importancia, tales como transferencia de tecnología, capacidad instalada mediante obtención de infraestructura, equipos, capacitación de personal científico – técnico y operativo, y la realización de colectas e inventarios de diversidad biológica, caracterización, entre otros.

Finalmente, es necesaria la unificación de aspectos relacionados con investigación, biotecnología, bioseguridad, permisos para investigar, derechos de propiedad intelectual y acceso a recursos genéticos, debido a que se ha llegado a un punto en el que todos convergen, de tal forma que se empleen como herramientas para apoyar procesos de bioprospección.

# 1 MARCO DE REFERENCIA

## 1.1 DEFINICIÓN

Existen varias definiciones de bioprospección, término que se ha venido generalizando a nivel mundial, para hablar de la búsqueda y aplicación de nuevos recursos biológicos y genéticos. A continuación se mencionan algunas de estas definiciones:

\* Investigación realizada para identificar especies, variedades, genes y productos con usos actuales o potenciales por parte de la humanidad. Juega un papel fundamental para el uso y protección racional de la biodiversidad (Sittenfeld y Gámez, 1993).

\* Búsqueda de recursos químicos y genéticos de valor comercial a través de la investigación y análisis de la diversidad biológica y del conocimiento tradicional indígena (RAFI, 1993).

\* Búsqueda de materia viva con propiedades medicinales, industriales, farmacológicas y biotecnológicas, con marcadas implicaciones sociales, culturales, económicas, jurídicas y políticas (Carrizosa, 2002).

\* Búsqueda de información a partir de especies biológicas para su uso posterior en procesos de producción en diversos sectores. Ejemplo de esa información es la contenida en el material genético de todos los seres vivos (prospección genética), en los compuestos químicos que producen (prospección química) o en el conocimiento tradicional (Alatorre, 1995).

\* Búsqueda intensa de metabolitos secundarios novedosos a partir de fuentes naturales, tradicionalmente de microorganismos, pero también se extiende a plantas y animales. (Chapela, 1996).

A nivel internacional se maneja primordialmente la bioprospección relacionada con metabolitos secundarios, debido al impacto económico generado por la industria farmacéutica. Sin embargo, es una concepción restrictiva que excluye la búsqueda de genomas y componentes biológicos primarios como alimentos y fibras, protección de cultivos mediante la aplicación de insumos biológicos, biotecnología (Ferreira *et al.*, 1996), entre otros de importancia económica y que también son industrias de la bioprospección que aprovechan la diversidad biológica. Se considera que el desarrollo de conocimiento vinculado a estas actividades, hace parte de la búsqueda que el hombre viene realizando para satisfacción de sus necesidades a partir de los recursos biológicos y genéticos existentes.

Si se hace un breve repaso de los procedimientos de la industria farmacéutica, se observa que la bioprospección no sólo busca e identifica un organismo o sustancia, sino que incluye el desarrollo y evaluación de productos con aplicación en el mercado, etapas que pueden llevar entre 10 y 20

años y requieren inversiones estimadas entre US\$100 y US\$359 millones. La bioprospección también implica desarrollar el conocimiento y los procesos tecnológicos necesarios para obtener la materia prima en cantidad suficiente, lo cual impide el extractivismo que históricamente ha agotado buena parte de los recursos naturales de la humanidad. Así mismo, en concordancia con la dinámica social, han surgido paulatinamente necesidades que se vinculan con la protección y conservación del medio ambiente, que van desde el cambio climático global, hasta el procesamiento de residuos en el ámbito local, a las que debe darse solución. En todos estos campos la bioprospección está involucrada en la medida en que se identifican y determinan organismos y procesos que pueden ser útiles.

Teniendo en cuenta los conceptos anteriores, y con base en los aportes recopilados en los talleres, además del análisis efectuado, se consideró que la bioprospección para Colombia puede ser entendida en un contexto amplio como **“Temática y trabajo colectivo orientados a la búsqueda, conocimiento y selección de organismos o productos derivados, con uso actual o potencial en salud, alimentación, industria y medio ambiente, entre otros y su aprovechamiento sostenible en procesos productivos a escala industrial o artesanal, con aplicación nacional o internacional de los productos o servicios generados”**.

El contexto amplio al cual se hace referencia está determinado por la posibilidad de aprovechar el recurso biológico y genético con que se cuenta y de aplicar el desarrollo tecnológico-productivo que pueda ser generado, en aquellas situaciones en que exista la necesidad o se presente la oportunidad de colonizar mercados. Se entiende que de acuerdo con las últimas tendencias de la tecnología, y a los intereses de las grandes compañías transnacionales, la definición de bioprospección ha ido delimitándose y restringiéndose en las mesas de negociación internacional, pero es claro que tal restricción no es conveniente para países en desarrollo y para Colombia en particular, que pueden obtener ventajas relativas en áreas que requieran de tecnologías sencillas y poco costosas. La producción de materia prima y el desarrollo de nuevos productos, apoyados en el diseño de equipos y en la formación especializada, son aspectos que pueden fortalecerse desde la bioprospección.

Si se toma la decisión de optar por prospectar organismos, genes, componentes químicos y en general servicios derivados de la biodiversidad o anticiparnos en campos más amplios, el país lograría cierta competitividad en la oferta de bienes y servicios, sin remitirnos exclusivamente a ser oferentes de materia prima. Colombia debe darse la oportunidad de fortalecer líneas que han venido desarrollándose y en las que cuenta con alguna fortaleza o experiencia, o en donde se vislumbren oportunidades en el mediano plazo, para ello debe implementarse el control de calidad de productos derivados de la bioprospección.

## 1.2 CONSIDERACIONES GENERALES

En diferentes instancias se reconoce que para América Latina y, especialmente para los países con alta diversidad biológica, la identificación, evaluación y aprovechamiento de dicha diversidad puede emplearse como un medio para fomentar el desarrollo económico, científico y tecnológico derivando también beneficios a nivel intersectorial (Feinsilver, 1996).

Se entiende que dentro de la valoración económica atribuible a los recursos naturales, la bioprospección se encuentra representada como un valor de opción contenida dentro de lo que se concibe como valor de uso. Esto hace referencia al valor que puede tener el recurso biológico o genético al cabo de un determinado tiempo (Pearce y Moran, 1994).

Es difícil estimar de manera cuantitativa los beneficios derivados de actividades en bioprospección. Aparte de la industria farmacéutica, la cual genera alrededor de US\$75 billones al año, existen otras líneas de desarrollo a partir de recursos naturales que generan ventas anuales, entre las que se encuentran la botánica medicinal, con cerca de US\$20; productos agrícolas, especialmente semillas, con más de US\$300 billones; productos hortícolas ornamentales con US\$16 billones; productos para la protección de cultivos con US\$0.6 billones; productos para el cuidado personal y cosméticos con US\$2.8 billones y otro tipo de productos biotecnológicos, que representan más de US\$60 billones al año (Kerry y Laird, 1999). Estas cifras representan las ventas anuales promedio, pero hay que tener en cuenta que la inversión que se debe hacer en tiempo, dinero y talento humano para lograr estas metas es alta o muy alta. Por ejemplo, existen datos económicos aportados por la inversión de compañías farmacéuticas en la investigación de sustancias obtenidas a partir de organismos biológicos, observando que en 1988 esta inversión alcanzó los US\$6.000 millones (INIA, 1996).

En el acuerdo firmado entre Merck & Co. y el Instituto Nacional de Biodiversidad - INBio de Costa Rica, la empresa farmacéutica le pagó al INBio en un período de dos años, más de US\$1.000.000 por concepto de servicios de prospección relacionados con la diversidad biológica. El acuerdo se firmó en 1991 y luego se renovó sin que sean conocidos mayores detalles de la negociación posterior. En 1995 INBio firmó un contrato por tres años con Diversa Corporation. Este contrato fue el primero dirigido específicamente a realizar prospección genética involucrando una compañía multinacional y una institución no gubernamental de un país tropical. El contrato se renovó y expandió en 1998 (Kerry y Laird, 1999).

Existen ejemplos llamativos en bioprospección, como el caso de la obtención de la enzima Taq polimerasa (enzima termoestable) a partir de la bacteria *Thermus aquaticus*, extraída del ecosistema geotérmico de Yellowstone, cuya aplicación en la técnica de biología molecular PCR (reacción en cadena de la polimerasa) ha generado ingresos brutos superiores a los US\$200 millones anuales (Lindstrom, 2000); o la producción de medicamentos derivados de plantas, microorganismos, flora y fauna marina, que sólo ha explorado una pequeña fracción de su biodiversidad, existiendo allí gran potencial. Kerry y Laird (1999) partiendo de estimativos sobre la participación de productos farmacéuticos derivados de recursos naturales, señalan que en 1997 tales productos

contribuyeron entre US\$75.000 y US\$120.000 millones a las ventas totales de las compañías farmacéuticas.

El aceite de cohune extraído de la palma *Orbignya cohune* que crece al norte de Guatemala, tiene propiedades emolientes superiores a las del aceite de coco; suaviza el cabello y la piel, pudiendo ser usado como aditivo en champú, acondicionadores, jabones y lociones. En 1998 fue certificado como producto orgánico y, por su bajo costo y características, se está incorporando a la línea de productos naturales de una compañía distribuidora de materia prima para la industria cosmética, la cual se encuentra articulada con una cadena de producción y comercialización local (Kerry y Laird, 1999).

Las cifras y ejemplos anteriores son sólo unos pocos casos para dar idea de los alcances que puede tener la prospección de un recurso en un país como Colombia, con diversidad de ecosistemas y microclimas determinados por su posición en el trópico y su orografía andina, y que favorecen no sólo la presencia de especies endémicas sino de especies con alta diversidad genética de gran valor potencial en actividades de bioprospección. Por otra parte, se cuenta con ambientes extremos como el de páramo, por no citar otros, en donde es altamente probable que exista material biológico y genético con usos potenciales, que pueden ser descubiertos y utilizados de manera sostenible. El caso de las proteínas anticongelantes reportadas en algunas especies de plantas de páramo en Colombia (Melgarejo, *Com. Pers.*) es un ejemplo con perspectivas de aplicación en protección de cultivos frente a las heladas.

### 1.3 ASPECTOS NORMATIVOS ASOCIADOS A LA BIOPROSPECCIÓN

La implementación de diferentes programas de bioprospección a nivel mundial ha puesto en evidencia la naturaleza multisectorial y multidisciplinaria de dicha actividad, en la cual el punto de partida son las políticas, entendidas como el conjunto de reglas, leyes e incentivos gubernamentales que determinan los patrones de uso de la tierra, el acceso a los recursos biológicos y genéticos y el control sobre ellos, así como la promoción de la tecnología adecuada y el desarrollo industrial. El Estado colombiano ha hecho avances que se mencionarán más adelante, en lo relacionado con aspectos legales, políticas de comercio exterior y disposiciones alrededor del Fondo Nacional de Regalías para apoyar la financiación de los planes de desarrollo regional, entre otras. En este sentido se considera que hay una política de Estado a la que se debe articular la bioprospección, como parte del programa de desarrollo nacional y como el trasfondo que desde la educación, la investigación y la industrialización genere alternativas reales para el crecimiento socioeconómico.

El aprovechamiento de la diversidad se puede hacer en diferentes escalas y con la participación de diferentes actores y sectores, por lo que es necesario establecer normas que le permitan a las partes llegar a compromisos y acuerdos satisfactorios. Los procesos de bioprospección a escala mundial requieren como elemento fundamental de un marco regulatorio claramente definido en cada país.

Colombia posee un marco regulatorio para el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, para investigación en diversidad biológica, para importación y exportación de muestras de la diversidad biológica, de acceso a recursos genéticos, de régimen común de propiedad industrial, de protección a las especies amenazadas o sujetas a comercio, y planes de ciencia y tecnología sectoriales, entre otros. Si se desea hacer operativo el proceso de bioprospección en el país, es necesaria la elaboración de un documento de análisis a nivel interministerial, que reúna de forma articulada y organizada las leyes pertinentes, con el fin de evitar la duplicación o contraposición de normas, que en el momento de aplicarse confundan o retrasen los procesos. Tal documento puede contribuir a la organización y funcionamiento de las actividades que deben llevarse en paralelo en el ámbito legal e institucional, para apoyar los procesos de bioprospección.

Colombia fue el primer país en Latinoamérica en dictar un código sobre recursos naturales – Decreto Ley 2811 de 1974, en el que se regularon las actividades sobre los recursos naturales renovables y aquellas relacionadas con la protección del medio ambiente y su repercusión sobre la vida social. Por medio de la Ley 99 de 1993 se creó el Ministerio del Medio Ambiente y se estableció la reorganización de los responsables de la gestión y conservación del medio ambiente y la formación del Sistema Nacional Ambiental (SINA).

El medio ambiente y en particular la biodiversidad y los recursos genéticos han sido objeto de tutela especial en el ordenamiento jurídico colombiano, como se deriva de la propia Constitución Política de Colombia de 1991. La ratificación del Convenio sobre Diversidad Biológica mediante

la Ley 165 de 1994 y las Decisiones 391 de 1996 (régimen común andino de acceso a recursos genéticos), y 486 de 2001 (Régimen Común de Propiedad Industrial) de la Comunidad Andina de Naciones, son leyes de Colombia y son la base para la adopción de medidas orientadas al uso sostenible, conservación y distribución de beneficios derivados de la utilización de la biodiversidad, y de gran relevancia para el Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina que se propone al país en este documento.

En la Política Nacional de Biodiversidad, derivada del CDB, se plantea un marco general con las respectivas estrategias (conocer, conservar, utilizar) e instrumentos (dirigidos mediante acciones) encaminados a la educación, la participación ciudadana y el desarrollo legislativo e institucional mediados por incentivos e inversiones económicas.

Dentro de las medidas contempladas en la estrategia de conservación se incluye la conservación *in situ* a través del sistema de áreas protegidas, la reducción de procesos y actividades que causan pérdida o deterioro de la biodiversidad, recuperación de ecosistemas degradados, especies amenazadas y la conservación *ex situ*. La estrategia de conocimiento incluye la caracterización de componentes de la biodiversidad en los niveles ecosistémico, de poblaciones, especies, genético, además de la recuperación y protección del conocimiento y prácticas tradicionales. En la estrategia de utilización se pretende promover el uso de sistemas sostenibles de manejo, apoyando e implementando el establecimiento de bancos de germoplasma y programas de biotecnología, diseñando sistemas de valoración multicriterio de la biodiversidad y generando mecanismos para la distribución equitativa de beneficios derivados de su uso, igualmente busca establecer medidas para el desarrollo sostenible del potencial económico de la biodiversidad (Fandiño y Ferreira, 1998).

Para el desarrollo de la Política Nacional de Biodiversidad se realizó una propuesta técnica para la formulación de un Plan de Acción Nacional, cuyo planteamiento estuvo a cargo del Instituto Alexander von Humboldt; allí se proponen acciones, responsables encargados de su ejecución, y se establecen presupuestos aproximados para el desarrollo de los objetivos.

Dicha propuesta requiere del acompañamiento de planes de acción regionales en los cuales se prioricen las actividades y mecanismos para su desarrollo en particular. Es así como dentro del plan de gobierno denominado “Proyecto Colectivo Ambiental” generado por el SINA, se plantearon procesos en que se identificaron escenarios regionales para la construcción de modelos de gestión y procesos e instrumentos para el desarrollo sostenible de cada región. Se establecieron Agendas XXI regionales como soporte a los compromisos nacionales suscritos en la agenda XXI internacional, aprobada en el marco de la Cumbre de la Tierra de 1992, y en el Plan de Acción de Desarrollo Sostenible de las Américas, aprobado en la Cumbre de Santa Cruz (Bolivia) de 1996. En Colombia fueron seleccionadas como regiones estratégicas el Pacífico (Chocó Biogeográfico) y la Amazonía, generando las correspondientes agendas Pacífico XXI y Amazonía XXI; como ecorregiones estratégicas de acuerdo con la oferta ambiental se establecieron el macizo colombiano, la Sierra Nevada de Santa Marta, el eje cafetero, y el nororiente colombiano (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

En desarrollo de los compromisos adquiridos al suscribir el CDB, los países miembros del Acuerdo de Cartagena o Pacto Andino, adoptaron un régimen legal sobre acceso a recursos genéticos, Decisión 391 de 1996. Esta iniciativa se sustentó en la necesidad de fortalecer posiciones de negociación en el ámbito internacional, y de presentar una estrategia unificada ante

las solicitudes de acceso a recursos genéticos, productos derivados y conocimiento asociado. Esta decisión expresa los fundamentos de un régimen común para la región; de un lado, destaca que la diversidad biológica, el endemismo y rareza de sus recursos tienen un valor estratégico en el contexto internacional, y del otro, que las comunidades indígenas, afroamericanas y locales de los países miembros que viven en estrecha interdependencia con los recursos biológicos, han contribuido a su conservación y deben participar de los beneficios de dicha contribución para su desarrollo económico y social. La Decisión además busca que la cooperación científica, técnica y cultural contribuya al desarrollo armónico e integral de los países miembros (Nemogá, 2002).

Por otra parte, con la Decisión 486 de 2001, titulada Régimen Común sobre Propiedad Industrial, Colombia y los demás países andinos cumplen con los requisitos del acuerdo sobre aspectos relacionados con la protección de derechos intelectuales conocido como TRIPS. El Artículo 3 establece que los países miembros deben garantizar la protección intelectual a los elementos de propiedad industrial y respetar su patrimonio genético y biológico, respetar la protección del conocimiento tradicional indígena y de las comunidades afroamericanas y locales, así como reconocer la autoridad de éstas sobre su conocimiento tradicional. Este artículo también dice que la concesión de patentes que versen sobre invenciones desarrolladas a partir de material obtenido de dicho patrimonio o conocimientos, estará supeditada a que ese material haya sido adquirido de conformidad con el ordenamiento jurídico internacional, comunitario y nacional.

Además, el Artículo 26 de la misma Decisión, indica que la solicitud para obtener una patente de invención se presentará ante la oficina nacional competente y deberá contener la copia del contrato de acceso, cuando los productos o procedimientos cuya patente se solicita han sido obtenidos o desarrollados a partir de recursos genéticos o de sus productos derivados de los que cualquiera de los países miembro es país de origen. De ser el caso, también se debe presentar la copia del documento que acredite la licencia o autorización de uso de los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, afroamericanas o locales de los países miembro, cuando los productos o procedimientos cuya protección se solicita, han sido obtenidos a partir de dichos conocimientos, de acuerdo con lo establecido en la Decisión 391 (Ley de acceso a los recursos genéticos) y sus modificaciones y reglamentaciones vigentes.

Hay otras normas complementarias a las cuales se hace referencia a continuación, relacionadas con las metas del Plan Nacional en Bioprospección.

La Resolución 620 de 1997, por medio de la cual se delegan algunas funciones, en lo relacionado con bioseguridad mediante la creación del Consejo Técnico Nacional por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), quien presta asesoría en lo relacionado con la introducción, producción, liberación y comercialización de Organismos Modificados Genéticamente (OMG) de uso agrícola, mediante el Acuerdo 0003 del 22 de diciembre de 1998, apoyados en la reglamentación dada en la Resolución 3492 de la misma fecha.

Existen reglamentaciones dadas en materia de normatividad sanitaria, de legislación internacional, de producción orgánica y sellos ecológicos.

En cuanto a normatividad relacionada con el sector agrícola y pesquero, la Ley 101 de diciembre de 1993 promueve el desarrollo de las actividades agropecuarias y pesqueras, y el desarrollo sostenible con miras al mejoramiento del ingreso y de la calidad de vida de los productores rurales.

La Ley de Ciencia y Tecnología promueve el desarrollo en diferentes áreas del conocimiento, contiene estrategias y actividades para alcanzar el logro de cada uno de los objetivos.

La Decisión 345, Régimen Común de Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales, tiene como objetivos principales reconocer y garantizar la protección de los derechos de los mejoradores de variedades vegetales, mediante la expedición de un certificado, fomentar las actividades de investigación y promover la transferencia de tecnología dentro y fuera de la región andina.

Entre otras normatividades están (Ministerio del Medio Ambiente, 2002):

- Establecimiento de salvoconducto nacional para la movilización de productos primarios provenientes de plantaciones forestales. Resolución en espera de aprobación
- Aprobación del Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la biotecnología, del Convenio de la Diversidad Biológica, Ley 740 de 2002
- Declaratoria de especies amenazadas. Resolución 584 de 22 de enero de 2002
- Establecimiento del procedimiento para investigaciones científicas en diversidad biológica Resolución 068 del 22 de enero de 2002
- Reglamentación de actividad de empresas forestales transformadoras, procesadoras y comercializadoras, además de los viveros y cultivos de flora, establecimientos que hacían uso de especímenes de la diversidad biológica sin estar sujetas a control. Resolución 0454 del 01 de junio de 2001
- Establecimiento del salvoconducto único nacional para la movilización de especímenes biológicos. Resolución 0438 del 23 de mayo de 2001
- Autorización de importación y exportación de especímenes de la diversidad biológica no listadas en los apéndices de la Convención CITES. Resolución 1367 de diciembre de 2000
- Licencias de caza y establecimiento de zocriaderos. Resolución 1317 del 18 de diciembre de 2000 (desarrollo Ley 611 de agosto de 2000 y Acuerdo 039 de 1985 del INDERENA)
- Establecimiento del procedimiento para registro de colecciones biológicas con fines de investigación ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Resolución 1115 de noviembre de 2000
- Reglamentación de la investigación científica en diversidad biológica. Decreto 309 de febrero de 2000 (se ajustaron los decretos 1608 y 1681 de 1978, entre otros)
- Convención relativa a los humedales de importancia internacional (RAMSAR), Ley 357 de 1997
- Convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales UPOV, Ley 243 de 1995
- Convenio de maderas tropicales, Ley 47 de 1989
- Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino en la región del Gran Caribe, Ley 56 de 1987
- Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del Pacífico sureste, Ley 45 de 1985
- Tratado de Washington sobre el comercio internacional de fauna y flora silvestre en peligro de extinción CITES, Ley 17 de 1981
- Convenio sobre la organización de la Comisión Permanente de la Conferencia sobre explotación y conservación de las riquezas marítimas del Pacífico sur, Ley 7 de 1980
- Tratado de Cooperación Amazónica, Ley 74 de 1979
- Convención sobre pesca y conservación de los recursos vivos de la alta mar, Ley 119 de 1961
- Convención sobre la plataforma continental, Ley 9 de 1961

## 1.4 LA BIOPROSPECCIÓN DENTRO DEL ÁMBITO DE LA POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

Dentro de las actividades propuestas en el Plan Nacional de Acción relacionadas con la utilización de la biodiversidad (Instituto Alexander von Humboldt, 1998), se encuentra una asociación directa entre la bioprospección y el desarrollo del potencial de la biodiversidad, pues opera a manera de un eje articulador que durante el proceso involucra las actividades concebidas dentro del conocer, conservar y utilizar, como lo muestra la Figura 1. El Plan Nacional de Acción en Biodiversidad considera a la bioprospección sólo como la búsqueda de metabolitos secundarios, dentro del desarrollo sostenible del potencial económico de la biodiversidad, pero como se indicó anteriormente, la bioprospección tiene mayores alcances en la utilización de la biodiversidad para la industria farmacéutica, biotecnológica, de semillas, entre otros, y aporta información en el conocimiento y conservación de la misma.

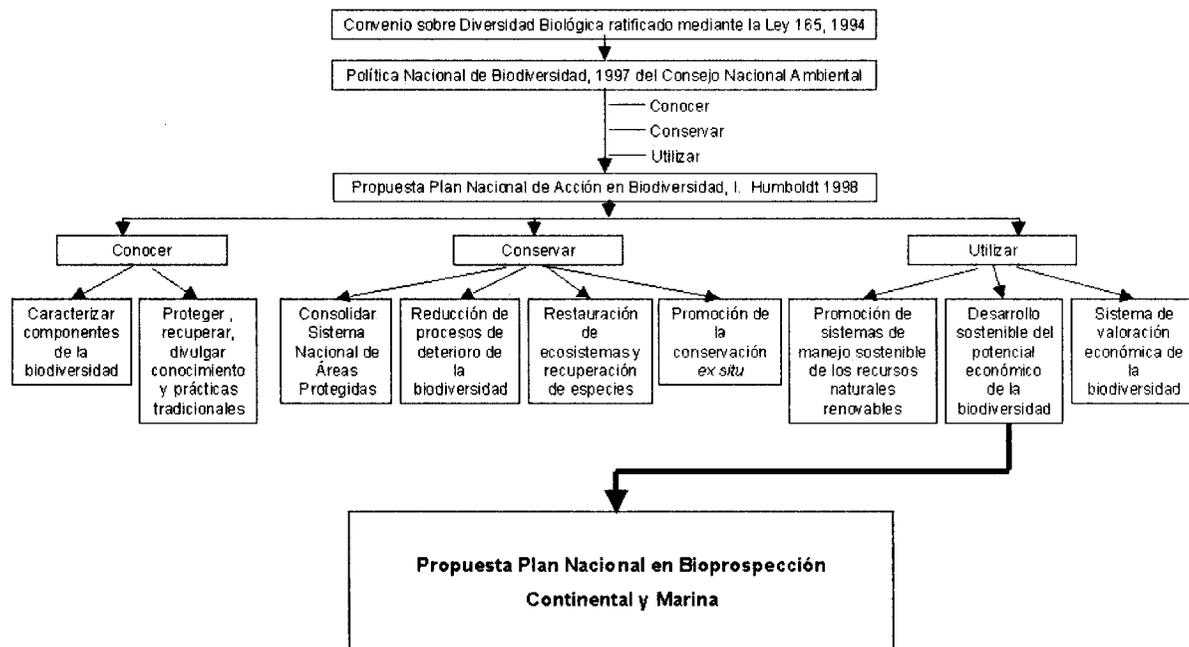


Figura 1. Propuesta para articular la bioprospección con la propuesta técnica Plan Nacional de Acción en Biodiversidad

Dentro del conocer, la caracterización de los componentes de la biodiversidad que se hace en las primeras etapas de la bioprospección, permite no sólo generar inventarios y ampliar el conocimiento básico de las especies, sino también avanzar en el descubrimiento de aplicaciones actuales o usos potenciales. En esta parte se inician procesos de tamizaje y selección de organismos o compuestos de interés para la bioprospección, información con la cual se le está dando valor agregado a los recursos biológicos y genéticos.

La bioprospección actúa bidireccionalmente en cuanto a proteger, recuperar y divulgar el conocimiento de las prácticas tradicionales, pues si bien, una parte de la búsqueda se apoya en el conocimiento que la gente de la localidad tiene de sus recursos y de la forma en que interactúan con ellos, se reconoce que los procedimientos evolucionan y por lo tanto, son necesarias innovaciones o ajustes en el manejo y aplicación de los recursos que brindan las investigaciones.

Mediante la alianza con otros grupos y el intercambio de varios saberes se pueden generar procesos y ajuste de prácticas que conduzcan a obtener resultados satisfactorios, con un balance adecuado en costos y beneficios, tangibles y no tangibles.

La bioprospección involucra actividades de investigación, interacciones y procesos para garantizar el mantenimiento *in situ* y *ex situ* de los organismos, de las poblaciones naturales y de los ecosistemas sobre los que se ejerce mayor presión, bien sea por causas naturales o antrópicas.

La conservación *in situ* permite el mantenimiento de especies en que se conservan las relaciones ecológicas del organismo con su entorno, hecho fundamental para la permanencia de las especies y para algunos casos, como el de la producción de algunos metabolitos que requieren de sinergismos o antagonismos (ecología microbiana). Por ejemplo, las plantas responden a las moléculas provenientes de los hongos sintetizando compuestos protectores; a su vez los hongos han desarrollado la capacidad de producir moléculas que impiden selectivamente la acumulación de dichos agentes antimicóticos. Estas se pierden cuando la planta y sus hongos específicos se estudian separadamente (Caporale y Dermody, 1996).

Por otra parte, las áreas protegidas y las interacciones naturales que se mantienen allí, brindan condiciones para la exploración de especies o metabolitos novedosos con alguna aplicación industrial.

En cuanto a la promoción de la conservación *ex situ*, la bioprospección se articula en lo referente a que los bancos de germoplasma no sólo sirven para conservar material biológico de referencia, sino que también se pueden iniciar allí procedimientos de tamizaje, selección y caracterización en búsqueda de usos potenciales. En bancos de germoplasma se asegura el material a bioprospectar y paralelamente se pueden realizar estudios y labores para el aumento o producción masiva de la especie, cuando existe seguridad de que de allí se va a obtener un producto. Así se garantiza la continuidad del proceso de bioprospección porque se cuenta con suficiente materia prima. Adicionalmente, en los procesos de zootecnia y acuicultura se involucran procedimientos prospectivos en adecuación de metodologías para la producción masiva de especies y su consecuente conservación.

Las actividades que propenden por la reducción de procesos de deterioro de la biodiversidad, por la restauración de ecosistemas y recuperación de especies, biorremediación y procesos de sucesión ecológica, conllevan investigación básica y aplicada con la utilización de herramientas tecnológicas y biotecnológicas que se integran en el proceso de bioprospección.

El utilizar, con sus actividades de promoción de sistemas de manejo sostenible de recursos naturales renovables y desarrollo sostenible del potencial económico de la biodiversidad, involucra aspectos ligados con prospección de la biodiversidad.

En el proceso de aprovechamiento de un recurso natural el bioprospector debe tener en cuenta la forma de aprovechamiento y el conocimiento sobre los organismos a utilizar. Debe asegurar la reposición de los organismos y la conservación de las condiciones del ecosistema que los sustenta; y desarrollar y emplear metodologías que permitan la producción a gran escala y la conservación del recurso natural.

En el proceso de aprovechamiento de un recurso natural hay varias preguntas importantes, dos de las cuales se relacionan con la forma de aprovechamiento y con el conocimiento sobre los organismos a aprovechar. Antes de entrar en la etapa de utilización se debe considerar si el aprovechamiento se dará *in situ* o *ex situ*, de tal forma que para el primer caso, se asegure la reposición de los organismos y la conservación de las condiciones del ecosistema que los sustenta; y en el segundo, el desarrollo y empleo de metodologías que permitan la producción a gran escala y la conservación del recurso natural.

En relación con el conocimiento sobre los organismos de interés, es necesario tener en cuenta que para desarrollar una tecnología destinada a producir en gran escala plantas, animales o microorganismos es necesario conocer con profundidad y amplitud aspectos de la historia de vida, hábitos, enfermedades, fertilidad, reproducción, condiciones de crecimiento, preferencias nutricionales, enemigos naturales, adaptaciones, entre otros aspectos.

La respuesta a preguntas como estas hace parte de lo que se espera lograr a través de la bioprospección, pues se entiende que no implica sólo la identificación de un organismo o producto de interés, sino el desarrollo previo de los pasos conducentes a la solución de las dificultades técnicas o conceptuales que conllevan a su aprovechamiento.

Por lo anterior, se observa que la bioprospección es un elemento que subyace a los asuntos relacionados con la diversidad biológica, debido a que no sólo hace parte del desarrollo sostenible del potencial económico de la biodiversidad, sino que igualmente, se encuentra relacionada directamente con las actividades ya mencionadas.

No obstante, cabe anotar que es necesario continuar con la implementación de la propuesta técnica Plan de Acción Nacional en Biodiversidad, mediante los planes regionales en biodiversidad adelantados por el Ministerio de Medio Ambiente a través del Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt, de manera que se logre mayor articulación en los procesos que sobre el tema se vienen desarrollando.

## 1.5 LA BIOPROSPECCIÓN Y LOS MERCADOS VERDES

El Plan Estratégico de Mercados Verdes busca identificar y promover opciones de producción y mercadeo de bienes ambientalmente sanos, incrementar la oferta de servicios ambientales competitivos en los mercados, consolidar una demanda específica nacional e internacional, y estructurar el marco de referencia requerido para su desarrollo. Los productos verdes se pueden dividir en tres áreas: los derivados del uso sostenible de la biodiversidad, que incluyen productos maderables, no maderables, agricultura sostenible y productos derivados de la bioprospección; los productos industriales menos contaminantes que utilizan tecnologías más limpias o productos hechos a partir del aprovechamiento de los residuos de otros procesos y las energías renovables o limpias; los servicios ambientales que incorporan el conjunto de servicios ofrecidos por el ambiente para los seres humanos, así como las actividades del hombre encaminadas a garantizar mejores niveles de calidad ambiental, en las que se contempla el ecoturismo, tratamiento de aguas residuales y captura de gases efecto invernadero (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Vale la pena indicar que la puesta en marcha de algunos aspectos relacionados con actividades específicas planteadas en bioprospección tiene correspondencia con el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes, entendiéndose que la bioprospección puede servir para dar respuestas en cuanto a cómo hacer, desarrollar y llevar a término los planteamientos y necesidades detectadas.

La información y planteamientos del Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina propuesto para Colombia se correlaciona con dos de las áreas establecidas en el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes arriba enunciados, ellos son productos derivados del uso sostenibles de la biodiversidad y servicios ambientales (Figura 2).

La diversidad biológica está siendo sobre explotada para generar beneficios económicos a corto plazo, el desafío está en encontrar medios para utilizarla de tal forma que sirva para generar recursos económicos y, al mismo tiempo como base para el desarrollo sostenible. La bioprospección se articula bidireccionalmente al aprovechamiento sostenible mediante la búsqueda y generación de metodologías que permitan la producción y manejo del recurso biológico de manera continuada y en cantidad suficiente. El desarrollo del Plan Nacional en Bioprospección se articularía en la medida en que involucre programas de desarrollo regional en los cuales se aprovechen recursos y experiencias locales, promoviendo tecnologías, previo establecimiento de alianzas estratégicas.

La bioprospección apoyaría en actividades allí planteadas tales como identificación de sistemas naturales y de especies nativas, estudios básicos y desarrollo de metodologías de conservación *in situ* para reducción y captura de gases con efecto invernadero; estudios para identificación de capacidad de carga; monitoreo; generación de inventarios en áreas protegidas para fortalecimiento del ecoturismo; búsqueda de organismos, metabolitos, tecnologías y procesos utilizados para biorremediación en tratamientos de vertimientos; productos naturales no maderables con selección de especies, caracterización, evaluación de tecnologías de transformación, producción, conservación, creación de bancos de germoplasma *ex situ*; productos naturales maderables con procesos de selección de especies nativas promisorias, propagación vegetativa, implementación de

viveros, investigación en producción de semillas; agricultura ecológica mediante investigación y desarrollo de biofertilizantes y bioplaguicidas; actividades en biotecnología, mediante el desarrollo de técnicas que sirvan como herramientas para los procesos que así lo requieran.

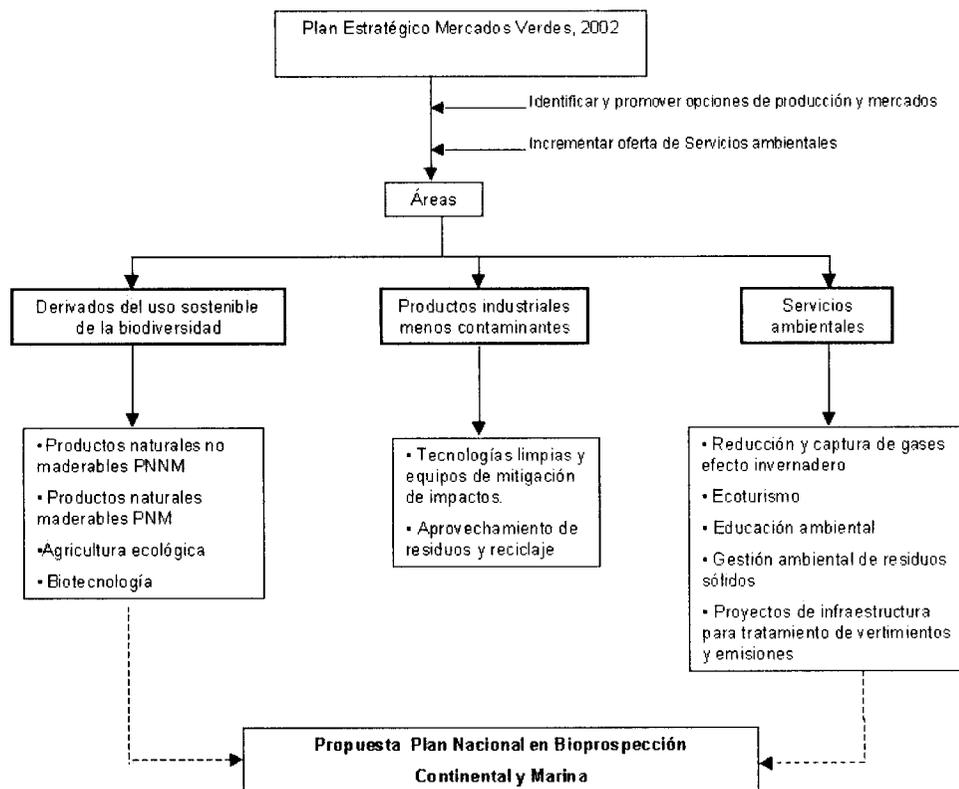


Figura 2. Propuesta para articular la bioprospección con el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes

Algunas estrategias y metas del Plan Nacional de Mercados Verdes son complementarias y podrían articularse o encontrar apoyo dentro de lo planteado en el Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina:

- **Estrategia 1**, relacionada con promover el nuevo sector de mercados verdes dentro del sistema de producción colombiano como una alternativa de desarrollo del país, en lo referente a establecer mecanismos de divulgación de desarrollo científico y tecnológico, a implementar programas de capacitación sobre potencialidades regionales e identificación de productos verdes con mayor ventaja competitiva, en la detección de instituciones de apoyo y creación de alianzas con entidades de promoción empresarial. Igualmente, se podrían establecer mesas de trabajo de competitividad regional compartidas para ambos planes, brindando asesoría de tipo científico – técnico en la formulación de proyectos con potencial en mercados verdes. De esta forma se estaría en disposición de proporcionar ayuda en estudios sectoriales para identificación de productos con potencial, suministrando la información detallada de cómo desarrollar el proceso puntualmente, además de efectuar el debido acompañamiento en el ámbito rural. En cuanto a divulgación, las estrategias de comunicación planteadas para bioprospección, como se verá más adelante, ayudan a apoyar, fomentar, fortalecer y replicar mercados locales y comunitarios provenientes de iniciativas locales, o a impulsar la

implementación de producción limpia mediante transferencia de tecnología; dichas actividades podrían ser ejecutadas por la secretaría técnica de bioprospección una vez se establezca su funcionamiento.

- **Estrategia 2**, referente a sensibilizar a los consumidores y productores colombianos sobre estos nuevos mercados y sus ventajas, a través de campañas masivas de divulgación, educación y concientización, para diferenciar los productos verdes y promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales mediante la realización de talleres regionales. Igualmente, colaboraría en la divulgación dirigida a comunidades de base, mediante la utilización de medios de comunicación como prensa, radio y televisión, en la capacitación como línea de trabajo al nivel de educación superior, posgrado, en colegios técnicos y agropecuarios, y en hogares juveniles campesinos. De otro lado, el suministrar datos a través del sistema nacional de información en bioprospección sobre eventos, actores y noticias de interés, favorecería la divulgación y serviría como primer paso para detectar y agrupar a los productores verdes por sectores y regiones y establecer el plan de acción a seguir.

Los datos contenidos en el Sistema Nacional de Información en Bioprospección pueden servir para los procesos de mercados verdes, al apoyar la interacción entre los actores y suministrar información de interés. Adicionalmente, el Plan Nacional de Bioprospección da respuesta a lo sugerido en la iniciativa, en cuanto a la evaluación preliminar de los recursos, capacidades y necesidades del país a nivel técnico – científico.

- **Estrategia 3**, que plantea la coordinación, articulación y fortalecimiento de las iniciativas existentes en el país sobre mercados verdes, se podría sugerir que el Plan Mercados Verdes se una al Plan Nacional en Bioprospección, en cuanto a que en el momento en que se determine el mecanismo promotor de mercados verdes, se canalicen dichas actividades a través de la secretaría técnica de bioprospección planteada en el presente Plan. Esto con el fin de unir esfuerzos y acciones de diferentes entidades privadas y públicas en el tema de mercados verdes y fomento empresarial. En el desarrollo de la bioprospección se puede suministrar valiosa información relacionada con conocimiento básico, metodologías y tecnologías, que puede resultar útil.
- **Estrategia 4**, que busca impulsar herramientas financieras para apoyar productos verdes, y cuya meta es establecer mecanismos facilitadores de acceso a recursos de capital, actividades de bioprospección referidas a la capacitación y asesoría en la formulación de proyectos, contribuirían al adecuado planteamiento y ejecución de los mismos.
- **Estrategia 5**, pretende hacer investigación y crear un sistema de información en el área de mercados verdes con desarrollo tecnológico en productos promisorios, la bioprospección colaboraría en fomentar la investigación básica y aplicada en productos sostenibles derivados de la biodiversidad y tecnologías de mitigación de impactos, en impulsar la investigación en productos y tecnologías verdes en universidades y centros de investigación, en detectar necesidades o nuevos productos con potencial de mercado, en establecer alianzas estratégicas, en identificar y recopilar la investigación existente sobre el tema en las diferentes entidades, y en articular el conocimiento ancestral al tema de los mercados verdes y viceversa.

En términos generales, el Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina se articula específicamente a través de las estrategias planteadas a nivel organizativo, de comunicación – educación, de aseguramiento de la calidad y de conservación, que pueden ser revisadas en el presente documento. Vale la pena resaltar que la información suministrada sobre la metodología para el desarrollo de los programas de bioprospección, fue el resultado de un proceso de concertación con profesionales de diferentes áreas a nivel regional, en el cual se revisaron los proyectos de investigación y desarrollo planteados (metas), con sus correspondientes acciones.

A la fecha existen algunas instituciones públicas y privadas que han comenzado a trabajar en el fomento de los productos verdes y han enfocado sus esfuerzos a la asesoría directa, entre ellas están:

- El programa de Biocomercio sostenible de la iniciativa BIOTRADE-UNCTAD liderado en Colombia por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Su propósito es el de servir como sistema articulador entre empresarios o personas interesadas en procesos relacionados con la negociación y comercialización, previa producción sostenible, de productos obtenidos de la biodiversidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2002)
- La incubadora de empresas ambientales ECLOSIÓN, iniciativa con el ánimo de apoyar proyectos de alto valor agregado en sostenibilidad e innovación, tanto del sector de aprovechamiento de recursos naturales, como de ecoproductos industriales y servicios ambientales
- El programa de productos verdes del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP, que busca el fortalecimiento de los procesos productivos tradicionales en la región del Pacífico colombiano a través del valor agregado que puede resultar en los mercados verdes
- Las ventanillas de apoyo a empresarios con interés en los mercados verdes, creadas en algunas Corporaciones Autónomas Regionales y en los nodos del Centro Nacional de Producción más Limpia, para descentralizar las herramientas del Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes
- La oficina de cambio climático, creada con el objeto de apoyar la formulación y comercialización de los proyectos de reducción o captura de gases efecto invernadero en el País, entre otros
- El Programa Nacional de Agricultura Ecológica del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que busca impulsar la producción, comercialización y consumo de productos agropecuarios ecológicos como alternativa de desarrollo para el campo.

En lo referente al propósito de la iniciativa BIOTRADE de mejorar las capacidades de los países en desarrollo, para usar en forma sostenible la biodiversidad con el fin de producir y comercializar nuevos bienes y servicios con un mayor valor agregado, se observa que el Plan Nacional en Bioprospección propuesto para Colombia persigue objetivos que resultan complementarios a la iniciativa BIOTRADE, anotando que pueden ir ligados mediante la realización de actividades conjuntas en cada etapa, según las fortalezas y competencias que se tengan en cada caso y de tal manera que ambos planes encuentren apoyo mutuo.

Por último, la bioprospección puede aportar soluciones o apoyar procesos frente a algunas debilidades detectadas en la matriz DOFA realizado para el Plan Estratégico de Mercados Verdes, en lo referente a generar alternativas de investigación y desarrollo para cumplir con estándares de calidad del mercado internacional, y con la producción en gran cantidad.

## **2 APROXIMACIÓN AL ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN BIOPROSPECCIÓN PARA COLOMBIA**

El análisis DOFA que se presenta a continuación es el resultado de la información obtenida en las diferentes áreas temáticas durante el desarrollo de los talleres<sup>4</sup>, de tal forma que permita establecer de manera aproximada el nivel actual de la investigación en bioprospección, además de servir para posibles planteamientos y soluciones futuras.

### **2.1 DIAGNÓSTICO INTERNO DADO PARA LAS DIFERENTES ÁREAS TEMÁTICAS**

#### **2.1.1 Área Microbiología**

A través de la participación de los asistentes se han detectado avances en investigación y generación de desarrollos en microbiología agrícola, ambiental, del suelo, industrial, básica y veterinaria. Las actividades han estado principalmente orientadas hacia la producción de bioinsumos agrícolas, biorremediación, diagnóstico y aplicaciones en salud animal, vegetal y humana, estudios en ecología microbiana y aplicaciones a nivel industrial, entre otros.

En Colombia existe capacidad instalada de acuerdo con los 15 grupos participantes, en lo referente a infraestructura, equipos y personal calificado para llevar a cabo desarrollos en microbiología. No obstante, se puede considerar que existen limitaciones de tipo económico en lo referente a garantizar la adquisición de reactivos para ensayos microbiológicos y conservación de ceparios.

La gran mayoría de investigaciones obtienen financiación a través de proyectos cuyo desarrollo se da principalmente en universidades e institutos de investigación, observando que se hace énfasis en investigación básica; las etapas de desarrollo tecnológico y de producción están dadas primordialmente en empresas privadas, o como resultado de la alianza entre grupos de investigación básica y socios inversionistas.

Se cuenta con bancos de germoplasma de microorganismos de interés y laboratorios certificados para realizar análisis microbiológico o producción de bioinsumos.

---

<sup>4</sup> Mayores detalles en el libro “Aproximación al estado actual de la investigación en bioprospección en Colombia”

Varias universidades del país cuentan con programas de pregrado y posgrado en microbiología, existiendo buena demanda; no obstante, se requiere fortalecimiento de algunas líneas para desarrollos especializados o actualización en técnicas modernas de diagnóstico.

Existen productos (principalmente agrobiológicos) posicionados en el mercado, observando que algunos se encuentran en proceso de obtención de patentes o registro. El desarrollo de productos biotecnológicos está orientado a la solución de necesidades particulares, mediante la producción de inoculantes microbianos (fertilizantes y fitoestimuladores), bioplaguicidas, biopolímeros y microorganismos de interés en biorremediación.

Existen mecanismos de control de calidad para la producción de agroinsumos los cuales están siendo supervisados en el ámbito nacional por el Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas (ICA-JANIA). De esta manera se están implementando soluciones a este nivel que es considerado como un punto crítico.

Se observó que para el adecuado desarrollo de proyectos se requiere la integración de los diferentes grupos y disciplinas.

Se dificulta el paso de la teoría a la práctica, es decir, del proceso de la investigación a la producción con fines comerciales. Pocos grupos están trabajando de manera específica con el objetivo de obtener un producto; en la gran mayoría de los casos se han efectuado investigaciones básicas restringidas a escala de laboratorio. Sin embargo, es importante destacar la experiencia adquirida por algunos empresarios, quienes han obtenido excelentes resultados en el desarrollo y comercialización de productos biológicos y que pueden servir como modelo para asesorar a otras personas.

Se detectó que son escasos los profesionales dedicados al estudio de microbiología de poblaciones.

El desarrollo de procesos para búsqueda y producción de sustancias de interés farmacológico (salud humana y animal) es muy incipiente. De igual forma hay poco conocimiento de estrategias conducentes a la generación de empresas de mercadeo y comercialización de productos de origen biológico.

La normalización de los procesos relacionados con la formulación y control de calidad de algunos biopreparados no es adecuada, aspectos que son de gran importancia para abrir mercados. Muchos laboratorios y empresas productoras de insumos aún no se han acogido a las exigencias en control de calidad de ICA-JANIA.

La labor de sensibilización para la utilización de productos biológicos, mediante campañas publicitarias y asistencia técnica al consumidor es incipiente, lo que genera descrédito para los productos de origen biológico. Falta incursionar en nuevos mercados. Los productos biotecnológicos no están incluidos dentro de las políticas de exclusión de impuestos internos. La Tabla 1 resume las fortalezas y debilidades detectadas en el área de microbiología.

**Tabla 1. Fortalezas y debilidades en el área de microbiología**

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avances investigativos en microbiología agrícola, ambiental, del suelo, industrial, básica y veterinaria</li> <li>• Capacidad instalada en laboratorios y equipos</li> <li>• Bancos de germoplasma de microorganismos</li> <li>• Laboratorios certificados para análisis microbiano</li> <li>• Oferta de profesionales en el área</li> <li>• Generación de productos especialmente agrobiológicos posicionados en el mercado</li> <li>• Experiencia previa en comercialización mediante una oficina de agronegocios (CORPOICA)</li> <li>• Control de calidad de agroinsumos ejercido por el Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas (ICA-LANIA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento entre sí de los grupos que trabajan en la misma área</li> <li>• Falta de incentivos para la investigación</li> <li>• Se dificulta el paso de investigación básica a aplicada</li> <li>• Los profesionales requieren especialización o actualización en algunas áreas específicas y técnicas más modernas</li> <li>• Falta monitoreo del control de calidad de los productos</li> <li>• Falta promoción y acompañamiento a los usuarios de productos agrobiológicos</li> <li>• Falta incursionar en nuevos mercados</li> <li>• Faltan oficinas de agronegocios regionales</li> <li>• Falta mayor conocimiento y caracterización del material existente en los bancos de germoplasma del País</li> </ul>

## 2.1.2 Área Plantas

El país posee capacidad técnica institucional y experiencia en algunas temáticas relacionadas con taxonomía, fitoquímica, morfología y caracterización molecular principalmente, seguida por bioquímica, fisiología y ecología. Se presentaron en el primer taller 22 grupos provenientes de universidades, institutos o centros de investigación, empresas y ONG.

Las áreas de sistemática y taxonomía tienen gran trayectoria en el país; se han realizado inventarios, clasificaciones y determinaciones hasta el nivel de especie, siendo éstas las primeras actividades a desarrollar durante el proceso de la bioprospección. Existe fortaleza, experiencia y recurso humano capacitado para llevar a cabo esta labor, se cuenta con especialistas en familias botánicas y cuando se requiere el trabajo conjunto y la colaboración de expertos de otras partes del mundo. Se dispone de bases de datos y herbarios nacionales con información georreferenciada, inclusive etnobotánica o de usos tradicionales, lo que permitirá al país, en caso que quiera avanzar en el proceso de la bioprospección, partir de ese conocimiento como ya lo están haciendo algunos grupos nacionales de investigación, principalmente en la temática de la fitoquímica.

En el caso de la fitoquímica hay fortaleza en extracción de metabolitos secundarios y elucidación de estructuras, no obstante, falta implementar o fortalecer pruebas de actividad biológica. Existen alrededor de siete grupos con capacidad de evaluar la actividad antimicrobiana, antimalárica, anticáncer, entre otros, de extractos crudos o metabolitos puros obtenidos a partir de diferentes especies vegetales, siendo este uno de los cuellos de botella para el tamizaje de organismos, búsqueda de un principio activo y selección del organismo a prospectar. Adicionalmente, falta iniciar procesos en los cuales se garantice la fabricación de productos con alta pureza y control de calidad, para medicina o control fitosanitario. Aunque algunos grupos han realizado estudios en farmacognosia y productos medicinales, no se ha avanzado en esta disciplina a pesar de la existencia de carreras como la química farmacéutica.

Por otro lado, hay grupos de investigación que están produciendo masivamente mediante cultivos *in vitro* o *ex vitro* para la extracción de metabolitos; sin embargo, hace falta talento humano experto, que conozca el organismo a bioprospectar, condiciones de crecimiento, desarrollo, productividad, rendimiento/ha, determinación, cantidad y actividad del metabolito de interés en los diferentes estados fenológicos de la especie, entre otros.

Dada la riqueza en frutos que posee Colombia, se ha adquirido fortaleza y experiencia en caracterización taxonómica, fisicoquímica, bioquímica, fisiología de poscosecha, manejo y transformación hasta la identificación y establecimiento de usos agroindustriales en especies cultivadas y silvestres, con gran potencial en distintas industrias. Igualmente, hay un grupo fuerte en química de atomos de frutos tropicales.

La mayor fortaleza del país está dada en el programa de Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria. Con especies vegetales como café, caña de azúcar, palma de aceite, algodón, arroz, se han realizado avances, existen centros de investigación dedicados a la generación de alternativas de uso para estas especies, y que, gracias a la fortaleza de los gremios que les brindan apoyo, han generado beneficios regionales y nacionales, con el mejoramiento en la calidad de vida de muchos colombianos. En la actualidad estos centros de desarrollo tecnológico poseen bancos de germoplasma de la respectiva especie, caracterizados a nivel morfoagronómico, molecular y químico; adicionalmente, poseen programas de apoyo para los cultivadores en las diferentes etapas del proceso, y han realizado avances en mejoramiento genético convencional o utilizando herramientas moleculares.

Cabe anotar que la fortaleza en el programa de Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria ha girado principalmente en torno a algunas especies que no son nativas de Colombia. Sin embargo, unos pocos grupos han logrado avances en el estudio de especies silvestres promisorias; se han realizado estudios de diversidad genética utilizando marcadores moleculares (RFLP, AFLP, microsatélites entre otros) o bioquímicos (isoenzimas), así como estudios de taxonomía, morfología y fisiología. En muy pocos casos se han determinado secuencias génicas completas. Actualmente, existe un grupo consolidado que desde hace varios años ha trabajado en transgénicos y unos pocos que están apenas iniciando este camino.

En la etapa de transformación en producto o desarrollo tecnológico existen pocos grupos fuertes, observando que esta labor se ha dado primordialmente en institutos o centros de investigación del área biotecnológica o tecnológica en los cuales prima la investigación aplicada, y que tienen como fin la innovación tecnológica y el establecimiento de las condiciones para la producción masiva de productos que podrían comercializarse. Esta etapa, comparada con la de conocimiento, es todavía poco fuerte, y requiere ser impulsada. Aunque en el país hay talento humano, falta mayor masa crítica en número de profesionales para realizar innovación y desarrollo tecnológico.

En la etapa de comercialización de productos generados a partir de la diversidad mediante desarrollos tecnológicos o biotecnológicos, hay alguna experiencia principalmente en empresas o en centros de investigación de carácter privado como CENICAFÉ. Se detectó que es una etapa que requiere implementarse y fortalecer en asocio con grupos empresariales.

Colombia cuenta con especies que ofrecen potencial económico y probabilidad para ser bioprospectadas, con infraestructura y recurso humano capacitado para la etapa de conocer o caracterizar, así como con potencialidad para innovar e implementar mayor desarrollo tecnológico

y comercialización de los productos derivados de la biodiversidad. Aunque la mayor fortaleza está dada en el conocer, definitivamente hay debilidad en la etapa de transformación en producto (desarrollo tecnológico) y comercialización; se necesita infraestructura y recurso humano especializado que maneje diferentes herramientas de caracterización, especialmente si se quiere hacer búsqueda y tamizaje de especies, productos o principios activos para las diferentes industrias de la bioprospección.

Igualmente, para avanzar en el proceso se necesitan alianzas estratégicas y trabajo conjunto, aunque día a día se está formando recurso humano capacitado para desarrollar cada una de las etapas de la bioprospección. Hay debilidad en cuanto a que se trabaja de manera no articulada entre la investigación básica y el desarrollo tecnológico. Si Colombia no supera esto, es difícil que logre llevar a cabo con éxito proyectos de bioprospección.

En el área de plantas existen grupos, aunque todavía son muy pocos, que han realizado todo el proceso de la bioprospección y que por sus fortalezas y experiencias podrían representar modelos o casos de estudio para los diferentes sectores, por el trabajo conjunto, el mantenimiento de la alta calidad durante el tiempo, metas y objetivos claros. Adicionalmente, existe alguna experiencia en el proceso de obtención de patentes o de algún tipo de registro de derecho de propiedad intelectual, son los casos de CENICAFÉ con el café de Colombia y de Pizano S.A. con especies forestales maderables. Otros grupos han avanzado y siguen avanzando en el proceso y en el fortalecimiento de cadenas agroproductivas, es el caso del Instituto SINCHI con especies frutales promisorias de la Amazonía colombiana. Hay experiencia de la interacción de ONG con comunidades que han desarrollado algunas actividades de la bioprospección como transferencia de tecnología, obtención de productos y una incipiente comercialización. Estos procesos no se han podido mantener en el tiempo por factores como falta de financiación, continuidad e implementación del control de calidad. La Tabla 2 resume las fortalezas y debilidades detectadas en el área de plantas.

**Tabla 2. Fortalezas y debilidades en el área de plantas**

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal especializado en caracterización de especies cultivadas y algunas silvestres promisorias (morfología, fitoquímica y molecular principalmente, seguido por bioquímica y fisiología)</li> <li>• Uso de técnicas de cultivo de tejidos <i>in vitro</i>, <i>ex vitro</i>, cultivos celulares, elucidación de estructura, marcadores moleculares, entre otros.</li> <li>• Capacidad instalada en laboratorios y equipos</li> <li>• La investigación básica se desarrolla principalmente en universidades e institutos de investigación</li> <li>• Colecciones (herbarios) y bancos de germoplasma <i>ex situ</i> (<i>in vivo</i>, <i>in vitro</i>) documentados</li> <li>• Bancos de germoplasma <i>in situ</i>, en reservas naturales</li> <li>• Recurso humano capacitado en diferentes disciplinas y con talento para trabajo en las tres etapas de la bioprospección</li> <li>• Oferta de profesionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta búsqueda de extractos vegetales con sus respectivas pruebas de actividad biológica</li> <li>• Falta estudios en fisiología de semillas para conservación en bancos de germoplasma</li> <li>• Falta desarrollar líneas de investigación teniendo en cuenta las necesidades o prioridades locales</li> <li>• Se desconocen los equipos que existen en las diferentes entidades públicas y privadas y los servicios que ofrecen</li> <li>• Se desconocen los grupos que trabajan en áreas temáticas afines</li> <li>• Falta especialización y actualización del profesional en técnicas modernas</li> <li>• Falta mayor incentivo y motivación por parte de los investigadores para adquirir experiencia en negociación, recursos genéticos y derechos en propiedad intelectual, entre otros</li> <li>• Falta analistas de mercado para los respectivos estudios en bioprospección</li> </ul>

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de negociación en algunas entidades estatales y no estatales</li> <li>• Experiencia en cadenas agroproductivas</li> <li>• Gremios o grupos comunitarios interesados en implementar nuevas alternativas de producción</li> <li>• Empresas con experiencia en mercadeo y comercialización de productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las cadenas productivas a nivel rural, falta apoyo logístico y financiero para la comercialización de los productos</li> <li>• Falta control de calidad de los productos generados en las organizaciones comunitarias</li> <li>• Falta mayor conocimiento y caracterización de los bancos de germoplasma, principalmente de especies promisorias.</li> </ul>

### 2.1.3 Área Organismos Marinos

En el área de organismos marinos se encuentran cinco grupos que desarrollan como extracción de sustancias bioactivas de algas, esponjas y corales. Algunos trabajan conjuntamente optimizando el uso de la infraestructura instalada.

Varias de las investigaciones realizadas están encaminadas a la solución de necesidades de industrias y empresas nacionales, y como respuesta a la demanda de productos en el exterior.

Se ha realizado principalmente investigación básica para identificar y priorizar algunas especies promisorias. Se ha avanzado en el conocimiento taxonómico y sistemático de la fauna y la vegetación marina y costera, se tiene experiencia en manejo y rehabilitación de ecosistemas, en biología y diversidad genética de algunas especies. Existe trayectoria en extracción de sustancias y alguna experiencia en pruebas de actividad biológica.

El país cuenta con universidades que preparan profesionales en el área, y son casi las únicas que adelantan investigación básica, incluyendo estudios en compuestos con utilidad farmacológica, cosmética o industrial.

Se observó dificultad en el proceso de pasar de la investigación a la producción con fines comerciales debido a la carencia de equipos y personal que realice las pruebas que se requieren para comercializar los productos en el mercado; pocos grupos están trabajando de manera específica con el objetivo de llegar a un producto, más bien se trata de investigaciones a nivel de laboratorio. Falta especialización y actualización del profesional en técnicas más modernas e integración de diferentes disciplinas en el desarrollo de proyectos. El país carece de profesionales que se dediquen al estudio de poblaciones y de caracterización, excluyendo la taxonomía, para búsqueda e identificación de especies que sirvan para aprovechamiento a gran escala.

Se desconocen estrategias conducentes a la generación de empresas de mercadeo y comercialización de productos de origen biológico. No existen oficinas de negocios para que comercialicen los productos ni un ente regulador que certifique la calidad de los productos, con lo cual se dificulta la apertura de nuevos mercados. Falta labor de sensibilización para la utilización de productos biológicos, mediante campañas publicitarias y asistencia técnica al consumidor, los proyectos no son competitivos frente a los inversionistas y empresarios. La Tabla 3 resume las fortalezas y debilidades detectadas en el área de organismos marinos.

Tabla 3. Fortalezas y debilidades en el área de organismos marinos

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos trabajando en extracción de sustancias bioactivas y biorremediación</li> <li>• Varios grupos trabajan conjuntamente optimizando el uso de recursos y equipos</li> <li>• Se han identificado y priorizado algunas especies promisorias</li> <li>• Conocimiento taxonómico y sistemático de la fauna y la vegetación marina y costera</li> <li>• Experiencia en manejo y rehabilitación de ecosistemas, en biología y diversidad genética de algunas especies</li> <li>• Trayectoria en extracción de sustancias</li> <li>• Oferta de profesionales relacionados con el área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cuenta con recursos para el mantenimiento de los equipos o hay deficiencia de equipos y se desconoce los que existen en otras entidades del país</li> <li>• Se duplican esfuerzos</li> <li>• Existen procesos extractivos y de comercio ilegal que deterioran los ecosistemas marinos y costeros</li> <li>• No existe un control sobre las muestras que son llevadas al exterior, ni un seguimiento de su posterior utilización</li> <li>• Falta implementar y caracterizar los bancos de germoplasma</li> <li>• Dificultad para pasar de la investigación a la producción con fines comerciales debido al déficit de equipos, personal y apoyo financiero para realizar las pruebas necesarias para comercializar los productos</li> <li>• Se desconocen aspectos legales, de mercadeo y comercialización</li> </ul>

### 2.1.4 Área Animal

La investigación para la bioprospección en el área animal se enfoca de una manera amplia, pues es un tema poco explorado en el país, ya que el aprovechamiento tradicional de los recursos animales se sustenta en unas pocas especies terrestres y acuáticas, de las cuales se obtiene alimento, transporte y materia prima para la elaboración de tejidos y artículos de cuero. A partir de la reflexión sobre el tema, se reconoce la posibilidad de interactuar más eficientemente con la oferta natural de origen animal, explorando sus potencialidades biotecnológicas y farmacéuticas, al igual que su participación en el mejoramiento genético convencional, el control de plagas, el turismo de observación, el comercio de animales mascota y la conservación.

A nivel nacional la bioprospección en el área animal está rezagada frente a otras líneas como las de plantas y microorganismos, lo cual no se relaciona con la menor importancia del sector, sino con la tradición que nos legó la Expedición Botánica y con la actitud o las expectativas que tienen los empresarios de este renglón productivo, que con algunas excepciones han preferido importar paquetes tecnológicos y asistencia técnica extranjera para mejorar la rentabilidad del respectivo renglón, con escasa participación de equipos de investigación nacionales. Habría que preguntarse cuáles son las razones que han llevado a la consolidación de esta política empresarial, y si es posible promover un cambio, siguiendo el ejemplo del renglón de la ganadería en el cual hace más de 20 años se está avanzando en investigación en el área animal con el apoyo del sector privado.

La experiencia en bioprospección que se hace en el país, aunque incipiente, tiene varios alcances, entre los cuales se citan los siguientes:

En la línea animal la investigación en metabolitos primarios tiene poca tradición en el país, sin embargo, hay algunos avances encaminados a la “purificación y estabilización de principios activos proteicos de animales invertebrados con usos industriales enfocados a la producción animal y la medicina”. El desarrollo de antídotos es otro ejemplo de este tipo de prospección, que actualmente viene desarrollándose.

En el área de recursos genéticos y biotecnología animal, con el tema específico de producción animal, ICA y CORPOICA vienen trabajando entre otros temas en la selección de animales basada en la detección de genotipos de características cuantitativas. Esto permite una selección precoz y exacta, que logra incrementar en un 40 % la respuesta a la selección a corto y mediano plazo y puede asistir en la determinación de genotipos específicos para diferentes ambientes de producción.

El caso de los animales tropicales, bien como mascotas o como fuente de materia prima, especialmente de pieles para el mercado internacional de bienes de lujo, es otro ejemplo reciente de negocios con perspectivas económicas satisfactorias. Actualmente se comercializan insectos, aves, reptiles, peces y mamíferos, la mayoría de los cuales están sujetos a la normativa del Convenio CITES. Existen granjas de zootecnia de varios tipos de animales silvestres con propósitos de comercialización interna y externa.

Otro tipo de bioprospección que se viene desarrollando en el país, es el inventario de los recursos naturales, que se concreta en una lista de especies, en la mayoría de los casos con ubicación geográfica, pero en muy pocos con información adecuada acerca de condiciones de vida, hábitos, distribución, preferencias alimenticias, reproducción, etc. Esto ha posicionado a Colombia como uno de los países con mayor diversidad biológica, pero con escaso conocimiento de la biología de las especies.

Un último aspecto importante de la bioprospección animal es el relacionado con la conservación, en el cual hacen énfasis la totalidad de los participantes en los talleres.

El caso de los peces es uno de los más interesantes desde la perspectiva de oferta alimenticia, y de exportación. El renglón pesquero continental es importante tanto por el papel que desempeña en la dieta alimenticia, como por su creciente importancia en el ámbito de la exportación de peces ornamentales. Una tercera parte de los grupos asistentes al primer taller nacional desarrolla trabajos, con interés en el aprovechamiento y el uso sostenido del recurso. Se tiene información acerca de la biología, diversidad genética y comportamiento de algunas especies; estos estudios son básicos para diseñar estrategias de aprovechamiento.

En el área se cuenta con experiencias como la que dejó la Red Nacional de Acuicultura que apoyó procesos productivos, basados en aprovechamiento del recurso piscícola, y con la del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) encargado de la reglamentación del uso del recurso y generación de conocimiento con fines productivos. Existe la estructura empresarial para ofrecer servicios de pesca recreativa en estanques.

La pesca extractiva de especies ornamentales (más de 18 millones de unidades/año), poco o nada tecnificada, es otro de los temas en los cuales se enfatiza la necesidad de conocer los ciclos de vida y las condiciones de reproducción y acopio de las especies de interés comercial, que superan el centenar.

Otra parte de la investigación está orientada a ampliar el conocimiento básico y aplicación de los recursos tradicionales y no tradicionales. El tema del control biológico empleando entomófagos y parasitoides es un asunto de amplia trayectoria y aplicación en el país, al cual se hace referencia más adelante. Las abejas nativas y sus productos constituyen otro de los ejemplos interesantes de recursos no tradicionales, en los que la ampliación del conocimiento en torno a las especies, puede

contribuir a mejorar el rendimiento y a la conservación del recurso. La cría de insectos, caracoles, lombrices y sanguijuelas actualmente utilizadas en la práctica médica son algunas de las interesantes líneas de producción que requieren investigación.

Por último el trabajo alrededor del manejo en bioferio y en laboratorio contribuye al desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de fauna silvestre y espera constituir centros de referencia para la certificación de laboratorios de prueba, en el área animal. En buena medida esto último contribuiría a incrementar las pruebas de actividad biológica de extractos obtenidos en las primeras etapas de la bioprospección.

La presentación de dos líneas de desarrollo empresarial a partir de recursos animales (modelos o estudios de caso de bioprospección en el área), mostró la importancia de la investigación básica previa, realizada en institutos y universidades, y la importancia de la organización y del esfuerzo individual o colectivo, para hacer la transición desde el conocimiento básico hacia el desarrollo exitoso de una empresa comercial que se expone a las vicisitudes del mercado, genera empleo y presta servicios a la sociedad.

El caso del control biológico es una forma de bioprospección en la que la comunidad académica nacional ha tenido importantes avances. “En Colombia se reconoce que existe una valiosa trayectoria y significativos logros en el campo del control biológico de plagas agrícolas, como producto de los esfuerzos de diferentes sectores y entidades (oficiales y privadas) que han impulsado esta línea de manejo fitosanitario y pueden mostrar resultados exitosos en investigación básica y en aplicaciones de orden práctico. Se destacan los estudios adelantados en institutos y centros de investigación (ICA, CORPOICA, CIAT, CENICAÑA, CENICAFÉ, CENIPALMA, CENIBANANO, Centro de Investigaciones Biológicas, entre otros), en las universidades con programas de entomología (Facultades de Agronomía y de Ciencias – Biología, primordialmente), y en empresas privadas - laboratorios de insumos biológicos comerciales. Igualmente, se menciona el auspicio de las sociedades científicas del ramo (SOCOLEN, ASCOLFI) y de las asociaciones de productores agrícolas (Departamentos Técnicos de FEDEALGODÓN, FEDEARROZ, ASOCAÑA, FENALCE, FEDEPALMA, ASOCOLFLORES, etc.)”<sup>5</sup>

Las experiencias a escala empresarial en la línea del control biológico muestran las dificultades de trabajar en una vía diferente a la del manejo fitosanitario químico. Obviamente para que este tipo de tecnología penetre los mercados se necesita, como en todos los casos anteriores, una política de cambio de actitudes culturales y comerciales. Actualmente en el país funcionan diez laboratorios comerciales de *Trichogramma*, uno de *Spalangia*, nueve de *Cephalodera*, tres de *Telenomus* y cinco ingenios tienen laboratorio de taquinidos. De *Crisopa*, un depredador, operan tres laboratorios.

Los servicios que ofrecen estos laboratorios, se sustentan en experiencias recogidas en los centros e institutos de investigación; en las universidades a través de tesis de pregrado y posgrado de estudiantes de ciencias y agronomía; en investigaciones de la empresa privada y de laboratorios, así como en el auspicio de sociedades agrícolas y científicas, lo que hace de la producción de insumos biológicos, con fines de adopción por parte de los agricultores, un caso particular de cadena

<sup>5</sup> Zuluaga, I. 2002. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. En “Aproximación al estado actual de la investigación en bioprospección en Colombia”

productiva que va desde la generación de conocimiento en función de una demanda, hasta la comercialización y retroalimentación del proceso.

Si se tiene en cuenta que en el pasado reciente, el desarrollo tecnológico producido en el país en esta línea se ha llevado a otros países de América Latina y el Caribe, y que en sus comienzos tuvo que ver con soluciones aplicadas en el Perú, se percibe la importancia de la integración y los acuerdos regionales para apoyar la bioprospección y comercialización exitosa de alternativas biotecnológicas como esta.

Finalmente, se puede expresar, que el futuro del control biológico (entomófagos) y del control microbiano (entomopatógenos), es bastante promisorio en el país, quizás con mayores oportunidades para éstos últimos, dadas las facilidades para su producción masiva y su comercialización empresarial. Dentro del enfoque bioprospectivo estos agentes de control presentan ventajas por su biodiversidad y sus múltiples formas de acción. Además, como alternativa de control biotecnológico, encaja dentro del manejo integrado de plagas o MIP.

El caso de la zootecnia en Colombia<sup>6</sup> y, en particular, la de babilla con fines de exportación de materia prima es un ejemplo de aprovechamiento sostenido de la diversidad biológica que, gracias al apoyo gubernamental, ha permitido a un grupo de empresarios generar a lo largo de 15 años una tecnología de punta en la cría, producción, aprovechamiento y comercialización de pieles de babilla.

Además de los beneficios económicos derivados de la exportación de aproximadamente 500.000 individuos/año, que representan alrededor de 15 millones de dólares, un porcentaje importante de las exportaciones no tradicionales del país y un 45% del total de las exportaciones actuales de las pequeñas y medianas empresas PYMES del país, se reconocen actualmente las ventajas de otras opciones de aprovechamiento *in situ* de la diversidad, como el rancheo, que contribuye de una manera significativa y efectiva a los programas de conservación de los ecosistemas de interés.

El sector tiene un impuesto de 5% de la producción anual destinada a proyectos de conservación de especies sometidas a comercio, que pueden invertirse en restauración y protección de áreas de interés. La zootecnia se acoge a la normatividad del Convenio CITES que regula el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre, y funciona bajo el modelo de cadena productiva, estableciendo acuerdos entre zootecniaderos, curtiembres, comercializadoras y recientemente, manufactureras.

La bioprospección en el área animal se debe enfocar hacia la identificación de los grupos animales o productos derivados con mayor potencial en el mercado, al desarrollo de protocolos de cría y manejo, y al conocimiento de la diversidad genética, la distribución territorial y la abundancia poblacional de las especies nativas o introducidas que resulten interesantes.

El conocimiento adquirido en las experiencias nacionales se vincula al desarrollo a través del ofrecimiento de bienes y servicios en áreas que tienen que ver con la producción, la conservación y el control biológico. La producción incluye frentes de trabajo que van desde el uso extractivo - sostenido de un recurso, a la obtención de materias primas o sustancias para el mercado

---

<sup>6</sup> Zambrano, H. 2002. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. En "Aproximación al estado actual de la investigación en bioprospección en Colombia"

farmacéutico, alimenticio e industrial. La biorremediación, inicialmente se incorpora en las proyecciones de desarrollo desde la perspectiva del control biológico de plagas, pero puede aumentar su cubrimiento al desarrollo de bioindicadores de calidad ambiental y al procesamiento de basuras municipales y otros residuos. La conservación apunta a mantener la oferta natural del bien, al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una región y al desarrollo de proyectos en que la recreación pasiva o activa en un ambiente sano y seguro sea una forma de retroalimentación entre el hombre y la naturaleza.

En términos generales los participantes consideraron que la bioprospección animal se puede desarrollar desde dos frentes diferentes, uno es el de la bioprospección enfocada a la búsqueda de recursos biológicos y genéticos poco conocidos, para ofrecer bienes de consumo (materias primas, genes, organismos) a mercados generales o a mercados exclusivos, y el otro el ofrecimiento de servicios que resuelvan problemas o cubran necesidades en diferentes sectores de la sociedad o se vinculen a procesos de conservación y uso sostenible de los recursos.

Los grupos de trabajo, indican necesidades de capacitación tanto en los avances tecnológicos en biología molecular y áreas afines, como en las actividades de mercadeo, y en asuntos éticos y jurídicos. La Tabla 4 resume las fortalezas y debilidades detectadas en el área animal.

**Tabla 4. Fortalezas y debilidades en el área animal**

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento y experiencia avanzados en varias ramas de la biología animal</li> <li>• Trayectoria investigativa y empresarial en el campo del control biológico empleando parasitoides y depredadores</li> <li>• Experiencia en acuicultura e investigación permanente alrededor del recurso íctico</li> <li>• Experiencia en granjas de zootecnia de animales silvestres y en la conformación de cadenas productivas alrededor del tema</li> <li>• Variabilidad genética en las poblaciones naturales y domésticas, como respuesta a su adaptación a diferentes ambientes</li> <li>• Metodologías estandarizadas para la selección de características de interés comercial, en razas criollas</li> <li>• Estandarización de metodologías para la cría y comercialización de insectos</li> <li>• Experiencia en la producción de antídotos</li> <li>• Experiencia en el manejo de bioterios</li> <li>• Reglamentación para el uso del recurso fauna</li> <li>• Estructura empresarial para ofrecer servicios de observación pasiva de fauna y pesca deportiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento de los grupos que trabajan en áreas temáticas afines</li> <li>• Falta integración de diferentes disciplinas en el desarrollo de proyectos</li> <li>• Poca investigación en la identificación y producción de sustancias de interés farmacológico</li> <li>• Falta investigación conducente a definir protocolos de cría, reproducción y mantenimiento en cautiverio y acopio de animales con potencial económico</li> <li>• Escasa inversión en programas de investigación aplicada</li> <li>• Pocos programas efectivos de conservación de los ecosistemas y de la fauna asociada</li> <li>• Dificultades en vigilancia y penalización para controlar el extractivismo de fauna, derivado de su comercialización a nivel internacional</li> <li>• En muchos casos no hay recursos para el mantenimiento de equipos</li> <li>• No se cuenta con suficientes recursos para el mantenimiento y caracterización de bancos de germoplasma</li> <li>• Faltan estrategias conducentes a la generación de empresas de mercadeo y comercialización de productos de origen animal</li> <li>• Escaso desarrollo de cadenas productivas para el aprovechamiento de recursos de origen animal</li> <li>• Procesos extractivos o poco tecnificados</li> </ul>

Aún teniendo en cuenta lo anterior, se percibe un vacío en el flujo de información, lo que indica la necesidad de fortalecer los vínculos entre los expertos del área animal y la comunidad académica y empresarial nacional e internacional.

Entre las debilidades detectadas está la falta de una real integración de esfuerzos entre los institutos gubernamentales, descentralizados y la empresa privada. La baja inversión y el escaso

conocimiento del mercado internacional y de las empresas potenciales que puedan colocar un capital de riesgo compartido, han dificultado el mayor desarrollo de esta área en el País. Es necesario enmarcar una parte de la investigación básica dentro de la realidad nacional y priorizar aquellas líneas que generen mayor beneficio a la sociedad.

## 2.2 GENERALIDADES DEL APOYO A LA INVESTIGACIÓN EN TEMAS RELACIONADOS CON BIOPROSPECCIÓN

Además de la investigación que se hace desde las ciencias básicas, la innovación tecnológica es un aspecto que el país viene considerando, y para lo cual se formuló el Sistema Nacional de Innovación para el período 2000-2010, en el que se analizan las orientaciones generales de la Política Nacional de Desarrollo Tecnológico con un enfoque de globalidad y articulación con el “Plan Nacional de Desarrollo para Construir la Paz”, formulado por el Departamento Nacional de Planeación, el “Plan Nacional de Exportaciones 1999 – 2009” definido por el Ministerio de Comercio Exterior, los “Lineamientos de Política Industrial” formulados por el Ministerio de Desarrollo Económico, la “Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000 – 2002” definida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Política de Formación Profesional orientada por el SENA, la “Política de Parques Tecnológicos” elaborada por el Ministerio de Desarrollo Económico, la “Política para Promover el Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas” diseñada por el mismo Ministerio de Desarrollo Económico, así como con los procesos de concertación que con los gremios y los industriales ha venido adelantando el Ministerio de Desarrollo Económico.

En el Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad 2000 – 2010 (COLCIENCIAS, 2002) se reconoce que “...El conocimiento, como resultado de la investigación científica y tecnológica y de la acumulación de *Know-How* en las empresas, es el origen de la innovación, aunque actividades de mayor complejidad, como la innovación en materiales, procesos y productos, así como el desarrollo de investigación experimental presentan una tendencia hacia la difusión en mayor número de empresas nacionales, aún no hay una apropiación generalizada de las metodologías de investigación y desarrollo en el sector industrial colombiano.

El fortalecimiento de las capacidades tecnológicas es, por lo tanto, una de las mayores posibilidades para crear las ventajas competitivas que requieren las empresas industriales colombianas” (COLCIENCIAS, 2002).

En relación con el apoyo económico, en la Tabla 5 se presentan los datos de los recursos destinados a ciencia y tecnología por COLCIENCIAS, y en la Tabla 6 los datos globales que desde diferentes sectores del país se han asignado a este mismo aspecto.

Entre los años 1994 a 1996, el país elevó significativamente la inversión en investigación en ciencia y tecnología, luego de lo cual se ha reducido paulatinamente, acercándose a las inversiones de la década de los ochenta (Figura 3).

De los recursos con que contó COLCIENCIAS, según cifras de la institución (pagina web diciembre 13 de 2002) para el período 1999-2000, la inversión en formación de capital humano en áreas estratégicas fue de \$13.950.058.000 superando en más del doble el presupuesto destinado a investigación científica y generación de conocimiento \$6.619.841.000 y al de innovación y desarrollo tecnológico \$5.195.880.000 (Departamento Nacional de Planeación, 2002).

Tabla 5. Montos en millones de pesos corrientes, aprobados por COLCIENCIAS 1991-2001

VIGENCIA PRESUPUESTAL	PROGRAMA		
	Biotecnología	Medio Ambiente	Agropecuarias
1991	326,24	75,09	335,71
1992	132,92	132,65	119,04
1993	584,92	565,44	1384,43
1994	1074,65	1133,60	717,02
1995	1252,68	231,83	641,83
1996	1221,16	1866,83	3616,59
1997	1054,96	2675,24	4708,19
1998	692,64	1765,00	2097,00
1999	329,00	466,34	655,14
2000	731,20	524,45	974,03
2001	1240,55	450,59	737,62
<b>TOTAL</b>	<b>7.400,37</b>	<b>9.436,46</b>	<b>15.248,96</b>

Fuente: Oscar Vargas<sup>7</sup>

Tabla 6. Inversión total en ciencia y tecnología en el periodo 1995 – 2000

1995	1996	1997	1998	1999	2000
699,177	745,065	692,685	593,085	587,962	562,738

Fuente: Cálculos DNP: UDE-DDT. Incluye presupuesto central, SENA Ley 344 inversión privada, donaciones y otros

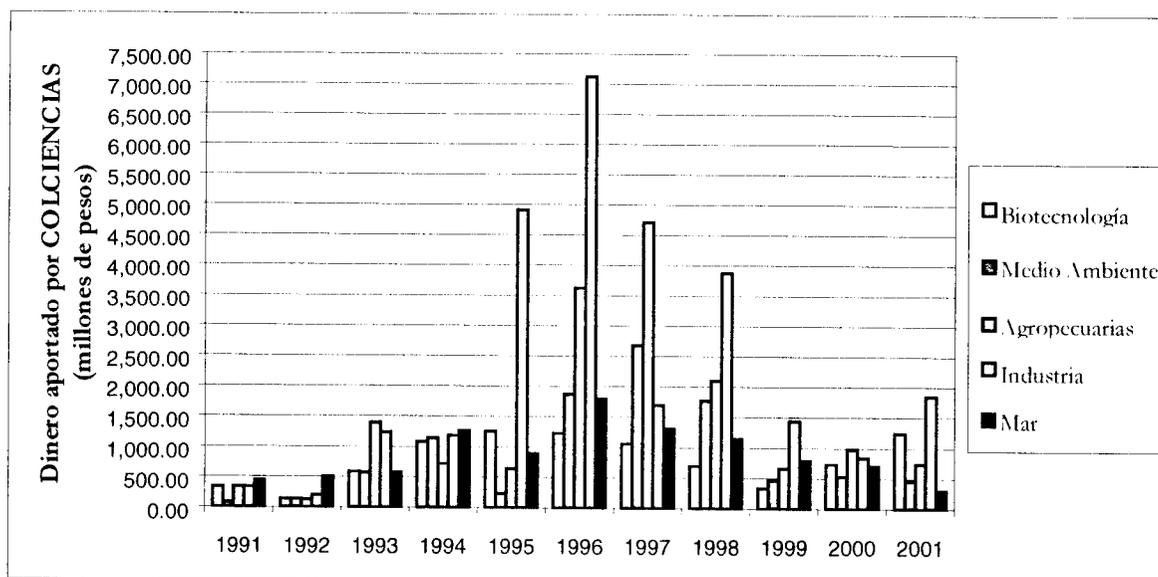


Figura 3. Montos en millones de pesos corrientes aprobados por COLCIENCIAS 1991-2001

Entre los años 1991-2001 de aproximadamente 1.823 proyectos en los 11 programas nacionales de COLCIENCIAS, se aprobaron 106 proyectos en biotecnología, 114 en medio ambiente, 275 en salud, 287 en básicas, 98 en temas marinos y costeros, 120 en tecnología agropecuaria y 134 en desarrollo industrial (Figura 4). Gran parte de la información producida en los respectivos trabajos hace parte de la investigación básica que tiene el país para proyectar la bioprospección.

<sup>7</sup> Oficina de regionalización y seguimiento de proyectos - COLCIENCIAS

En los proyectos financiados durante los años 1999 – 2001 (Carta de COLCIENCIAS) en los programas de biotecnología, medio ambiente, ciencia y tecnología del mar y tecnología agropecuaria se observa un porcentaje creciente (15%, 25% y 50%, respectivamente) de investigación orientada o útil para el desarrollo de bioinsumos, control biológico y tratamiento de residuos. Aparecen unas pocas investigaciones orientadas a la identificación y evaluación de metabolitos secundarios de plantas y organismos marinos. La participación de los proyectos de medio ambiente como soporte a la bioprospección actualmente es muy baja. Algunos proyectos de desarrollo tecnológico e industrial y entre el 85 -100% de los proyectos de ciencia y tecnología agropecuaria, se relacionan directamente con lo propuesto en este documento y se consideran fases adelantadas de la bioprospección de un recurso natural. Esto indica que existe una tendencia hacia el desarrollo de opciones tecnológicas y biotecnológicas a partir de un conocimiento adecuado de los recursos biológicos y genéticos.

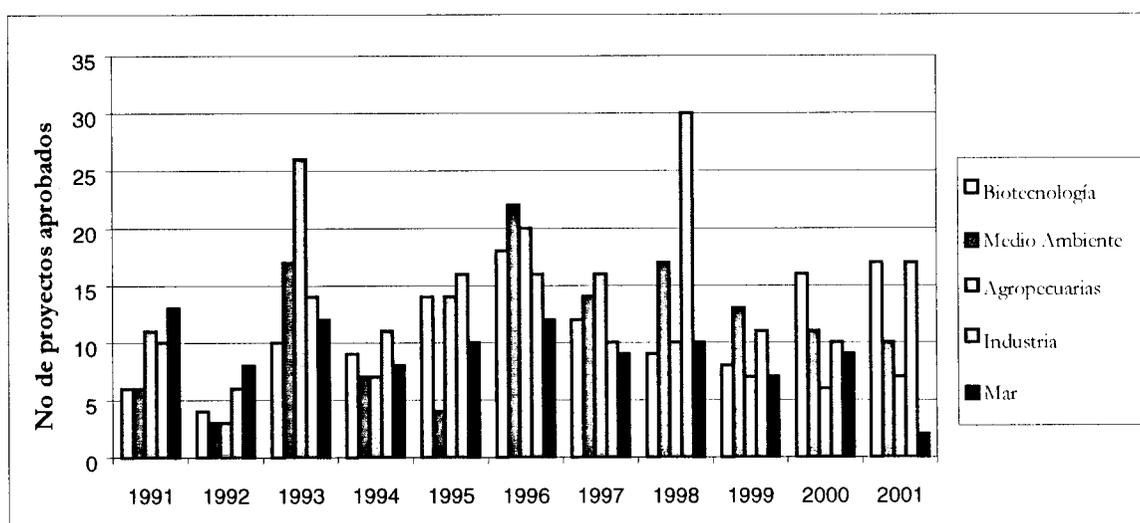


Figura 4. Número de proyectos aprobados por COLCIENCIAS entre 1991-2001

Para fortalecer esta tendencia es conveniente que dentro del presupuesto de ciencia y tecnología, en concordancia con el Sistema Nacional de Innovación, se abra un espacio para financiar proyectos en bioprospección en cada una de sus etapas. Por la naturaleza y tiempo de duración de estos proyectos se debe propender por la continuidad, reconociendo los ajustes que deben hacerse a medida que avanza el proceso.

A corto plazo la bioprospección tendría la función de articular centros y grupos de investigación que estén trabajando en temáticas afines, por ejemplo *Bacillus thuringiensis* en el cual están trabajando varios grupos en el país, y proyectar la investigación hacia proyectos productivos.

## 2.3 DIAGNÓSTICO EXTERNO

Para llevar a cabo los programas en bioprospección, se deben tener en cuenta los factores externos que incidan en el desarrollo de sus etapas. Estos factores pueden tener efectos positivos o negativos y por tal razón es necesario tenerlos en cuenta en el momento de la formulación y durante la ejecución de los proyectos adscritos a los programas. Como se ve en las Tabla 7 y Tabla 8 de oportunidades y amenazas respectivamente, los factores son de diversa índole, algunos pueden ser aprovechados con éxito o pueden tenerse en cuenta para efectuar las debidas correcciones siguiendo una adecuada planeación. Otros por el contrario se escapan al control o a la previsión, e implican riesgos que deben ser evaluados para tomar decisiones que permitan atenuarlos o asumírllos.

Tabla 7. Diagnóstico externo oportunidades

Factores económicos	Factores políticos	Factores sociales	Factores tecnológicos	Factores geográficos	Factores competitivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay posibilidad de captar fondos en el ámbito nacional e internacional</li> <li>• Costos bajos de los servicios básicos</li> <li>• Implementación de industrias de bajo costo</li> <li>• Producción competitiva sustentada</li> <li>• Mano de obra eficiente, capacitada y barata</li> <li>• Credibilidad del nuevo gobierno ante los entes internacionales</li> <li>• Acceso a créditos y donaciones internacionales</li> <li>• Entes de cooperación internacional (BID, BM, CAF) ofrecen recursos para proyectos de desarrollo con las comunidades</li> <li>• Preferencias arancelarias y acuerdos bilaterales reducen el valor de los aranceles para muchos productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas económicas especiales para exportar fácilmente, por generar empleo no pagan impuestos</li> <li>• Programas de sustitución de cultivos ilícitos</li> <li>• Zonas económicas especiales para promoción y para favorecer exportaciones con condiciones especiales que atraigan capital nacional o extranjero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal recursivo para adaptar tecnología</li> <li>• El consumidor es susceptible a una buena propaganda del producto</li> <li>• El consumidor es sensible a consumir los productos de tecnología limpia</li> <li>• Conocimiento local acerca del uso de plantas permite un desarrollo investigativo más rápido</li> <li>• Creciente conciencia ambiental entre los consumidores de países desarrollados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consecución de equipo industrial anterior a la última tecnología</li> <li>• Potencial para desarrollar nuevos procesos tecnológicos de acuerdo con las condiciones de la región</li> <li>• Alianzas Sur-Sur en términos equitativos</li> <li>• Utilización de información tecnológica incluídas en patentes para desarrollos subsiguientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posición geográfica del país, cuenta con alta diversidad de clima, topografía, recursos biológicos-genéticos</li> <li>• Existe posibilidad de diversificar industrias con relación a la producción de materias primas y a la ubicación</li> <li>• Uno de los países de mayor biodiversidad del mundo</li> <li>• Especies endémicas y especies con alta diversidad genética con uso potencial que contribuya al desarrollo económico del país</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talento humano para vender los productos, acompañados de una buena asesoría o servicio</li> <li>• Avance en el ranking mundial de competitividad</li> <li>• Preferencias arancelarias y acuerdos bilaterales hacen más competitivos los productos colombianos</li> </ul>

Tabla 8. Diagnóstico externo amenazas

Factores económicos	Factores políticos	Factores sociales	Factores tecnológicos	Factores geográficos	Factores competitivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarticulación de la industria y la agricultura nacional bajo una nueva división internacional del trabajo</li> <li>Subsidios a la producción agrícola de economías dominantes</li> <li>Privatización y mayores costos en servicios básicos de la economía</li> <li>Aumento de los recursos de capital dedicados a investigación y desarrollo en países industrializados</li> <li>Excesivas garantías y tasas de ganancia al capital extranjero</li> <li>Transferencia de más del 50% del PIB al servicio de la deuda externa</li> <li>Reducción del porcentaje del PIB dedicado al programa de ciencia y tecnología en Colombia</li> <li>Competencia por recursos financieros</li> <li>Costos de producción más bajos en otros países</li> <li>Devaluación de la moneda</li> <li>Mano de obra muy barata en otros países</li> <li>Dificultades en el acceso a créditos</li> <li>Escaso crecimiento económico del país</li> <li>Reformas económicas y fiscales frecuentes</li> <li>Pérdida de poder adquisitivo de los colombianos</li> <li>Distribución de recursos centralizada en el eje Bogotá – Medellín – Cali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agudización del conflicto armado y desplazamiento de poblaciones de sus territorios</li> <li>Control de grupos armados ilegales en territorios biodiversos</li> <li>Falta de políticas que apoyen la producción nacional</li> <li>Escasez de negociadores internacionales y poca participación de investigadores dentro de los lineamientos de las negociaciones ambientales internacionales</li> <li>Poca visión regional para atraer el desarrollo empresarial que genere empleo</li> <li>Escasa divulgación de la información sobre los acuerdos internacionales que el país suscribe</li> <li>Normatividad inestable o de poco cumplimiento por falta de políticas estratégicas a largo plazo</li> <li>Desconocimiento de temas de bioprospección por parte de los tomadores de decisiones en acuerdos internacionales</li> <li>Baja gobernabilidad en los departamentos más aislados del país</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento del desempleo y disminución de la cobertura en salud y educación</li> <li>Poco personal calificado</li> <li>Disminución y deterioro de las opciones de trabajo de personal altamente calificado</li> <li>Desarticulación educación-empresa-gobierno</li> <li>Problemas de inseguridad</li> <li>Cambios en los gustos de los consumidores, creados corporativamente</li> <li>Falta inclusión de la comunidad en los procesos realmente generadores de ingresos</li> <li>Pérdida de la inversión social por emigración de personal calificado</li> <li>Falta de iniciativa para consolidar una alianza entre la comunidad científica nacional y las comunidades locales</li> <li>Apropiación del conocimiento de las comunidades locales sin retribución justa y equitativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ellevado costo por el acceso a tecnología de punta debido a la estricta protección de DPI</li> <li>Dependencia tecnológica por incapacidad de apropiar y adecuar tecnología extranjera a las necesidades locales</li> <li>Creciente desarrollo de tecnologías que reemplacen materias primas y productos tradicionales</li> <li>Desarrollo de tecnologías que generen en otros países, a menor costo, productos equivalentes a los nacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centralización de las industrias de transporte o no disponibles</li> <li>Estructura vial poco desarrollada</li> <li>Topografía difícil, lo que hace costoso el transporte interno y el acceso a puertos internacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta aseguramiento de la calidad</li> <li>Falta identificar y cumplir estándares de calidad internacional</li> <li>Carencia de indicadores sobre consumo mundial</li> <li>Falta proyección en el mediano y largo plazo</li> <li>Costos de producción altos asociados a baja capacidad instalada.</li> <li>Devaluación de la moneda favorece a los exportadores en el corto plazo y es un riesgo muy alto, porque la competitividad no debe estar dada en precios (por tipo de cambio), sino en eficiencia productiva</li> </ul>

## 2.4 MECANISMOS DE DETECCIÓN DE MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA BIOPROSPECCIÓN<sup>8</sup>

Dentro del proceso de investigación y análisis de las diferentes oportunidades que ofrece el entorno natural, es a partir de la bioprospección que surge una opción de desarrollo para los países que, como Colombia, tienen alta diversidad biológica y endemismos, y un desarrollo creciente en investigación.

La bioprospección permite conocer nuevos usos para productos derivados de la diversidad, éstos al ser debidamente incluidos dentro de los procesos de desarrollo del país se pueden constituir en un instrumento para el futuro de la industria colombiana, frente a la creciente competencia y *ad portas* del ALCA.

A continuación se presenta una reseña de los mecanismos existentes en los organismos del Estado que pueden apoyar el proceso de detección de mercados y comercialización de productos de la bioprospección. En la primera parte se presentan las herramientas de análisis e investigación en comercio existentes y los procesos para acceder al apoyo de las entidades. En la segunda parte se presentan algunas cifras de productos, resultado de la bioprospección y se analiza la dificultad para tener más cifras.

### 2.4.1 Instituciones y herramientas del sector comercio exterior

Dentro del Plan Estratégico Exportador 1999-2009, el Ministerio de Comercio Exterior persigue cinco objetivos específicos:

1. Aumentar y diversificar la oferta exportable en función de la demanda mundial
2. Incentivar la inversión extranjera para fomentar directa o indirectamente las exportaciones
3. Hacer competitiva la actividad exportadora
4. Regionalizar la oferta exportable
5. Desarrollar una verdadera cultura exportadora

Este proyecto, que se inició en 1998 y se continúa en el presente, abre posibilidades para el sector comercio exterior, de continuar desarrollando estos cinco objetivos y profundizar en el conocimiento de las posibilidades comerciales que ofrece el país con el fin de satisfacer las nuevas y crecientes demandas por parte de los consumidores internacionales.

A medida que los desarrollos de las investigaciones científicas que se llevan a cabo en las instituciones del país avanzan, se hace cada vez más insistente y urgente la necesidad de empezar a

---

<sup>8</sup> Edith Aristide Galvis. Economista Universidad Nacional de Colombia, Analista de Inteligencia de Mercados, Proexport Colombia

generar vínculos en las diferentes etapas de la investigación, tanto con el sector empresarial, como con el sector público, aspectos que hacen parte de las metas de COLCIENCIAS.

### ***Ministerio de Comercio Exterior***

El papel del Ministerio abarca los diferentes aspectos relacionados con el comercio exterior, tanto importaciones como exportaciones. Esta institución cuenta con múltiples funciones, sin embargo, son aquellas relacionadas con las negociaciones internacionales, las que más interesan bajo el marco de la generación de oportunidades comerciales para los productos, resultado de la bioprospección.

Entre las labores del Ministerio figura el promover y coordinar con las entidades competentes, sistemas de información económica y comercial, nacional e internacional, para apoyar la gestión de los empresarios y el desarrollo del comercio exterior de Colombia. Así, el Ministerio de Comercio Exterior se convierte en el ente principal para generar el desarrollo eficaz de los procesos de comercialización e integración de los diferentes actores involucrados, es decir, investigadores, empresarios, comunidades o gremios, que permitan hacerlos más dinámicos y comprometan a los diferentes participantes desde el proceso de investigación, hasta la comercialización de los productos, generando así una cadena de beneficios que redundarán a favor de todos los niveles de la actividad productiva colombiana fundamentada en la bioprospección.

Esta encargado de los procesos de negociación que se adelantan en el marco de los diferentes acuerdos internacionales, con miras al ALCA, con el fin de incluir la mayor cantidad posible de normas que protejan y favorezcan a los productos y empresarios colombianos, frente a los países desarrollados y las grandes multinacionales (Dirección de Relaciones Comerciales del Ministerio de Comercio Exterior<sup>9</sup>).

### ***Bancoldex***

Ante la falta de apoyo financiero en el país debido a la constante situación de incertidumbre que hace complejo el acceso a líneas de crédito por parte de los exportadores (o potenciales exportadores), un organismo del sector presta su apoyo para la obtención de líneas de crédito direccionadas hacia el fomento de las exportaciones, a través del Banco de Comercio Exterior de Colombia S. A. (Bancoldex<sup>10</sup>). Esta entidad es un banco de redescuento que ofrece productos y servicios financieros a las empresas relacionadas con el comercio exterior colombiano. En el exterior ofrece, por conducto de bancos previamente calificados, financiación para el importador de bienes y servicios colombianos, y es un instrumento financiero para respaldar el Plan Estratégico Exportador.

### ***Proexport Colombia***

Dentro del sector comercio exterior, Proexport<sup>11</sup> es la entidad encargada de la promoción no financiera de las exportaciones no tradicionales colombianas que brinda apoyo y asesoría integral a

---

<sup>9</sup> [www.mincomex.gov.co](http://www.mincomex.gov.co)

<sup>10</sup> [www.bancoldex.com](http://www.bancoldex.com)

<sup>11</sup> [www.proexport.com.co](http://www.proexport.com.co)

los empresarios nacionales, en sus actividades de mercadeo internacional. Son tres los objetivos de esta entidad: 1. Potencializar a corto y a mediano plazo la venta de bienes y servicios colombianos en los mercados internacionales; 2. Maximizar la eficiencia en la utilización de la red nacional e internacional de oficinas de Proexport; y 3. Realizar alianzas con entidades nacionales e internacionales privadas y públicas.

Los servicios de Proexport se pueden clasificar dentro de tres grandes categorías:

- Información, orientación básica y capacitación
- Apoyo básico y asesoría logística
- Acompañamiento y apoyo con cofinanciación

Más adelante se detallarán estos aspectos, con el fin de ofrecer una clara idea del camino a seguir por parte de los potenciales exportadores con el fin de contar con todas las herramientas necesarias para la construcción de un Plan Exportador.

## **PORTAFOLIO DE SERVICIOS DE PROEXPORT**

El portafolio de servicios de Proexport está constituido por: servicios de información, orientación básica y capacitación; servicios de apoyo básico y asesoría logística y servicios de acompañamiento y apoyo con cofinanciación.

### **Servicios de información, orientación básica y capacitación**

El Zeiky, palabra en lengua huitoto, que significa mundo, es el nombre del centro de atención empresarial de comercio exterior. Este centro es la puerta de entrada para el futuro exportador, allí puede encontrar pantallas de autoconsulta, asesores de todo el sector (Mincomex, Bancoldex, Proexport), servicio de biblioteca especializada en comercio y programas de capacitación permanentes, en el cual se trabajan los diferentes temas que le generan inquietudes al exportador (logística y transporte, términos para negociar una exportación, comercializadoras internacionales, cómo importar, entre otros).

Adicionalmente, se cuenta con el portal de Proexport en el que a través de los diferentes canales se pueden consultar noticias, oportunidades comerciales, estadísticas de los principales cincuenta socios comerciales de Colombia, logística on-line, expopyme y los demás programas de la entidad.

Dentro del portal se encuentra el canal de inteligencia de mercados, Intalexport, allí se pueden consultar las bases de datos de importaciones de los diferentes países, así como las exportaciones colombianas, disponibles para los últimos tres años, además información macroeconómica de los principales mercados de destino de las exportaciones colombianas, y finalmente, el módulo de productos potenciales, que permite realizar consultas a cerca de los principales mercados para los diferentes productos de exportación.

El sistema de condiciones de acceso se constituye en otra importante herramienta dentro de esta categoría, ya que ofrece al empresario asesoría en cuanto a requisitos por producto o mercado de interés, normas técnicas, sanitarias y fitosanitarias y gravámenes arancelarios en 36 diferentes

mercados. Finalmente, la subdirección de logística y transporte ofrece la asesoría para establecer los mejores mecanismos de transporte aéreo y marítimo.

### **Servicios de apoyo básico y asesoría logística**

El programa de aseguramiento de la calidad es un instrumento enfocado a promover entre las empresas la obtención de certificación internacional de calidad en sus procesos productivos, esto con el fin de ser más competitivos en el mercado internacional. Proexport ofrece la cofinanciación para el proceso de capacitación, implementación, preauditoría y certificación de calidad, de manera que las empresas se encuentren apoyadas en todas las etapas del proceso de certificación. Adicionalmente, Proexport tiene convenios con diferentes instituciones que pueden ser aprovechados por las empresas, tales como el Centro Nacional de Productividad de COLCIENCIAS, el Centro de Desarrollo Empresarial con CONFECAMARAS, y un convenio con el ICONTEC junto con el Banco Interamericano de Desarrollo – BID y el SENA.

El mecanismo de compensación al transporte, es un incentivo que ofrece Proexport a los empresarios cuando este al mercado de destino es muy costoso, como ayuda con parte del pago de los fletes. Además convenios para el envío de muestras a los diferentes mercados con precios más bajos.

Proexport cuenta con doce oficinas comerciales en los mercados más dinámicos para Colombia, a cuyos servicios pueden acceder las empresas colombianas dentro del país y en el exterior, así como las empresas extranjeras interesadas en establecer vínculos comerciales con Colombia. Las oficinas comerciales elaboran agendas para los empresarios con clientes potenciales. Finalmente, dentro de esta categoría, Proexport participa y organiza eventos sectoriales que sirven de vitrina a los empresarios colombianos y los acercan a sus posibles clientes, tales como desfiles, *show room*, degustaciones y misiones de compradores.

### **Servicios de acompañamiento y apoyo**

El programa EXPOPYME se constituye en una herramienta de acceso al proceso exportador para las pequeñas y medianas empresas. Es un programa de asesoría y apoyo integral para el posicionamiento de los productos elaborados por las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en los mercados internacionales. Por medio de un diplomado en gerencia del cambio, se les ofrece a los empresarios la posibilidad de capacitarse y elaborar un plan exportador<sup>12</sup>.

También existe el Programa Nacional de Productividad y Competitividad, liderado por Mincomex y administrado por Proexport, por medio del cual, se pretende fortalecer el aparato productivo para diversificar y consolidar la oferta exportable colombiana en los mercados internacionales mediante procesos de innovación, elevación de la calidad de los productos, mejoramiento de las técnicas de gestión y producción. Este programa ofrece financiación para aquellos proyectos de alto impacto y que garanticen un mejoramiento de la productividad empresarial.

---

<sup>12</sup> Un plan exportador es un documento que contiene la evaluación de las oportunidades de exportación de una empresa hacia un mercado específico.

## 2.4.2 Información comercial de productos de la bioprospección

En un programa sobre bioprospección en el cual lo relevante son los productos obtenidos de los recursos biológicos y genéticos y sus productos derivados, aplicables a procesos industriales, existe un problema para poder detectar y evaluar mercados objetivo, dado que la comercialización de estos productos es relativamente nueva y no cuentan con desagregaciones propias dentro del sistema armonizado, es decir, que estos productos van por partidas muy genéricas, lo cual hace muy difícil saber realmente cuánto es en realidad en volumen y valor, lo que se comercia de estos productos.

Para casos como los aceites esenciales y las hierbas aromáticas ya existen algunos avances en este sentido, por la elaboración de estudios debido a la creciente demanda. Sin embargo, cuando se trata de productos derivados como biofertilizantes, bioplaguicidas, aún no es clara su clasificación arancelaria. Por lo anterior, es de vital importancia el papel que tiene que jugar el Ministerio de Comercio Exterior en la generación de políticas tendientes a establecer una clasificación para estos productos y trabajar en conjunto con las entidades internacionales para que sean detectados e incluidos en las clasificaciones y se pueda elaborar una adecuada contabilización de las transacciones de estos bienes que se llevan a cabo.

En cuanto a los aspectos específicos del proceso de comercialización, existen medidas que deben ser tenidas en cuenta para proteger la producción nacional principalmente en cuatro niveles:

- Generando mayor valor agregado a partir de los productos de la prospección, de manera que los beneficios sean para los productores colombianos
- Invirtiendo en investigación pero de manera asociativa, es decir, estableciendo políticas de alianzas estratégicas entre los empresarios y los centros de investigación, de manera que los avances tecnológicos sean enfocados a procesos productivos específicos y aplicables a modelos productivos para aumentar la producción de las diferentes empresas
- Desarrollando esquemas claros de negociación y uso de los productos para promover el comercio justo, que beneficie tanto a las comunidades como a las empresas
- Rechazando la imposición de reglamentos de propiedad intelectual que favorezcan el control y explotación de la tecnología por corporaciones internacionales

Para la generación de elementos de información comercial que puedan ser de utilidad para los empresarios en la ubicación de mercados potenciales para los productos derivados de la bioprospección, es necesario tener una clara determinación de la oferta de los productos, sus usos comerciales y tradicionales y las implicaciones que pueda tener su comercialización. Es prioritaria una labor de inteligencia de mercados de productos derivados de la bioprospección la cual debe analizarse en el marco de la innovación tecnológica. Existe abundante literatura económica y comercial sobre tales mercados que de ser ignorada traería grandes perjuicios para las iniciativas que en esta materia trace el país, un ejemplo es la obra de Kerry y Laird (1999).

Dado el carácter novedoso de muchos de estos productos es necesario tener claridad en estos aspectos con el fin de no generar falsas expectativas entre los productores, así como establecer claramente cuál sería la capacidad productiva, continuidad en el suministro, flexibilidad de

adaptación del producto a las necesidades de los compradores, para así conocer los niveles de la oferta exportable del país en este tipo de productos.

### ***El caso de los aceites esenciales***

Aunque el caso de los aceites esenciales no es el mejor para analizar económicamente la bioprospección, por referirse solamente a la oferta de materia prima, sin tener en cuenta el marco de la innovación tecnológica, con el ejemplo que se presenta a continuación se busca mostrar la importancia que tienen las estadísticas para analizar el comportamiento de un mercado y las oportunidades que se pueden ofrecer a un producto para ingresar en él o aumentar su participación. Este caso es de tipo indicativo aprovechando la ventaja de la posición arancelaria específica de los aceites esenciales.

Los aceites esenciales son un producto que ha venido presentando un comportamiento creciente en cuanto a sus exportaciones. Entre 1999 y 2001 creció 111%. El principal destino de las exportaciones de estos productos para el año 2001, fue Estados Unidos (42%), seguido por Reino Unido (36%), Perú (11%) y Venezuela (11%). Los departamentos de procedencia de estos productos son Cundinamarca y Antioquia. Al tomar el caso de Estados Unidos, las importaciones de estos productos para el año 2001 ascienden a US\$15.177.697, Colombia participó con un 0.1% (US\$105.193). A continuación se presentan los principales países proveedores de estos productos para el mercado de Estados Unidos.

Como se puede apreciar en la Tabla 9 el principal proveedor participa con el 21%, esto muestra que este mercado no está altamente concentrado, lo cual permite pensar en ampliar la participación de Colombia en el mismo.

**Tabla 9. Principales proveedores de Estados Unidos de los demás aceites esenciales**

Rango	País	Ene - Dic 1999	Ene - Dic 2000	Ene - Dic 2001	Part.% 2001
0	-- El Mundo--	121.245.711	109.859.209	115.177.697	100
1	Indonesia	19.952.103	16.717.598	24.454.996	21
2	Francia	23.762.899	22.809.696	21.443.438	19
3	China	18.110.168	16.359.671	19.488.242	17
4	Reino Unido	8.840.540	6.643.285	5.667.755	5
5	España	6.280.680	6.386.872	4.726.095	4
6	India	4.136.098	3.661.049	4.278.648	4
7	Canadá	2.807.817	3.685.350	3.758.141	3
8	Países Bajos	3.246.845	3.118.113	2.479.418	2
9	Australia	4.382.858	4.449.168	2.040.224	2
10	Paraguay	1.781.990	1.791.411	1.934.897	2
47	Colombia	12.396	11.069	105.193	0,1
	Resto del mundo	27.943.713	24.236.996	24.800.650	22

Fuente GTI

Los principales proveedores han sido los mismos durante los últimos diez años, sin embargo, ha cambiado su participación. Se destaca el crecimiento de las importaciones provenientes de Indonesia, mientras que las de Francia han tendido a disminuir. Frente a estos, la participación de Colombia ha sido casi nula, pero cabe destacar que en todos los años de la muestra se registraron exportaciones desde Colombia. Así que se puede decir que Colombia lleva largo tiempo en este

mercado, conformándose con una muy pequeña porción, de un mercado que tiende a seguir creciendo.

Este tipo de información, se puede analizar para cada uno de los mercados de interés para la exportación de los diferentes productos.

Así mismo a nivel interno se deben realizar estudios de mercados nacionales, de necesidades en la prestación de servicios y de viabilidad empresarial para la consolidación de empresas investigativo-productivas del país, que satisfagan la demanda de los productos derivados de la bioprospección, el aseguramiento de la calidad y la optimización de la producción. Se sugiere que estos estudios sean realizados en un futuro próximo, de manera que sirvan de apoyo al Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina.

## 3 PLAN NACIONAL EN BIOPROSPECCIÓN CONTINENTAL Y MARINA

### 3.1 VISIÓN

La implementación del Plan en Bioprospección para Colombia permitirá e impulsará la interacción y fortalecimiento de los sectores académico-investigativo, productivo, social y gubernamental con el fin de lograr el aprovechamiento sostenible de recursos biológicos y genéticos, además del desarrollo y utilización de alternativas tecnológicas para el mejoramiento de la calidad de vida y obtención de beneficios para el país.

En las dos últimas décadas, la utilidad de la diversidad biológica se ha explorado y demostrado recurriendo a la biotecnología para desarrollar productos farmacéuticos, agrícolas e industriales. Sin embargo, en consideración a las propuestas y reflexiones recogidas de los participantes en los talleres conducentes a la formulación final de esta propuesta, se enfoca el aprovechamiento de la biodiversidad en un contexto más amplio. Como se esbozó inicialmente el Plan propone que no sólo la biotecnología, sino la tecnología en general y las formas tradicionales de aprovechamiento de los recursos, busquen en la prospección de la diversidad nuevas oportunidades que signifiquen no sólo crecimiento científico, tecnológico y desarrollo económico sino también un mejor nivel de vida en la zona rural y urbana en términos de oportunidades, cultura, salud pública, dignidad e identidad, a la luz del uso sostenible de los recursos.

En este contexto, la propuesta que se hace en este documento, reconoce que el ingenio colombiano puede generar soluciones a las necesidades internas o externas, que no dependen exclusivamente de la adopción ciega de la última tecnología disponible. Esto no es nuevo, en diferentes oportunidades y en escenarios nacionales e internacionales se ha hecho referencia a ello, por lo cual se entiende que no es fácil pasar de la teoría a la práctica, y que la voluntad política nacional e internacional puede ponerlo en marcha.

Actividades relacionadas con investigar, transformar en producto y comercializar, se contemplan como ejes centrales de un proceso que va desde el conocimiento y utilización sostenible de la biodiversidad, hasta la transformación y escalamiento a nivel industrial, para obtener bienes o servicios que finalmente puedan ser aplicados o comercializados. Se considera que los investigadores, los ingenieros y otros profesionales, los industriales y las comunidades deben trabajar de manera conjunta para llevar adelante el proceso, pues cada uno puede y debe aportar.

El aseguramiento de la calidad y el uso sostenible de los recursos son asuntos transversales a todo el proceso de bioprospección, fundamentales para mantener la oferta y asegurar la demanda. Para ello se requiere de la formulación de indicadores físicos, socioculturales y de mercado, que permitan monitorear el estado de los recursos, la calidad (confianza) de los productos, y el bienestar social.

## 3.2 OBJETIVOS

### 3.2.1 OBJETIVOS GENERALES

Búsqueda, identificación y caracterización de recursos biológicos y genéticos, continentales y marinos, en las diferentes regiones del país, con potencial económico a nivel nacional e internacional.

Implementación de proyectos de investigación, producción y comercialización en los programas de desarrollo rural y seguridad ambiental, naturaleza y medio ambiente, y salud, para el aprovechamiento sostenible de la diversidad y la generación de beneficios monetarios y no monetarios en el contexto regional, nacional e internacional.

### 3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS<sup>13</sup>

#### INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA E INFORMACIÓN FUNDAMENTAL

Iniciar o continuar programas de inventario y caracterización de especies con uso potencial y promisorio a bioprospectar en el ámbito regional, establecido a través de antecedentes de conocimiento asociado, científico o comercial. En estos programas se deben tener en cuenta aspectos moleculares, químicos, fisiológicos y ecológicos.

Promover la proyección de los recursos biológicos y genéticos de las regiones naturales colombianas, basados en la investigación básica y aplicada, articulada a los planes de ordenamiento territorial de los municipios o regiones para proponer soluciones a los conflictos de uso de los recursos.

Identificar organismos y sus productos derivados con aplicación en los programas de desarrollo rural y seguridad alimentaria, naturaleza y medio ambiente y salud, acompañado de desarrollo industrial. Evaluar su potencial e implementar su aprovechamiento, cuando los resultados sean satisfactorios.

Generar información y desarrollar o adaptar metodologías apropiadas para garantizar la producción *ex situ* de la materia prima y sus derivados, sin afectar la oferta natural.

Desarrollar alternativas tecnológicas para el aprovechamiento del recurso biológico y genético, en los que se contemplen protocolos y procesos que resuelvan los puntos críticos que surjan desde la selección y manejo de los organismos en condiciones controladas (laboratorios o fábricas), hasta

---

<sup>13</sup> Vale la pena anotar que dentro de los objetivos planteados confluyen actividades que pueden ser tomadas como directas o paralelas a la bioprospección, incluso algunas vienen siendo adelantadas en instituciones; pero en sí, se considera que todas son necesarias en conjunto para el adecuado desarrollo de procesos en bioprospección para el país. Los objetivos planteados fueron analizados y ajustados por los participantes en los talleres regionales.

la formulación de opciones tecnológicas para el acopio y transporte de los organismos generados masivamente o de sus productos, de manera que no se deterioren o pierdan su actividad.

Generar pautas para la investigación, evaluación y manejo del impacto sociocultural y ecológico que puedan generar las actividades adelantadas en bioprospección.

Adelantar investigaciones y acciones encaminadas a la conservación de los ecosistemas y de los organismos que se bioprospecten.

Implementar, completar, caracterizar y buscar las potencialidades de uso de especies silvestres o nativas, con posibilidad de bioprospectar, que se encuentren en los bancos de germoplasma *ex situ* del país.

Facilitar los mecanismos para que los recursos destinados a investigación puedan llegar a los investigadores académicos, a los investigadores de la empresa privada y a las comunidades organizadas que identifiquen potencialidades por bioprospección.

Fomentar programas de entrenamiento y actualización del recurso humano, técnicos e investigadores, que participen en el proceso de bioprospección.

## **TRANSFORMACIÓN EN PRODUCTO Y DESARROLLO INDUSTRIAL**

Impulsar la aplicación del conocimiento de los recursos biológicos y genéticos para su aprovechamiento sostenible mediante el desarrollo de metodologías, procesos y opciones tecnológicas con aplicabilidad en los programas de desarrollo rural y seguridad alimentaria, naturaleza y medio ambiente y salud, con desarrollo industrial; con el fin de mejorar la calidad de vida de los colombianos y los ingresos del país.

Realizar estudios y análisis de factibilidad económica y técnica, para producción y comercialización de productos obtenidos mediante procesos de bioprospección y concretarlos en un plan de negocios<sup>14</sup>.

Promover alianzas estratégicas entre las empresas, los gremios, las comunidades organizadas, las universidades, los grupos o centros de investigación y ONG para hacer desarrollos conjuntos que permitan consolidar cadenas productivas competitivas.

Estimular el desarrollo de paquetes tecnológicos dirigidos a lograr la producción por ciclo cerrado de las especies prospectadas, con el fin de reducir hasta eliminar la presión extractiva del recurso natural y continuar posteriormente con programas de repoblamiento en donde sea necesario.

Establecer mecanismos que aseguren la adquisición, manejo sostenible y disponibilidad constante de la materia prima, para dar continuidad a los procesos y ser competitivos.

---

<sup>14</sup> Documento que en forma ordenada y sistemática detalla los aspectos operacionales y financieros de un proyecto, el cual permite determinar anticipadamente donde se quiere ir, en qué lugar se encuentra y cuanto hace falta para llegar a la meta fijada

Implementar alternativas eficientes para el acopio de productos en las cuales se eviten procesos de deterioro, y para la optimización de vías o mecanismos de transporte a nivel regional con un costo accesible para los productores.

Dar cumplimiento a las normas estándar de calidad nacional e internacional de tal forma que se impulse la competitividad, el aseguramiento de la calidad y la comercialización de productos de la bioprospección.

Desarrollar una capacidad endógena para generar desarrollos tecnológicos que puedan ser apropiados por empresas de cadenas productivas o por el sector productivo.

Establecer programas de entrenamiento técnico para personal de planta o supernumerario en los procesos de producción, con adecuada supervisión y participación de los empresarios e investigadores para la detección de puntos críticos a solucionar.

Propiciar la participación en el proceso de desarrollo tecnológico para comprenderlo, capacitarse y adquirir experiencia que permita diseñar programas de entrenamiento y formar recurso humano.

Fomentar el desarrollo y apoyo técnico y financiero a las incubadoras de empresas vinculadas a cadenas productivas de la bioprospección.

Establecer la creación de un fondo que permita la financiación sin intereses en las primeras etapas, de procesos de producción y desarrollo tecnológico, adquisición de equipos, maquinaria e instrumentos de labranza, mediante aportes de ministerios, recursos parafiscales, regalías, agencias internacionales, entre otros.

Diseñar estrategias que permitan la captación de equipos y maquinaria donados por países o empresas, con avances tecnológicos permanentes, solucionando lo referente a derechos de importación, legalización y transporte.

Optimizar el acceso a equipos y maquinaria, mediante una adecuada programación de uso compartido entre regiones o subsectores, que incluya pólizas de garantía, reposición temporal y mantenimiento técnico.

## **DESARROLLO COMERCIAL Y DE ASISTENCIA TÉCNICA**

Realizar análisis de mercados regionales, nacionales e internacionales para identificar la demanda de productos derivados de recursos biológicos y genéticos, sus sustitutos y complementarios actuales.

Analizar el estado actual y las perspectivas de negociación de los tratados comerciales internacionales, con el fin de establecer las barreras (aranceles, competidores y otros) y las oportunidades para los bienes y servicios que puedan generarse de la bioprospección.

Evaluar los costos y beneficios de los proyectos de bioprospección, así como detectar los instrumentos que permitan la distribución justa y equitativa de los beneficios.

Realizar campañas de publicidad y difusión para fomentar el uso de los bienes y servicios derivados de la bioprospección.

Generar mecanismos estatales para la protección de los productos nacionales derivados de la bioprospección que certifiquen su calidad.

Promover la comercialización a través de visitadores técnicos capacitados para suministrar la información necesaria sobre el producto, su uso y beneficios.

Cumplir las normas establecidas en las cadenas productivas respecto a precios, calidad, imagen y credibilidad de los productos derivados de la bioprospección.

Dar prioridad de fomento a las actividades de producción derivadas de la bioprospección, que generen empleo y desarrollo en comunidades locales; promover la consolidación de empresas nacionales o mixtas con participación internacional que promuevan el alcanzar un mayor valor agregado a la biodiversidad nacional.

### **3.3 ACTORES**

#### **3.3.1 Sector público**

Presidencia de la República Ministerios de Comercio Exterior, Educación, Salud, Agricultura, Desarrollo y Medio Ambiente y sus institutos de investigación adscritos, universidades y sus institutos de investigación, Departamento Nacional de Planeación, Contraloría, Dirección Marítima - DIMAR, INVIMA, COLCIENCIAS, Unidad Administradora Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN, Corporaciones Autónomas Regionales, Jardines Botánicos, IGAC, IDEAM, INVEMAR, SINCHI, SENA, UMATAS (ahora Centros provinciales de gestión y promoción agroempresarial), ICFES, ICETEX, Corporación de Desarrollo Sostenible, ICA, Colegios, entre otros.

#### **3.3.2 Sector privado**

Incubadoras de empresas de base tecnológica, centros de desarrollo tecnológico, Sociedad de Agricultores de Colombia, Asociación Nacional de Industriales, asociación de pequeñas y medianas empresas PYMES, asociaciones científicas, asociaciones comunitarias, gremios y federaciones, fundaciones, corporaciones, centros de investigación, investigadores independientes registrados, Consejo Territorial de Cabildos, ACUANAL, ONG, granjas experimentales, colegios, universidades y sus institutos de investigación, voluntariados de la tercera edad, asociación de consumidores, Instituto Colombiano del Petróleo, CENIAQUA, CENIPALMA, CENICAFÉ, CENICANA, CENIUVA, AUGURA, CONIF, entre otros.

### 3.4 ESTRUCTURA DEL PLAN NACIONAL EN BIOPROSPECCIÓN CONTINENTAL Y MARINA

El Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina que se propone, se sustenta en tres etapas o ejes fundamentales que lo estructuran y viabilizan: Investigar, Transformar en Producto y Comercializar, alrededor de las cuales es necesario trabajar simultáneamente en al menos tres frentes esenciales para el aprovechamiento exitoso de los recursos biológicos y genéticos a prospectar: Los Programas y sus metas; Las Estrategias de socialización y sus actividades; y Los Escenarios de Ejecución con sus participantes, como se observa en la Figura 5.

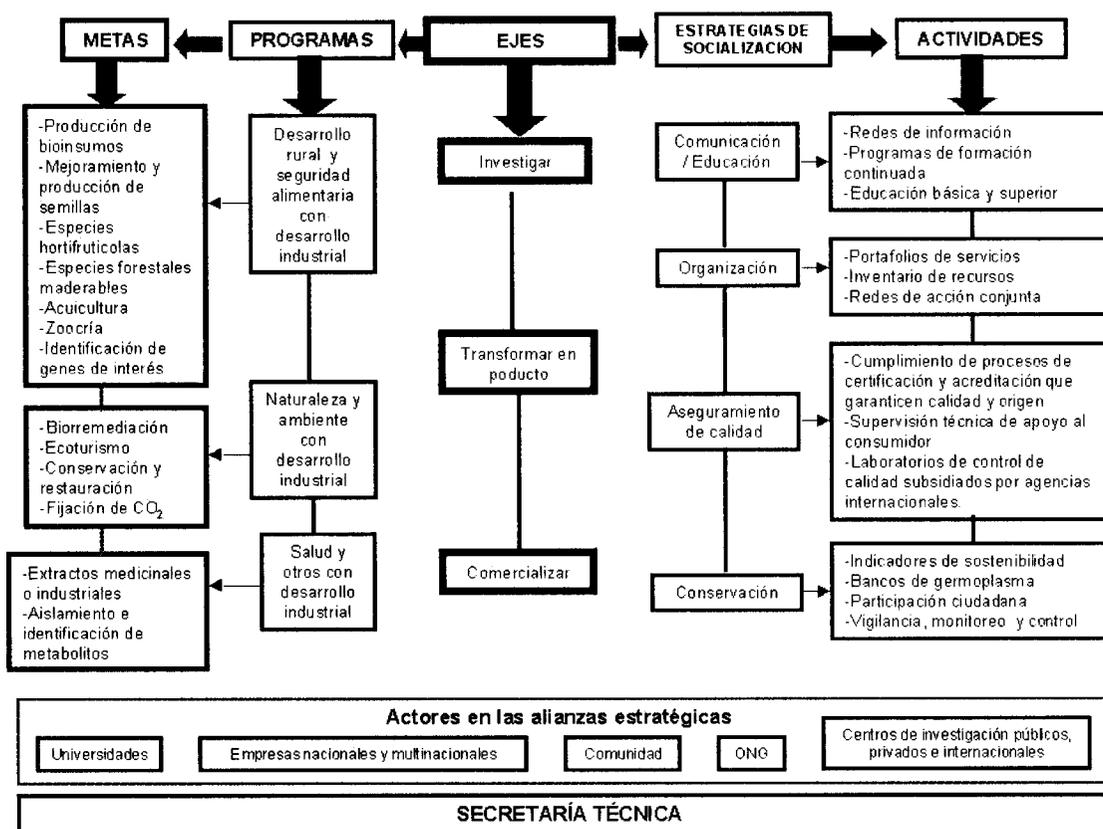


Figura 5. Estructura del Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina 2002.

#### 3.4.1 EJES DE LA BIOPROSPECCIÓN

La bioprospección puede abordarse desde cualquiera de los ejes antes mencionados. Vale la pena recordar aquí un caso clásico de bioprospección, y es el desarrollo que Louis Pasteur hizo del proceso de pasteurización en respuesta al problema que los fabricantes de cerveza tenían en su

momento. En este caso son los productores quienes se acercan al investigador y le plantean el problema, iniciando así una cadena que conduce al perfeccionamiento de un proceso que redundará en beneficios para los productores, los consumidores, y los investigadores, quienes a partir de esta primera aproximación, desarrollan nuevas aplicaciones.

Cada uno de los ejes es fundamental para que el concepto de bioprospección sea efectivamente enmarcado como un medio para vincular en forma orgánica el desarrollo en ciencia y tecnología, con los responsables públicos y privados del desarrollo socioeconómico de las regiones y del país. Cada uno de estos puntos debe tenerse en cuenta al momento de formular y financiar un proyecto en bioprospección; si uno de los tres falta, o se propone articularlo más adelante, se reducen las posibilidades de éxito de las metas proyectadas y se potencia el fracaso de la inversión. Por esto es necesario la visión de futuro y la continuidad de los proyectos.

La bioprospección entendida alrededor de la interacción de estos tres ejes busca que las inversiones, bien sea de recursos del Estado, de agencias nacionales o internacionales, o de créditos de inversión y fomento, tengan mayor probabilidad de éxito. A continuación se hace una presentación sucinta del enfoque y alcance que se le da a cada uno de los tres ejes en esta propuesta.

## **INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA E INFORMACIÓN FUNDAMENTAL (Conocer)**

En esta dimensión de trabajo se considera la generación de información tanto a través de la investigación básica y aplicada, como de la canalización del conocimiento tradicional.

Cuando se habla de investigación dentro del marco conceptual de bioprospección se entiende que se hace en diferentes ámbitos y con propósitos complementarios, con la intención de pasar de un sistema natural que se da espontáneamente a un sistema controlable. En este sentido la investigación no se reduce al conocimiento que se genera desde las ciencias básicas, sino que se extiende al papel fundamental que desempeñan los profesionales técnicos en la comprensión y formulación de soluciones prácticas.

Citando a Bunge (1980)<sup>15</sup>, se puede decir que la ciencia básica se propone descubrir leyes a fin de comprender la realidad íntegra, en tanto que la ciencia aplicada busca controlar ciertos sectores escogidos de la realidad con ayuda de diversos conocimientos, en particular los de tipo científico. Muchos de los datos, hipótesis y teorías empleados en la técnica son tomados de la ciencia, y en todo caso, se refieren a sistemas controlables. Ambas parten de problemas, pero los problemas científicos son puramente cognoscitivos, en tanto que los técnicos son prácticos.

La investigación científica se contenta con conocer, la técnica emplea partes del conocimiento científico y agrega conocimiento nuevo, para diseñar artefactos y procesos o planear cursos de acción que tengan valor práctico para algún grupo social. Tanto la ciencia como la técnica se hacen en laboratorios o talleres, pero la técnica no es tal a menos que salga al campo, a la fábrica o a la calle (Bunge, 1980). La investigación y aplicación tecnológica son asuntos que deben fortalecerse.

---

<sup>15</sup> Contribución de Francisco de Paula Gutiérrez. Unidad de ecosistemas, Ministerio del Medio Ambiente. 2002

A través de la investigación que se hace desde las ciencias básicas, deben fortalecerse aspectos de la biología y química de los organismos y de procesos en los que estén implicadas rutas metabólicas de interés y otros aspectos relevantes como por ejemplo diversidad genética, para el aprovechamiento de los recursos biológicos y genéticos.

El conocimiento disponible acerca de la producción y manejo de recursos promisorios en el país es escaso, se le da poca continuidad y está disgregado, por lo cual debe hacerse un esfuerzo significativo para la compilación, organización y valoración de esta información. En este sentido los objetivos que se proponen desde el eje investigativo se enfocan hacia el fortalecimiento del conocimiento básico, y se retoman en las actividades científico-técnicas que se proponen para la concreción de las metas propuestas.

Por ejemplo, en el caso de encontrar una especie con potencial a bioprospectar, en la que se detecte un metabolito secundario que posea actividad biológica contra una determinada enfermedad, la primera fase de la investigación esta constituida por colecta, extracción del metabolito, pruebas preliminares de actividad biológica, caracterización química que incluye la determinación de la estructura con el uso de técnicas como resonancia magnética nuclear RMN o rayos X, diseño de medicamentos, pruebas preclínicas, clínicas que pueden durar entre 10 y 20 años. Paralelamente a las actividades anteriormente mencionadas, hay una segunda fase en la que debe asegurarse la permanencia de la especie en su medio y en bancos de germoplasma, y obtener el mayor conocimiento posible de ella. Con esto se asegura que el esfuerzo, tiempo y dinero dedicados a la investigación y desarrollo del producto, se concreten en un hecho productivo con el apoyo de la segunda fase de la investigación, gracias a que se cuenta con conocimientos para la utilización, propagación masiva y la conservación de la especie.

En relación con la aplicabilidad de este conocimiento se debe reforzar la articulación entre los proyectos de investigación básica y los programas de innovación tecnológica que el país viene desarrollando, para lo cual se formuló el Sistema Nacional de Innovación para el período 2000-2010. “Del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se derivó en 1995 el Sistema Nacional de Innovación –SNI–, con el objeto de implementar una estrategia de desarrollo empresarial orientada a la generación de nuevos productos y procesos, a la adaptación tecnológica, a la capacitación avanzada de trabajadores y a la adopción de cambios en la cultura empresarial. Lo anterior, con el propósito de incrementar la productividad y competitividad de las empresas y del sector productivo nacional en su conjunto. Al SNI, se involucraron nuevos actores como son las empresas, los gremios de la producción, el SENA, la Superintendencia de Industria y Comercio, los centros de desarrollo tecnológico, las incubadoras de empresas de base tecnológica y los centros regionales de productividad, Bancoldex, Proexport, IFI, el Fondo Nacional de Garantías y la banca comercial entre otros” (Política Nacional de Ciencia y Tecnología, 2000-2002 Departamento Nacional de Planeación. República de Colombia).

Por otra parte, el conocimiento y las prácticas tradicionales hacen parte del legado que se va transmitiendo de generación en generación, cuyo origen estuvo dado en la solución de problemas prácticos derivados de la cotidianidad. Las prácticas generadas corresponden a técnicas válidas en el contexto y tiempo en que se dieron, pero pueden mejorarse o ajustarse de acuerdo con los recursos físicos o necesidades actuales. Igualmente se puede iniciar una transición gradual hacia la adopción de otros conocimientos, prácticas e instrumentación, mediada por la valoración y validez de las nuevas técnicas, conocimientos y oportunidades.

El conocimiento tradicional también es fuente de saber, de interés para algunos prospectores que valoran la medicina tradicional y orientan la búsqueda de especies de interés, especialmente farmacéutico, con base en la etnobotánica. Esta práctica debe conducirse con sumo respeto, y precaución para no correr el riesgo de expoliar el conocimiento que aún se conserva, conseguido por generaciones con sacrificio y esfuerzo, o establecer su uso por fuera de las condiciones y restricciones en que se hace desde la práctica tradicional. Para expresarlo de otra manera, la presión sobre un recurso, una hierba medicinal por ejemplo, en un grupo humano pequeño, no tiene el mismo efecto sobre la base natural en la cual se sustenta, cuando la demanda se incrementa exponencialmente. Otro ejemplo que viene al caso es el de algunas bacotroxinas como el curare, que sólo son efectivas cuando los animales que las producen crecen en condiciones naturales particulares, conocidas y comprendidas por las personas de la localidad.

La aproximación respetuosa desde la bioprospección hacia el conocimiento tradicional contribuiría a renovar su importancia, no tanto para otros que lo quieran utilizar, sino para que los jóvenes se den cuenta de la utilidad y la aplicación de lo que saben o “sabían” sus mayores, y le den tanta importancia como la que se le asigna a los conocimientos que vienen desde la ciencia positivista. En esa medida se suma en lugar de dividir y se establecen puentes y retroalimentación entre los diferentes saberes y tradiciones.

Las anteriores consideraciones sirven para exponer cuál es el alcance que se le da a la etapa o eje de la investigación en esta propuesta, a través del cual la bioprospección identifica un recurso y desarrolla la opción tecnológica que lo incorpora a la dinámica social, en la cual se tienen en cuenta aspectos relacionados con ciclos de vida, condiciones de crecimiento y producción masiva de organismos y productos de interés, de manera que la satisfacción de la demanda no se haga a expensas de la oferta natural o con productos que no cumplan con estándares altos de calidad.

## **PRODUCCIÓN Y DESARROLLO INDUSTRIAL (Transformar en producto)**

El desarrollo industrial, en esta propuesta, implica buscar la forma de convertir la materia prima de la diversidad biológica en insumos y productos de mayor valor agregado, como faceta fundamental de cualquier proceso de bioprospección en el país. Para lograrlo se necesitan básicamente tres cosas, contar con materia prima en cantidad suficiente para cubrir los requerimientos de operación, con la tecnología en cuanto a procesos y equipos apropiados, y con personal calificado para escalar y producir con calidad. Se tienen en cuenta en esta dimensión las formas tradicionales y los métodos sencillos de producción que permiten la apropiación o articulación de comunidades locales a procesos productivos derivados de la bioprospección.

Cuando se piensa en el inicio de la etapa de producción y desarrollo industrial, se entiende que la materia prima es el insumo básico, que comienza un proceso de transformación, hasta la obtención de productos. Para ello, es necesario asegurarse de la disponibilidad de metodologías de cultivos masivos, que permitan obtener la materia prima, sin agotarla, según la cantidad requerida en el proceso, de tal forma que se pueda sostener la oferta.

Esto requiere de la producción agroindustrial, con lo que implica, a nivel agronómico, zootécnico, veterinario, y de los encargados de cultivos o de granjas y laboratorios de producción. Aquí se aplica el conocimiento que se ha desarrollado en los centros de investigación en la etapa de hallazgo y conocimiento, en relación con ciclos biológicos y manejo de organismos.

En segunda instancia, los procesos y equipos son puntos críticos para alcanzar competitividad en términos de volumen, eficiencia y calidad. La elección de la tecnología adecuada y el ajuste de los procesos a las necesidades de producción y al potencial de inversión, ayuda a establecer un balance positivo entre costos de producción y beneficios. En este punto son los profesionales de las áreas técnicas quienes se encargan de minimizar los costos y maximizar la rentabilidad, sin reducir nunca la calidad de los bienes que se ofrecen y procurando acercarse a la producción limpia.

Por otra parte, también son los profesionales técnicos quienes están a cargo de inducir una transición gradual hacia tecnologías y procesos más eficientes, acordes con las condiciones del país o de la localidad, y con la capacidad financiera de los grupos productivos. Teniendo en cuenta que las nuevas tecnologías y los equipos, en muchos casos están fuera del alcance de pequeños y medianos empresarios, también se considera que el desarrollo industrial debe considerar el diseño o ajuste de equipos y procesos apropiados, el cual debe estar a cargo de personal con experiencia, capacitación y capacidad suficientes, para obtener resultados satisfactorios.

Es importante hacer énfasis en la constante capacitación y actualización en el ámbito operativo, administrativo, técnico y científico, con lo que se favorece el desarrollo de la capacidad productiva como tal. Los programas de educación técnica y superior en las áreas de ingeniería desempeñan un papel importante en la preparación de personal calificado, así como los cursos de entrenamiento y actualización en dominio de técnicas y manejo de equipos. Es importante, primero tener acceso a la tecnología y luego dominarla, antes de transferirla a escala nacional.

Por lo anterior, se considera que los proyectos de bioprospección deben ser investigativo - productivos y que debe incluir desde su concepción el componente productivo articulado con el investigativo. Se deben tener en cuenta la secuencia de eventos a los que se dará inicio, detectando simultáneamente puntos críticos en los procesos para sortearlos y lograr un adecuado aseguramiento de la calidad. En la mayoría de los casos es necesaria la alianza con un socio industrial que respalde la inversión, acordando la distribución de compromisos, actividades y beneficios, pues muchos proyectos con proyección empresarial no se concretan por falta de dicho encuentro.

Tradicionalmente los proyectos consideran sólo la financiación en la fase investigativa, pero igualmente, en estos se debe establecer la organización de los recursos físicos, financieros, humanos y los costos en la fase de producción. Así como es fundamental saber qué producir y cómo hacerlo, también se debe tener conocimiento de cuánto cuesta en sí la producción. La financiación de la etapa productiva de un proyecto de bioprospección debe darse o negociarse desde el comienzo.

La Red de Centros de Desarrollo Tecnológico e Incubadoras de Empresas del Sector Productivo institucionalizada en el período 1995 -1998 en COLCIENCIAS, se considera central en el logro de una mayor productividad y competitividad empresarial. Tiene un enfoque empresarial, orientado hacia la integración de estrategias, conocimientos y capacidades de investigación y desarrollo tecnológico, tanto públicas como privadas, para la competitividad, bajo un esquema de gestión privada, liderado por los empresarios, con el apoyo de las universidades, los grupos y centros de investigación y consultores externos.

## **DESARROLLO COMERCIAL Y DE ASISTENCIA TÉCNICA. (Comercializar)**

El tema de la inteligencia de mercados es un asunto que va desde el comienzo hasta el final de un proyecto investigativo - productivo, pues de él surgen buena parte de las señales que dan marcha o detienen el proceso de bioprospección. La dinámica de la bioprospección se mantiene cuando los bienes y servicios se ubican y posicionan en la sociedad, y se obtienen retribuciones satisfactorias para los partícipes. Una de las mayores dificultades detectada durante el desarrollo de los talleres es la comercialización de los productos, atribuible a diferentes causas, entre las cuales está el comenzar el desarrollo de un bien sin tener en cuenta las tendencias del mercado, o sin conocerlas de la manera adecuada.

En esta dimensión, la inteligencia y los analistas de mercado son los protagonistas iniciales, por cuanto cualquier proyecto investigativo - productivo debe conocer las oportunidades del mercado y las oportunidades o preferencias en el ámbito regional y global. El desarrollo comercial requiere identificación de mercados de bienes y servicios en el corto, mediano y largo plazo, la comercialización, la consolidación de las cadenas productivas y el fortalecimiento de la capacidad de negociación a nivel gubernamental, institucional, empresarial y comunitario.

La competitividad en los mercados, en términos de calidad y precios, es un aspecto clave en la fase de formulación de un proyecto investigativo-productivo, por lo cual se tienen en cuenta ámbitos de influencia, nacionales e internacionales.

Aunque el estudio de demanda en el mercado prácticamente se inicia desde la etapa de conocer, en la fase de producción debe efectuarse seguimiento con el fin de detectar cambios en el mercado o en las vías de comercialización de tal forma que no se produzca en exceso y se ocasionen pérdidas. Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es el de la producción con base en la oportunidad o requerimiento que se presente en un momento dado; allí se necesitaría una planeación estratégica para responder rápidamente a la demanda.

El Estado debe adelantar negociaciones comerciales internacionales en forma coordinada con el sector privado, apoyándose en los gremios y en las cadenas productivas de bienes y servicios derivados de la bioprospección. Es necesario aclarar que el ingreso en ese tipo de mercados demanda asistencia previa a mesas de negociación en las cuales se requiere precisar con claridad los alcances y responsabilidades, el modo de operar y los costos-ingresos del proceso, de tal forma que se pueda tomar la decisión de si vale la pena o no, arriesgarse y hacerlo.

Teniendo en cuenta las restricciones que se imponen en el comercio internacional, el basar la bioprospección exclusivamente en la intención de satisfacer demandas externas se considera un error, por lo cual buena parte de los desarrollos podrían orientarse a satisfacer demandas internas, que si bien no alcanzan precios altos justifica la inversión que se ve compensada por ventas en gran volumen.

Por otra parte, la asistencia técnica posterior a la ubicación, de los productos que lo ameriten, es un aspecto importante, para mantener abiertos los mercados y para generar la retroalimentación que mejore el bien o servicio final.

Algunas actividades asociadas al desarrollo comercial y de asistencia técnica, pueden ser revisadas en la Tabla 10.

**Tabla 10. Actividades asociadas a la producción y comercialización en bioprospección**

**Actividades asociadas**

- Promoción de una cultura empresarial orientada al aseguramiento de la calidad y asistencia posventa, con participación de la comunidad local en el proceso de producción y control de la calidad de la materia prima y del producto
- Acompañamiento y asesoría calificada a la comunidad o a los consumidores durante el proceso de producción y aplicación del producto, para alcanzar mayor efectividad
- Desarrollo de labores de sensibilización mediante campañas publicitarias y capacitación para entender el modo de acción y los beneficios a mediano y largo plazo del producto biológico, así como para fomentar el trabajo comunitario o participativo de la sociedad en cadenas de producción
- Creación de asociaciones gremiales de los pequeños productores de las diferentes líneas de bioinsumos, apoyados técnica y comercialmente
- Fortalecimiento de la capacidad en producción y comercialización mediante el entrenamiento y actualización del talento humano del país en instituciones o programas asignados para tal fin
- Implementación de programas de capacitación e información para los actores en el sector de bioprospección interesados en conocer las ventajas y desventajas asociadas a la utilización de DPI
- Establecimiento de mecanismos para la selección de proveedores de materia prima o de unidades productivas
- Concertación de proyectos para el desarrollo de investigaciones específicas con asociaciones o grupos
- Desarrollo de nuevos productos y ajuste de líneas de producción
- Planificación a mediano y largo plazo de estrategias de producción teniendo en cuenta el mercado
- Constitución de cadenas productivas para recursos maderables y no maderables entre productoras, empresas de transformación primaria y secundaria y comercializadores a escala nacional e internacional
- Destinación de incentivos a las empresas por el desarrollo de nuevas tecnologías
- Intercambio de tecnologías a nivel nacional e internacional para el fomento de nuevos cultivos y empresas
- Establecimiento de garantías para los pequeños y medianos productores el acopio, mercadeo y distribución de los productos en óptimas condiciones
- Desarrollo de alternativas para la comercialización de subproductos derivados del proceso de la bioprospección
- Fomento de la acuicultura orgánica y de la producción limpia de alimentos y flores
- Establecimiento de producción masiva sostenible de animales bioprospectados, con desarrollo de opciones tecnológicas para el transporte y distribución de estos
- Desarrollo de técnicas para el procesamiento de materia prima con el fin de generar valor agregado a los productos de la fauna
- Constitución de consorcios o alianzas estratégicas entre los centros de investigación y las empresas públicas o privadas para gestionar la aplicación o implementación de las opciones tecnológicas desarrolladas

### Actividades asociadas

- Fomento a la organización de los recicladores y empresas comunitarias para el manejo y comercialización de las nuevas opciones tecnológicas
- Establecimiento de programas de servicio para ofrecer a la industria soluciones tecnológicas de acuerdo con los residuos que generen
- Diseño y divulgación de catálogos de productos y portafolios de servicios ofrecidos a partir de procesos de bioprospección
- Planteamiento o establecimiento de mecanismos que conduzcan al incremento de la competitividad de las empresas productivas
- Identificación de los mecanismos de mercado derivados del Protocolo de Kioto que permitan el intercambio de certificados de fijación de carbono entre países, buscando empresas nacionales e internacionales que estén interesadas en apoyar financieramente estudios y adquirir bonos de CO<sub>2</sub>.

Para el logro de los resultados esperados es conveniente considerar los siguientes aspectos de los planes de negocios, fortalecidos con la creación de incubadoras específicas de proyectos en bioprospección y el continuo interés podría conformar el polo de desarrollo empresarial para hacer realidad el Plan Nacional en Bioprospección<sup>16</sup>:

- Formación de líderes con capacidad y oportunidad de acción
- Creatividad para el incremento de técnicas de desarrollo, innovación y valor agregado de los productos, ya sea artesanalmente o con tecnología de punta
- Formación en el conocimiento de clases de empresa y sus necesidades específicas tanto humanas como físicas y económicas
- Inteligencia de mercados haciendo coherentes las estrategias con las políticas nacionales e internacionales de la oferta y la demanda
- Logística para las exportaciones y cultura de cumplimiento
- Técnicas de organización empresarial
- Financiación, acceso y habilidad para el manejo de líneas de crédito, política monetaria internacional y formación en búsqueda técnica de recursos internacionales
- Legalización de los entes económicos para nacer a la vida productiva como parte integrante del estado
- Formación en administración, manejo de recursos, relaciones humanas, aplicación de la normatividad laboral, contable y tributaria

### 3.4.2 LAS ESTRATEGIAS DE SOCIALIZACIÓN Y SUS ACTIVIDADES

Para que el Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina sea un propósito nacional duradero son necesarias estrategias que contribuyan a posicionar el tema en la mente y cotidianidad de los ciudadanos y a emplear eficientemente los recursos físicos, económicos,

<sup>16</sup> Gabriel Gutiérrez Piñeros. Catedrático en organizaciones y creación e internacionalización de empresas. Universidad de la Sabana, Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2002. Comunicación personal.

intelectuales y culturales con que cuenta la sociedad. La puesta en marcha y feliz término de los programas del Plan requiere del concurso de actividades que permitan en el corto plazo realizar las acciones propias de cada programa y sus metas, y en el mediano plazo, consolidar el tema en la sociedad, para convertirlo en un proyecto de vida nacional. Por esta razón se proponen a continuación cuatro estrategias que deben llevarse a cabo en forma paralela, con diferente alcance en el corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con las posibilidades de operación de los entes e instituciones que tiene que ver con ellas.

- Comunicativas y educativas
- Organizativas
- Aseguramiento de la calidad
- Conservación.

## **ESTRATEGIAS COMUNICATIVAS Y EDUCATIVAS**

A lo largo del proceso de construcción de esta propuesta fue evidente la conveniencia y necesidad de incluir la educación, y la comunicación como condición facilitadora del proceso de bioprospección. En primera instancia se reconocieron como objetivos complementarios a los objetivos principales de la bioprospección, pero más adelante, en virtud de su función social, se estableció que más que objetivos eran estrategias necesarias para el cumplimiento de los objetivos del Plan.

El ser humano, considerado desde su capacidad de investigar, conocer, entender, transformar y conservar, es el primer eslabón de la bioprospección, pero para que el recurso humano se articule “espontáneamente” a la prospección de los recursos biológicos, es necesario que tal actividad sea un componente importante de la formación en los niveles básicos de enseñanza, en el que se tenga conciencia de la importancia de la oferta natural y el intercambio de saberes para el desarrollo económico, social y cultural de las regiones.

La educación se considera en su contexto más amplio, pasando por la educación formal que se adquiere en el colegio y la universidad, en temas específicos que tienen que ver con la ciencia, la técnica y la sociedad, hasta la educación no formal, que se adquiere a través de medios de comunicación masiva o la asistencia a eventos especializados.

En el mediano plazo la educación, que incluya dentro de sus temas la valoración y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales ayudará a entender por qué es necesario el conocimiento amplio de la biología de los organismos, y podrá permearse a los jóvenes de las ciudades y los campos para que, según sus posibilidades, estudien los recursos de su entorno y ayuden a conservarlos.

Desde otro ángulo, tomando las palabras de Caporale y Dermody (1996), la educación científica tiene el compromiso de desarrollar una “estructura científica sólida y promover la creatividad de los científicos individuales. Estos son por naturaleza personas curiosas e inteligentes. Los buenos científicos identifican buenos problemas y se concentran en ellos. Si se alienta a muchos jóvenes a interesarse en la ciencia y a capacitarse en el mejor entorno posible (el lugar óptimo depende de su esfera de interés) se estará promoviendo el desarrollo de lo que en conjunto puede transformarse en una actividad sumamente valiosa”. Estas palabras intentan reforzar uno de los puntos en los

que se hizo énfasis, cuál es la necesidad de procurar por un crecimiento permanente en la formación científico-técnica, la cual ha elevado significativamente en la última década, aunque los expertos en el tema reconocen que falta más gente capacitada para llevar adelante programas de innovación tecnológica.

Es importante anotar que en el país “la mayoría de las tecnologías industriales presentan limitaciones en la formación de los recursos humanos para una mayor utilización y aprovechamiento técnico. Los procesos de selección, negociación y asimilación de tecnologías por parte de la industria colombiana, se han constituido en un factor de diferenciación de la productividad entre las empresas, en el sentido que las empresas con capacidad de negociación de tecnología han aumentado más rápidamente la productividad”. Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad 2000 – 2010 COLCIENCIAS.

Por otra parte, a pesar de los esfuerzos y desarrollos tecnológicos en el campo de la comunicación, la comunicación o mejor, la incomunicación es una de las barreras que limitan el desarrollo de proyectos investigativo-productivos. Los grupos o los sectores trabajan aisladamente, sin conocer la ayuda que podrían obtener o prestar a otros con temáticas complementarias. Son pocos los ejemplos de cooperación efectiva a nivel nacional, pues predomina el desconocimiento y la desconfianza entre los sectores académico y productivo. Cuando los sectores se encuentran, más que diálogos, se dan monólogos, y justamente con la intención de suplir esta deficiencia es que se involucra el componente comunicativo en esta propuesta. La comunicación intra e interinstitucional, intersectorial y social ayuda a fortalecer la interacción, la retroalimentación y el diálogo entre los que originan los conocimientos, quienes los transforman en bienes y servicios y los que los utilizan.

La comunicación incorpora actividades como el fomento de redes de acción conjunta, programas de formación continuada y la divulgación en términos comprensibles, del conocimiento a través de la radio y televisión educativa y cultural. Es fundamental aumentar el tiempo y el espacio que tienen los programas de divulgación científica nacional e internacional en los medios de comunicación masiva, y adoptar como una política nacional el elevar el conocimiento científico y tecnológico de la población.

En el inmediato futuro la comunicación se considera importante, por cuanto hace parte del punto de partida de cualquier proyecto sustentado en alianzas estratégicas. La comunicación, entendida como el intercambio de información, es necesaria para que los cabezas de grupos de investigación, líderes comunitarios, presidentes de gremios o asociaciones, empresarios y el gobierno se enteren de la dinámica mundial en su área de interés, identifiquen prioridades y objetivos comunes y establezcan pactos o alianzas que favorezcan los proyectos investigativo - productivos.

Por otra parte, cuando se comunica a los demás miembros del grupo hacia dónde se va, ellos pueden contribuir de una manera más efectiva al proyecto, proponiendo soluciones a problemas, o simplemente sintiéndose no como un trabajador más, sino como un socio. Esta orientación en la organización del trabajo ha sido fundamental en el exitoso crecimiento industrial japonés.

En el mediano plazo la comunicación, entendida como la socialización del conocimiento y de la importancia de los recursos naturales, puede abrir nuevos horizontes a ciudadanos interesados en desarrollar ideas productivas. En la Tabla 11 se detallan las actividades asociadas a esta estrategia.

**Tabla 11. Actividades asociadas a las estrategias educativas y comunicativas**

### Actividades asociadas

- Promover espacios de encuentro entre los diferentes actores involucrados en el proceso de la bioprospección
- Involucrar el tema de la bioprospección en sus tres ejes (investigar, transformar en producto y comercializar) en los programas de educación básica y superior a través de trabajos académicos rutinarios, pasantías y trabajos de grado o de especialización
- Implementar programas de formación continuada o de actualización relacionadas con el tema de la bioprospección, para la sociedad en general a través de medios como la radio y televisión educativa y cultural, tanto regional como nacional
- Fortalecer la capacidad técnica e investigativa del país para llevar a buen término los proyectos en bioprospección por medio de cursos de entrenamiento y actualización, intercambios nacionales e internacionales, formación de técnicos laboratoristas y de mantenimiento de equipos y formación académica a nivel de posgrado
- Capacitar a la comunidad en el uso de tecnologías para la producción sostenible con alta calidad y a bajos costos, de los productos derivados de los recursos biológicos o genéticos de su localidad, con el fin de que desarrolle su producto y lo comercialice, con el acompañamiento cuando ello lo requiera, de otros sectores para asegurar competitividad.

## ESTRATEGIAS ORGANIZATIVAS

En el corto plazo la organización se ve como elemento necesario para el aprovechamiento de la capacidad instalada del país y como directriz para promover la reunión de profesionales y técnicos, de las comunidades locales y de los ciudadanos en general, bajo diferentes modalidades de organización (Juntas de acción, cooperativas, ONG, etc.) con el propósito de formular proyectos viables y necesarios, acceder a los recursos y asumir compromisos de cumplimiento. Incluye acciones tendientes al diseño de portafolios de servicios, inventarios de recursos físicos e intelectuales y redes de acción conjunta.

La organización y uso más eficiente de los recursos físicos, intelectuales y financieros es una de las estrategias para apoyar la bioprospección, pues son muchos los proyectos que no se pueden desarrollar a causa de una u otra carencia local, que puede suplirse con la existencia del recurso físico o humano en otra localidad, institución, etc. Esto ha tratado de hacerse en varias oportunidades, ejemplo de ello son acciones de COLCIENCIAS y otras no referenciadas, que no han podido concretarse o finalizarse por la muy explicable precaución de los responsables de los equipos.

El portafolio de equipos y servicios se concibe como la forma de comunicar a los actores nacionales con interés en bioprospección las fortalezas técnicas. Esta información sobre lo que puede ofrecerse, cómo puede accederse y cuánto vale el acceso en las diferentes instituciones, ayudaría a planear mejor la destinación de los recursos monetarios en los proyectos, y a contratar servicios en lugar de comprar equipos excesivamente costosos y de oneroso mantenimiento. Obviamente se requieren acciones desde las instituciones para implementar este tipo de servicios, sin que afecte las actividades propias de la institución.

Con base en las preguntas de la encuesta realizada en el primer taller nacional sobre vínculos entre profesiones y grupos de investigación, y en las observaciones de los talleres, se detectó que el lento avance en investigación aplicada se explica por el bajo porcentaje de planes y trabajo conjunto entre profesionales de diferentes disciplinas que se inicia en la universidad y en muchos casos se continúa en la práctica profesional y empresarial.

Por tanto se plantea la conveniencia de promover la organización de grupos de trabajo conjunto a nivel intra e interinstitucional (consorcios u otras modalidades), especialmente en las universidades, la formulación de planes de empresa y alianzas estratégicas entre la universidad y los gremios; entre la universidad, las comunidades con algún nivel de organización, ONG o los centros de investigación y las empresas, y la consolidación de cadenas productivas.

Promover la formación de grupos cooperativos o de trabajo comunitario rural o urbano que sean interlocutores con las instancias de financiación se considera como una forma de abrir las puertas a ciudadanos, que por no estar ubicados en una entidad o centro de investigación, tienen pocas oportunidades de formular sus proyectos, quizás productivos.

Es necesario facilitar y ampliar las líneas de financiación y cofinanciación hacia los grupos de investigación de la empresa privada que demuestren ser eficientes en el desarrollo de proyectos de bioprospección a pesar de no estar articulados con las universidades o con los centros de investigación públicos. Se requiere conocer a ese grupo de personas que en ocasiones pasan inadvertidas y buscar su articulación con la estrategia organizativa propuesta.

Si bien la realización de las actividades descritas representa un reto, es necesario reconocer que el desarrollo de la bioprospección en el país en el corto plazo requiere trabajar con enfoques innovadores que permitan aprovechar la capacidad técnica instalada. En la Tabla 12 se consignan las actividades relacionadas con las estrategias organizativas.

**Tabla 12. Actividades asociadas a las estrategias organizativas**

#### Actividades asociadas

- Establecer redes de acción conjunta entre grupos de investigación y comunidades organizadas que compartan y complementen temáticas
- Promover alianzas estratégicas entre los grupos de investigación y empresarios o gremios para desarrollos conjuntos que permitan consolidar cadenas productivas
- Elaborar portafolios de equipos y servicios e inventarios de recursos físicos institucionales
- Promover la organización mediante la formación de grupos, microempresas, cooperativas, juntas de acción participativas, con capacidad de autogestión o negociación y con facilidades de acceso a recursos financieros
- Promover en los municipios o los departamentos la realización de talleres para determinar cuáles son los proyectos prioritarios en bioprospección
- Apoyarse en la Secretaría Técnica (que se mencionará más adelante) para identificar los grupos de investigación y las organizaciones gubernamentales o no gubernamentales que puedan acompañar en el proceso de formulación y ejecución de proyectos que, con base en los criterios de desarrollo de las distintas regiones y del impacto ambiental, social y económico, puedan ser presentados ante la Comisión Nacional de Regalías - CNR para su financiación.

## ESTRATEGIA ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

La calidad de los bienes y servicios que se ofrezcan a la sociedad es un elemento fundamental para que respondan efectivamente a las necesidades y expectativas con que fueron desarrollados y producidos. Desde una panorámica amplia la calidad ha sido una debilidad de muchos productos nacionales, e incide de manera significativa para que quienes tengan la posibilidad económica prefieran productos importados. Asegurar la calidad es un reto que se debe asumir en todas las etapas de la bioprospección, para que los consumidores nacionales prefieran los productos internos, y se pueda ingresar con éxito en mercados internacionales.

En el mediano plazo un programa de aseguramiento de la calidad puede ayudar a corregir la desconfianza hacia los bienes y servicios nacionales y contribuir a mantener abiertos algunos mercados. El aseguramiento de la calidad incluye actividades tendientes al cumplimiento de procesos de certificación y acreditación que garanticen calidad, supervisión técnica de apoyo al consumidor y establecimiento de laboratorios de control de calidad, apoyados con recursos de agencias internacionales que colaboren en el desarrollo de los programas de control de calidad.

Desde el punto de vista ambiental, la calidad es un aspecto que se ha incorporado en las cadenas productivas de las empresas del país, adoptando paulatinamente sistemas de producción limpia y eficiente. Esto implica en el corto y mediano plazo el incremento de costos, pero también se espera que paulatinamente la sociedad vaya entendiendo la conveniencia de procurar un ambiente menos contaminado.

En esta dirección se han establecido una serie de normas y certificaciones, de las cuales en Colombia se han adoptado, las de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), una Federación de alcance mundial establecida en el año 1947, una ONG integrada por cuerpos de estandarización nacionales de 130 países.

En Colombia, ICONTEC, maneja la aplicación de las normas ISO de las cuales las de la serie 9000 y la serie 14000 son pertinentes al proceso de bioprospección. La certificación de las normas de la serie ISO 14000 se otorgan a procesos y no a productos; responde a la implementación en cualquier tipo de proceso productivo de un sistema de gestión medio ambiental (SGMA), en una empresa de cualquier característica. Las ventajas competitivas de la certificación ambiental bajo la forma ISO 14001 son evidentes, al igual que las relacionadas al aseguramiento de la calidad (Serie ISO 9000), y se pueden implementar de forma conjunta. Ambas deben promocionarse al igual que las otras certificaciones de productos que se mencionan más adelante si se quiere que los productos y servicios colombianos derivados de la bioprospección colonicen mercados.

Actualmente la certificación bajo la serie 14000 se hace teniendo en cuenta solamente la ISO 14001, las otras normas de la serie son subsidiarias a ésta. Sin embargo, la norma ISO 14040 y siguientes contemplan dos procesos que inciden directamente en las características del producto, son las referentes a ecodiseño y a análisis de ciclos de vida. Valga decir que están poco desarrolladas en Colombia y son justamente las que confieren una certificación ambiental verdaderamente competitiva en los mercados del mundo “desarrollado”<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Fernando Pinzón, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Comunicación personal.

A través del programa de Ecoetiquetado se desarrolla el Sello Nacional Ambiental, que tiene como propósito dar información sobre los productos y servicios menos impactantes. El programa, promovido por el Ministerio del Medio Ambiente, se encuentra en proceso de establecer su marco legal y normativo, y “permite a los productores aplicar voluntariamente y ser certificados por un tercero para acceder a un sello ambiental, que reconocerá el mejor desempeño del producto frente a los tradicionales en el mercado”. Es una certificación de origen que en Colombia regula el INVIMA, una vez que considera productos destinados a la alimentación o materia prima para la industria farmacéutica.

Estos procesos de gestión y certificación de la calidad se aprovechan para obtener ventajas competitivas en mercados internacionales que le dan especial importancia a la protección del medio ambiente. Las actividades asociadas a la estrategia de aseguramiento de calidad se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13. Actividades asociadas a la estrategia de aseguramiento de la calidad**

#### Actividades asociadas

- Implementar programas de aseguramiento de la calidad, según las normas de la serie ISO 9000, con el fin de contribuir y mantener abiertas las posibilidades de mercado
- Implementar procesos de certificación de origen
- Implementar procesos de certificación ambiental según las normas de la serie ISO 14000
- Estandarización y monitoreo de técnicas y procesos
- Establecer laboratorios para el control de calidad con el apoyo y supervisión de centros internacionales de control de calidad
- Certificación de laboratorios nacionales con respecto a centros de referencia internacional

## ESTRATEGIA CONSERVACIÓN

La conservación es estratégica para la bioprospección e implica tanto la conservación de la biodiversidad a bioprospectar, como de las especies y el material bioprospectado. Para ello se requiere implementar actividades de conservación *in situ* y *ex situ*.

Es necesario implementar bancos de conservación *in situ* porque allí se tienen las condiciones y las posibilidades para realizar estudios ecológicos, fisiológicos y de biología de la especie a bioprospectar.

Los bancos de germoplasma *ex situ*, *in vivo* e *in vitro*, permiten continuar con el conocimiento de la especie bioprospectada, caracterizarla, establecer diversidad intra e interespecífica y a partir de allí desarrollar metodologías para la producción masiva, lo que conlleva a asegurar el material que se utilizará durante la fase de producción industrial y reducir el extractivismo. Adicionalmente se puede completar información relacionada con la especie, generando de esa manera valor agregado al banco y a la especie en particular.

Un proceso de bioprospección no es un punto de conclusión, sino de partida para estudios y es parte integral de éstos. El temor de los encargados de labores de conservación son las situaciones

de duplicación de materiales porque esto trae complicaciones operativas y costos redundantes. Es prioritario que se estudien las colecciones que existen en el país, con el fin de mejorar la calidad de la bioprospección. La inversión que se debe hacer para la bioprospección será una condición de éxito para la misma<sup>18</sup>.

“El compromiso con la conservación de las especies biológicas silvestres se ha mencionado como el objetivo central en todas las colaboraciones de bioprospección existentes en la actualidad. Pero, una minuciosa inspección de los intereses intrínsecos o estructurales de los socios participantes muestra tan sólo una débil conexión con un efecto real en la conservación. Ni la industria, ni la comunidad académica, ni siquiera la moderna comunidad de la conservación se puede decir que estén vinculadas estructuralmente con la conservación. Solamente las comunidades física y culturalmente ligadas a una región geográfica pueden determinar en las circunstancias actuales, una razón estructural para preservar esa región. En algunos casos este compromiso, o mejor dicho su dependencia de la conservación han hecho que estas comunidades incorporen principios conservacionistas en sus valores internos y creencias religiosas. Sin embargo, esta dependencia no se observa en toda comunidad no urbana” (Chapela, 1996). En la Tabla 14 se encuentran las actividades asociadas a esta estrategia.

**Tabla 14. Actividades asociadas a la estrategia de conservación**

<b>Actividades asociadas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar bancos de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i></li> <li>• Desarrollar actividades relacionadas con inventarios, colecta y caracterización</li> <li>• Realizar pruebas piloto de producción masiva <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> de la especie a bioprospectar</li> <li>• Entrenar personal para el manejo y caracterización de los bancos de germoplasma</li> <li>• Documentar y mantener actualizados los sistemas de información de los respectivos bancos</li> <li>• Realizar los respectivos estudios para producción masiva de la especie o especies a bioprospectar</li> <li>• Avanzar en estudios ecofisiológicos y fisiología del crecimiento y desarrollo de especies de interés</li> <li>• Analizar la dinámica natural de poblaciones de plantas, animales y microorganismos</li> </ul>

### 3.4.3 LOS PROGRAMAS Y SUS METAS

En los diferentes talleres se dieron sugerencias acerca de los tópicos en los cuales la bioprospección, en sus tres ejes, podría contribuir al fortalecimiento científico, tecnológico y socioeconómico del país. Los programas considerados de mayor potencial y que de hecho ya hacen parte de las políticas de desarrollo nacional, se enuncian a continuación:

<sup>18</sup> Daniel Debouck. Unidad de Recursos Genéticos, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 2002, comunicación personal.

1. Desarrollo rural y seguridad alimentaria con desarrollo industrial
2. Naturaleza y medio ambiente con desarrollo industrial
3. Salud y otros con desarrollo industrial

Estos programas tienen diferente nivel de infraestructura, competitividad y desarrollo (Figura 6), pero se considera que con el debido apoyo y organización, algunas de sus metas derivadas, con sus correspondientes acciones y generación de productos o bienes y servicios, pueden constituirse en empresas y posicionarse en el mercado. Se eligieron en función de las fortalezas, potencialidades y oportunidades identificadas en el diagnóstico interno construido durante los talleres nacionales y regionales, teniendo en cuenta que cada uno involucra el desarrollo industrial, soporte del crecimiento económico y técnico.

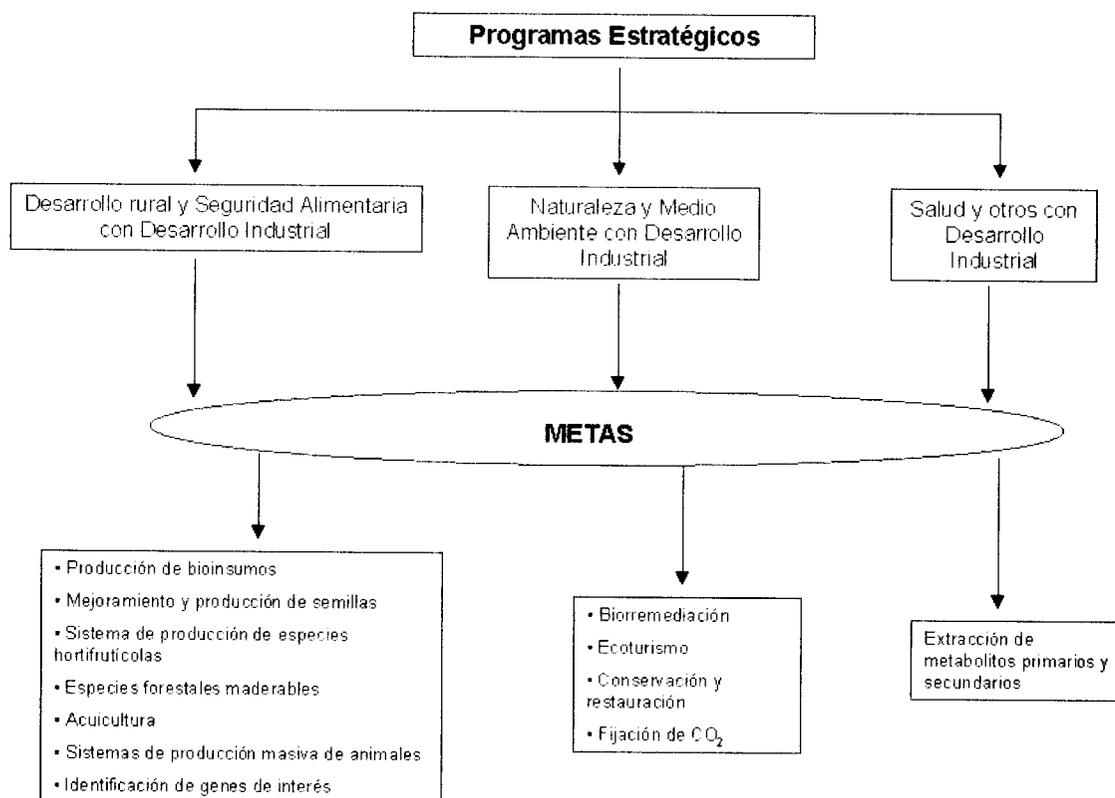


Figura 6. Programas estratégicos y metas

En términos de priorización, una de las mayores fortalezas o al menos potencial en desarrollo actual a nivel nacional, está alrededor de los bioinsumos y la biorremediación, como lo muestran los datos de proyectos financiados por COLCIENCIAS (1999-2001), pero las ecorregiones pueden asumir algunas de las metas, después de una objetiva evaluación de las fortalezas o potencialidades locales.

Se podrían considerar de importancia a nivel nacional los proyectos que propendan por la recuperación de las ciénagas, ya que estas constituyen los sitios más productivos de recursos pesqueros por unidad de área, además de ser básicas en la época reproductiva de múltiples especies. Son de igual importancia los proyectos en ecosistemas estratégicos como el páramo y el

bosque alto andino, porque de ellos se derivan bienes y servicios, como la producción de agua, para un buen porcentaje de la población y son de interés para la búsqueda de organismos con adaptaciones especiales, que pueden resultar de interés industrial.

El primer programa corresponde a Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria con Desarrollo Industrial, que tiene como metas principales (proyectos de investigación) la producción de bioinsumos para el sector agropecuario, el mejoramiento y producción nacional de semillas y propágulos, la identificación de genes asociados a características de interés, desarrollo de sistemas de producción y comercialización de especies hortifrutícolas, el desarrollo de líneas de producción de especies forestales maderables, el fortalecimiento de la acuicultura continental y marina y el desarrollo de sistemas de producción de animales.

Lo anterior se plantea teniendo en cuenta que Colombia tiene áreas geográficas con grandes posibilidades para producción agropecuaria y aprovechamiento sostenido de recursos continentales y marinos, además de mano de obra a nivel rural, técnico e investigativo, de tal forma que se abran opciones para el desarrollo productivo; tal vez el factor limitante a superar es el de dar impulso a mayor escala en este sector mediante inversión, seguridad y asesoría.

El segundo programa nacional se enfoca en Naturaleza y Medio Ambiente con Desarrollo Industrial, el cual incluye como meta la innovación y adaptación de tecnologías de biorremediación con plantas, microorganismos y animales para el manejo de residuos y la recuperación del sistema ciénaga, la conservación y restauración de ecosistemas estratégicos y el uso y desarrollo de sistemas productivos biológicos para la fijación de dióxido de carbono.

Las actividades en este programa no sólo traen beneficios relacionados con la recuperación y conservación del entorno, adicionalmente las tecnologías que se generen derivan beneficios económicos mediante ventas de las mismas, por ahorro de los recursos financieros que son destinados en algunas ocasiones sin solucionar el problema, o por los servicios ambientales ofrecidos en sí.

El tercer programa correspondiente a Salud y Otros con Desarrollo Industrial, contempla como meta principal la producción de extractos, metabolitos primarios y secundarios con interés industrial, nutracéutico y medicinal a partir de organismos continentales y marinos.

Para el desarrollo eficaz de los proyectos de investigación en bioprospección derivados de los programas y metas arriba propuestas, se deben fortalecer las alianzas estratégicas al interior de los diferentes escenarios de ejecución, al nivel de regiones y comunidades, academia – empresas-gremios, contratos con multinacionales, buscando una articulación efectiva con la entidad de apoyo y enlace que estaría en manos de la Secretaría Técnica, que se propone, la cual coordinará todos los aspectos relacionados con la bioprospección en el país, como se verá más adelante.

A continuación se especifican las metas estratégicas, las razones por las cuales se recomiendan su implementación y las acciones a ejecutar a nivel técnico – científico. Las acciones se complementan con los elementos planteados en el análisis de los ejes de transformación en producto y comercialización.

En lo referente a gestión administrativa y financiera, así como los aspectos a tener en cuenta en gestión política y normatividad para llevar a cabo cada una de las metas, se harán algunas consideraciones al final de la presentación de los programas.

## **PROGRAMA DE DESARROLLO RURAL Y SEGURIDAD ALIMENTARIA CON DESARROLLO INDUSTRIAL**

### **Meta 1**

Producción de bioinsumos para el sector agropecuario (biofertilizantes, bioplaguicidas, promotores de crecimiento, otros), a través de tecnologías desarrolladas a partir de la investigación biológica, con el propósito de incrementar la capacidad técnica e investigativa, la productividad, mejorar la calidad y mantener o reducir los costos de producción

### **Argumento**

*Hay investigación y experiencia empresarial tanto para desarrollo en laboratorio como para acompañamiento en campo*

### **Acciones en investigación**

- Identificación, a través de la comunicación con el sector productivo, de problemas que puedan ser solucionados en los renglones de producción agropecuaria y agroindustrial
- Estudios de biología y química de las especies con uso potencial que actualmente se estudian o se conservan en ceparios
- Tamizaje y selección de organismos con potencial de uso como bioinsumos
- Obtención de microorganismos u organismos eficientes (muestreo, aislamiento y caracterización preliminar)
- Pruebas de actividad biológica, toxicidad, compatibilidad y bioensayos
- Investigación y desarrollo tecnológico para la producción de bioinsumos a partir de microorganismos
- Preformulación y formulación que incluye pruebas de efectividad en campo, ecotoxicidad y persistencia del producto

### **Meta 2**

Identificar genes asociados a características de interés agronómico, industrial o medicinal

### **Argumento**

*Experiencia en las metodologías, talento humano e infraestructura que debe fortalecerse*

### **Acciones en investigación**

- Seleccionar las razas, variedades o cepas que expresen las características de interés, con base en el conocimiento científico o tradicional
- Formar técnicos para manejo y caracterización de bancos de germoplasma de especies a bioprospectar
- Aplicar métodos de selección asistida por marcadores moleculares

- Fortalecer la capacidad instalada en el área de bioinformática y formar talento humano
- Buscar genes de interés y secuenciación de genomas de algunas especies de interés nacional cuando surja la oportunidad

### **Meta 3**

Mejoramiento y producción de semillas y propágulos asexuales

#### **Argumentos**

*Se tienen fortalezas en talento humano, procesos, infraestructura y biodiversidad. Hay oportunidades en el mercado interno y externo*

#### **Acciones en investigación**

- Promover el establecimiento de bancos de germoplasma *in situ* y *ex situ*
- Mantener y producir semillas de tipo genético, básico y comercial
- Formar técnicos para manejo y caracterización de bancos de germoplasma
- Realizar la caracterización bromatológica, fisiológica y dado el caso a nivel molecular
- Caracterizar y cuantificar la variación genética en los bancos de germoplasma *ex situ*
- Desarrollar procesos tecnológicos para la producción y manejo poscosecha de semillas
- Seleccionar las especies de interés con base en las señales del mercado y la experiencia nacional
- Estudiar la fisiología de la reproducción sexual y asexual
- Implementar técnicas de cultivos *in vitro* para la conservación y producción masiva de las especies de interés en bioprospección
- Establecer programas de mejoramiento genético de las especies de interés

### **Meta 4**

Desarrollar sistemas de producción y comercialización de especies y productos hortifrutícolas

#### **Argumentos**

*Experiencia en transformación de frutos, en aromas, alguna experiencia de mercado o conocimiento de mercados. Hay diversidad, investigación básica conducente a la aplicación. Estudios de la SECAB*

#### **Acciones en investigación**

- Selección de las especies con base en las propiedades morfológicas, organolépticas, bromatológicas, fisicoquímicas y en las tendencias del consumidor
- Continuación de procesos de caracterización morfológica, organoléptica, bromatológica, fisicoquímica, fisiológica y a futuro molecular
- Desarrollo de metodologías para la producción masiva
- Evaluación de diferentes tecnologías de conservación
- Identificación de condiciones críticas de conservación para frutos en fresco
- Realización de pruebas preliminares y estandarización de operaciones de transformación
- Desarrollo de nuevos productos y ajuste de líneas de producción
- Escalamiento del proceso
- Transferencia de tecnología, acompañamiento y retroalimentación con usuarios directos e indirectos

- Establecimiento de bancos de germoplasma *ex situ*
- Formación de técnicos para manejo y caracterización de bancos de germoplasma
- Investigación de precursores de interés para procesos de biotransformación (en salud y otros).

### **Meta 5**

Desarrollo de líneas de producción o productos de especies forestales maderables

#### **Argumento**

*Hay experiencia en mercado, en producción, en selección de especies. Articulación con el Plan de Acción Forestal para Colombia*

#### **Acciones en investigación**

- Selección de especies de interés comercial con base en características fisicoquímicas y de demanda en el mercado
- Desarrollo de viveros especializados de especies nativas promisorias<sup>19</sup>
- Desarrollo o implementación de redes de parcelas permanentes en ambientes específicos, para establecer modelos de crecimiento, rendimiento y productividad de especies con potencial comercial
- Selección de plantas madre para propagación *in vitro*
- Continuación de estudios para optimizar la propagación vegetativa (*in vitro* y *ex vitro*) y el mejoramiento genético para la obtención de plantas resistentes a sequías y con buen rendimiento de lignina
- Investigación y desarrollo tecnológico para la producción de semillas de especies forestales
- Desarrollo de estudios de aplicación tecnológica y de desarrollo de nuevos productos
- Elaboración de programas de investigación para protección fitosanitaria.

### **Meta 6**

Fortalecimiento de la acuicultura continental y marina como herramienta para la producción de insumos dirigidos a las industrias alimenticias y farmacéuticas

#### **Argumento**

*Hay experiencia, organización y la necesidad de producir para exportar. Entidades como INPA y CENLACUA trabajan en esta dirección*

#### **Acciones en investigación**

- Identificación de especies potenciales para consumo humano
- Continuación de estudios básicos de aspectos tróficos, genéticos reproductivos y de ciclo de vida de las especies que se van a cultivar
- Estandarización y establecimiento de metodologías para el cultivo de las especies seleccionadas y para un adecuado control de calidad, de tal forma que satisfaga las preferencias del consumidor
- Conocimiento e intercambio de tecnologías en el ámbito nacional e internacional para el fomento de nuevos cultivos
- Identificación de especies con potencial de uso para producción de alimento concentrado

<sup>19</sup> Tomado de la Agenda del Casanare

- Cultivo de organismos probióticos con el fin de mejorar la dieta alimenticia de los organismos cultivados y prevenir enfermedades
- Desarrollo de sistemas de acopio
- Identificación y control de agentes patógenos que afectan los cultivos
- Desarrollo de programas de selección de especies de mayor crecimiento y resistentes a enfermedades
- Evaluación de impactos por especies exóticas introducidas

### **Meta 7**

Desarrollar sistemas de producción de animales, zootecnia o rancho, y mecanismos para la comercialización de los mismos y de sus productos derivados

### **Argumentos**

*Existe experiencia en el desarrollo de metodologías para la zootecnia de algunas especies de vertebrados e invertebrados. Hay demanda en el mercado internacional. Hay interés en este tipo de comercialización*

### **Acciones en investigación**

- Identificación y caracterización (biología, genética, fisiología, etología y ecología) de las especies con potencial de aprovechamiento
- Definición de estándares clínicos y condiciones sanitarias para mantenimiento de animales en cautiverio
- Elaboración de protocolos de diagnóstico preventivo para enfermedades infecciosas
- Formulación de dietas alimenticias
- Desarrollo o implementación de protocolos de cría y manejo *in situ* y *ex situ*
- Desarrollo o implementación de protocolos para mantenimiento de animales en gestación, para incubar huevos y para levante de crías
- Generación de tecnologías y establecer protocolos para el procesamiento de productos derivados de diferentes orígenes
- Desarrollo de protocolos y la tecnología para producción masiva de peces ornamentales, en cautiverio
- Identificación y selección de ambientes a conservar para permitir el manejo sostenible de poblaciones animales en condiciones naturales
- Establecimiento de opciones tecnológicas para el transporte y distribución

## **PROGRAMA DE NATURALEZA Y MEDIO AMBIENTE CON DESARROLLO INDUSTRIAL**

### **Meta 8**

Emplear procesos biológicos y de ingeniería para implementar, adaptar o innovar tecnologías de biorremediación, para el manejo de residuos sólidos y líquidos, domésticos e industriales

### **Argumento**

*Ofrece solución a problemas de orden municipal e impulsa el desarrollo de tecnologías alternativas, apoyando la conservación de los recursos*

**Acciones en investigación**

- Búsqueda de organismos, metabolitos y procesos que permitan la degradación rápida de residuos
- Utilización y manejo de desechos orgánicos en actividades como agricultura orgánica y recuperación de suelos degradados
- Transferencia de tecnología apropiada para el manejo de residuos en las regiones
- Ajuste de la eficiencia de los sistemas actuales de tratamiento en términos de calidad del vertimiento final
- Realización de investigación en disposición final de residuos buscando organismos adaptados al medio que pudieran ser útiles para solucionar el problema

**Meta 9**

Desarrollo de tecnologías de biorremediación para la recuperación del sistema de ciénagas

**Argumento**

*Hay diagnóstico y estudios del estado y tipo de contaminación de las ciénagas*

**Acciones en investigación**

- Identificación de organismos que permitan minimizar o controlar la contaminación por materia orgánica
- Identificación de enzimas o microorganismos que contribuyan a la degradación, transformación o inmovilización de sustancias tóxicas (biorremediación)
- Realización de bioensayos piloto para verificar la efectividad de la biorremediación
- Producción de organismos y microorganismos empleados para biorremediación
- Producción de opciones tecnológicas comerciales para biorremediación en ambientes costeros

**Meta 10**

Conservación y restauración de ecosistemas estratégicos

**Argumentos**

*Existe una política de Estado con respecto a la conservación in situ y hay proyectos de conservación en marcha. Hay experiencia en la restauración*

**Acciones en investigación**

- Promover la conservación *in situ* con la participación activa de usuarios y propietarios
- Continuar los estudios de identificación, caracterización, a diferentes niveles, biología reproductiva de especies con uso potencial para restauración o regeneración
- Establecer metodologías para facilitar las etapas de sucesión vegetal en ambientes que se quieran recuperar
- Promover la conservación *ex situ* para mantener la oferta de fauna y flora con potencial para restaurar y regenerar ecosistemas frágiles
- Promover la propagación *ex situ*, *in vivo* o *in vitro*, de especies útiles para regeneración, restauración y producción de metabolitos
- Búsqueda, investigación e identificación de especies animales útiles en polinización, restauración y conservación de ecosistemas.

**Meta 11**

Uso y desarrollo de sistemas productivos biológicos para fijación de carbono y generación de certificados o bonos negociables

**Argumentos**

*Existen algunos ecosistemas potenciales, como los llanos orientales de Colombia y las sabanas del Caribe. Radiación solar constante. Estudios realizables con el personal y la infraestructura de las universidades regionales*

**Acciones en investigación**

- Identificación de sistemas naturales, terrestres y acuáticos, con altas tasas de crecimiento, renovación y fijación de CO<sub>2</sub>
- Evaluación y estudios fisiológicos, en los ecosistemas elegidos, de especies potenciales para captación y fijación de CO<sub>2</sub>
- Estudios para el manejo y aprovechamiento efectivo de estos sistemas naturales en la fijación de CO<sub>2</sub>
- Implementación de sistemas productivos mixtos con el doble propósito de producir biomasa y fijar CO<sub>2</sub>
- Promover la conservación *in situ* con la participación activa de usuarios, propietarios y países con grandes emisiones de CO<sub>2</sub>
- Promover el cultivo de bosques productores con especies nativas

**PROGRAMA DE SALUD Y OTROS CON DESARROLLO INDUSTRIAL****Meta 12**

Desarrollar el área relacionada con la producción de extractos, metabolitos primarios y secundarios con interés industrial, nutracéutico y medicinal a partir de organismos continentales y marinos

**Argumentos**

*Se han comenzado a desarrollar algunos productos. Hay alguna experiencia en caracterización y actividad biológica de extractos, así como también en identificación y evaluación de la actividad biológica de los compuestos químicos responsables de la actividad detectada en los extractos crudos. Hay infraestructura para producción masiva de microorganismos y de cultivo de tejidos vegetales. Hay conocimiento tradicional y biodiversidad*

**Acciones en investigación**

- Selección de las especies de uso potencial, partiendo de estudios etnobotánicos o por tamizaje al azar
- Evaluación de la actividad biológica de los extractos
- Caracterización química, bioquímica y fisiológica de los extractos y medida de la actividad de los metabolitos aislados de ellos
- Realización de estudios farmacológicos, preclínicos y clínicos de los extractos o los principios activos
- Desarrollo de síntesis de los productos o principios activos identificados
- Desarrollo y/o transferencia de procesos tradicionales o biotecnológicos para la producción de la materia prima

- Continuación de búsqueda, extracción y caracterización de enzimas de interés industrial

## **ACCIONES EN GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DENTRO DE LAS METAS DE BIOPROSPECCIÓN**

La gestión administrativa de los proyectos que se propongan para el cumplimiento de las metas de la bioprospección debe tener en cuenta los aspectos organizativos mencionados inicialmente, y el fomento de programas de investigación entre el sector productivo y el investigativo, especialmente en lo que se refiere a identificar los grupos de investigadores o de empresarios con los cuales se deben establecer las alianzas estratégicas, y acordar de manera conjunta las necesidades y compromisos que se adquieren en cuanto a investigación, producción y comercialización, así como la distribución de beneficios.

De manera complementaria se deben buscar canales de comunicación entre la empresa, la comunidad y las universidades o centros de investigación para aprovechar eficientemente los recursos de infraestructura y humanos, tanto para complementar la investigación básica, de la que parten los proyectos, como para la producción comercial. Mecanismos como las pólizas de seguros pueden facilitar el acceso a infraestructura.

La unidad administrativa, con la participación de los jefes de proyectos y de producción, y el apoyo en estudios de mercado del producto que se quiera desarrollar o se esté desarrollando, debe realizar un plan de negocios y análisis de costos y beneficios, mediante los cuales se oriente el proyecto y se tenga claridad sobre la rentabilidad.

La gestión administrativa debe apoyar y promover el desarrollo de tecnologías técnica y económicamente apropiadas para el escalamiento del producto. La prudencia y acierto con que se actúe en este aspecto es clave en la competitividad que pueda llegar a tener el producto, tanto en calidad, como en precio.

La capacitación es un elemento importante en todas las fases y para todos los involucrados en un proceso de bioprospección. La formación de negociadores es uno de los puntos que deben ser tenidos en cuenta tanto a nivel particular de los proyectos, como desde las políticas institucionales, con el fin de ir ganando conocimiento y experiencia, que ayuden a la proyección de las ideas y de los beneficios, así como de los riesgos que se asumen dentro de un proyecto investigativo productivo. La capacitación en términos de actualizar a los miembros de los equipos de investigación es muy importante dentro de la gestión y proyección de las investigaciones por lo cual este elemento tiene que incluirse dentro de las propuestas y presupuestos, y ubicar centros de formación o empresas (nacionales o internacionales), donde se puedan realizar pasantías.

Por otra parte, también es necesaria una labor permanente de información y capacitación de los ciudadanos o los sectores que pueden beneficiarse con los resultados de la bioprospección que se desarrolle, para que la utilicen. En este sentido se necesita una fuerte inversión en difusión, la cual puede hacerse con la cooperación estatal o gremial. En esta misma dirección es importante que las empresas o los centros de investigación y desarrollo cuenten con un catálogo de productos y portafolio de servicios que les permita mostrar oportunamente sus fortalezas.

La obtención de recursos financieros para los proyectos es un asunto que requiere de dinamismo e información para identificar las fuentes, que pueden ser nacionales e internacionales, públicas o privadas. Existen agencias internacionales interesadas en apoyar o desarrollar trabajos conjuntos. Los gremios usualmente cuentan con fondos, que de acuerdo con la pertinencia de la investigación o al futuro que se prevea para la misma, pueden destinarse a apoyar proyectos de alianzas estratégicas. En el país además de los recursos que se asignan a través de COLCIENCIAS, los diferentes Ministerios, DNP y ECOPEPETROL, entre otros, cuentan con presupuesto para apoyar temáticas de interés para el respectivo sector. La captación de estos recursos requiere de claridad en los objetivos, en los medios y en los costos.

Los recursos económicos no sólo deben orientarse a la investigación básica y aplicada, sino que también deben tener en cuenta el mantenimiento de bancos de germoplasma, y el apoyo solidario a la fase productiva a través de préstamos blandos para la compra de maquinaria y equipo de producción, materia prima y registros comerciales. Las patentes son asuntos que requieren grandes cantidades de dinero, por lo cual, antes de tomar una decisión al respecto, se debe estudiar la pertinencia y los costos de protección de la propiedad intelectual.

Finalmente, los recursos biológicos o genéticos que se utilizan, siempre deben estar en la cabeza de la unidad de gestión administrativa, para que se de efectivamente el aprovechamiento sostenido.

## **ACCIONES EN GESTIÓN POLÍTICA Y NORMATIVIDAD DENTRO DE LAS METAS DE BIOPROSPECCIÓN**

El cumplimiento de programas y metas estratégicas del Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina, requiere de una sólida gestión política y de un adecuado marco regulatorio a nivel nacional. Es necesario tener en cuenta temáticas como derechos de propiedad intelectual que consideren el estímulo económico para los investigadores, acceso a recursos genéticos, apoyo para fomento y caracterización de los bancos de germoplasma, fomento a iniciativas empresariales nacionales, y aseguramiento de la calidad. Igualmente, es esencial la definición de un marco de negociación de acceso a los recursos genéticos para instituciones extranjeras que garantice la transferencia de tecnología y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de la biodiversidad y el conocimiento asociado, aspectos que están siendo tratados en la actualidad por el Ministerio de Medio Ambiente.

Para fomentar la investigación sobre producción de bioinsumos para el sector agropecuario continental y marino, se debe flexibilizar el acceso a los recursos genéticos microbianos y a los ceparios para los investigadores o instituciones nacionales. También es importante validar y hacer seguimiento permanente de la calidad del producto y de la empresa que lo produce.

Es necesario continuar contando con el apoyo del gobierno mediante la asignación de recursos del Estado para generar o afianzar empresas biotecnológicas que cubran y abran el mercado interno y ofrezcan la posibilidad de efectuar exportaciones.

Durante la identificación de genes asociados a características de interés agronómico, industrial o medicinal, si se tiene el caso de conocimiento tradicional involucrado y si se usa un genotipo de un producto mejorado tradicionalmente, es importante reconocer a las comunidades una

participación justa y equitativa, estableciendo como condición de financiación por parte del Estado, la ejecución del programa de investigación a manera de consorcio.

En la consolidación de los sistemas de producción de especies hortifrutícolas, es necesario fortalecer las cadenas productivas ya establecidas y facilitar los trámites y costos de licencia, con oficinas regionales, que permitan un tratamiento especial tributario para los productores, así como líneas de crédito blando para productos elaborados a partir de la biodiversidad.

Se requiere un tratamiento especial a los productos (condiciones de privilegio para transporte) y apoyo a la comercialización mediante campañas de promoción a nivel nacional e internacional.

Es necesaria la constitución y conocimiento profundo de las especies conservadas en los bancos de germoplasma y apoyar los procesos de domesticación de especies promisorias.

La gestión política debe conducir al desarrollo de líneas de producción o productos de especies forestales maderables, para lo cual es fundamental aprobar y adoptar como política de bosques, el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF).

Para el fortalecimiento de la acuicultura y la zootecnia continental y marina, se debe reglamentar la verificación del origen y procedencia de productos obtenidos de cría y rancheo en ambiente natural, además de implementar un programa entre las empresas, las comunidades, las universidades y los centros de investigación para la certificación de la procedencia de los animales y sus productos derivados.

En los procesos de biorremediación se requiere de una promoción y obligatoriedad regulada a nivel estatal, que permita facilitar la gestión para que se pueda cumplir la legislación a nivel ambiental.

Es también importante establecer en el ámbito jurídico los índices nacionales de contaminación e instalar sistemas de contabilidad ambiental de los desechos.

Se deben apoyar los procesos de conservación y restauración de ecosistemas estratégicos, a través de políticas nacionales de educación para la conservación retomando campañas en las que se utilicen medios de comunicación masiva.

El desarrollo de la producción de extractos, metabolitos primarios y secundarios con interés industrial y medicinal a partir de organismos marinos y continentales, requiere del apoyo económico de diferentes entidades tanto nacionales como internacionales.

### **3.4.4 MODELO PARA EL DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS EN BIOPROSPECCIÓN CIRCUNSCRITOS EN LAS METAS Y PROGRAMAS ESTRATÉGICOS**

Para el desarrollo del Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina en el país, se plantea la posibilidad de establecer una secretaría técnica que sirva como enlace entre mercados, empresas nacionales o internacionales, actores y procesos, para la cual se pueden dar dos posibilidades para

su funcionamiento. La primera está definida a corto plazo, en la que dicha secretaría dependería del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y cuyas actividades de gestión en bioprospección serían realizadas y articuladas entre los delegados para este fin de COLCIENCIAS y en el Ministerio de Comercio Exterior; la segunda está dada a mediano o largo plazo, de acuerdo con las posibilidades que se presenten, en la cual la secretaría técnica funcione autónomamente, cuando cuente con los recursos financieros, físicos, humanos y logísticos necesarios para operar de manera independiente.

Una vez que sean confirmadas las alianzas estratégicas, es competencia de la secretaría técnica en Bioprospección entrar a asesorar asuntos relacionados con el manejo operativo de los proyectos, financiación, desarrollo productivo y comercial, trámites de acceso a recursos genéticos, consentimiento informado previo de las comunidades locales cuando la bioprospección esté prevista en sus territorios o tenga planteado hacer uso del conocimiento asociado a recursos biológicos y genéticos, determinación de posibles impactos ambientales del proyecto, monitoreo de avances en los aspectos de investigación y desarrollo tecnológico, entre otros (Figura 7).

Durante el proceso, tanto los proyectos financiados como los no financiados quedarán registrados dentro del banco de proyectos de la secretaría técnica en bioprospección; si el proyecto sale favorecido para ser financiado, se celebrará un acuerdo entre el grupo proponente y la secretaría técnica, en el cual se establezcan las normas, pólizas de cumplimiento y garantía de calidad para dar inicio al proceso.

Al corroborar la viabilidad operativa, tecnológica y financiera del proyecto, sigue la fase de investigación y desarrollo; en la cual se debe continuar con la revisión del estado del arte de lo que se está planteando e iniciar el muestreo del material biológico de interés que es en sí el insumo básico para empezar a operar. Es importante resaltar que desde este punto se puede iniciar la transferencia de tecnología en el sentido de articular desde esta fase el entrenamiento de operarios para realizar una labor (ejemplo colecta, toma de muestras) que apoye el proceso.

Luego sigue el tamizaje, la selección y la caracterización preliminar de organismos de interés, mediante pruebas de actividad biológica que permitan detectar aquellos con uso potencial, para efectuar posteriormente caracterización parcial o total según la meta seleccionada.

Es parte de la investigación básica generar los protocolos para la producción masiva de los organismos que resulten de interés y que se utilizarán luego en la fase industrial.

En cuanto a la negociación general sobre derechos de propiedad intelectual, ésta debe ser clara desde el inicio del proyecto en lo referente a asuntos como titularidad, participación en regalías y derechos preferenciales, ya que se podrían generar conflictos innecesarios si se da en las etapas de conocer y transformar en producto. Sin una claridad sobre los alcances de derecho de propiedad intelectual en la etapa de investigación puede llegar a difundirse información que impida posteriormente la obtención de títulos de propiedad intelectual. Debe tenerse en cuenta que la obtención de patentes no requiere que exista el producto sino la invención y que ésta cumpla los requisitos de novedad y aplicación industrial, entre otros.

En la fase de transformación en producto se ponen en marcha actividades relacionadas con la producción y escalamiento, allí es fundamental la realización de pruebas de actividad – eficacia y de control de calidad, para garantizar que el producto funcione de la manera esperada, que cumple

con el contenido y la dosis o las características especificadas, que no contiene contaminantes, mantiene su viabilidad y cumple con los estándares de bioseguridad.

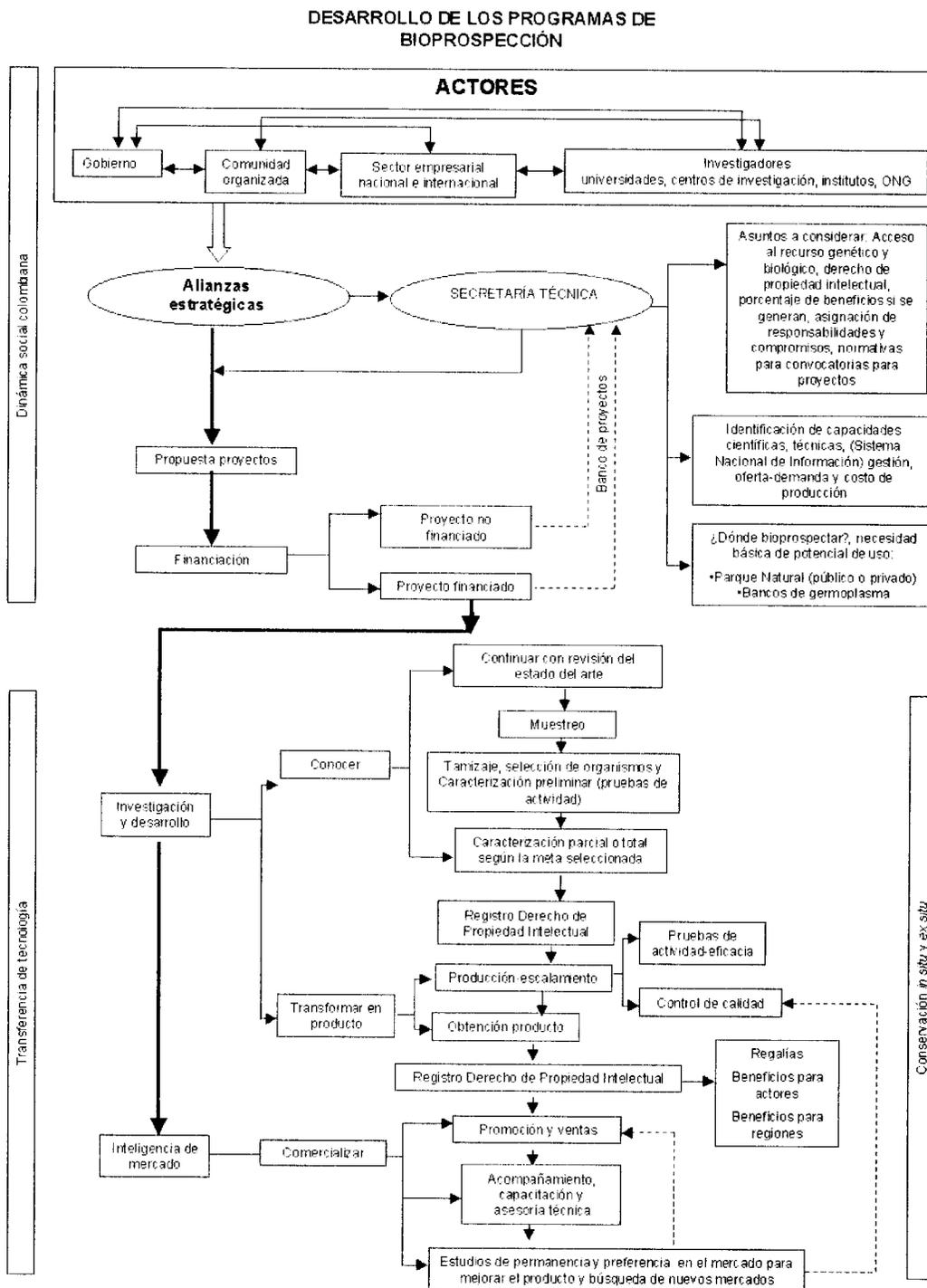


Figura 7. Desarrollo de los Programas de Bioprospección

Una vez se obtenga el producto, se puede proceder al registro o a alguna forma de propiedad intelectual, si así se desea.

La etapa de inteligencia de mercado es fundamental, ya que es donde se efectúa la comercialización de los productos obtenidos a través de actividades de promoción y ventas, acompañamiento, capacitación y asesoría técnica, detección de la satisfacción del consumidor y de estudios de permanencia y preferencia en el mercado para mejorar el producto en búsqueda de nuevos mercados o productos sustitutos.

Las anteriores actividades demandan procedimientos de conservación *in situ* y *ex situ* para garantizar la muestra o especie de donde se parte y su utilización sostenible.

En conclusión se retoman inquietudes, observaciones y reflexiones referentes a la bioprospección, que deben ser consideradas, ya que existen planteamientos y preocupaciones a nivel mundial en torno al tema. Es así como surgen algunos cuestionamientos a partir de grupos conservacionistas, o frente a aspectos relacionados con el establecimiento de derechos de propiedad intelectual sobre los productos obtenidos, términos de negociación y distribución de regalías, o incluso, frente a cómo interpretar el Convenio sobre Diversidad Biológica y ajustar la Decisión 391 de manera clara, para redefinir los criterios de acceso a recursos biológicos y genéticos.

De lo anterior se desprende una serie de reflexiones que se exponen a continuación:

- Es necesario garantizar el retorno de beneficios generados por la producción y comercialización de productos derivados de la bioprospección a las comunidades que han aportado no sólo conocimiento asociado, sino trabajo comunitario; este sería un punto importante a considerar si realmente se espera generar redes a manera de cadenas productivas
- En respuesta a las preocupaciones referentes a la conservación, un adecuado programa de bioprospección debe contemplar obligatoriamente la “prospección” de metodologías o procesos que garanticen el mantenimiento de las poblaciones nativas y de su producción *ex situ*, esto para no llegar a situaciones de ineficaz extractivismo
- Si bien la bioprospección se encuentra dentro de los valores de opción (uso potencial de la biodiversidad), se debe considerar que para la asignación de beneficios monetarios derivados de éste proceso tiene que quedar claro desde un inicio quiénes son los participantes, qué actividades concretas van a realizar, cómo se concertará a nivel interno la propiedad sobre el producto o desarrollo de conocimientos capacidad instalada. Aún más importante, no debe generarse gran expectativa sobre el ingreso de grandes beneficios monetarios, pues hay que olvidar que a pesar de varios años de investigación no necesariamente se obtiene un producto novedoso y de impacto, que se mantenga en el mercado.

Adicionalmente, en cuanto a beneficios monetarios, las posibilidades de formación de recurso humano, capacitación, entre otras, estarían encaminadas en sí al desarrollo del país en general, y a la adquisición de experiencias derivadas de la oportunidad de ingresar en procesos de tal envergadura.

- Ante la inquietud que pueda surgir en lo referente a la disminución del potencial de hallazgo o del valor económico de los recursos biológicos y genéticos provenientes de áreas que ya han sido bioprospectadas durante un determinado tiempo, se podría considerar, direccionar las

investigaciones hacia el estudio básico y búsqueda de compuestos activos de especies endémicas o en ambientes extremos, de tal forma que se pueda ganar cierto espacio de competitividad. Cabe anotar que en el momento en que disminuyan todas las posibilidades, la recursividad llevará muy seguramente a generar nuevos productos y alternativas de utilización de los recursos, o el desarrollo y aplicación de procesos

- Frente al posible planteamiento referente a cuánto tiempo hay que esperar para el retorno de beneficios monetarios en el caso de productos que demandan procesos largos para su obtención y comercialización, se podría optar estratégicamente por una concepción y posición holística, en la cual se vaya avanzando en diferentes frentes de tal forma, que se pueda responder al mercado simultáneamente con otros productos cuya obtención no demanda tanto tiempo, asegurando así la permanencia en dicho mercado durante este tiempo de espera, para continuar recibiendo ingresos que permitan a la “empresa” subsistir y no sucumbir en el intento
- Para dar solución al posible rechazo o apatía frente al inicio de procesos en bioprospección en algunos sectores bien sea por desconocimiento, desconfianza, duda o motivos de diferente índole se podría plantear el establecimiento de dinámicas eficaces de comunicación y entendimiento entre la comunidad científica y las comunidades locales para garantizar que la investigación científica toma en cuenta y atiende las necesidades de las comunidades locales, y que éstas a su vez, entienden los objetivos de la investigación y participan de los beneficios, contribuyendo con sus conocimientos y recursos a la realización de los objetivos consensuados, cuando este sea el caso. A través de la comunicación eficaz en la que se expongan con transparencia los antecedentes que sirven como base al proyecto, se podrá efectuar un adecuado análisis por parte de las mesas de trabajo regionales en bioprospección, que cuenta con representatividad de todos los actores para la toma de decisiones.

Así mismo, la concepción del desarrollo de bioprospección en el país puede ser vista a manera de empresa solidaria, en la cual exista el compromiso de aportar, trabajar y gestionar para alcanzar su crecimiento y fortalecimiento con la consecuente obtención de beneficios.

Es importante destacar la necesidad de conciliación y acuerdos entre las diferentes comunidades de tal forma que trabajen de manera solidaria y cooperativa entre sí, lo cual podría lograrse mediante la previa organización interna de cada una de ellas, para poder interactuar posteriormente. Para hacer viable el desarrollo de productos, se pensaría en gestionar la consecución de recursos mediante inversión de diferentes sectores en el ámbito nacional, o a partir de fondos internacionales de cooperación no reembolsables. La otra alternativa es comercializar la materia prima con algún nivel de procesamiento para dar así valor agregado.

El tema de bioprospección involucra aspectos relacionados con bioseguridad, y lo importante es definir las condiciones operativas de desarrollo de los procesos apoyados en las normas establecidas por el protocolo de bioseguridad del país; teniendo en cuenta que se implemente de acuerdo con el grado de complejidad inherente a cada proceso.

En lo referente a los términos de negociación, la flexibilidad del marco jurídico y de los procedimientos se debe balancear con la garantía de la soberanía del país sobre los recursos genéticos y los derechos de las comunidades locales y demás titulares sobre dichos recursos, productos derivados, y conocimientos asociados.

### 3.4.5 ESCENARIOS DE EJECUCIÓN

En la prospección de los recursos biológicos y genéticos hay varios escenarios en los que su aprovechamiento impulsa el desarrollo; ninguno es más importante que otro, pues involucran diferentes niveles de financiación, tecnología y ejecución, desempeño y participación, según las prioridades y capacidades de las regiones y de las instituciones (Figura 8).

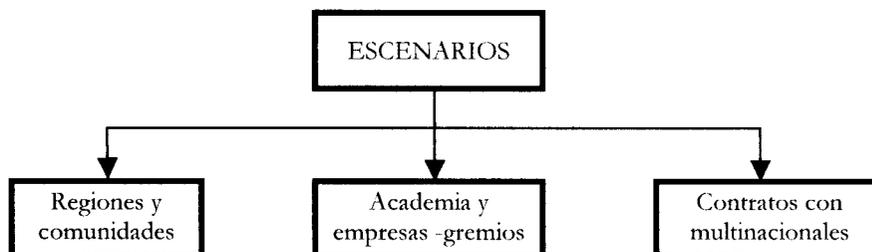


Figura 8. Escenarios de ejecución

#### ESCENARIO 1. REGIONES Y COMUNIDADES - UNIVERSIDADES, ONG

La prospección que involucra el conocimiento tradicional local y sus recursos puede buscar que a través de grupos de trabajo, con la capacitación adecuada, la comunidad o las regiones sean partícipes en la fase de desarrollo tecnológico de los procesos de producción, de tal forma que tengan la oportunidad de mejorar su nivel de vida a través del aprovechamiento sostenido de sus recursos, la generación de productos de calidad y la conservación del ecosistema en el que se sustentan. De manera colateral, desde otro campo de acción, las comunidades o grupos de trabajo pueden adquirir la capacidad de actuar solos, si es que así lo desean.

#### ESCENARIO 2. UNIVERSIDADES, CENTROS DE INVESTIGACIÓN, COMUNIDADES - EMPRESAS NACIONALES

Otro nivel incluye la bioprospección hecha desde las universidades y centros de investigación científica y tecnológica del país, que se enfoca a la generación o validación del conocimiento y puede buscar alianzas estratégicas para desarrollos con los diferentes sectores industriales del país.

#### ESCENARIO 3. UNIVERSIDADES, CENTROS DE INVESTIGACIÓN, COMUNIDADES - EMPRESAS MULTINACIONALES

En otro escenario está la prospección hecha mediante contratos o acuerdos de investigación con compañías multinacionales y grupos de cooperación internacional. Estos proyectos generalmente son a largo plazo (10 años o más), e implican desarrollo de sistemas de tamizaje por computadoras de elevado rendimiento, para efectuar pruebas sobre la actividad contra enfermedades de importancia mundial como el cáncer y el sida. Por su carácter de alto riesgo, alta inversión y utilidades a largo plazo, sólo una mínima proporción de los productos obtenidos de la naturaleza llega al mercado después de pasar largos períodos de obtención y registro (Benzold, 1981 en Chapela, 1996).

### 3.5 ESQUEMA OPERATIVO

Para hacer realidad el Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina se requiere de un marco operativo que facilite su desarrollo, en el cual están presentes tres componentes: Dirección, Coordinación y gestión, y Formulación y ejecución de los proyectos asociados a los programas (Figura 9).

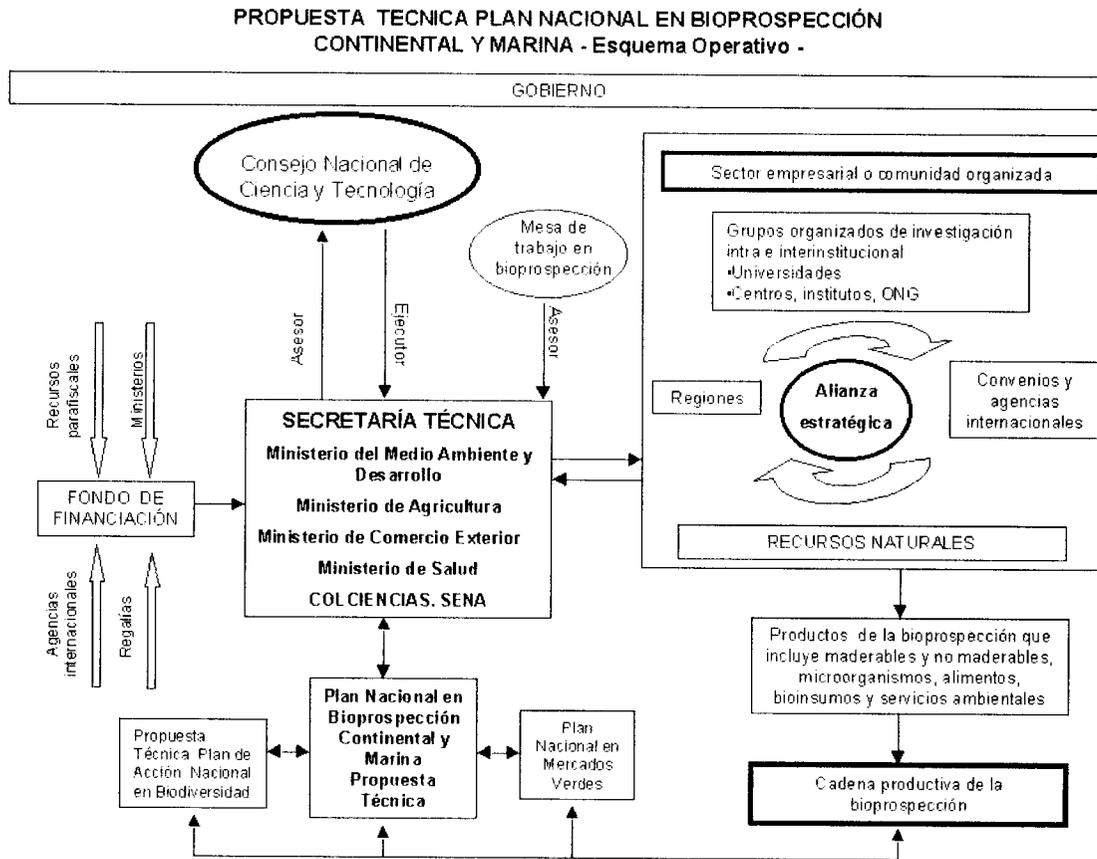


Figura 9. Esquema operativo

#### 3.5.1 Dirección

El presente documento propone que las directrices vengan dadas desde el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de los Consejos Programáticos de los subsectores relacionados con la bioprospección. Este Consejo se consideró la instancia más pertinente por cuanto viene desarrollando los temas de ciencia y tecnología que competen a la bioprospección. A su vez el Consejo Nacional Ambiental, presidido por el Ministro del Medio Ambiente, debe ser asesor permanente, ya que es el encargado de los temas relacionados con diversidad, especies silvestres, recursos genéticos, entre otros.

Dado que se está proponiendo que las directrices provengan del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y se cuente con la asesoría del Consejo Nacional Ambiental, a continuación se hace una presentación breve de estos Consejos.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CNCyT es el órgano de dirección y coordinación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y asesor principal del Gobierno Nacional en estas materias. De acuerdo con el Decreto 585 del 26 de febrero de 1991, específicamente el artículo 2º, este organismo de dirección y coordinación, está conformado por el director del Departamento Nacional de Planeación, los ministros de Educación, Agricultura, Comercio Exterior, director del SENA, rector de la Universidad Nacional, director de COLCIENCIAS. Por medio del Decreto 2564 del 11 de Diciembre de 2000 el Presidente de la República adicionalmente designó a los siguientes miembros: en representación de la universidad pública el rector de la Universidad del Cauca; en representación de la universidad privada los rectores de la Universidad del Norte y de la Universidad Autónoma de Manizales; representación de la comunidad científica y representación del sector privado.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ejerce las siguientes funciones (Decreto 585 de 1991):

1. Actuar como organismo asesor principal del gobierno en ciencia y tecnología
2. Proponer al gobierno estrategias para incorporar la ciencia y la tecnología en los planes de desarrollo económico y social
3. Aprobar políticas, estrategias, planes de mediano y largo plazo. Desarrollar por intermedio de la Secretaría Técnica estrategias de consolidación de la comunidad científica, comunicación, planeación y prospectiva, regionalización, estímulo a los investigadores y apoyo al desarrollo institucional
4. Aprobar, en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores y el DNP, políticas y mecanismos de cooperación con otros países y organismos internacionales en aspectos de ciencia y tecnología
5. Crear nuevos programas nacionales de ciencia y tecnología
6. Definir reglas de organización, funcionamiento y manejo financiero de los consejos de programas
7. Crear comisiones regionales de ciencia y tecnología
8. Crear programas regionales y autorizar su organización a la comisión regional respectiva
9. Integrar el comité de formación de recursos humanos
10. Por intermedio de la Secretaría Técnica, los mecanismos de relación, cooperación y coordinación entre las actividades científicas y tecnológicas desarrolladas por las entidades oficiales y la que en los mismos campos adelanten las instituciones de educación superior, comunidad científica y sector privado
11. Por intermedio de la Secretaría Técnica, disponer las medidas indispensables para el cumplimiento, seguimiento y evaluación de las políticas, estrategias, planes y gestión de ciencia y tecnología
12. Fijar las políticas para asegurar la transferencia de tecnología
13. Fijar criterios para la asignación de recursos destinados a los programas nacionales y regionales de ciencia y tecnología
14. Orientar la destinación de los recursos disponibles para programas y regionalización de la ciencia y la tecnología
15. Crear premios y distinciones
16. Con el apoyo de la secretaría técnica preparar proyectos de ley y decretos

17. Por intermedio de la Secretaría Técnica, reunir periódicamente a los grupos científicos y a las empresas innovadoras con el fin de estudiar, canalizar y apoyar sus propuestas de políticas de ciencia y tecnología
18. Calificar proyectos o actividades de ciencia y tecnología (Ley 29 de 1990, Ley 383 de 1997).

El Consejo Nacional Ambiental está integrado por: el ministro del Medio Ambiente (quien lo preside), los ministros de Agricultura, Desarrollo Económico, Minas y Energía, Educación Nacional, Transporte, Defensa Nacional, Comercio Exterior, el director del Departamento Nacional de Planeación, los presidentes de la Confederación de Gobernadores, de la Federación Colombiana de Municipios, del Consejo Nacional Gremial, un representante de cada una de las siguientes entidades o asociaciones: comunidades indígenas, organizaciones no gubernamentales, comunidades negras, de la universidad elegido por el Consejo Nacional de Educación Superior o el organismo que desempeñe sus funciones, de las Corporaciones Autónomas Regionales y de las Corporaciones de Desarrollo Sostenible, elegido por estas (Ley 99 Art. 13 y 14).

Las funciones del Consejo Nacional Ambiental son recomendar la adopción de medidas para armonizar decisiones ambientales con la ejecución de proyectos de desarrollo económico y social; recomendar al gobierno políticas y mecanismos de coordinación de actividades de las entidades públicas y privadas cuyas funciones puedan afectar el medio ambiente; formular recomendaciones para adecuar el uso del territorio para un apropiado y sostenible aprovechamiento del medio ambiente; recomendar directrices para la coordinación de actividades de los sectores productivos con el Sistema Nacional Ambiental – SINA; designar comités técnicos intersectoriales para adelantar tareas de coordinación y seguimiento (Ley 99 Art. 14) y adicionalmente, de acuerdo con el artículo 19 del Decreto 1124 de 1999, recomendar al gobierno nacional la política nacional de población; asesorarlo en el diseño de la política de participación ciudadana; recomendarle mecanismos e instrumentos que permitan asegurar la aplicación de criterios de equidad social y territorial en la gestión ambiental.

Volviendo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología se propone que asuma las siguientes labores en relación con la bioprospección:

- Coordinar el desarrollo del Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina y la operatividad de la Secretaría Técnica
- Desarrollar y ajustar un marco regulatorio que contribuya hacer operativo el proceso de bioprospección
- Desarrollar y ajustar el marco regulatorio referente a acceso a los recursos genéticos y los derechos de propiedad intelectual
- Establecer las normas de organización, funcionamiento y gestión de la cadena de productos derivados de la bioprospección
- Proponer impuestos indirectos y mecanismos para el mantenimiento de un fondo que apoye la investigación y desarrollo de la bioprospección, que socialice la información y contribuya al sostenimiento de la Secretaría Técnica
- Fomentar que la Secretaría Técnica facilite el encuentro y provea información del mercado para el sector investigador y empresarial
- Asesorar y apoyar al gobierno en los procesos de negociación comercial internacional

## MESAS DE TRABAJO

Son el elemento flexible del esquema operativo; tienen el propósito de acercar a los actores y de reflexionar sobre las oportunidades y proyectos de bioprospección prioritarios. Entiéndase que su objetivo no es el de una mesa de negociación. Deben servir para socializar a nivel institucional y social la temática de la bioprospección y los posibles cambios de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que se encuentran en el medio que habitan.

Para su convocatoria pueden considerarse espacios regionales o nacionales; son convocadas por el órgano rector y pueden ser sugeridas por la Secretaría Técnica o por cualquier actor del proceso de bioprospección. Deben participar necesariamente, representantes de las comunidades y del gobierno local, de los sectores institucional, académico, independientes y empresarial, además de los sectores que el Consejo determine. Una vez organizadas, pueden invitar a quienes consideren pertinentes para desarrollar su proceso.

Las mesas de trabajo regionales serán órganos permanentes del Plan Nacional de Bioprospección, pero pueden conformarse mesas de trabajo temáticas transitorias según lo estime conveniente el órgano rector y serán consideradas como asesoras. Es importante que las conclusiones a que lleguen las mesas de trabajo sean tenidas en cuenta como documento de trabajo en el órgano rector, dado que estas podrían ayudar a direccionar planteamientos y procesos. Sus funciones y reglamento, serán establecidos por el Consejo.

### 3.5.2 Coordinación y gestión

La Figura 10 muestra el diagrama de jerarquía y relaciones dentro del Esquema Operativo.

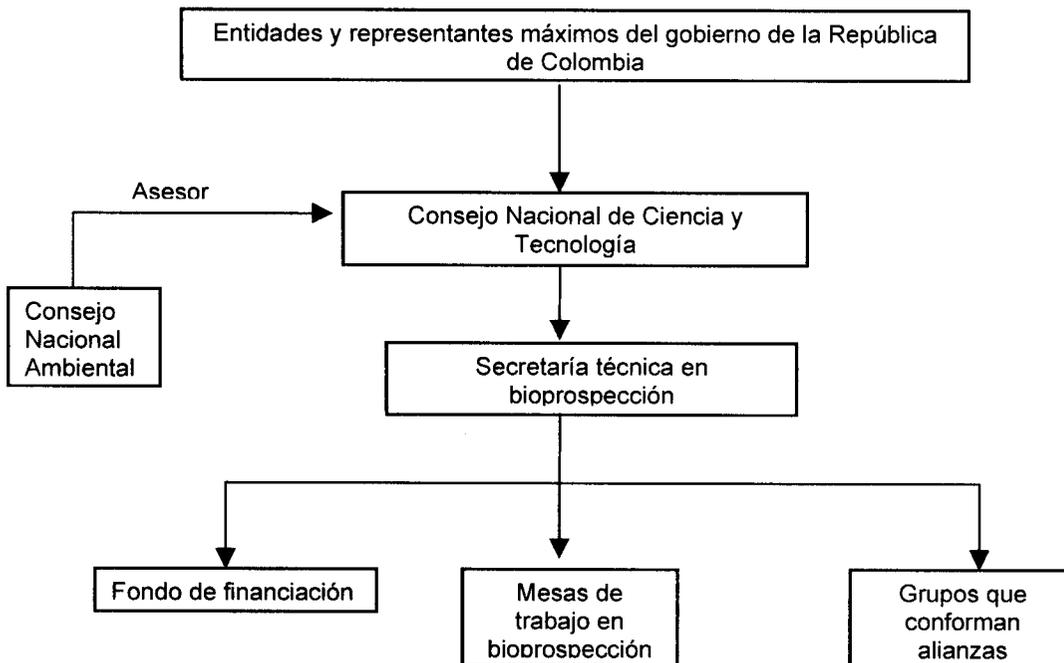


Figura 10. Organigrama de jerarquía y relaciones en el Esquema Operativo

## SECRETARÍA TÉCNICA DEL CONSEJO NACIONAL DE BIOPROSPECCIÓN

Se propone la implementación de una Secretaría Técnica Nacional en Bioprospección, dependiente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para dirigir el Plan. Idealmente estaría estructurada con la participación de los ministerios de Medio Ambiente y Desarrollo, Agricultura, Comercio Exterior, Salud y el Departamento Nacional de Planeación, entre otros.

En el corto plazo, y para coordinar planes piloto en bioprospección, se puede considerar que sea una oficina dentro de COLCIENCIAS la que lleve a cabo el proceso, pero en el mediano plazo, y de acuerdo con los avances y recursos, puede constituirse como un órgano estatal independiente que mantenga conexión con COLCIENCIAS. Para cumplir con algunas de las funciones de enlace que se mencionan más adelante, se sugiere que la oficina que se encargue de la Secretaría Técnica se articule con una oficina que también tenga funciones de enlace en el Ministerio de Comercio Exterior. La responsabilidad que se le asigna a COLCIENCIAS se propone con el fin de aprovechar la experiencia y la coordinación que alrededor de los planes de ciencia, tecnología e innovación se viene haciendo desde allí.

Para la estructuración de la Secretaría Técnica, el Consejo establecerá un listado de especialidades en ciencias naturales, sociales y económicas, y tecnologías sobre la base de las cuales se invitará a las instituciones mencionadas a conformar el equipo de trabajo de la oficina.

Se deben tener en cuenta las siguientes temáticas en el momento de conformar el equipo de trabajo: recursos biológicos y genéticos, derechos de propiedad intelectual, legislación de acceso a recursos biológicos y genéticos, distribución de beneficios, negociación internacional, creación y administración de empresas, conocimiento tradicional, desarrollo tecnológico agropecuario e industrial, ingeniería de procesos, análisis de mercados, investigación básica y aplicada, entre otros.

La Secretaría Técnica tendrá las siguientes funciones:

- Centralizar y tener al alcance de la sociedad información actualizada sobre dinámica de los mercados externos; temas de interés a investigar, mecanismos para lograr su financiación; bolsa de oferta y demanda de proyectos y productos; infraestructura, equipos, servicios especializados de utilidad en la bioprospección; portafolio de servicios; grupos de investigación por áreas temáticas; ONG; comunidades locales; cooperativas de profesionales o técnicos, que tengan dentro de sus propósitos desarrollo industrial o comercial asociado a temas vinculados a la bioprospección. Esta información deberá alimentar permanentemente el Sistema Nacional de Información en Bioprospección, que se encuentra localizado en el Ministerio del Medio Ambiente
- Identificar mediante inventarios los recursos físicos y equipos existentes en el país con el propósito de optimizar su uso y posibilitar la elaboración de portafolios de servicios operativos y funcionales así como facilitar y supervisar la ejecución de convenios interinstitucionales, pactados a nivel de alianzas estratégicas. La utilización de equipos debe estar ampara por pólizas de seguros
- Promover la concertación para la organización a escala nacional de los recursos humanos, físicos y financieros, mediante la creación de un nodo de bioprospección, o por medio de un plan nacional de conectividad en bioprospección que maximice el aprovechamiento de los citados recursos

- Identificar y estudiar las políticas nacionales existentes relacionadas con los recursos naturales o su aprovechamiento agrícola, pesquero, industrial, tecnológico, ambiental y otros para ubicar o redireccionar las diferentes actividades de la bioprospección
- Gestionar la negociación en bloque de preferencias o tratamientos especiales para los productos de la bioprospección, así como buscar ante entidades de financiación internacional y nacional recursos económicos para las diferentes etapas de la bioprospección
- Establecer las normas que deben regir las convocatorias para financiación de proyectos en bioprospección, teniendo en cuenta investigación, desarrollo del producto y su introducción en cadenas productivas. Realizar convocatorias para la financiación directa o la canalización de proyectos hacia otras instancias de financiación nacional o internacional, y velar por el cumplimiento de los mismos
- Vigilar el cumplimiento de los compromisos relacionados con la conservación y el uso sostenible de los recursos bioprospectados
- Asesorar a los diferentes actores de la bioprospección, cuando estos lo soliciten, en temas de negociación nacional o internacional, convenios, contratos, pólizas de garantía y otros
- Apoyar a las empresas productoras y comercializadoras con préstamos a corto plazo, sin intereses, para la fase inicial de su actividad con recursos provenientes del fondo propuesto. Informar a las personas sobre créditos blandos y de fomento para la etapa de desarrollo tecnológico y de producción
- Organizar o apoyar actividades de interés para los bioprospectores, como ferias, talleres, debates, etc.

En buena medida las funciones de la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico - CDT que presta, sus servicios a las empresas, cadenas productivas y *clusters* empresariales, articula las universidades con las empresas, fomenta la vinculación de la investigación científica con el desarrollo tecnológico y la innovación, integra los centros y grupos nacionales de investigación y desarrollo con el mundo internacional y, en general, contribuye con el fortalecimiento de las capacidades de ciencia, tecnología e innovación del país, son complementarias a las funciones de la Secretaría Técnica de Bioprospección.

Al ente o mecanismo promotor del Plan Estratégico de Mercados Verdes se le asignan objetivos, algunos de los cuales pueden ser asumidos por la Secretaría Técnica de Bioprospección.

## **FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS EN BIOPROSPECCIÓN**

La financiación de los proyectos incluidos en los Programas de Bioprospección puede hacerse desde las instituciones involucradas en los respectivos temas, con apoyo de otros recursos nacionales o internacionales, según las líneas de financiación a que se pueda recurrir. La Secretaría Técnica puede orientar la ubicación de los proyectos para su respectiva financiación.

Por otra parte, se sugiere la implementación de un fondo con diferentes modalidades de apoyo. Para la estructuración del Fondo es necesario establecer las características de los beneficiarios, las áreas temáticas a financiar, los diferentes mecanismos de adjudicación de recursos, los procesos de sostenibilidad de la inversión, así como el flujo de caja del mismo. Establecido esto, se propone realizar el esquema de fuentes de financiación con sus condicionales y alcances.

Una de las modalidades del fondo es que podría establecer cooperación reembolsable, para adquisición de equipos, materia prima, capacitación, y otros que se consideren relevantes, en la cual el beneficiario se compromete a realizar reembolsos bajo unas condiciones favorables de mercado. Este sistema asegura la permanencia del fondo y en su función se debe aclarar que bajo esta modalidad debe existir una evaluación sobre el plan de negocios<sup>20</sup>, de la actividad y su aseguramiento en el mercado<sup>21</sup>

Las entidades identificadas por el Instituto Alexander von Humboldt (página web IAvH) que otorgan recursos son:

1. **Campo:** Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario - FINAGRO, Fondo Emprender, Programa de Apoyo a la Microempresa Rural - PEDEMER y Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria
2. **Pequeña y mediana empresa:** Instituto de Fomento Industrial - IFI, Fondo Nacional de Garantías - FNG y la Fundación para el Desarrollo Sostenible de Colombia - FUNDESCOL
3. **Fomento:** Programa de Fomento a la Artesanía - Artesanías de Colombia, Programa de Fomento a la Pesca y Acuicultura, Programa de Fomento a la Pequeña y Mediana Minería
4. **Fomento a las exportaciones:** BANCOLDEX y PROEXPORT
5. **Otras entidades especiales:** Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo - FONADE, Corporación Técnica ECOFONDO, Fondo para la Acción Ambiental, Corporación Andina de Fomento - CAF, Programa Regional de Apoyo a los Pueblos Indígenas de la cuenca del Amazonas
6. **6. Fondos de capital de riesgo:** Terra Capital, Ecoempresas - Ecoenterprises Fund, Fondo de Conservación de Empresas.

Según el esquema actual, existe la posibilidad de financiación por parte del Fondo Nacional de Regalías, a través del Programa Proyecto Regional de Inversión, el cual establece que serán objeto de financiación proyectos presentados por más de dos entes territoriales, que se encuentren priorizados dentro del Plan Nacional de Desarrollo. No obstante, se debe tener en cuenta que dentro del referendo que está en estudio se modifica la destinación de los recursos del fondo, la cual de ser aprobada, se utilizará de manera exclusiva para la educación, agua potable, saneamiento ambiental básico, situación que dejaría por fuera la oportunidad de acceder a estos recursos<sup>22</sup>.

<sup>20</sup> Documento que en forma ordenada y sistemática detalla los aspectos operacionales y financieros de un proyecto a una empresa. Este documento permite determinar anticipadamente donde se quiere ir, en qué lugar se encuentra y cuanto hace falta para llegar a la meta fijada.

<sup>21</sup> John A. Bejarano. Asesor DNP.

<sup>22</sup> John A. Bejarano. Asesor DNP.

## **ALIANZAS ESTRATÉGICAS ENTRE LOS DIFERENTES ACTORES PARA LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS**

Este compartimento del sistema surge por la conjunción de las regiones, las comunidades, los sectores empresarial e investigativo y las agencias internacionales interesadas en realizar convenios de investigación y desarrollo conjunto. Aquí se buscan y establecen las alianzas estratégicas entre los grupos con intereses temáticos afines, se lleva a cabo la articulación con la Secretaría Técnica (oficina de enlace y gestión) para la asesoría o información pertinente, y se formulan los proyectos, que son presentados ante la Secretaría Técnica para su canalización hacia los centros de financiación.

Las alianzas estratégicas conformadas entre los grupos de trabajo de investigadores, productores, comunidades, ONG y las cooperativas de profesionales propenderán por las siguientes acciones:

- Proponer proyectos productivos, lograr su financiación y reforzar las alianzas estratégicas para la consolidación de la investigación, la producción y la comercialización del producto de interés mediante la articulación de comunidades – investigadores - empresarios
- Integrar a la comunidad en proyectos productivos afianzando sus conocimientos para fortalecer el proceso de desarrollo de la cadena productiva (interacción investigadores - SENA, representantes de Corporaciones Autónomas Regionales – UMATAS (Centros provinciales de gestión y promoción agroempresarial), representantes de comunidades
- Invertir recursos económicos para afianzar el desarrollo industrial y participar en el acompañamiento en el proceso de transferencia de tecnología, mercadeo y venta del producto

En este contexto se necesita que el Estado a través de los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial contemple el apoyo al Plan y sus programas mediante las siguientes acciones:

- Articular el plan de bioprospección con el plan de desarrollo del país
- Asignar, reorientar y gestionar recursos del Estado para apoyar actividades de la bioprospección
- Propender por un sistema legislativo estable en materia de tributación, acceso a recursos biológicos y genéticos, derecho de propiedad intelectual, bioseguridad y negociación con las comunidades
- Brindar apoyo social, legal, económico y logístico para investigación, comercialización y exportación
- Apoyar y vigilar el adecuado funcionamiento del órgano rector y de la Secretaría Técnica de Bioprospección
- Promover la articulación y diálogo permanente entre los ministerios y el Congreso para apoyar y dar continuidad a los procesos de bioprospección

### 3.6 BENEFICIOS Y COMPROMISOS RELACIONADOS CON LA BIOPROSPECCIÓN

En las Tabla 15 y se relacionan los beneficios y en la Tabla 16 los compromisos relacionados con la bioprospección.

**Tabla 15. Beneficios relacionados con la bioprospección**

#### BENEFICIOS

- Financiación de proyectos productivos con alta probabilidad de éxito
- Mayor eficiencia en las diferentes tareas de la bioprospección gracias a la división apropiada del trabajo
- Acceso a equipos o prestación de servicios
- Posicionamiento de productos en el mercado
- Mayor competitividad
- Mayor confianza por parte de los inversionistas
- Mejora del nivel y la calidad de vida de las comunidades
- Mayor oportunidad para el fortalecimiento de los diferentes grupos en cuanto a recursos físicos, humanos, logísticos y de negociación
- Generación de empleo
- Obtención de recursos fiscales
- Mejora en la capacidad instalada, científica y técnica del país
- Generación de nuevos renglones de producción
- Transferencia de tecnología adaptada a las condiciones regionales
- Mejora de la infraestructura industrial
- En caso de contratos con multinacionales podrían esperarse: montaje y fortalecimiento de infraestructura para servicios básicos en las regiones y pago de regalías por la utilización de patentes de productos o procesos derivados del uso de la biodiversidad

**Tabla 16. Compromisos relacionados con la bioprospección**

#### COMPROMISOS

- Formar alianzas estratégicas para acceder a la financiación o a créditos de fomento
- Conocer las oportunidades de los mercados nacionales e internacionales
- Asegurar la calidad de la materia prima
- Acceso a los recursos genéticos y transferencia de dichos recursos a terceros sólo dentro del marco jurídico y la estructura de negociación vigente, los cuales reconocen la soberanía del Estado y los derechos de los titulares
- Negociar el acceso a los recursos y hacer contratos para la distribución de responsabilidades y beneficios y los derechos de propiedad intelectual
- Observación estricta de los procedimientos establecidos para acceso a recursos genéticos y biológicos, así como de los códigos de ética que se establezcan para la investigación en biodiversidad
- No hacer extractivismo
- Desarrollar un programa de aseguramiento de la calidad para los bienes y servicios generados en la bioprospección
- Establecer las normas de organización, funcionamiento y gestión de la cadena productiva
- Cumplir con el contrato de bioprospección que se asuma

### 3.7 CRITERIOS PARA PRIORIZAR LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS

Debido a que la conquista de mercados no depende sólo de las buenas intenciones o del potencial de un recurso, sino que se apoya también en el liderazgo, en la capacidad de gestión, en las fluctuaciones del mercado y en las oportunidades que surgen a medida que avanzan los procesos, se consideró conveniente tener un abanico de opciones en el que las temáticas antes enunciadas y los proyectos que de ellas se deriven tengan igual oportunidad de financiación. Deben hacerse excepciones cuando se trate de proyectos de interés público, de seguridad nacional, de solución de problemas de salud o de seguridad alimentaria de la población o de conservación del medio ambiente.

No se puede priorizar más allá de las metas propuestas, pues se estarían cerrando oportunidades a opciones de desarrollo que ya existen en el país, en función de la diversidad, la capacidad y la experiencia. Es la iniciativa, la capacidad de formar alianzas estratégicas, la capacidad de gestionar, la visión a largo plazo, el trabajo sostenido y la posibilidad de concursar con igualdad de oportunidades para todos los proponentes, lo que permitirá formular proyectos viables alrededor de las metas propuestas y concursar con méritos por la asignación de recursos.

El criterio de priorización para la selección de los proyectos en bioprospección con mercados o aplicación nacional, podría tener en cuenta las condiciones específicas de cada comunidad o región de tal forma, que esté dirigido a solucionar en buena medida problemas alimentarios, sanitarios y de contaminación o daño del ecosistema. A escala regional, la prioridad estaría dada para aquellos proyectos que sean viables y competitivos de acuerdo con las fortalezas de las regiones.

A las regiones les queda difícil definir a quién se le financia la investigación, pues la mayoría de los recursos se dan a nivel central, situación que es coordinada por COLCIENCIAS mediante la formulación de agendas prospectivas de ciencia y tecnología. Adicionalmente se puede recurrir, entre otras, a las siguientes opciones de financiación:

- En las ciudades o regiones que tengan alguna agroindustria, los gremios pueden establecer cuáles problemas o necesidades tienen que resolver y considerar la posibilidad de aceptar colaboración por parte de los centros de investigación públicos y privados. La cofinanciación por parte de los gremios y de las entidades gubernamentales, podría ayudar a resolver problemas o a posicionar productos
- Los planes de desarrollo municipal tienen oportunidad de recibir dinero del Fondo Nacional de Regalías para programas de desarrollo sostenible, para lo cual las autoridades regionales y los líderes comunitarios rurales en colaboración con ONG, podrían identificar necesidades, problemas o potencialidades locales, que pudieran abordarse desde una investigación-acción participativa, alrededor de nuevas opciones de la diversidad y formular y gestionar proyectos productivos ante el citado fondo.

Para aquellos planes con proyección en mercados internacionales, la priorización podría estar dada de acuerdo con la detección de oportunidades y factibilidad (demanda), la cual debe ser directamente proporcional a la capacidad de cumplir, en todo sentido con la investigación, la

producción y comercialización (oferta). Si no se cumplen los términos de un contrato la indemnización correspondiente puede ocasionar el fracaso de la empresa. A escala internacional entonces la prioridad depende de la oportunidad, sustentada en un sólido estudio de mercado y de clientes, así como de la capacidad técnica o fortalezas que se tengan.

Por otra parte, además de su adecuada formulación, se deben tener en cuenta los siguientes puntos en el momento de evaluar las opciones de un proyecto:

- Es estratégico aprovechar la capacidad instalada, a través de una buena gestión en el avance de líneas en las cuales se ha venido construyendo masa crítica nacional y priorizar el destino de los recursos a gastos operativos, mantenimiento y caracterización de bancos de germoplasma, pruebas de laboratorio, asistentes de investigación, reparación y mantenimiento de equipos robustos, reactivos, etc.
- La investigación en tecnología de punta debe mantenerse a través de convenios de intercambio o programas de doctorado compartido con universidades o centros de desarrollo científico e industrial internacionalmente reconocidos. Estos profesionales, se enteran de las nuevas tendencias y metodologías, y lograrían sugerir, en una comunicación permanente con sus jefes o coordinadores nacionales, la adopción de líneas de investigación, así como la adaptación de metodologías que se puedan realizar en Colombia de acuerdo con los recursos naturales, técnicos y financieros disponibles.

Para la asignación de recursos económicos a proyectos en bioprospección se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los proyectos propuestos han de ser el resultado de alianzas estratégicas con uno o más de los sectores ya mencionados, en los cuales se tengan en cuenta los intereses y necesidades de las regiones, las empresas o comunidades organizadas, así como las tendencias en la oferta y demanda del bien o servicio que se proyecta
- Los proyectos deben ser concebidos a manera de proyectos productivo-competitivos con inclusión en las cadenas agroproductivas
- La generación de empleo calificado y no calificado es uno de los criterios a tener en cuenta en el momento de priorizar, porque contribuye a mejorar la calidad de vida del país
- La inclusión de estudios de mercado en la justificación de los proyectos orienta sobre las tendencias y las factibilidades de ingreso, comercialización y mantenimiento dentro de mercados competitivos
- Las propuestas que expliquen la manera de evitar el extractivismo, mediante alternativas de producción masiva, contribuyen de manera importante al espíritu de conservación, que deben tener los proyectos de bioprospección
- La transferencia de tecnología y el fortalecimiento de la infraestructura son aspectos que contribuyen a elevar el nivel científico y tecnológico y al desarrollo del país
- La formación de personal técnico y los programas de transferencia de tecnología y extensión rural son elementos que contribuyen al éxito de los proyectos

### **3.8 CRITERIOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE BENEFICIOS DERIVADOS DE PROCESOS EN BIOPROSPECCIÓN**

En el contexto nacional el CDB debe ser observado dentro del marco de la Constitución Política de 1991, y la Decisión 391 de 1996 que establece el régimen común de acceso a los recursos genéticos, a los productos derivados y al conocimiento asociado a tales recursos. La reglamentación del régimen de acceso a los recursos genéticos debe garantizar sus derechos soberanos como país de origen de los recursos, la distribución justa y equitativa de beneficios derivados de su utilización y la compensación a las comunidades locales que aporten sus recursos o conocimiento. La reglamentación del régimen de acceso a los recursos genéticos y de las actividades de bioprospección en el país debe incorporar un esquema de negociación que favorezca y promueva el fortalecimiento de las capacidades técnicas y científicas nacionales. El éxito de sus resultados debe basarse en indicadores sobre las condiciones de alimentación, salud y medio ambiente de la población colombiana<sup>23</sup>.

En lo referente a la distribución justa y equitativa para los partícipes de la alianza estratégica y para las regiones en donde se realicen los proyectos, aún no existen criterios claramente establecidos, aunque esfuerzos para tal propósito están siendo liderados por el Ministerio del Medio Ambiente. Sin embargo, se podría considerar que los criterios de negociación para proyectos en bioprospección son particulares para cada caso y deberían darse contemplando todos los aspectos que estén relacionados.

Es importante resaltar la importancia de mantener la soberanía sobre los recursos genéticos como país en el caso de realizar negocios con multinacionales<sup>24</sup>, en este punto se determinarían aspectos como la conveniencia de ingresar o no al proceso, estableciendo bajo qué criterios se daría y cómo sería el manejo en la distribución de beneficios.

### **3.9 ESTRATEGIAS Y MECANISMOS PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL PAÍS**

El aumento de la capacidad tecnológica e investigativa es uno de los elementos clave que debe consultar el Plan Nacional de Bioprospección, y que ya viene adelantando COLCIENCIAS, ya que esto contribuiría a materializar muchas ideas que existen en la mente de las personas que conocen los recursos y proyectan su utilización, pero por falta de suficientes conocimientos técnicos y operativos, de equipos y maquinaria, aún se ha sido concretado. De igual forma se debe buscar los mecanismos para lograr que la empresa privada acceda a los recursos de cofinanciación en investigación que actualmente se encuentran muy centralizados hacia las universidades y centros de investigación gubernamental desconociendo el gran aporte al desarrollo científico y tecnológico dado por los empresarios. En Colombia, el logro de este propósito tiene que ver con la participación de varias instituciones, entre ellas, COLCIENCIAS, las universidades y el SENA. En el caso de COLCIENCIAS, el tema de la bioprospección puede verse de manera transversal a

<sup>23</sup> Gabriel Nemogá. Universidad Nacional de Colombia. Comunicación personal

<sup>24</sup> Luz Marina Arévalo Sánchez y María José Calderón, Departamento Nacional de Planeación. Comunicación personal

los temas de varios de sus programas nacionales de desarrollo científico y tecnológico (ciencias básicas, del mar, sociales, medio ambiente y hábitat, ciencia y tecnología de la salud y biotecnología) y de innovación y desarrollo empresarial (ciencia y tecnología agropecuaria, desarrollo tecnológico industrial y calidad). En el caso del SENA los programas nacionales y regionales tienen que ver con la capacitación y transferencia de tecnología; actualmente con la alianza que ha establecido con COLCIENCIAS apoya proyectos que involucran los programas nacionales.

### 3.9.1 CAPACIDAD CIENTÍFICA

Últimamente en Colombia ha aumentado el número de personas con maestría o doctorado, pero en varias ocasiones su orientación suele ser muy teórica dejando carencias en el componente práctico e instrumental, lo que limita la innovación acertada de soluciones a los problemas que van surgiendo durante la ejecución de un proyecto. Resolver esto es responsabilidad de los programas, de los profesores y de las instituciones, que deben contar con el apoyo estatal para disponer de los recursos necesarios para hacer más prácticos los programas.

Es importante destacar la necesidad de construir y consolidar escuela en los grupos de investigación, para dar continuidad al conocimiento adquirido en los procesos de formación. El mejorar la capacidad científica ayuda en buena medida a aumentar las posibilidades de éxito cuando se emprendan programas en bioprospección.

Un equipo conformado por profesionales capacitados en los niveles de pregrado y posgrado en disciplinas técnicas, científicas y sociales, con un líder de alto nivel en formación, organización, información e inteligencia emocional; facilita que las cosas vayan más rápido y con mayor probabilidad de éxito a través una buena comunicación, metas definidas y compromiso. Para lograr esto se requiere generar o buscar mecanismos que le permitan a las personas interesadas aumentar su nivel de capacitación.

### FORMACIÓN DE INVESTIGADORES EN PROGRAMAS DE POSGRADO

La formación de investigadores en programas académicos de posgrado debe consultar la realidad de los profesionales en el momento actual; esta realidad muestra que los profesionales vinculados a grupos de investigación en empresas o entidades públicas, tienen pocas posibilidades de lograr comisiones de estudio de tiempo completo. Los programas académicos de posgrado deben entonces orientarse a una demanda que si bien precisa de formación como investigador, debe permanecer vinculada a su centro de trabajo, por lo cual en estos programas deben considerarse alternativas tales como:

- Facilidad en horarios, asignaturas a manera de módulos intensivos y cursos de extensión, en los cuales se den créditos para programas de posgrado con los que estén vinculados, entre otros
- Realización de tesis de posgrado directamente en los sitios de trabajo del estudiante, en temas de interés para los centros de investigación donde se encuentren vinculados. La dirección de la tesis estaría a cargo de las personas delegadas tanto por la institución en que trabaja la persona como por la universidad

- Convenios entre centros de investigación y universidades para impulsar la formación de sus profesionales en el ámbito de posgrado; estos convenios deben considerar entre otros elementos cofinanciación de proyectos de investigación; mecanismos que faciliten la vinculación de los profesionales a los programas de posgrado (comisiones de corta duración, apoyos para viajes, etc.); vincular a los líderes de los grupos de investigación como profesores adscritos para que puedan dirigir las tesis y aportar su experiencia en las asignaturas regulares
- Considerar el establecimiento de cursos cortos de entrenamiento y actualización, en el país o en el exterior, para profesionales con y sin formación de posgrado. Apoyar las pasantías de estudiantes de posgrado en instituciones extranjeras de alto nivel, para realizar parte de su trabajo de tesis
- Establecer programas de posgrado compartido entre universidades nacionales y extranjeras
- Las entidades financiadoras de proyectos de investigación deben contemplar rubros orientados al pago de estudiantes de posgrado y profesionales recién egresados, como investigadores asistentes, en los proyectos de investigación
- Los programas de posgrado deben ser integrados de manera que en el plan curricular tenga materias tanto de la especialidad técnica como de las relacionadas con ciencias sociales, políticas y económicas; con el fin de que las pueda utilizar o tener en cuenta en las diferentes fases de la bioprospección
- Promover cursos de extensión y especialización a cargo de ciudadanos colombianos que han tenido la oportunidad de especializarse fuera del país y se encuentran en el exterior, para que de esta manera colaboraren con la formación de talento humano
- Es interesante que los académicos encuentren la manera de involucrar otro tipo de saberes dentro de sus programas
- Establecer una fundación sin ánimo de lucro que maneje fondos alimentados por la venta de productos derivados de la bioprospección (*royalties*). Este fondo debe ser utilizado para cofinanciar proyectos investigativo-productivos
- Los recursos de cofinanciación destinados para capacitación profesional o tecnológica deben distribuirse tanto para los investigadores adscritos a centros de investigación pública o universitaria, como para aquellos investigadores adscritos a centros privados de investigación o empresas privadas de desarrollo tecnológico en bioprospección

## **FORTALECIMIENTO DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN**

Los grupos de investigación son el espacio académico en que se fundamenta cualquier política de ciencia y tecnología. Algunas consideraciones deben guiar su fortalecimiento:

- Establecer programas de financiación pública y privada de las actividades de investigación y desarrollo en bioprospección. Para complementar estos, no para reemplazarlos, apoyar a los grupos de investigación en la consecución internacional de recursos
- Establecer y actualizar permanentemente bases de datos con acceso en línea vía Internet, que contengan información pertinente y de calidad sobre proyectos de financiación; directorio de especialistas; legislación; derechos de propiedad intelectual, etc.
- Propiciar la constitución de redes activas entre los grupos de investigación, buscando la sinergia de sus experiencias y fortalezas
- Contribuir a la realización y desarrollo de diversas formas de asociación entre grupos de investigación nacionales, entre estos y sus pares internacionales y entre estos y las empresas

que basen su desarrollo en el uso sostenible de la biodiversidad. Dentro de las formas de asociación están proyectos conjuntos; convenios; contratos, etc.

- Fortalecer en las regiones las actividades de ciencia y tecnología en bioprospección. Entre otras propuestas, se plantea la creación de centros de equipos medianos y robustos, alrededor de los cuales se pueden nuclear las actividades de los grupos de investigación regionales. En las regiones están la biodiversidad y las comunidades que hacen uso de ella.
- Propiciar la integración interinstitucional entre los centros de desarrollo tecnológico y las universidades, con los propósitos de implementar el uso de la biodiversidad en la solución de los problemas de la producción agropecuaria y encontrar nuevos usos a las especies cultivadas
- Impulsar la creación de grupos interdisciplinarios de investigación que enfrenten los problemas de la bioprospección desde la triple óptica de las ciencias sociales, las ciencias naturales y la tecnología
- Propiciar la construcción de alianzas estratégicas entre los institutos de investigación del SINA y los grupos de investigación universitarios
- Facilitar para los grupos de investigación independientes y para la empresa privada que se encuentre generando investigación en bioprospección el uso de la infraestructura y los equipos de investigación que han sido subsidiados en las universidades e institutos de investigación
- Desarrollar un mecanismo de distribución de los recursos destinados al fomento de la investigación, que promueva a los grupos de investigación privados y académicos, un mecanismo que pretenda llevar recursos a las regiones, a las comunidades organizadas y a las empresas de desarrollo tecnológico que se encuentran lejos de las grandes ciudades.
- Favorecer el desarrollo de canales de comunicación y divulgación, y generar incentivos para aquellos investigadores que publiquen sus logros en bioprospección

### 3.9.2 CAPACIDAD TECNOLÓGICA

La formación de ingenieros, tecnólogos y técnicos con el incremento paralelo en la capacidad tecnológica son elementos que fortalecen el proceso de bioprospección, pues en la medida en que mejore el conocimiento, se adecuen o innoven los equipos, las tecnologías o los procesos, aprovechando los recursos con que se cuenta, las empresas o las instituciones pueden ser más productivas. Así se contribuye a la competitividad y al aseguramiento de la calidad que depende en buena medida del adecuado funcionamiento y la precisión en el manejo de los medios de producción.

Un buen equipo de profesionales está en capacidad de entender las necesidades de un proyecto, plasmarlas y desarrollar en conjunto, maquinarias o equipos de tecnología sencilla que resuelvan las necesidades o limitantes detectadas en los procesos productivos.

Los técnicos y tecnólogos pueden resolver los problemas operativos que se van presentado en un proceso, adecuar o reparar las máquinas para llevar a buen término los procesos y sugerir en diálogo con los ingenieros alternativas para una mayor eficiencia.

Los laboratoristas son personas que requieren igualmente un entrenamiento y conocimiento específico en técnicas y aplicación de protocolos base para el desarrollo de una investigación. En el país existen programas para la formación de personal en áreas de la salud, alimentos y

ambiental, pero se requiere de programas de entrenamiento para la formación de recurso humano capacitado en técnicas de biología molecular y bioquímica.

Por otra parte, los programas de transferencia de tecnología y extensión deben partir de la experiencia y de un conocimiento profundo de los temas, equipos y procesos a manejar, de manera que el aprendiz logre captar los detalles aparentemente insignificantes pero que pueden llegar a ser puntos críticos de un determinado proceso. Para viabilizar estos programas se puede contar con equipos y reactivos dados de baja, identificados también en el inventario propuesto, que no se usen pero que puedan servir para hacer las prácticas. Estos programas deben incluir entrenamiento de operarios, supervisores y de los jefes o cabezas de grupo del proceso, entre otros.

## **FORMACIÓN DE TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS**

La principal institución que en Colombia tiene esta función es el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, aunque también existen otras entidades como los colegios técnicos y centros de formación privada que contribuyen a la formación de recurso humano. Cualquier estrategia que se piense en este contexto, debería contar con el fortalecimiento de estos centros, en términos de recursos financieros, recursos humanos e infraestructura. Para esto se proponen los siguientes puntos:

- Establecer programas bilaterales con las universidades, tanto para la formación de sus profesores, mediante programas de posgrado, como para colaborar en la formación de estudiantes mediante talleres o asignaturas prácticas
- Involucrar la experiencia de la industria y empresa privada en los planes educativos presentes y futuros
- Implementar programas de pasantías con universidades, centros de investigación y empresas que realicen actividades de investigación que sean de interés para el proceso de bioprospección
- Incentivar a los técnicos e ingenieros con programas de pasantías en entidades nacionales e internacionales orientadas a la formación de personal especializado en mantenimiento de equipos robustos
- Fomentar la incorporación de técnicos profesionales (con formación superior o intermedia), en programas de investigación- aplicación, y brindarles la oportunidad de iniciar desarrollos en los cuales se reconozca su coautoría intelectual o material. Adicionalmente, es importante destinar recursos para el pago de este personal en los proyectos de investigación
- Establecer dentro de los proyectos de cooperación técnico-científica internacionales, la formación de técnicos de instituciones nacionales por parte de instructores especializados.

## **FORTALECIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA**

Al tiempo que se aumenta la formación del recurso humano debe elevarse la capacidad instalada del país, de las regiones, de las empresas, universidades y centros de investigación para facilitar el proceso de articulación en las diferentes etapas de la bioprospección. Esto no implica necesariamente adquirir la última tecnología, sino tener la capacidad de evaluar cuál es el equipo que con la menor inversión responde con la eficiencia requerida al proceso productivo. En este mismo sentido, el adaptar los equipos con que se cuenta para optimizar el proceso, es otro

mecanismo que puede ser contemplado en aras de fortalecer la infraestructura nacional. Para ello se pueden tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer una lista de necesidades, prioridades y frecuencia de uso en equipos especializados y maquinaria, con base en proyectos que se estén ejecutando o que se tenga asegurado que se van a comenzar
- Realizar inventario a escala nacional y regional de los equipos y servicios disponibles
- Establecer un portafolio de servicios a partir de la capacidad instalada de empresas, universidades y centros de investigación, cuyos servicios de laboratorio puedan ser utilizados por otras instituciones
- Establecer convenios de cooperación entre instituciones para estimular intercambio de bienes y servicios
- Establecer mecanismos de negociación para la adquisición de los equipos detectados como necesarios bien sea a manera de comodato, donaciones, instalación o adecuación de fábricas o laboratorios nacionales, que harán parte de las diferentes etapas de la bioprospección
- Establecer una red de centros de desarrollo tecnológico
- Organizar a nivel central y regional centros de equipos robustos y plantas piloto con facilidades de acceso para las instituciones o investigadores que lo requieran. Estos centros deben elaborar normas para su funcionamiento relacionadas con costos, tiempos, responsabilidades y garantías
- Desarrollar incubadoras de empresas de base tecnológica y parques tecnológicos regionales
- Aprovechar los eventos de exposición actuales para informar e informarse de lo que se dispone en el país, en materia de equipos y maquinaria especializada con aplicación en diferentes sectores de la producción
- Fomentar el establecimiento o adecuación de centros especializados en bioensayos y pruebas de actividad para proyectos de bioprospección, debidamente acreditado en el ámbito nacional e internacional, que cumplan normas estrictas de bioseguridad y control de calidad

## 4 REFLEXIÓN FINAL

La bioprospección es un asunto transversal a los sectores económico, social, cultural, académico y político del país, en cada uno de los cuales tiene algo que aportar. Desde la perspectiva económica tiene la tarea de desarrollar y posicionar bienes y servicios en el mercado nacional e internacional de manera que algunos renglones del sector productivo de nuestra sociedad crezcan. En lo social tiene la tarea de servir, no sólo a los que puedan beneficiarse directa e indirectamente de la rentabilidad asociada al producto, sino reduciendo la inequidad y fortaleciendo la confianza y esperanza en un mejor nivel de vida. En lo cultural debe reorientar la mirada que el ciudadano hace de su entorno, no sólo como fuente de bienes de consumo y renta, sino reconociendo el valor de la naturaleza como fuente de calidad de vida y conocimiento. En lo académico debe dinamizar la investigación y desarrollo y el vínculo entre los sectores que producen el conocimiento y los que lo utilizan.

En cuanto a lo político, son evidentes, al menos cuatro frentes de acción por parte del Estado para fortalecer esta actividad; el primero se relaciona con políticas e incentivos estables en el mediano y largo plazo, que animen a investigadores y a pequeños y medianos empresarios a invertir tiempo y dinero en explorar y abrir nuevas líneas de producción y trabajo. Igualmente se debe mostrar voluntad estatal de apoyar a estos empresarios en el terreno de las aplicaciones. La segunda es moderar y modular la tendencia de las instituciones en favor de los proyectos de gran escala y alta tecnología, y dar cabida a las propuestas sencillas y creativas que exploren nuevos recursos y apliquen tecnologías intermedias. La tercera está en formar una masa crítica, en cuanto a número de profesionales en investigación y desarrollo y en capacidad de negociación que vaya más allá de lo económico y apunte al bienestar social. La cuarta tiene que ver con buscar mecanismos para dar participación real y efectiva a la comunidad urbana y rural, de los beneficios directos e indirectos que se deriven del aprovechamiento de la biodiversidad.

Además del conocimiento de la base natural y de las aplicaciones que puede tener, la bioprospección necesita de otro tipo de recursos para su orientación y ejecución. Entre estos recursos la organización y la consecución de fondos son relevantes.

Una vez definidos los temas focales en los que podría concentrarse la bioprospección es necesario procurar los recursos para su ejecución. Estos recursos no son exclusivamente financieros, sino que incorporan formas de organización e información como las redes. La red se concibe como una vía para compartir la información en términos de conocimiento científico, tecnológico, mercado, recursos monetarios, legislación, formación e historia.

La historia se propone como un elemento de la red de información por cuanto son muchos los hechos políticos, económicos, circunstanciales, locales, experimentales, etc., que han dado lugar al estado del arte en que se encuentra una temática particular en el país y son desconocidos para las generaciones de relevo. Este vínculo entre el pasado y el presente, les permitirá a los nuevos líderes recuperar los valiosos aportes de ideas o idealistas que se adelantaron a su época o que las circunstancias no favorecieron y también les ayudará a avanzar más enfocados hacia un futuro siempre incierto pero provocador.

## 4 REFLEXIÓN FINAL

La bioprospección es un asunto transversal a los sectores económico, social, cultural, académico y político del país, en cada uno de los cuales tiene algo que aportar. Desde la perspectiva económica tiene la tarea de desarrollar y posicionar bienes y servicios en el mercado nacional e internacional de manera que algunos renglones del sector productivo de nuestra sociedad crezcan. En lo social tiene la tarea de servir, no sólo a los que puedan beneficiarse directa e indirectamente de la rentabilidad asociada al producto, sino reduciendo la inequidad y fortaleciendo la confianza y esperanza en un mejor nivel de vida. En lo cultural debe reorientar la mirada que el ciudadano hace de su entorno, no sólo como fuente de bienes de consumo y renta, sino reconociendo el valor de la naturaleza como fuente de calidad de vida y conocimiento. En lo académico debe dinamizar la investigación y desarrollo y el vínculo entre los sectores que producen el conocimiento y los que lo utilizan.

En cuanto a lo político, son evidentes, al menos cuatro frentes de acción por parte del Estado para fortalecer esta actividad; el primero se relaciona con políticas e incentivos estables en el mediano y largo plazo, que animen a investigadores y a pequeños y medianos empresarios a invertir tiempo y dinero en explorar y abrir nuevas líneas de producción y trabajo. Igualmente se debe mostrar voluntad estatal de apoyar a estos empresarios en el terreno de las aplicaciones. La segunda es moderar y modular la tendencia de las instituciones en favor de los proyectos de gran escala y alta tecnología, y dar cabida a las propuestas sencillas y creativas que exploren nuevos recursos y apliquen tecnologías intermedias. La tercera está en formar una masa crítica, en cuanto a número de profesionales en investigación y desarrollo y en capacidad de negociación que vaya más allá de lo económico y apunte al bienestar social. La cuarta tiene que ver con buscar mecanismos para dar participación real y efectiva a la comunidad urbana y rural, de los beneficios directos e indirectos que se deriven del aprovechamiento de la biodiversidad.

Además del conocimiento de la base natural y de las aplicaciones que puede tener, la bioprospección necesita de otro tipo de recursos para su orientación y ejecución. Entre estos recursos la organización y la consecución de fondos son relevantes.

Una vez definidos los temas focales en los que podría concentrarse la bioprospección es necesario procurar los recursos para su ejecución. Estos recursos no son exclusivamente financieros, sino que incorporan formas de organización e información como las redes. La red se concibe como una vía para compartir la información en términos de conocimiento científico, tecnológico, mercado, recursos monetarios, legislación, formación e historia.

La historia se propone como un elemento de la red de información por cuanto son muchos los hechos políticos, económicos, circunstanciales, locales, experimentales, etc., que han dado lugar al estado del arte en que se encuentra una temática particular en el país y son desconocidos para las generaciones de relevo. Este vínculo entre el pasado y el presente, les permitirá a los nuevos líderes recuperar los valiosos aportes de ideas o idealistas que se adelantaron a su época o que las circunstancias no favorecieron y también les ayudará a avanzar más enfocados hacia un futuro siempre incierto pero provocador.

Los otros tipos de información que se plantean tienen por objeto recolectar, sistematizar y socializar el conocimiento y experiencias de trabajadores ya existentes, pero aislados, que en virtud de ese aislamiento no saben de los problemas compartidos y las soluciones conjuntas. La unión hace la fuerza y la organización trae éxito.

Dado que la financiación es uno de los puntos cruciales para el desarrollo de un programa, el Estado debe promover políticas gremiales a largo plazo, en las que se acopien fondos para proyectos investigativo – productivos, y para el mantenimiento de bancos de germoplasma de plantas, animales y microorganismos, en los cuales se puede avanzar significativamente en la caracterización profunda de la diversidad intra e interespecífica y se puedan seleccionar especies de interés para la bioprospección. Al mismo tiempo los gremios deben convencerse de la importancia de apoyar la investigación y el desarrollo de tecnologías apropiadas en el País. En la consecución de recursos también deben gestionarse instancias de acción que maximicen el uso de los fondos y compartan su infraestructura.

La consecución de recursos monetarios a mediano y largo plazo estaría relacionada con buscar un apoyo político y gremial para que los sectores productivos compartan sus necesidades, debilidades y fortalezas, a través de la conformación de cadenas productivas y aporten pequeñas contribuciones, para crear fondos de financiación para la exploración de opciones tecnológicas. Las cadenas productivas, que actualmente hacen parte de las políticas del Ministerio de Comercio Exterior y de Agricultura, son instancias de financiación, y de vinculación efectiva entre el sector académico y el productivo. En la bioprospección las cadenas productivas tendrían la ventaja de aportar el componente interdisciplinario y asumir la inteligencia de mercado como uno de pilares de la bioprospección.

En términos generales el aprovechamiento sostenido de la diversidad biológica y específicamente de los organismos que se bioprospecten, requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad y debe incentivarse el vínculo entre todos los componentes del proceso cognitivo-productivo.

Para iniciar el programa de bioprospección en el país, se sugiere la realización de estudios piloto en temas en los que se cuenta con cierta fortaleza y experiencia, como son: control biológico, biorremediación y organismos marinos; en el ambiente extremo de páramo en el cual la diversidad biológica puede ofrecer productos novedosos y en tecnología de enzimas por tener un alto potencial industrial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alatorre, G. 1995. Bioprospección, ¿una herramienta para el manejo sostenible de los recursos naturales. México. E. mail: geajalap@speedy.coacade.uv.mx.3p.
- Bezold, C. 1981. The future of pharmaceuticals: the changing environment for new drugs. En Chapela, I. 1996. La bioprospección en la era de la información: un análisis crítico de las iniciativas de conservación asociadas con el descubrimiento de nuevos fármacos. Organización Panamericana de la Salud. Publicación científica 560. Washington D.C. 248p.
- Bunge, M. 1998. Ciencia técnica y desarrollo. Editorial Hermes. Buenos Aires.
- Caporale, L., Dermody, M. 1996. El descubrimiento de medicamentos y la diversidad biológica: colaboraciones y riesgos en el descubrimiento de nuevos productos. En Feinsilver, J. 1996. Biodiversidad, biotecnología y desarrollo sostenible en salud y agricultura: conexiones emergentes. Organización Panamericana de la Salud. Publicación científica 560. Washington D.C. 248p.
- Carrizosa, S. 2000. La prospección y el acceso a los recursos genéticos. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. 159 p.
- Chapela, I. 1996. La bioprospección en la era de la información: un análisis crítico de las iniciativas de conservación asociadas con el descubrimiento de nuevos fármacos. En Feinsilver, J. 1996. Biodiversidad, biotecnología y desarrollo sostenible en salud y agricultura: conexiones emergentes. Organización Panamericana de la Salud. Publicación científica 560. Washington D.C. 248p.
- COLCIENCIAS. 2002. Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad 2000-2010. 144p.
- Departamento Nacional de Planeación. República de Colombia. 2002. Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002.
- Fandiño, M., Ferreira, P. (Eds). 1998. Colombia biodiversidad siglo XXI: propuesta técnica para la formulación de un plan de acción nacional en biodiversidad. Instituto Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación. 254p.
- Feinsilver, J. 1996. Biodiversidad, biotecnología y desarrollo sostenible en salud y agricultura: conexiones emergentes. Organización Panamericana de la Salud. Publicación científica 560. Washington D.C. 248p.

- Instituto Alexander von Humboldt, 1998. Colombia biodiversidad siglo XXI: propuesta técnica para la formulación de un plan de acción nacional en biodiversidad. Instituto Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación. Bogotá. 254p
- Kerry, K., Laird, S. 1999. The commercial use of biodiversity, access to genetic resources and Benefit-sharing. European communities UK. 398p.
- Lindstrom, R. 2000. El cartel de la biodiversidad transformación de conocimientos tradicionales en secretos comerciales. CARE, proyecto subit. Quito, Ecuador. 138p.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Logros y avances de la gestión ambiental en Colombia "Proyecto colectivo ambiental". Informe de gestión 1998-2002. 347p.
- Organización Panamericana de la Salud. 1996. Biodiversidad, Biotecnología y Desarrollo Sostenible en Salud y Agricultura. 248 pág
- Pearce, D., Moran, D. 1994. The economic value of biodiversity. UICN, Earthscan publication. Londres. En Espinosa, P., Arquero, M. 2000. El valor de la biodiversidad en Chile, aspectos económicos, ambientales y legales. Terram Publicaciones. 82 p.
- Proexport Colombia. 1997. Aproximación inicial al mercado de los productos orgánicos. Dirección de información comercial.
- RAFI. 1993. Biotechnology company will sell bio-engineered human proteins to infant formula manufacturers. RAFI communiqué. June 1993.
- Sittenfeld, A., Gámez, R. 1993. Biodiversity prospecting by INBio. En Reid, W. V., Laird, S. A., Meyer, C. A., Gámez, R., Sittenfeld, A., Janzen, D. H. (Eds). Biodiversity prospecting: using genetic resources for sustainable development. Washington. World Resources Institute. P 69-98.

## LISTA DE ACRÓNIMOS

**ALCA:** Acuerdo de Libre Comercio de las Américas  
**BID:** Banco Interamericano de Desarrollo  
**CAF:** Corporación Andina de Fomento  
**CAR:** Corporación Autónoma Regional  
**CDB:** Convenio de Diversidad Biológica  
**CDT:** Centro de Desarrollo Tecnológico  
**CENICAFÉ:** Centro Nacional de Investigación en Café  
**CITES:** Convenio Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas  
**CONPES:** Consejo Nacional de Planeación Económica y Social  
**DNP:** Departamento Nacional de Planeación  
**FNR:** Fondo Nacional de Regalías  
**IAvH:** Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
**IDEAM:** Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales  
**IFI:** Instituto de Fomento Industrial  
**IIAP:** Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Colombiano  
**INBio:** Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica  
**INDERENA:** Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables  
**INVEMAR:** Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés”  
**ONG:** Organización No Gubernamental  
**PNM:** Productos Naturales Maderables  
**PNNM:** Productos Naturales No Maderables  
**PYMES:** Pequeñas y Medianas Empresas  
**SENA:** Servicio Nacional de Aprendizaje  
**SIAC:** Sistema de Información Ambiental para Colombia  
**SINA:** Sistema Nacional Ambiental  
**SINCHI:** Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas  
**UNCTAD:** Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo  
**UMATA:** Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria. Actualmente: Centro Provincial de Gestión y Promoción Agroempresarial  
**UN:** Universidad Nacional de Colombia  
**UPOV:** Unión para los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales

## **OTRAS PUBLICACIONES DEL INVEMAR**

### **Publicaciones Especiales**

Las ostras perlíferas (Bivalvia:Pteriidae) en el Caribe colombiano. Historia de su explotación, ecología y perspectivas para su aprovechamiento, 1996. Serie de Publicaciones Especiales No. 1.

Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I Complejos arrecifales oceánicos, 1996. Serie de Publicaciones Especiales No. 2.

Evolución histórica de las islas barrera del sector de Buenaventura y El Naya. Investigación ganadora del Premio Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, 1996. Serie de Publicaciones Especiales No. 3.

Aplicación de imágenes de satélite al diagnóstico ambiental de un complejo lagunar estuarino tropical: Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano, 1998. Serie de Publicaciones Especiales No. 4.

Áreas coralinas de Colombia, 2000. Serie de Publicaciones Especiales No. 5.

Documento base para la elaboración de la Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras colombianas. Documento de consultoría, 1997. Serie de Publicaciones Especiales No. 6.

Gorgona marina. Contribución al conocimiento de una isla única, 2001. Serie de Publicaciones Especiales No. 7.

### **Documentos Generales**

Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera – PNIBM. Plan de acción 2001 – 2010, 2000. Serie de Documentos Generales No. 1.

Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. (Volúmenes I y II), 1996. Serie de Documentos Generales No. 2.

Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. 2001. Serie de Documentos Generales No. 3.

Cartilla: Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural, 2001. Serie de Documentos Generales No. 4.

Libro rojo de peces marinos de Colombia, 2002. Serie de Documentos Generales No. 5.

Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia, 2002. Serie de Documentos Generales No. 6.

Las aguas de mi Ciénaga Grande, 2002. Serie de Documentos Generales No. 7.

Manual de Identificación CITES de Invertebrados Marinos de Colombia. Serie de Documentos Generales No. 8.

Guía práctica para el cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano. Serie de Documentos Generales No. 9.

### **Publicaciones Periódicas**

Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras (Volúmenes 3, 8, 9, 11, 12, 17 a 30).

Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia (Ejemplares de los años 1999 -2001).

Informe de actividades (Ejemplares disponibles desde el año 1997 al 2001).

### **Publicaciones Digitales**

Atlas demográfico de los peces demersales del golfo de Salamanca, Caribe colombiano (CD-Rom)

Información y ventas: [bibliote@invemar.org.co](mailto:bibliote@invemar.org.co)