

Prospectiva UN

Agendas de Conocimiento



01

AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

un #  en investigación

PLAN GLOBAL DE DESARROLLO 2010-2012
Prospectiva UN - Agendas de conocimiento

Agenda:
AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

PLAN GLOBAL DE DESARROLLO 2010-2012
Prospectiva UN - Agendas de conocimiento

Agenda: AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

Autores:

Profesores - Grupo de expertos participantes
Miguel Gonzalo Andrade Correa
Carmenza Duque Beltrán
Santiago Roberto Duque Escobar
Ángela Inés Guzmán Alvis
Nohra León Rodríguez
John Douglas Lynch
José Ernesto Mancera
Germán Poveda Jaramillo
Jesús Orlando Rangel Churio

Coordinación metodológica:

Profesores
Jenny Marcela Sánchez Torres
Carlos Alberto Rodríguez Romero



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Bogotá, 2013

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Andrade Correa, Miguel Gonzalo, 1963-
Agenda : ambiente y biodiversidad / Grupo experto de participantes Miguel
Gonzalo Andrade Correa ... [y otros ocho] -- Bogotá : Universidad Nacional de
Colombia. Vicerrectoría de Investigación, 2013.
118 páginas : ilustraciones -- (Agendas de conocimiento)

Incluye referencias bibliográficas

SBN : 978-958-761-299-8 (papel) - 978-958-761-635-4 (ebook) - 978-958-761-636-1 (impresión por demanda)

1. Educación superior - Planificación - Colombia - 2010-2012 2. Investigación y desarrollo - Enseñanza superior - Colombia - 2010-2012 3. Estrategias para el desarrollo - Investigaciones 4. Gestión del conocimiento 5. Diversidad biológica 6. Investigación ambiental 7. Planes de desarrollo - Enseñanza superior - Colombia - 2010-2012 I. Duque Beltrán, Carmenza, 1949- II. Duque Escobar, Santiago Roberto, 1959- III. Guzmán Alvis, Ángela Inés IV. León Rodríguez, Nohra, 1953- V. Lynch, John Douglas, 1942- VI. Mancera, José Ernesto VII. Poveda Jaramillo, Germán, 1958- VIII. Rangel Churio, Jesús Orlando, 1950- IX. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación X. Título XI. Otro título : Ambiente y biodiversidad XII. Otro título : Plan Global de Desarrollo 2010-2012. Prospectiva UN - Agendas de conocimiento XIII. Serie

CDD-21 378.107 / 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

RECTORÍA

Ignacio Mantilla Prada (2012 - actualidad)
Moisés Wasserman Lerner (2006-2012)

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Alexánder Gómez Mejía (2012 - actualidad)
Rafael Alberto Molina Gallego (2008-2012)

Dirección General Proyecto Agendas de Conocimiento

Profesor Rafael Molina Gallego

Coordinación metodológica del proyecto

Profesores facilitadores:

Jenny Marcela Sánchez Torres, asesora VRI
Carlos Alberto Rodríguez Romero, Grupo Griego

Grupo de apoyo metodológico de la agenda

Profesores facilitadores:

Jenny Marcela Sánchez Torres
Carlos Alberto Rodríguez Romero

Profesional de apoyo

Adriana del Pilar Sánchez Vargas

Vigías

Tania Mendoza Rodríguez
Julián Andrés Pérez Beltrán
José Alejandro Cortés

Corrección de estilo

Martha Elena Reyes

Diseño y diagramación

Andrés Camilo Gantiva - Diseñador Gráfico
Unidad de Publicaciones Facultad de Ingeniería

Primera edición, 2013

© Universidad Nacional de Colombia
Vicerrectoría de Investigación

©Autores:

Profesores - Grupo de expertos participantes
Miguel Gonzalo Andrade Correa
Carmenza Duque Beltrán
Santiago Roberto Duque Escobar
Ángela Inés Guzmán Alvis
Nohra León Rodríguez
John Douglas Lynch
José Ernesto Mancera
Germán Poveda Jaramillo
Jesús Orlando Rangel Churio

ISBN: 978-958-761-299-8 (papel)

ISBN: 978-958-761-635-4 (ebook)

ISBN: 978-958-761-636-1 (impresión por demanda)

Impreso y hecho en Bogotá, Colombia

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Vicerrectoría de Investigación

Avenida El Dorado # 44A - 40
Hemeroteca Nacional – Oficina 403
Teléfono: 57-1-316 5000 Ext. 20077
Correo electrónico: vicinvest_nal@unal.edu.co
www.unal.edu.co

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	11
PRESENTACIÓN	13
INTRODUCCIÓN	19
1. DIAGNÓSTICO GENERAL E INSTITUCIONAL	21
1.1 Panorama internacional en la investigación en ambiente y biodiversidad	21
1.2 Panorama nacional de investigación en ambiente y biodiversidad	24
1.3 Apuestas gubernamentales en la última década	35
1.4 Esfuerzos institucionales en la definición de agendas de investigación	39
1.5 Capacidades de investigación del entorno nacional e institucional	41
1.6 Formas de interacción de las agendas antecedentes del ajuste institucional y del trabajo de los escenaristas	56
2. VISIÓN DE FUTURO: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS	57
2.1 Objetivo de la agenda	57
2.2 Objetivos específicos	57
2.3 Alcance	58
2.4 Potenciadores e inhibidores	58
2.5 Propuesta inicial de temáticas existentes y emergentes	59
2.6 Determinación de énfasis institucionales	65
2.7 Elementos vinculantes	66
3. ANÁLISIS PROSPECTIVO PARA CONSOLIDAR UNA VISIÓN DE FUTURO DE LA AGENDA AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD	69
3.1 Resumen ejecutivo de los resultados de la encuesta prospectiva	69
3.2 Resumen de las realimentaciones en las jornadas de discusión con la comunidad académica	79
3.3 Proyectos propuestos por la comunidad académica	80
BIBLIOGRAFÍA	83

ANEXOS	91
Anexo 1. Metodología para la construcción de la Agenda Ambiente y Biodiversidad	91
Anexo 2. Macrotendencias de investigación en ambiente y biodiversidad	100
Anexo 3. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia	111
Anexo 4. Expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad	113
Anexo 5. Integrantes de los diferentes equipos de trabajo que apoyan el Proyecto Agendas de Conocimiento	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Componentes de las agendas de conocimiento PGD 2010-2012	16
Figura 2.	Esquema general del sistema integrado de las agendas de conocimiento	17
Figura 3.	Panorama internacional de investigación en ambiente y biodiversidad	24
Figura 4.	Riqueza de especies de la biota en Colombia por grupo de organismos biológicos	26
Figura 5.	Número de especies amenazadas en Colombia	27
Figura 6.	Número de especies endémicas en Colombia por grupo biológico	27
Figura 7.	Distribución en las sedes de la Universidad Nacional de Colombia de los grupos de investigación de la Agenda AyB	45
Figura 8.	Categoría de docentes de la Universidad Nacional de Colombia	46
Figura 9.	Nivel de formación de los investigadores vinculados a los grupos de investigación de la UN	46
Figura 10.	Número de personas vinculadas a los grupos de investigación de la Universidad Nacional de Colombia	47
Figura 11.	Productos de investigación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad por categoría de grupos de investigación	48
Figura 12.	Proyectos de investigación y de extensión de la UN relacionados con la Agenda AyB	49
Figura 13.	Áreas, temas y subtemas propuestos para la Agenda AyB	60
Figura 14.	Capacidades de investigación acumuladas por área de la Agenda Ambiente y Biodiversidad	66
Figura 15.	Resumen gráfico de la primera aplicación de la encuesta prospectiva a directores de grupos de investigación de la UN	72
Figura 16.	Resumen gráfico de la segunda aplicación de la encuesta prospectiva a investigadores de la UN	73
Figura 17.	Valoración del grado de acuerdo con los objetivos propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad	74
Figura 18.	Valoración del grado de acuerdo con los alcances propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad	75
Figura 19.	Promedio de la importancia de investigación para el desarrollo de los temas	77
Figura 20.	Capacidades de investigación percibidas por los encuestados de la UN para desarrollar investigación en los temas de la Agenda AyB	77

Figura 21.	Índice de la importancia de investigación para los temas de la Agenda AyB	79
Figura 22.	Panorama internacional de la investigación en agua y recurso hídrico	100
Figura 23.	Panorama internacional de la investigación en biodiversidad	103
Figura 24.	Panorama internacional de la investigación en cambio climático	104
Figura 25.	Panorama internacional de la investigación en desarrollo sostenible	106
Figura 26.	Panorama internacional de la investigación en seguridad ambiental	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Pérdida de la biodiversidad en Colombia	34
Tabla 2.	Planes de desarrollo de la última década y Visión Colombia 2019	36
Tabla 3.	Temas prioritarios en las regiones a partir de discusiones de Colciencias en el marco de la asignación de regalías	38
Tabla 4.	PUI, CAI, PRE y Redes relacionados con la agenda	40
Tabla 5.	Distribución de los grupos de investigación en el país en temas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad por áreas de conocimiento	43
Tabla 6.	Distribución de los programas de formación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	44
Tabla 7.	Programas de formación ofrecidos por la UN relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	50
Tabla 8.	Centros e institutos relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	52
Tabla 9.	Centros de excelencia relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	54
Tabla 10.	Instituciones que han desarrollado proyectos de investigación o extensión con la UN en la temática de ambiente y biodiversidad	55
Tabla 11.	Potenciadores e inhibidores, Agenda Ambiente y Biodiversidad	59
Tabla 12.	Elementos vinculantes de la Agenda Ambiente y Biodiversidad con las demás agendas	67
Tabla 13.	Ficha técnica de la encuesta prospectiva, primera recolección	70
Tabla 14.	Ficha técnica de la encuesta prospectiva, segunda recolección	71
Tabla 15.	Tiempo de materialización en años	78
Tabla 16.	Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia	111
Tabla 17.	Integrantes del equipo de apoyo logístico y coordinación	116

PRESENTACIÓN¹

El presente libro hace parte de una serie de documentos producto del proceso llevado a cabo dentro del Plan Global de Desarrollo, PGD, 2010-2012 de la Universidad Nacional de Colombia, UN, bajo la rectoría del profesor Moisés Wasserman y en el marco del Proyecto Agendas de Conocimiento, coordinado por la Vicerrectoría de Investigación, VRI. En esta ocasión se presenta el resultado del proceso en la Agenda Ambiente y Biodiversidad, en adelante AyB. Con el fin de contextualizar al lector, a continuación se describen brevemente algunos de los principales aspectos que fueron fundamentales para el desarrollo del proyecto en su conjunto.

Una lectura global de los distintos sistemas de investigación, bien sea de bloques de países (ej., Comunidad Europea), de países desarrollados o de universidades o institutos de investigación de reputación internacional, refleja cómo el proceso para construir las denominadas sociedades del conocimiento ha requerido instrumentos diversos que permiten contar con formas distintas de mapas conceptuales claros, que identifican sus propias capacidades en investigación, sus temáticas de interés, y facilita el monitoreo permanente de los nuevos desarrollos y tendencias, lo cual, en su conjunto, permite revisar, replantear o generar políticas en materia de investigación, haciendo cada vez más eficientes los sistemas de ciencia, tecnología e innovación, CTI. A diferencia de lo que ocurre en las latitudes mencionadas, Colombia y sus instituciones académicas en general cuentan aún con muy precarios sistemas de información y estrategias de investigación (nacional, regional o institucionales) que puedan servir como instrumento de definición de política en CTI, de toma de decisiones objetiva basada en información validada y en tiempo real o como escenario de pensamiento y gestión permanente del conocimiento que permita estructurar prospectivas a corto, mediano y largo plazo articuladas con el futuro del país en la dinámica del mundo globalizado.

Lo anterior no desconoce algunos ejercicios e intentos del ámbito nacional que se han realizado, particularmente en las últimas tres décadas. Entre ellos se cuenta el Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, SNCTI, en cabeza de Colciencias y su plataforma ScienTi, que ha generado diversas experiencias y particularmente ha puesto de manifiesto, aunque en forma empírica, la evolución de los grupos de investigación

1 La presente reflexión es parcialmente tomada del libro *Agendas de Conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación.* (2012), y replicada, como eje articulador, en la presentación de todas y cada una de las agendas específicas.

en cada uno de los Programas Nacionales de CTI definidos por dicha entidad. De otro lado, y por iniciativas privadas o públicas, algunos ejercicios de prospectiva se han desarrollado para unas temáticas específicas y limitadas a algunos ministerios, institutos o centros de investigación, especialmente en el periodo 2003-2008. La UN ha intentado en otras épocas generar sistemas que identifiquen las áreas de conocimiento que desarrolla, proponiendo Programas Universitarios de Investigación, PUI (1990-1993), o posteriormente los denominados Campos de Acción Institucional, CAI, soportados en Programas Estratégicos, PRE (1999-2003) o consecutivamente, para el PGD de la Universidad (2007-2009) se definieron los Programas Estratégicos de Investigación mediante el fortalecimiento de redes académicas. Infortunadamente, ninguna de estas iniciativas en la UN trascendió la administración que las generó; si bien en estas acciones se identificaban áreas estratégicas, no se contaba con el soporte de una base de información estructurada, sistemática y continua que diera sustento a las mismas. Detalles de estas apuestas se encuentran reseñados en distintos documentos tales como: UN (1998, 1999a), Rodríguez (1999), Brijalbo y Campos (2001), Duque, Brijaldo y Molina (2001), Universidad Nacional de Colombia (2007). Por lo anterior, tanto el país como la UN requieren un sistema integrado de áreas del conocimiento que permita, de manera sistemática, reflexionar sobre el estado actual de la dinámica de la investigación y la innovación, las capacidades consolidadas y aquellas por crear o consolidar que permitan pensar y proyectar el futuro a largo plazo de la CTI en sus relaciones con la sociedad y el desarrollo del país.

Conscientes del reto y de la urgencia por generar un sólido sistema institucional de proyección nacional con visión internacional, la Universidad Nacional de Colombia, a través de la VRI asume, en el año 2009, el desafío planteado y logra incluir en el Plan de Desarrollo Institucional 2010-2012 el Proyecto Agendas de Conocimiento, como una primera fase para crear un modelo institucional del sistema de investigación y su articulación con la extensión y con la formación. Esta iniciativa, si no pionera en la finalidad de la misma, sí en el desarrollo metodológico que implicó la planeación estructurada inicial, la construcción de insumos propios y el desarrollo del proyecto de agendas que se proyectó más allá de una administración. Esto es, se diseñó un proceso de construcción colectiva con visión compartida de futuro cuyo protagonista principal fuera la comunidad académica, de tal forma que permitiera convertir el proyecto en una tarea institucional que trasciende administraciones o directivas que son generalmente temporales o de periodos fijos muy cortos.

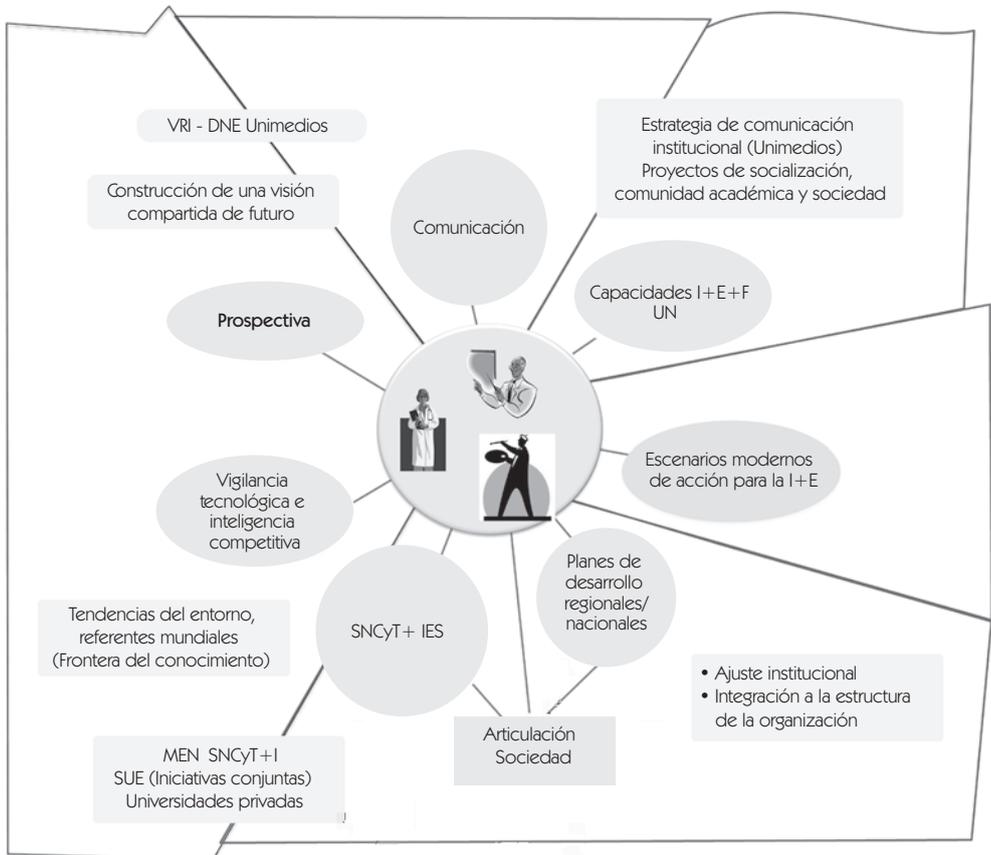
En tal sentido, lo colectivo contempla, entre otros aspectos, los siguientes: i) reconocer la esencia del mundo académico cuya fuente principal de riqueza es la diversidad, heterogeneidad, pluralismo en pensamiento, visiones, metas y formas de concebir la generación de conocimiento, su aplicación y su articulación con la formación y la extensión; ii) promover procesos de apropiación directa de la comunidad académica como pilar principal para generar un sistema con mayor probabilidad de sostenibilidad y fortalecimiento permanente hacia el futuro; iii) provocar los debates académicos

necesarios para crear aproximaciones compartidas del futuro; iv) propiciar reflexiones sobre la relación en doble sentido universidad-sociedad en toda su magnitud, pero con el mayor número de elementos e información posible que permita pensar desde y hacia la sociedad el potencial de interacción y beneficio mutuo, y v) asegurar etapas de construcción abiertas, donde se pudiera prever una amplia participación de toda la comunidad académica así como de la sociedad externa a la institución.

Todo lo anterior, es claro, permitió pronosticar desde un comienzo que el principio de lo colectivo representaría la mayor complejidad del proceso, pero también reflejaría la seguridad y confianza de contar con el mejor insumo de la Universidad, que es el talento humano y su capacidad de pensar, disentir y admitir nuevos argumentos y visiones. El proceso cuenta con registros de participación directa y permanente, durante los últimos dos años, de más de 130 profesores (expertos, facilitadores, escenaristas, articuladores sociedad, etc.) y de participación indirecta de cerca de 1000 profesores (a través de asistencia a encuentros, a jornadas de divulgación y discusión, consultas, cruce de correspondencia, etc.), además de cerca de 40 estudiantes tanto de pregrado como de posgrado que participaron como vigías soporte de los expertos y de los facilitadores. Otro ángulo de la complejidad puede dimensionarse contando las ocho sedes, las 21 facultades, los 30 institutos, los 17 centros, un observatorio, así como los 94 programas disciplinares, las 141 maestrías, los 51 doctorados y los hoy más de 900 grupos de investigación. Por tanto, la apuesta fue entender la complejidad y su naturaleza para construir un sistema desde la base misma de la academia que garantice su calidad, sostenibilidad y evolución en el tiempo, superando así el formalismo de un simple acuerdo normativo que podrá llegar a producirse, pero como consecuencia de un proceso cimentado, madurado y asumido por la comunidad académica.

Los insumos utilizados, particularmente el modelo de medida de capacidades institucional, el proceso de conceptualización, diseño, definición temática, herramientas y desarrollo metodológico del proyecto, han sido divulgados y documentados en diferentes fases del proceso². Las figuras 1 y 2 ilustran el esquema general de insumos necesarios para la construcción de las agendas y el sistema básico de las grandes áreas definidas, respectivamente. Se resalta la permanente articulación entre las agendas como principio de un futuro sistema que responda a la complejidad de la Universidad y de manera más eficiente. Aunque es obvio, no sobra recalcar que el sistema, de manera integral, está soportado en la generación de conocimiento originado de la investigación fundamental en todas las áreas, como una apuesta desde lo misional de la Universidad, lo que garantiza la coexistencia de lo pertinente e impertinente (Wasserman, 2010).

Figura 1. Componentes de las agendas de conocimiento PGD 2010-2012



Fuente: Adaptado de VRI (2011).

En dicho contexto, lo avanzado en el Proyecto de Agendas de Conocimiento dentro del actual PDG 2010-2012 permite dejar la base estructural para la siguiente fase de construcción de un Sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, creación artística e innovación, que se detalla en el libro *Agendas de Conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación* (VRI et al., 2012). Este sistema proporcionaría a la Universidad un instrumento de vigilancia científico-tecnológica de innovación y de prospectiva como soporte para la reflexión de toda su actual y futura política académica, para la toma de decisiones y para apoyar en forma estructural los ejercicios de planeación estratégica en función del tiempo, con pensamiento de largo plazo, orientados no solamente al propio desarrollo de la institución, sino cuyas apuestas van incondicionalmente comprometidas en toda su dimensión con el futuro del país, desde una visión global e integral del conocimiento en el ámbito mundial.

Figura 2. Esquema general del sistema integrado de las agendas de conocimiento



Fuente: Adaptado de VRI (2011).

Así, se espera que el modelo de sistema propuesto no solo sea de utilidad para la UN sino que, como se hizo durante el proceso de construcción de las agendas de conocimiento, se continúe compartiendo con el país como parte de las propuestas que la institución deja a consideración de la sociedad y, particularmente, del SNCTI para su posible fortalecimiento. Cada una de las agendas, que se presenta en documentos separados, podrá ser un importante insumo para generar una agenda nacional que involucre todos los actores del SNCTI y de la sociedad en general.

Finalmente es de resaltar, con gran orgullo institucional, la encomiable labor llevada a cabo en forma articulada entre los autores (profesores expertos de la Agenda AyB) y el equipo metodológico (facilitadores y vigías), quienes acompañaron y generaron insumos para todo el proceso, así como con los equipos de trabajo articuladores con la sociedad, y con los escenaristas, quienes también generaron insumos generales y específicos. Igualmente es de destacar la activa participación de los profesores interesados en esta agenda, quienes con sus críticas constructivas, sus propuestas e inquietudes permitieron enriquecer el contenido de la misma.

Es de resaltar también el arduo y excelente trabajo llevado a cabo por el grupo de editores y el grupo logístico del proyecto. Todo el esfuerzo conjunto, permanente trabajo, persistencia y compromiso institucional hacen que sean ellos parte esencial del resultado que se entrega hoy. Seguramente serán también el motor que permita, en el futuro inmediato, la evolución y consolidación de cada una de las agendas y del sistema de pensamiento en general.

Rafael Alberto Molina Gallego
Bogotá, 29 de marzo de 2012

INTRODUCCIÓN

Bajo los principios generales del Proyecto Agendas de Conocimiento, brevemente descrito en la presentación, se desarrolla en este documento el marco general de la Agenda AyB, donde se describe la ruta que la UN se propone para desarrollar la investigación y su articulación con la extensión y la formación en los ámbitos propios de dicha agenda, bajo una visión universal articulada a la pertinencia local y nacional, y conectada con todo el SNCTI y la sociedad en general.

En la Agenda AyB, el ambiente se asume como las relaciones complejas entre ecosistema-cultura. Desde esta perspectiva, lo ambiental corresponde no solo al ámbito exclusivamente físico-biótico, sino que además involucra un componente sociocultural, abordaje que requiere una visión interdisciplinaria. En este sentido, y en la misma dirección que plantea la Política Ambiental de la Universidad Nacional (2011), el análisis de dichas relaciones (naturaleza o ecosistema-cultura) buscan mejorar la calidad de vida de la población y la sostenibilidad del territorio. De otra parte, la biodiversidad se considera fundamental para la vida, garante de bienestar y equilibrio, en todo el planeta. Se utiliza para nuestra alimentación, obtención de medicinas, construcción, limpieza y restauración del ambiente, control de la erosión, regulación del agua, además de soportar todas las expresiones culturales y estéticas de las poblaciones humanas. Con base en lo anterior, es importante resaltar que la diversidad biológica puede ser aprovechada de manera sostenible, lo que contribuye al desarrollo y garantiza la calidad de vida de las poblaciones humanas.

En la Convención de Río, realizada en 1992 con la participación de 168 países firmantes, se hizo conciencia de la importancia de la diversidad biológica para el sostenimiento y la evolución de la vida, se declara su conservación como un interés común de las naciones, y se genera la responsabilidad a cada Estado por su conservación, utilización sostenible, desarrollo de capacidades técnico-científicas, institucionales y relaciones de cooperación nacional e internacional que la conservación y el uso sostenible impliquen, con el objeto de conservar los beneficios que la diversidad biológica trae a la humanidad y que estos sean alcanzados de manera igualitaria (UN, 1992).

El Protocolo de Cartagena firmado en el año 2000 sobre Bioseguridad, soportado en la Convención de Río, buscó la transferencia, manipulación y utilización segura de organismos vivos modificados, de tal modo que se conserve la biodiversidad natural y la salud humana (CBD, 2000); en este protocolo se atribuyen responsabilidades y

derechos tanto a los países desarrolladores de organismos modificados como a los receptores de estos organismos.

El Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización sobre la diversidad biológica, adoptado por la Organización de las Naciones Unidas, ONU, en la 10ª Reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio, que tuvo lugar en octubre de 2010 en Nagoya, Japón, está basado en la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos, con lo cual responsabiliza a los países sobre el aprovechamiento sostenible de su diversidad genética, y asegura la compensación económica cuando es utilizada por otras naciones (CBD, 2011). Esto pone en ventaja a países como Colombia, con una gran biodiversidad, para que, soportados en tales recursos, hagan un aprovechamiento sostenible y aseguren su conservación con los beneficios que ello sugiere.

En ese sentido, la Universidad Nacional de Colombia desea construir de manera participativa una agenda de conocimiento sobre ambiente y biodiversidad, la cual determinará los derroteros a corto, mediano y largo plazo que resultan de interés para la comunidad académica, con claros beneficios para el país.

Con este documento se busca determinar el papel que tendrá la UN en el desarrollo de la temática de ambiente y biodiversidad en el país, teniendo en cuenta las capacidades de investigación, formación y extensión de la institución, la construcción, aprobación y puesta en marcha de la Política Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia, así como los planes de desarrollo nacionales, regionales y los aportes del grupo de expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

Si bien el documento tiene como primer público objetivo la comunidad académica de la UN, también es evidente la gran influencia que la institución ejerce en el contexto nacional y, por ende, en la sociedad en general. Y es por esta razón que se toman en cuenta y se referencian en el documento aquellas entidades externas que desarrollan procesos de investigación en los temas de la agenda de conocimiento sobre ambiente y biodiversidad.

El presente documento se divide en tres capítulos. En el primero, se presenta el contexto general e institucional, en donde se hace referencia al panorama internacional y nacional en la investigación en los temas relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad, los planes y programas institucionales y temáticos, así como las capacidades de la UN asociadas a esta agenda. El segundo capítulo vincula la visión de futuro como producto de sucesivas discusiones realizadas por el grupo de expertos. El tercer capítulo esboza un análisis de los resultados de la encuesta de prospectiva en aras de consolidar una visión de futuro. Adicionalmente, se presenta un apartado con los anexos que soportan el proceso de construcción de la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

1. DIAGNÓSTICO GENERAL E INSTITUCIONAL

Con el ánimo de obtener insumos para construir la Agenda Ambiente y Biodiversidad se hace necesario dar respuesta a inquietudes como las siguientes: ¿Qué se entiende por ambiente y biodiversidad?, ¿cómo está la investigación en el mundo en esta agenda?, ¿cuáles son las capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia?, ¿cómo está la investigación en Colombia en esta agenda?, y ¿cuáles son las necesidades expresadas por los gobiernos locales, regionales y nacional en esta agenda? Así se pretende generar un panorama de la situación actual en la temática de ambiente y biodiversidad, y esta sección intenta dar respuesta a los interrogantes planteados. El detalle metodológico de esta construcción se encuentra en el anexo 1.

1.1 Panorama internacional en la investigación en ambiente y biodiversidad

El Convenio sobre Diversidad Biológica que habla de conocer, conservar y utilizar sosteniblemente la biodiversidad, menciona cómo en el año 2002 los líderes del mundo acordaron lograr para 2010 una reducción significativa del ritmo de pérdida de la diversidad biológica. Tras examinar todas las pruebas disponibles, incluidos informes nacionales presentados por las partes, la tercera edición de la Perspectiva Mundial sobre la diversidad llegó a la conclusión de que no se ha alcanzado esa meta. Es más, se anuncia que las principales presiones causantes de la pérdida de diversidad biológica no solo son constantes sino que, además, en algunos casos se están intensificando.

“Si no se corrige rápidamente este fracaso colectivo, sus consecuencias serán graves para todos; las tendencias actuales que nos están acercando a una serie de puntos de inflexión, reducirían catastróficamente la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales. Los pobres, que tienden a ser los que más dependen de esos servicios, serían los primeros en verse afectados y con la mayor severidad. Están en juego los principales Objetivos de Desarrollo del Milenio: la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza y una población más sana” (ONU, 2010).

La conservación de la diversidad biológica supone una contribución decisiva a la moderación de la escala del cambio climático y a la reducción de sus impactos negativos, haciendo que los ecosistemas, y por tanto las sociedades humanas, tengan una mayor capacidad de recuperación. Por consiguiente, es esencial que los retos

relacionados con la diversidad biológica y el cambio climático sean abordados de manera coordinada y se les dé igual prioridad (CBD, 2010c).

La evaluación de los ecosistemas del milenio en su informe final indica que todas las personas del mundo dependen por completo de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios que estos proporcionan, como los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápido y extensamente que en ningún otro período de tiempo de la historia humana con el que se pueda comparar, en gran medida para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esta transformación del planeta ha aportado considerables beneficios netos para el bienestar humano y el desarrollo económico. Pero no todas las regiones ni todas las personas se han beneficiado de este proceso; de hecho, a muchos les ha perjudicado. Además, apenas ahora se están poniendo de manifiesto los verdaderos costos asociados con esos beneficios.

En primer lugar, los servicios de los ecosistemas, aproximadamente el 60% (15 de 24), se están degradando o se usan de manera no sostenible, con inclusión del agua dulce, la pesca de captura, la purificación del aire y del agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las plagas. Los costos totales de la pérdida y la degradación de estos servicios de los ecosistemas son difíciles de medir, pero los datos disponibles demuestran que son considerables y que van en aumento. Muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de los modelos de desarrollo por los que han optado las diferentes sociedades y de actuaciones llevadas a cabo para incrementar el suministro de otros servicios, como los alimentos.

En segundo lugar, se ha establecido, aunque los datos son incompletos, que los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales en los mismos (incluidos cambios acelerados, abruptos y potencialmente irreversibles), que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de “zonas muertas” en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales.

En tercer lugar, la degradación de los servicios de los ecosistemas está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, lo que, en ocasiones, es el principal factor causante de la pobreza y del conflicto social. Esto no significa que los cambios en los ecosistemas, como el aumento de la producción de alimentos, no hayan contribuido también a que muchas personas salgan de la pobreza o del hambre, pero esos cambios han perjudicado a muchos otros individuos y comunidades, cuya apremiante situación muchas veces se ha pasado por alto.

Con el ánimo de poner sobre la mesa la perspectiva internacional en el marco de la investigación en ambiente y biodiversidad, se ha recopilado una serie de tendencias³ que sirven como punto de partida para establecer las directrices que suplan las necesidades de esta investigación, creando así una nueva visión conjunta de futuro y una propuesta para el país.

En el marco de este documento se entiende que el ambiente es el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre, y en el futuro de generaciones venideras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos. Abarca las relaciones que existen entre ellos y el ambiente donde viven (MMAR, 2003). En este sentido, la preservación de la biodiversidad es esencial para todos, porque sostiene el funcionamiento de los ecosistemas, de los cuales se obtienen bienes y servicios ambientales como las medicinas, la polinización de cultivos, la limpieza del aire, del agua y algunos otros beneficios no determinados, que no se pueden remplazar (Pnuma, 2010). Los servicios que prestan los ecosistemas sanos son, a su vez, el fundamento del bienestar de las personas.

A partir de la revisión de la literatura se identifica un conjunto de macro tendencias, las cuales han sido obtenidas conforme se detalla en el anexo 1. Se sugieren cinco subtemáticas relacionadas con ambiente y biodiversidad que atraen la mayor atención investigativa en el entorno internacional, a saber: i) Agua y recurso hídrico; ii) Biodiversidad; iii) Cambio climático; iv) Desarrollo sostenible, y v) Seguridad ambiental, las cuales se presentan en la figura 3. Un mayor detalle de cada una de estas macro tendencias se puede observar en el anexo 2.

3 En el contexto del presente documento, una tendencia se entenderá como una extrapolación que lleva de una situación o estado A, a una situación o estado B; se puede afirmar que es una anticipación de comportamientos o situaciones que se presentarán en un futuro, marcadas o direccionadas por los comportamientos actuales (Correa, 2007). Sin embargo una visión de futuro para una agenda de investigación va más allá de una extrapolación del presente; debe ser realista, factible e introducir elementos de cambio frente a las estructuras actuales (Medina y Ortegón, 2006). La metodología de construcción de estas macro tendencias se presenta en el anexo 2.

Figura 3. Panorama internacional de investigación en ambiente y biodiversidad



Fuente: A partir de la información disponible en

AS (2009), AWWARF (2004), CBD (2003a, 2003b, 2010b, 2010d, 2010e), CDB (2006), FAO (2007), Harvey (2002), ICSU (2004), IFGF (2010), IPCC (2001), MADRI+D (2006), MORST (2007), OCDE (2008), ONU (1994, 2009, 2010), Santiago, López, y López (2008), TMP (2010), USDA (2010), WBCSD (2010).

1.2 Panorama nacional de investigación en ambiente y biodiversidad

La estructura del componente se basa en los tres ejes propuestos por los expertos: 1) conocimiento, 2) valoración económica, desarrollo y uso sostenible, y 3) conservación. Este es el marco de partida en la construcción del árbol de conocimiento de la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

1.2.1 Conocimiento

En este primer eje, uno de los aspectos que se consideró de importancia es concluir el inventario de la diversidad biológica y potenciar líneas de investigación que apunten hacia el uso sostenible, la conservación y la perpetuación de la biodiversidad.

Sin un conocimiento real y confiable de las riquezas biológicas resulta muy difícil defender los derechos patrimoniales y participar activamente en la defensa y concertación de acceso a los recursos genéticos. La firma de tratados internacionales como el ALCA y el TLC tienen repercusiones muy serias en el tema de la biodiversidad para un país como Colombia, que amerita una participación amplia de todos sus estamentos, además del gubernamental.

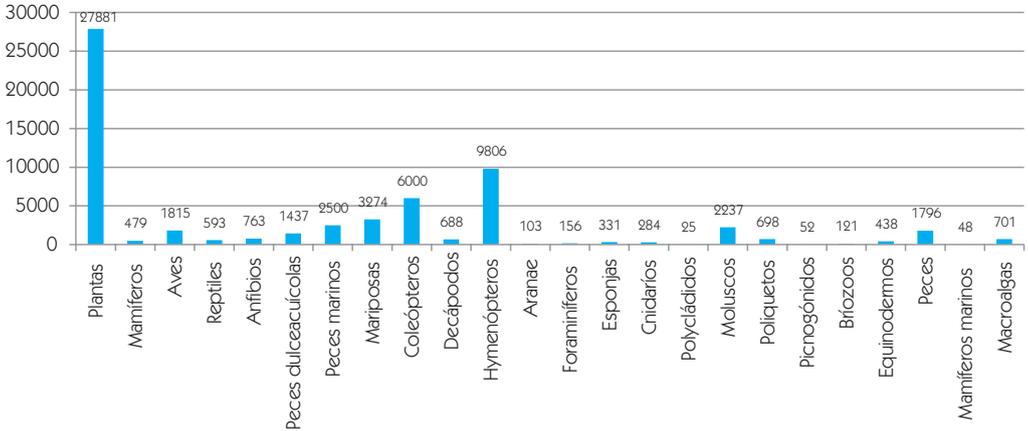
Es conveniente recordar que la fuente básica de materias primas para los desarrollos tecnológicos, que se relacionan con las diferentes manifestaciones bióticas, se ubica en la región tropical del mundo. Entre las regiones tropicales del mundo, una de las dos con mayor expresión de esta fuente básica (biodiversidad) es Colombia. En los últimos años, los gobiernos colombianos han entendido las potencialidades económicas directas de este patrimonio, y poco a poco han incorporado los beneficios de la biodiversidad como uno de los renglones básicos del Producto Interno Bruto, PIB (Rangel, 2007).

Siguiendo los niveles de organización en la biología, el estado actual del inventario de la biodiversidad para Colombia muestra las siguientes cifras: en el componente vegetal, los registros en las diferentes regiones naturales nos acercan a la cifra de 26.500 especies de plantas con flores; en otros grupos como Helechos se tienen registros de 1.515 especies (Murillo y León, 2008), Musgos (976 especies), Hepáticas (840 especies) y líquenes 1.562 especies, según Uribe y Gradstein (1998). No se incluyeron los registros sobre algas ni hongos. El inventario de comunidades vegetales señala la existencia de registros sobre 1.042 tipos de vegetación, tanto en las regiones extra-andinas (Orinoquia, Amazonas, Chocó, Caribe) como en la andina. En los grupos de la fauna que han sido incluidos en las evaluaciones sobre biodiversidad a nivel regional y global figuran los anfibios (sapos y ranas) con 700 especies (Ruiz *et al.*, 1999), reptiles (lagartos, serpientes y tortugas) con 522 especies (Castaño *et al.*, 2010), mamíferos 468 (Muñoz y Alberico, 2004) y aves 1.850 (bases de datos Programa Biodiversidad y Conservación).

Las cifras anteriores ubican a Colombia en el contexto mundial como uno de los dos países con mayor expresión de riqueza biológica. Los registros de 26.500 especies de plantas con flores significan el 12% de la riqueza vegetal en el contexto mundial; los registros sobre especies en grupos de la fauna, como 1.850 especies de aves y 700 de anfibios, ubican a Colombia en el primer lugar (Rangel, 2006).

Así mismo los datos de Andrade arrojan las siguientes cifras. Como se muestra en la figura 4, Colombia, según el Catálogo de las plantas de Colombia (versión preliminar), incluye para el año 2007 un total de 27.881 especies de plantas conocidas, calculando un estimado de entre 30.000 y 41.000 especies (Uribe y Gradstein, 1998) de las cuales 1.500 son endémicas, como se señala en la figura 4, ocupando el segundo lugar en riqueza de especies y el octavo en endemismo (1.500 especies, ver figura 6); el primer lugar en riqueza lo ocupa Brasil con 56.215 especies, de las cuales se desconocen las que son endémicas, y en tercer lugar se encuentra China con 32.200 especies.

Figura 4. Riqueza de especies de la biota en Colombia por grupo de organismos biológicos

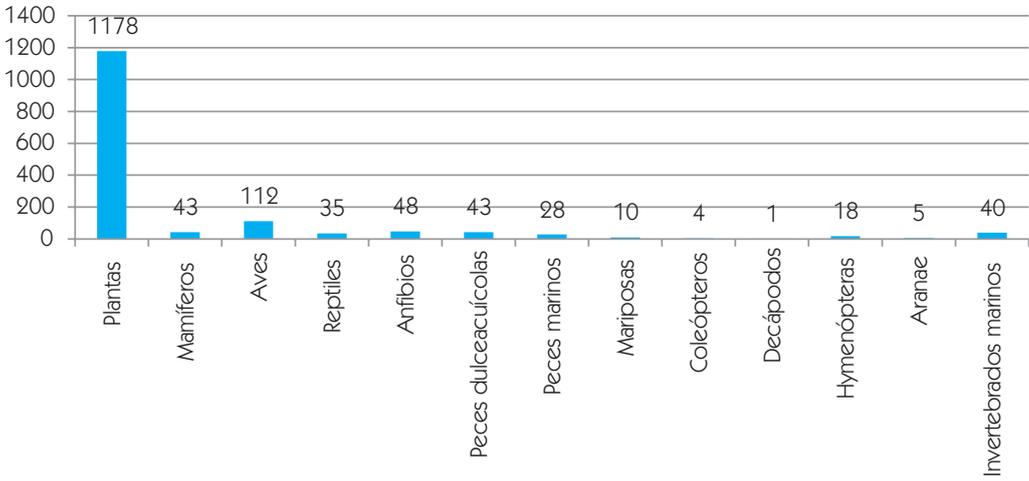


Fuente: Andrade (2011a).

Con base en el estado del conocimiento de los musgos a nivel global, se estima que en la actualidad se conocen 13.500 especies de las cuales entre 2.400 y 2.900 están en la región neotropical y, de esas, 965 están presentes en Colombia (figura 4)⁴. Los datos de Linares *et al.* (2002) indican que 43 especies están amenazadas, 6 en peligro crítico (CR), 4 en peligro (EN) y 33 se consideran vulnerables (VU).

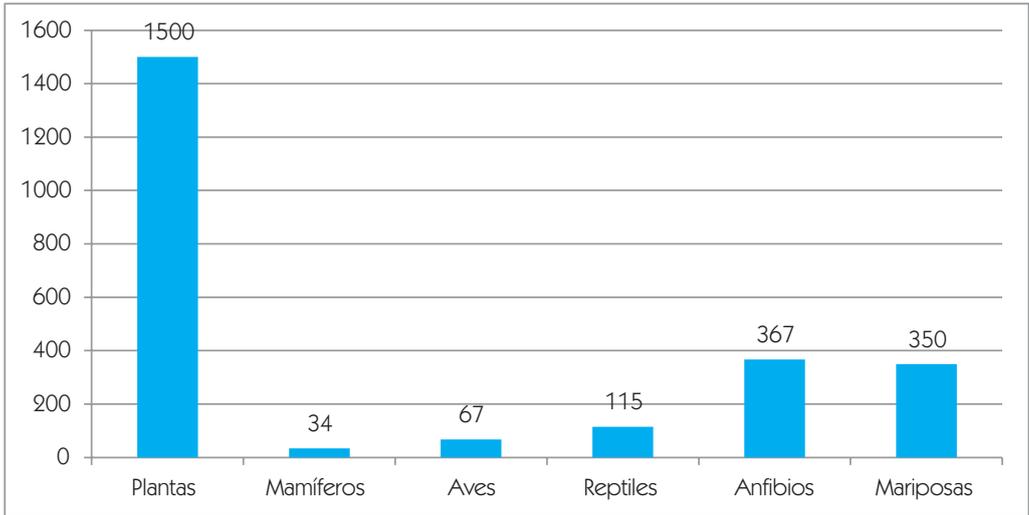
En referencia al estado de conocimiento de la fauna, Andrade plantea que Colombia posee 593 especies de reptiles, de las cuales 115 son endémicas (figura 6), lo que quiere decir que Colombia es el tercer país más rico en biodiversidad de reptiles.

Figura 5. Número de especies amenazadas en Colombia



Fuente: Andrade (2011a).

Figura 6. Número de especies endémicas en Colombia por grupo biológico



Fuente: Andrade (2011a).

Colombia es el país más rico en diversidad de especies de aves: posee 1.815 especies (figura 2), encontrando en un segundo lugar a Perú con 1.781; de las especies presentes en Colombia, 67 son endémicas (figura 4) del territorio, pero según Renjifo, Franco, Amaya, Kattan y López (2002), 112 están amenazadas (figura 5).

Colombia es el segundo país más rico en especies de anfibios: cuenta con 763 especies y 367 endémicas, como se ve en la figura 3, después de Brasil que es el más rico (779 especies, 375 endémicas). Según Rueda - Almonacid (2006), Colombia tiene 48 especies amenazadas, 26 en peligro, 14 en peligro crítico y 8 vulnerables.

Hasta el 2012, Colombia contaba con una superficie de 1'141.748 km² continentales y 930.000 km² marinos, es decir, 2'071.748 km², por lo que casi un 50% del territorio colombiano es mar; se encuentra ubicada en el noroccidente de Suramérica entre los 12° 26' 46'' latitud norte y los 4° 13' 30'' latitud sur y entre los 60° 50' 54'' y 79° 02' 33'' longitud oeste, dentro de la franja intertropical, limitando al norte con el mar Caribe, al oriente con Venezuela y Brasil, por el sur con Perú y Ecuador, y por el occidente con el océano Pacífico y Panamá.

La topografía de Colombia hace de este un país con especiales características; se tiene la denominada región de los Andes que atraviesa de sur a norte el territorio nacional, conformada por tres cadenas montañosas denominadas cordillera Occidental, Central y Oriental, separadas por los valles de los ríos Magdalena y Cauca. La cordillera Occidental tiene una altura media de 2.000 m, mientras que las cordilleras Central y Oriental poseen alturas medias superiores a los 3.000 m, alcanzando elevaciones de más de 5.000 m en sus picos más altos. Estas tres cordilleras se unen en un solo macizo ubicado al suroccidente de Colombia. Al norte de los Andes se encuentra la Sierra Nevada de Santa Marta que tiene una altitud máxima de 5.700 m; al nororiente de los Andes, hacia la frontera con Venezuela, está la cuenca del río Catatumbo; en el occidente del país, en la frontera con Panamá, se encuentra la Serranía del Darién y el cerro Pirre, los cuales continúan hacia el sur de la Serranía del Baudó. La mitad suoriental del país se divide en dos grandes regiones: la Orinoquía, en la cual predominan las planicies con formaciones de sabanas, y la Amazónica, en la cual predominan las planicies cubiertas por formaciones selváticas; en estas dos regiones existen algunos sistemas montañosos de poca elevación como son la Serranía de La Macarena y Chiribiquete, los cuales hacen parte del Escudo Guayanés. En el mar Caribe, Colombia cuenta con 1.600 km² de costa y en el océano Pacífico, con 1.300 km².

Colombia está catalogada dentro del grupo de los 14 países que albergan el mayor índice de biodiversidad en la Tierra, denominados países megadiversos, y comparte esta categoría con Argentina, Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela (Andrade, 2011a).

1.2.1.1 Ambientes, recursos marinos y costeros en Colombia

Sobre el conocimiento de los manglares en Colombia: De los estudios desarrollados en manglares en el país, durante la última década, se encontraron disponibles un total de 166, enfocados principalmente en aspectos relacionados con función ecosistémica, manejo de los recursos y caracterización (Invemar, 2010). La mayoría han sido estudios de la línea base que han permitido evaluar y monitorear impactos naturales o antrópicos en ecosistemas de manglar. El incremento en estudios obedece principalmente a requerimientos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. El mayor número de investigaciones se han desarrollado en el Caribe colombiano, especialmente en los departamentos de San Andrés y Providencia, Magdalena, La Guajira y Córdoba; en el Pacífico, a pesar de tener mayor cobertura en manglar, se ha desarrollado un 21% (Invemar, 2010).

Sobre el conocimiento de las praderas de fanerógamas: A partir de 2009, la Unidad de Parques Nacionales, UAESPNN, la Universidad del Magdalena y el Invemar han establecido en Islas del Rosario y San Bernardo, y en el Parque Nacional Tayrona (Caribe colombiano) estaciones para monitorear la salud de estos ecosistemas.

Estado del conocimiento de los arrecifes coralinos en Colombia: Los estudios desarrollados en arrecifes comprenden: caracterizaciones (34%), distribución (4,5%), función (25%), biología de organismos (32%) e impactos (9%). La mayoría de este conocimiento se genera en el Caribe colombiano (77%) y en el Pacífico está el 18%; el resto son estudios desarrollados en ambas costas. El Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia, Simac, evaluó el estado de salud de los arrecifes (Invemar, 2010) y encontró que los de Islas del Rosario y San Andrés presentan mayor dinamismo, degradación y ocurrencia de enfermedades (aunque esta última es baja).

Sobre el conocimiento de los fondos blandos: Investigaciones desarrolladas en fondos blandos comprenden: caracterizaciones (52%), estudios taxonómicos (24%), de distribución y función (9,5%) y biología de organismos (5%). Son pocos los trabajos en conservación, bioprospección, manejo, rehabilitación, cambio climático, explotación, en estos ecosistemas. El 70% de las investigaciones se ha desarrollado en el Caribe, y el 30% en el Pacífico colombiano.

Sobre el conocimiento de la biodiversidad marina en el Caribe y Pacífico colombianos: Según el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina, SIBM, del Invemar e información secundaria, se han encontrado para el Caribe 156 especies de foraminíferos, 306 de esponjas, nueve de zoantideos, 115 de corales escleractinios, 15 antipatharios, 25 polycladios, 1.498 de moluscos, 239 de poliquetos, 570 de crustáceos decápodos, 50 de picnogónidos, 113 de briozoos, 296 de equinodermos, 990 de peces, 18 de mamíferos marinos (5 exclusivas) y 565 de algas marinas. Se han registrado aproximadamente 14 phylum y 378 especies zooplanctónicas, incluyendo estados larvales de los grupos mencionados y 214 especies de fitoplancton, aproximadamente.

En el Pacífico colombiano, el total de especies registradas es de 3.328, comprendidas en 13 grupos taxonómicos de animales y plantas marino-costeros (Invemar, 2010).

Especies amenazadas: En el Caribe y Pacífico colombianos se han desarrollado trabajos sobre especies en Peligro Crítico (CR), en Peligro (EN) y Vulnerables (VU); para el Pacífico se registran 26 especies y 20 géneros de animales. Entre el Caribe y el Pacífico se registran 126 especies representadas en nueve grupos taxonómicos: mamíferos (2 especies), peces (44), aves (34), tortugas (7), crustáceos (7), corales (9), equinodermos (3), moluscos (17) y manglares (3) (Invemar, 2010).

Especies invasoras: Se han registrado 16 especies establecidas como no nativas en la región del Caribe; de estas, ocho se reconocen como peligrosas; la mayor parte de estas especies provienen del Indo-Pacífico y del Mediterráneo (Invemar, 2010). Se registra el alga roja *Kappaphycus alvarezii*, los corales *Carijoa riisei* y *Tubastraea coccinea*, el poliqueto *Alitta succinea*, los bivalvos *Electroma sp.*, *Corbicula fluminea*, *Perna perna* y *Perna viridis*, los crustáceos *Balanus amphitrite*, *Penaeus monodon*, *Charybdis hellerii* y *Rhithropanopeus harrisi*, y los peces *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster pectoralis*, *Omobranchus punctatus* y *Pterois volitans*.

1.2.2 Valoración económica, desarrollo y uso sostenible

La biodiversidad cumple un papel relevante para la humanidad, y de manera particular para países como Colombia, circunstancia que debe conducir a una agenda de investigación actual que contemple los servicios ambientales de la biodiversidad.

La biodiversidad es importante para las personas porque constituye el sostén de una gran variedad de servicios ecosistémicos de los cuales han dependido siempre las sociedades humanas; por ejemplo nos proporciona bienes para nuestras necesidades más fundamentales: alimentación, tejidos, medicinas, alojamiento y combustible; cuando se pierde algún elemento de la biodiversidad, los ecosistemas pierden capacidad de recuperación y los servicios que prestan se ven amenazados. Los entornos o medios acuáticos más homogéneos y menos variados suelen ser más susceptibles a las presiones externas repentinas, como las enfermedades y las condiciones climáticas externas.

Los servicios ecosistémicos se dividen en cuatro, así: servicios de aprovechamiento, que son los que benefician directamente a las personas y pueden tener un claro valor monetario⁵, como la leña de los bosques, las plantas medicinales y los peces; los servicios culturales, los cuales no nos ofrecen beneficios materiales directos pero contribuyen a satisfacer ciertas necesidades y deseos de la sociedad y, por tanto, inciden en la predisposición de las personas a costear los gastos de la conservación,

5 Si bien es cierto que hoy se plantean algunas metodologías de valoración de los servicios ecosistémicos, es necesario dejar en claro que se trata de algunas aproximaciones a su valoración, por cuanto estos no se pueden transar en un mercado como los bienes y los servicios en general.

como por ejemplo el valor espiritual que se da a algunos ecosistemas, como los sitios sagrados o la belleza de los paisajes; los servicios reguladores, que son las funciones vitales desempeñadas por los ecosistemas, a las que en raras ocasiones se les asigna un valor económico en los mercados, dado que este tipo de recursos no tienen mercado; entre estos se puede mencionar la regulación del clima mediante el almacenamiento de carbono, la protección frente a los desastres, como la erosión de tierras y las tormentas costeras, y, por último, los servicios de apoyo, que son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas pero que no benefician directamente a las personas; no obstante, son los responsables indirectos de los demás servicios, como son la formación de los suelos y los procesos de crecimiento de las plantas (Andrade, 2011b).

1.2.2.1 Uso sostenible

La utilización de la flora colombiana muestra las siguientes cifras: maderable 420 especies, medicinal 300 especies, ornamental 200, alimentación 350, artesanías 125, venenos 26, ecológico 148 y construcción 45 (Rangel, 2005). Es indudable que ha primado el carácter extractivo-destructivo que ha llevado casi al agotamiento a las maderas más finas (caobos, cedros, laureles, jiguas). En Colombia ha predominado el carácter extractivo-destructivo de la oferta ambiental (especies, comunidades y ecosistemas); por ejemplo, el renglón que prima en la apropiación de la demanda forestal es el maderable, que en regiones como el Chocó biogeográfico ha llevado a una condición cercana a la extinción a numerosas poblaciones de la flora silvestre y a la sensible disminución de comunidades vegetales autóctonas.

No solamente en el Chocó la pérdida de las coberturas vegetales originales es el problema más sensible por cuanto implica una serie de acontecimientos relacionados con la ocupación del territorio y la pérdida de valores culturales, sino que en el Chocó biogeográfico la deforestación es quizás el detonante mayor para el uso sostenible y la conservación. Es de vital importancia promover estrategias que permitan gradualmente la apropiación por las comunidades de los servicios ambientales y los valores agregados del bosque (Rangel, 2004).

En Colombia son varias las causas directas e indirectas que influyen en la pérdida de biodiversidad, y que en algunos casos hace que esta pérdida sea irreversible. Entre las causas directas están: las políticas de estímulo a la ocupación y uso del territorio, la transformación de hábitat y ecosistemas naturales, la sobreexplotación, la fragmentación de las poblaciones, la deforestación, el consumo de leña, los incendios, la actividad agrícola, el cambio climático, la contaminación, la introducción de especies, la pesca comercial sin control, la urbanización, la minería, la destrucción de humedales y zonas de páramo, la erosión, los desastres naturales, la cosecha indiscriminada. Como causas indirectas: el desconocimiento del potencial estratégico de la biodiversidad, la débil capacidad institucional para reducir el impacto de las actividades que llevan a la pérdida

de biodiversidad, la expansión de la frontera agropecuaria, la baja presencia del Estado en las zonas de alta biodiversidad, el surgimiento y la consolidación de los cultivos ilícitos, el orden público, los conflictos armados, el comercio internacional de pieles, la colonización, el desarrollo de proyectos de infraestructura (Andrade, 2011b).

1.2.2.2 Utilización directa sostenible

Los productos agrícolas y de extracción del bosque deben tener un papel importante en la generación de beneficios económicos a comunidades locales, como se viene haciendo en lugares de la Amazonia colombiana (Pulido y Cavalier, 2001). Un renglón notable se relaciona con las fibras vegetales y su uso en artesanías; el inventario reciente de Linares *et al.* (2002) indica en 114 el número de especies potenciales en áreas con tradición en la elaboración de artesanías en Colombia.

También figuran otros renglones; es el caso de las exportaciones de productos de la biodiversidad como artesanías, empaques, maderas (certificadas) y muebles, pieles de babilla y caucho, a países como Estados Unidos, Japón, Unión Europea, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia (Ramos, 1999).

Igualmente productos forestales no maderables y productos no forestales como resina de pino y de otras especies nativas, palma de aceite (plantaciones controladas), aceites esenciales y resinas oleosas, gomas, resinas y látex, colorantes, pigmentos y tintes, plantas medicinales y fito-farmacéuticas, aromáticas y miel (Van Hoof, 2003).

Es fundamental promover la reforestación industrial para disminuir la presión sobre los bosques nativos; una de las maneras es incentivar la recuperación de tierras degradadas por usos no apropiados, por ejemplo la ganadería, y uno de los renglones que se podrían utilizar es la reforestación, ya sea de tipo industrial o de tipo protector. Las tasas actuales de reforestación no garantizan de manera alguna la supervivencia del bosque nativo (Ramos, 1999).

1.2.2.3 Reconversión de la oferta biológica

En el caso de la zona cafetera, la oferta excesiva de hace algunos años hizo que áreas dedicadas al cultivo del café se reemplazaran por ejemplo por guadua, alrededor de las cuales se ha planificado todo un proceso de aprovechamiento y de consecución de valores agregados al cultivo. Se ha constituido este renglón en un elemento de enormes potenciales económicos para mejorar la incertidumbre económica en áreas de la zona cafetera; en el mismo sentido ya hay intentos auspiciados por la Federación de Cafeteros para que los sobrantes de cosechas y de las podas no se quemem sino

que se reutilicen para ebanistería especial. Este ejemplo debería ser seguido por los cultivadores de caña, y sus sobrantes de cosecha, en lugar de quemarlos y en vez de aportar una cantidad considerable de emisiones de gases de efecto invernadero, podrían utilizarse en otros procesos agroindustriales.

1.2.2.4 Biocombustibles

Es urgente asumir el desarrollo de programas de investigación que se fundamenten en las potencialidades que tiene nuestra riqueza vegetal. Una rápida mirada a la riqueza de familias con compuestos laticíferos, por ejemplo, nos señala a las siguientes familias: Apocynaceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Asteraceae, Campanulaceae, Sapotaceae, Asclepiadaceae y Clusiaceae, que son familias muy ricas en especies en Colombia. Aunque en el momento los esfuerzos están dedicados a mejorar la producción en especies conocidas como la yuca, es urgente volcar la mirada hacia otros renglones de nuestra diversidad vegetal. En esta parte es conveniente promover un desarrollo fuerte de la biotecnología y de la ingeniería genética (Rangel, 2007).

1.2.2.5 Estimativos económicos de la biodiversidad marina

Aunque el valor de los organismos marinos es infinito, vale la pena mencionar que, gracias a la química de productos naturales, muchos de los desarrollos actuales importantes en química orgánica han sido posibles basados en la novedad de las estructuras químicas que los compuestos de fuentes marinas exhiben (la mayoría sin contraparte terrestre), y a la necesidad de aislar cantidades tan pequeñas de ellos, del orden de unos pocos miligramos, lo cual ha impulsado el desarrollo de nuevas técnicas analíticas para su separación; por ejemplo, cromatografía en contracorriente y cromatografía de alta y de ultra eficiencia. Así mismo, la necesidad de determinar sus estructuras ha impulsado el desarrollo de técnicas tan modernas como la RMN para micromuestras, el dicroísmo circular y las combinaciones de cromatografía líquida con espectrometría de masas de ionización suave, y cromatografía líquida con RMN, etc. También cabe destacar los avances realizados en las metodologías de síntesis química y la posibilidad de hacer análogos del compuesto líder para mejorar sus propiedades farmacológicas, los cuales se aplican hoy en día como etapas básicas para desarrollos comerciales.

Sin embargo, a pesar de la importancia de los productos naturales en la investigación farmacéutica y de los beneficios económicos que de ellos se derivan para la sociedad humana, el valor global de la biodiversidad marina no ha sido estimado, con excepción de un estudio focal de la biodiversidad de arrecifes coralinos en Jamaica, donde se la estimó en un valor de \$70 millones de dólares (Ruitenbeek *et al.*, 1999).

Estudios recientes utilizando modelos matemáticos (Erwin *et al.*, 2010) han calculado un valor entre \$563 billones a 5,69 trillones de dólares solo para productos naturales marinos que pueden ser convertidos en drogas anticáncer, aislados principalmente de las Phyla animal (Chordata, Mollusca, Porifera y Byrozoa) y microbiana (proteobacteria y cianobacteria). En contraste, algunos estudios han evaluado el valor de las medicinas de bosques tropicales en el rango comprendido entre \$2,8 billones y \$420 billones (Erwin *et al.*, 2010). Los cálculos anteriores representan tan solo los primeros ensayos para mostrar con cifras el potencial económico de los compuestos aislados de los organismos que habitan los océanos colombianos (Duque y Correa, 2011).

1.2.3 Conservación

Las amenazas sobre el capital natural (biodiversidad) de Colombia pueden sintetizarse en las siguientes acciones y efectos: deforestación, que significa disminución permanente de la cobertura vegetal natural; alteración por efecto de actividades en la minería, por las quemas y talas que más tarde van a manifestarse en los procesos de erosión y pérdida de suelo. Igualmente se consideran las acciones altamente transformadoras de las obras civiles y del urbanismo acelerado, que se manifiestan al final en la fragmentación de bloques originales de hábitat que, posteriormente, conducen a extinciones locales y regionales. La deforestación es quizá la principal amenaza para la permanencia de la biodiversidad, y afecta a todas las regiones naturales. Los estimativos del grupo de Biodiversidad y conservación cifran el asunto según regiones naturales, como se muestra en la tabla 1. Estas cifras significan que en Colombia se ha perdido un 32% de su biodiversidad:

Tabla 1. Pérdida de la biodiversidad en Colombia

Región natural	Superficie total km ²	Vegetación boscosa potencial km ²	Superficie deforestada (%)	Superficie actual cubierta por vegetación
Andina	360.000	330.000	55	148.500
Chocó	131.246	131.246	40	78.748
Amazonia	300.092	300.092	10	270.082
Orinoquia	154.193	144.193	15	122.564
Caribe	142.000	102.000	30	71.400
Total del país	1.087.531	1.007.531		691.294

Fuente: Rangel (2007).

La deforestación facilita que las tierras sean incorporadas a la productividad agropecuaria, lo que representa en los últimos 30 años una superficie de 80.000 hectáreas; los cultivos ilícitos han significado una pérdida de 3.000 hectáreas por año, en regiones como el Magdalena medio, y el uso del recurso forestal de los bosques nativos para el consumo directo de madera significa el sacrificio de 125.000 hectáreas de bosque nativo anual. Ante este panorama, ¿qué se podría hacer? Promover la declaratoria de áreas de reserva, ya sea a nivel nacional, departamental o municipal, incentivar la red de reservas de la sociedad civil y adoptar una estrategia que permita controlar la extensión de la frontera agrícola utilizando como instrumento los planes y esquemas de ordenamiento territorial (POT y EOT). Es necesario frenar la expansión incontrolada de la frontera agrícola y la invasión de tierras. Se debe también promover la reforestación industrial para mitigar la presión sobre el bosque nativo, a la vez que se debe desestimular el consumo de la madera. En este contexto, se precisa una regulación ambiental clara, capaz de superar los requerimientos de carácter exclusivamente sectorial, para dimensionar los esquemas de política pública que compatibilicen con instituciones que garanticen el manejo adecuado del ambiente y los recursos naturales del país. En el nivel de los cultivos ilícitos, es necesario clamar por el apoyo mundial para que haya planes globales para el control del flagelo.

En síntesis, con la biodiversidad colombiana se ha recibido una herencia incalculable que representa condiciones excepcionales en cuanto a valores económicos, culturales, históricos y científicos. Mantener la representación ecológica mínima de estos tesoros, además de propósitos gubernamentales, debería ser un deber ciudadano que se inculque desde la infancia. Para un país tropical como Colombia, cuya biodiversidad será la fuente de materias primas básicas para futuros desarrollos, la estrategia de inventario, utilización apropiada y conservación de este capital debería ser guía permanente. Se debe tratar de incorporar en nuestras manifestaciones cotidianas el alcance del tema de la biodiversidad; cuando nuestros representantes políticos tomen conciencia del valor estratégico de este capital natural, seguramente vendrán mejoras en la calidad de vida de los colombianos. Incorporar la biodiversidad en las agendas personales, comunitarias, gubernamentales debería ser un propósito prioritario (Rangel, 2007).

1.3 Apuestas gubernamentales en la última década

El gobierno colombiano, a través de sus diferentes Planes Nacionales de Desarrollo, PND, ha propuesto estrategias para el desarrollo y la conservación de la biodiversidad; así, al realizar una revisión de los PND desde 2002, se observan en la tabla 2 los principales retos y perspectivas en ambiente y biodiversidad:

Tabla 2. Planes de desarrollo de la última década y Visión Colombia 2019

Visión Colombia 2019	Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014	Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010
<p>Establecer una estructura productiva que incorpore y aproveche plenamente recursos como la tierra, los mares, la biodiversidad, el paisaje y la localización geográfica.</p> <p>Desarrollar las potencialidades del campo, tomándolo como motor del crecimiento.</p> <p>Aprovechar los recursos marítimos con el uso de sus potencialidades, el biocomercio y el turismo.</p> <p>Fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico, que serán base para el aprovechamiento de los recursos naturales del país.</p>	<p>Convergencia y desarrollo regional, por medio del aprovechamiento de diversas potencialidades de cada región.</p> <p>Crecimiento económico sostenido, sostenible social y ambientalmente, a través de 1) la innovación, 2) la política de competitividad y de mejoramiento de la productividad y 3) la dinamización de sectores.</p> <p>Sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo, con lo que se busca entender la geografía para conocer los futuros riesgos e intervenirlos.</p>	<p>Un Estado comunitario, donde se busca un crecimiento económico que lleve a un desarrollo en el tema económico, social, ambiental y político.</p> <p>Ciudades compactas, eficientes y sostenibles.</p> <p>El aumento de suelos para el desarrollo de ciudades compactas y sostenibles.</p> <p>Articulación del desarrollo urbano con el territorio regional.</p> <p>Acceso de las poblaciones al agua y saneamiento básico.</p> <p>En el transporte urbano se buscan alternativas amigables al ambiente y sin accidentalidad; desarrollo de sistemas de movilidad rural intermodal.</p> <p>Gestión ambiental y del riesgo</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de DNP (2005, 2007, 2011).

Como lo señala Lizarazo (2011), al observar la manera como se incorpora la Agenda Ambiente y Biodiversidad en los Planes de Desarrollo Regionales, en donde se ubican las ocho sedes de la Universidad Nacional de Colombia, se logran establecer tres grupos de regiones. El primero corresponde a aquellas regiones en donde el tema se constituye en uno de los ejes centrales del plan de desarrollo; es el caso de Leticia, cuyo plan establece el medio ambiente como una de sus dimensiones, la cual, además de la protección sobre los recursos naturales y el manejo de residuos sólidos, incluye programas relacionados con el desarrollo del área rural, y Arauca, en donde el tema ambiental se maneja conjuntamente con el de prevención y atención de emergencias.

Un segundo grupo comprende las ciudades y los departamentos en los que lo ambiental, aunque no se establece como eje central del plan, plantea prioridades por parte de las autoridades locales. En este grupo se encuentra Bogotá, donde el tema se distribuye en los objetivos de derechos económicos, sociales y culturales (ciudad de

derechos), gestión del territorio (derecho a la ciudad) y desarrollo productivo (ciudad global); Cundinamarca, que lo define como un derecho colectivo junto al de acceso al conocimiento, así como en Medellín, en el que forma parte integrada de los temas de hábitat y movilidad.

En este grupo también figuran: el departamento de Antioquia, que la incluye en la parte de desarrollo territorial del Plan; Palmira, donde el tema ambiental se aborda en los programas de desarrollo rural y apoyo al sector agropecuario; San Andrés y Providencia, en el cual se plantea junto a las temas de vivienda y hábitat, ordenamiento territorial e infraestructura vial y de transporte, al igual que en Tumaco, donde la Agenda Ambiente y Biodiversidad se reparte entre los objetivos de desarrollo rural y la gestión del territorio.

En un tercer grupo la agenda ambiental es abordada de manera marginal, o es asociada a programas de servicios públicos y saneamiento básico como un componente adicional. En este grupo está el Plan de Desarrollo de Manizales, el cual, pese a incluir algunos programas en el eje físico-territorial, se encuentra orientado principalmente a la parte de servicios públicos (manejo de residuos sólidos), así como el de Caldas, en donde si bien se establecen programas en el eje territorial, se plantea más desde el eje de desarrollo económico (en relación con proyectos de explotación forestal sostenible).

Los recursos de inversión destinados a la Agenda Ambiente y Biodiversidad en estos planes de desarrollo ascienden a unos 448.693 millones de pesos (a precios corrientes) distribuidos entre los años 2008 y 2011 (Lizarazo, 2011).

En la tabla 3 se observan los temas priorizados por Colciencias; el recurso hídrico y la acuicultura son los más representativos en los diferentes departamentos del país que allí se señalan. En las regiones de Caribe y centro oriente se encuentran proyectos relacionados con la biodiversidad y con la creación de centros de innovación, parques tecnológicos, museos y centros científicos.

Tabla 3. Temas prioritarios en las regiones a partir de discusiones de Colciencias en el marco de la asignación de regalías

Tipo	Elemento	Región
Proyectos relacionados con recursos hídricos y acuicultura	Programa de investigación e innovación en acuicultura (Unillanos) (Arauca, Casanare y Meta)	Arauca, Casanare
	Desarrollo sostenible de acuicultura marina en la región Caribe colombiana (Ceniagua)	Bolívar
	Programa integral de manejo del recurso hídrico para la conservación y aprovechamiento sostenible potencial acuícola y pesquero	Atlántico
	Programa para el desarrollo sostenible de la acuicultura marina en la región Caribe colombiana	San Andrés y Providencia, La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Cesar, Bolívar y Córdoba
	Programa de investigación, desarrollo e innovación del recurso hídrico y/o ciencias del mar	Atlántico
	Investigación e innovación en conservación, uso y aseguramiento de la disponibilidad agua	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Boyacá
	Programa para la sostenibilidad de agua subterránea en la región Caribe	Bolívar
	RR hídrico	San Andrés y Providencia, La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Cesar, Bolívar y Córdoba
Proyectos relacionados con biodiversidad	La biodiversidad como locomotora de desarrollo del Caribe	Bolívar
	Programa de investigación, desarrollo e innovación biodiversidad	Magdalena
	Programa para el uso sostenible de la biodiversidad en el Caribe colombiano.	San Andrés y Providencia, La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Cesar, Bolívar y Córdoba
	Recuperación de la Sierra Nevada de Santa Marta (plantas medicinales, desarrollo sierra, biofábrica de semilla, complejo hortícola)	Magdalena

Continuación de la tabla 3. Temas prioritarios en las regiones a partir de discusiones de Colciencias en el marco de la asignación de regalías

Tipo	Elemento	Región
Proyectos relacionados con centros	Centro de innovación en agrobiodiversidad	Córdoba
	Centro del alto trópico - Sistemas productivos sostenibles	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Boyacá
	Implementación de un centro de biotecnología, cría de abejas reina para Montes de María	Sucre
	Diseño y puesta en marcha de un museo interactivo para el Caribe colombiano	Bolívar
	Parque Caribe de CTI - Clúster agua, biodiversidad, biotecnología, ciencias agropecuarias, TIC	Atlántico
	Parque tecnológico e industrial de la madera y el mueble para ciénagas y zonas inundables	Atlántico
	Bicolombia - Polo científico agroindustrial y agrobioenergético	Sucre
Otros proyectos	Consolidación de programas de habilidades y competencias científico-tecnológicas en población infantil y juvenil, jóvenes investigadores e innovadores y semilleros de investigación	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Boyacá
	Mejoramiento del recurso pecuario a través de investigación genética y biotecnología (Arauca, Meta y Casanare) (UN Arauca)	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare

Fuente: Elaboración propia a partir de Colciencias (2011a).

1.4 Esfuerzos institucionales en la definición de agendas de investigación

La Universidad Nacional de Colombia, cuya naturaleza es definida en el Decreto 1210 de 1993 como ente universitario autónomo cuyo objeto es la educación superior y la investigación, ha venido desarrollando actividades para cimentar la investigación, entre las cuales están la definición del sistema de investigación, en 2006, la creación de la Vicerrectoría de Investigación, en 2005, y otras estrategias, como tener a la mayoría de docentes de tiempo completo y dedicación exclusiva con formación de posgrado, la organización de la investigación en la Universidad con los Programas Universitarios de Investigación, PUI, los Campos de Acción Institucional, CAI, los Programas Estratégicos, PRE y las Redes de Conocimiento (UN, 1998; VRI, 2006, 2009b).

De allí que, en el Plan Global de la Universidad Nacional de Colombia para el período 1999-2003, se propuso una estrategia de presencia nacional, con el fin de configurar programas específicos que apoyaran los CAI y los PRE, que en su momento fueron considerados como prioritarios para la Universidad.

La orientación de lo académico a través de los CAI y los PRE tuvieron por objetivo en su momento permitir trabajar en una orientación transdisciplinaria, la cual redundará en un mejor aprovechamiento de las potencialidades con que cuenta la Institución.

En este sentido, los CAI fueron definidos como ejes temáticos en los cuales diferentes disciplinas confluyen con el propósito de abordar problemas nacionales de alto grado de complejidad. Estos ejes, fundamentales y perdurables, los adopta la Universidad para repensar sus políticas, programas y acciones frente al entorno, en consonancia con sus responsabilidades frente a la sociedad y al Estado.

Así mismo, los PRE se formularon desde un Campo de Acción Institucional, que buscaba centrarse en un problema nacional o en una responsabilidad institucional fundamental, en busca del beneficio social y la contribución al desarrollo del país, en el contexto de actuar como soportes a la existencia de una tradición de trabajo en las disciplinas que confluyen en el campo de áreas académicas consideradas semillas de cambio o vectores de especialización, que expresan una política académica integral (formación, investigación y extensión) y promueven la cooperación entre sedes y facultades (UN, 1998).

En consecuencia, en la tabla 4 se presentan los PUI, CAI, PRE y Redes de conocimiento que en su momento se pueden vincular como antecedentes para la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

Tabla 4. PUI, CAI, PRE y Redes relacionados con la agenda

Programas Universitarios de Investigación, PUI (1991)	Campos de Acción Institucional, CAI (1999-2003)	Programas Estratégicos, PRE (1999-2003)	Redes (2007-2009)
Ciencias agropecuarias	Desarrollo rural y seguridad alimentaria	Cadenas alimentarias y patrones alimentarios. Desarrollo rural y contribución y creación de un sistema Alimentario. Globalización y seguridad alimentaria. Análisis de los sistemas de producción agropecuaria. Pobreza, empleo y acceso a los alimentos.	Agroalimentaria

Continuación tabla 4. PUI, CAI, PRE y Redes relacionados con la agenda

Programas Universitarios de Investigación, PUI (1991)	Campos de Acción Institucional, CAI (1999-2003)	Programas Estratégicos, PRE (1999-2003)	Redes (2007-2009)
Educación	Ambiental	Ecosistemas, biodiversidad y conservación Gestión del medio ambiente. Recursos naturales no renovables. Agua y suelo Pensamiento, educación y formación de conciencia ambiental. Producción limpia y ambientalmente sostenible	
Estudios amazónicos	Espacio y territorio	Hábitat e infraestructura física. Ordenamiento y ocupación del territorio.	
Estudios caribeños	Desarrollo tecnológico	Desarrollo de procesos eficientes y más limpios. Tecnologías para la restauración de ecosistemas. Nuevos materiales y procesos. Desarrollo y aplicaciones informáticas.	Investigadores Caribe
Medio ambiente	Desarrollo científico	Sistemas complejos en lo social y económico	Ambiental
	Estado y sociedad	Estrategias de desarrollo. Relaciones internacionales. Desarrollo territorial. Paz, convivencia y democracia. Poderes étnico-territoriales.	

Fuente: Elaboración propia a partir de UN (1998), VRI (2006, 2009b).

1.5 Capacidades de investigación del entorno nacional e institucional

En el año 2008, la Vicerrectoría de Investigación, VRI, solo contaba con información básica de sus actividades de investigación y desarrollo, razón por la cual durante el período comprendido entre los años 2008 y 2009 se diseñó e implementó un modelo para la medición de las capacidades⁶ de investigación. El modelo propuesto cuenta

6 En el libro *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008* se estableció que por capacidad se entiende “lo que se sabe hacer”, que incluye la capacidad personal, las organizativas y las tecnológicas y estructurales, que confieren valor a las actividades de la organización” (Bueno, 2002).

con dos componentes: el primero, un módulo de medición del capital intelectual que da cuenta de la capacidad de la organización para realizar actividades de investigación de la UN, y de allí, por ende, se obtiene un perfil científico de la organización de carácter más genérico. El segundo módulo corresponde a la identificación de capacidades temáticas, denominado por VRI (2009a) portafolios temáticos, que corresponde a la identificación de capacidades y competencias específicas de la Universidad en cada una de las agendas de conocimiento, de tal forma que se reconoce y construye el perfil científico en cada tema. En ambos módulos el capital intelectual se categoriza en tres tipos: el capital humano⁷, el capital estructural⁸ y el capital relacional⁹. Esta sección presenta las capacidades desde el entorno nacional al institucional siguiendo la estructura del modelo propuesto.

1.5.1 Capacidades de investigación del entorno nacional

En la parte nacional se dispone de información de ScienTI de Colciencias¹⁰, de donde se informa sobre el capital humano relacionado con los grupos de investigación existentes, allí registrados; en cuanto al capital estructural, se usa la información de SNIES del Ministerio de Educación¹¹, en donde se enumeran los programas de formación, las universidades que los ofrecen, la calificación de los mismos, etc. Como se mencionó anteriormente, en las capacidades del entorno nacional se presentan el capital humano y el capital estructural, soportados con la información suministrada por Colciencias y el Ministerio de Educación.

7 El capital humano está integrado por las habilidades, experiencias, formación, conocimientos de las personas que hacen parte de la organización (Jaramillo y Forero, 2001; Meritum, 2002; Roos, Edvisson y Dragonetti, 1997; Sveiby, 2001).

8 El capital estructural se refiere a “la infraestructura que incorpora, capacita y sostiene el capital humano”. Ello incluye: el conjunto de conocimientos que, básicamente, son propiedad de la organización y que permanecen en ella a pesar de que las personas la abandonen, la capacidad organizacional que se tiene con relación a los aspectos físicos, usados para transmitir y almacenar el material intelectual, por ejemplo los sistemas de información, la planta y equipo, y todo aquello que contribuye a que el capital humano se sienta motivado y en constatare creatividad y aporte (CIC, 2003; Edvisson y Malone, 1997; Meritum, 2002).

9 El capital relacional está integrado por las relaciones con el entorno externo a la organización (Meritum, 2002; Roos *et al.*, 1997; Sánchez, 2000).

10 Colciencias (2011). Plataforma ScienTI. Disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/scienti>

11 Ministerio de Educación Nacional. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. SNIES. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>

1.5.1.1 Capital humano

A partir de la revisión realizada en la base de datos de ScientI (Colciencias, 2011b), se encontró que en el país existen más de 600 grupos de investigación que trabajan temas relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad, de los cuales 148 (23%) pertenecen a la Universidad Nacional de Colombia. Los grupos de investigación en temas relacionados con la agenda se distribuyen como se observa en tabla 5; las mayores concentraciones se presentan en Agronomía con 100, Biología con 110, Ecología con 78 y Geociencias con 66 grupos.

Tabla 5. Distribución de los grupos de investigación en el país en temas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad por áreas de conocimiento

Área de conocimiento	Número de grupos	Grupos de la UN	%
Recursos forestales e Ingeniería Forestal	14	4	29
Recursos pesqueros e Ingeniería de Pesca	13	1	8
Agronomía	100	24	24
Biología general	110	21	19
Genética	37	12	32
Ecología	78	21	27
Zoología	26	8	31
Botánica	21	8	38
Microbiología	52	7	13
Nutrición	6	2	33
Oceanografía	9	2	22
Geociencias	66	23	35
Geografía	9	3	33
Planeamiento urbano y regional	48	9	19
Ingeniería Sanitaria	46	2	4
Ciencias	11	1	9
Total	646	148	23%

Fuente: Adaptado de Colciencias (2011b).

1.5.1.2 Capital estructural

En el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES, del Ministerio de Educación, se presentan los programas de educación superior ofrecidos en el país, a partir de los cuales se determina el número de programas relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad; allí se observa que la UN ofrece 43 de los 339 programas a nivel nacional, lo cual representa más del 13% de la oferta de formación total del país con 31 programas, de los cuales el 72% son programas de posgrado y los 12% restantes son de pregrado. En la tabla 6 se puede observar en detalle la distribución de estos programas.

Tabla 6. Distribución de los programas de formación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

Área de conocimiento	Número de programas	Programas de la UN Pregrado	Programas de la UN Posgrado	Participación total de la UN %
Acuicultura	10	0	0	0
Administración ambiental, Ingeniería ambiental, gestión ambiental sostenible y similares	123	1	5	5
Agronomía y ciencias agropecuarias	89	3	9	13
Recursos hidráulicos	3	1	1	0
Biociencias, bioética y bioingeniería	15	0	1	7
Biología	24	2	3	21
Desarrollo sostenible	12	0	0	0
Ecología	7	0	1	14
Genética	3	0	1	33
Geociencias	6	2	2	67
Gestión forestal y similares	7	2	0	29
Oceanografía	2	0	0	0
Planeación regional y urbana	22	0	6	27
Prevención y atención de desastres	3	0	0	0
Sanearamiento ambiental	5	0	0	0
Zootecnia y Veterinaria	11	2	3	45
Total	339	12	31	13%

Fuente: Adaptado de SNIES (2011).

1.5.2 Capacidades de investigación del entorno institucional

Las capacidades acumuladas en investigación en la Universidad Nacional de Colombia durante el período 2003-2010 se han generado a partir de la información proveniente de las bases de datos de la Institución (SARA y Quipu), tras realizar procesos de depuración y análisis, y se agruparon los datos de la siguiente manera: i) capital humano, el cual hace referencia a los actores relacionados con los procesos de investigación, los grupos de investigación y sus respectivos integrantes; ii) capital estructural, donde se recogen los productos académicos según su categoría (nuevo conocimiento, formación y apropiación) que se llevaron a cabo en este período de tiempo, así como el balance de proyectos de investigación y extensión. Por último, el iii), capital relacional, donde se expone los diferentes lazos con otras instituciones que la Universidad ha consolidado como parte de sus procesos de investigación.

1.5.2.1 Capital humano

En la Universidad Nacional de Colombia, entre los años 2003 y 2010, un total de 467 grupos de investigación distribuidos en las diferentes sedes, como se muestra en la figura 7, han trabajado en temas relacionados con ambiente y biodiversidad; 123 son intersedes, abarcando así la diversidad de recursos del país al involucrar procesos investigativos en sedes como Orinoquía, Amazonia, Caribe, entre otras.

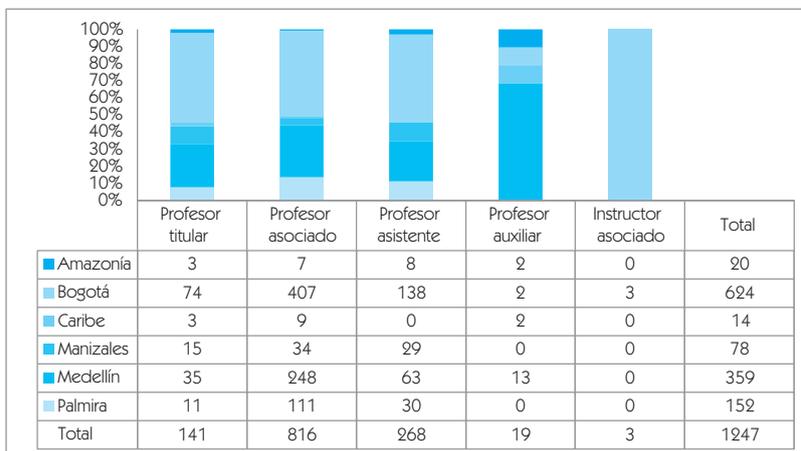
Figura 7. Distribución en las sedes de la Universidad Nacional de Colombia de los grupos de investigación de la Agenda AyB



Fuente: VRI (2011), a partir de consultas en SARA, Quipu, ScienTI, a 31 de diciembre de 2010.

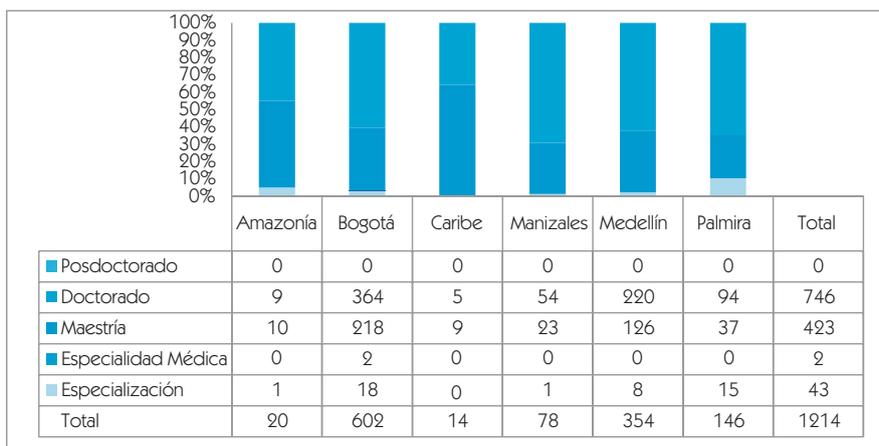
En la Universidad, durante el período considerado, se encuentran vinculados 1.247 docentes. Las diferentes clasificaciones de los docentes distribuidos por sedes se indican en la figura 8, y más del 85% cuentan con un alto grado de formación en estudios de maestría o doctorado (ver figura 9).

Figura 8. Categoría de docentes de la Universidad Nacional de Colombia



Fuente: VRI (2011) a partir de sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

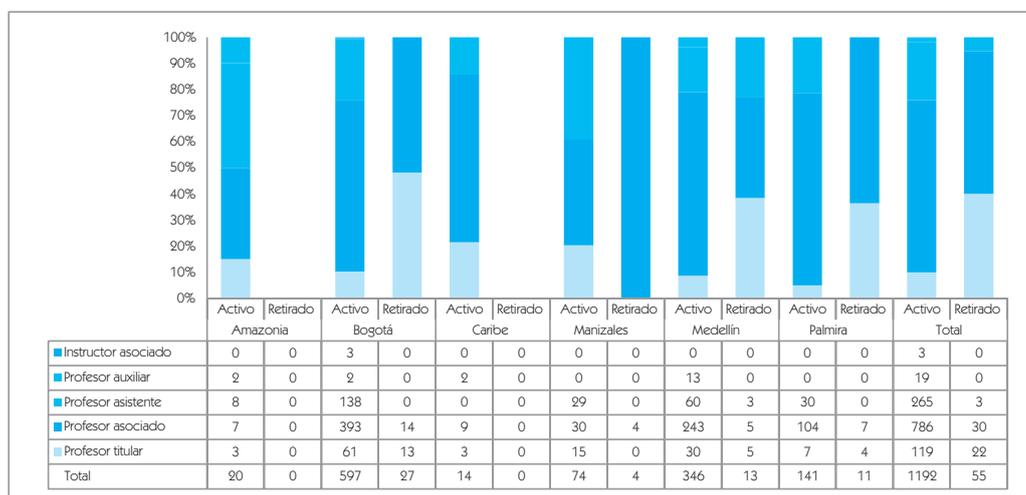
Figura 9. Nivel de formación de los investigadores vinculados a los grupos de investigación de la UN



Fuente: VRI (2011) a partir de sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

La mayoría de personas vinculadas a los grupos de investigación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad son o han sido profesores de la Universidad Nacional de Colombia, de los cuales 1.192 permanecen activos y presentan una gran concentración en las ciudades de Bogotá, Medellín, Manizales y Palmira, como se observa en la figura 10.

Figura 10. Número de personas vinculadas a los grupos de investigación de la Universidad Nacional de Colombia



Fuente: VRI (2011) a partir de sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

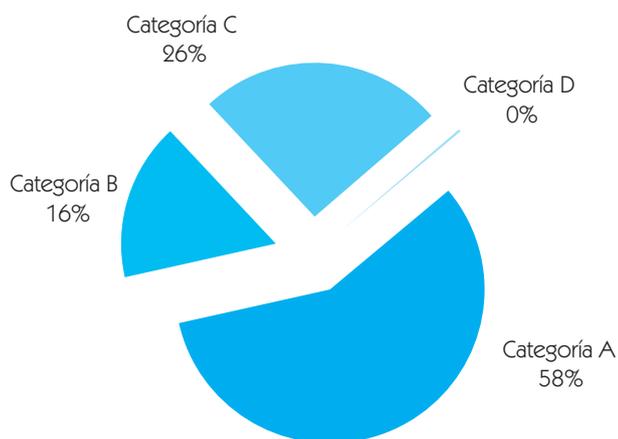
1.5.2.2 Capital estructural

En el contexto de las agendas de conocimiento, el capital estructural se analizó a partir de dos grandes elementos: el primero, los productos académicos y de investigación en el área particular, y el segundo, los proyectos de investigación. Por su parte, los productos académicos han sido categorizados¹² según si son: i) productos de generación de nuevo conocimiento; ii) productos relacionados con formación, y iii), productos de apropiación social.

12 Los productos de investigación se dividen en: i) productos de nuevo conocimiento, tipo A; ii) productos relacionados con la formación de investigadores, tipo B; y iii), productos relacionados con la apropiación social del conocimiento, tipo C.

Respecto a la producción académica e investigativa de la comunidad descrita, en el intervalo 2003-2010, más del 58% de los 9.980 productos registrados fueron desarrollados por grupos categoría A, un 16% fue desarrollado por grupos categoría B y una producción del 26% por grupos categoría C, como se evidencia en la figura 11. De estos, más del 58% corresponde a generación de nuevo conocimiento y han sido presentados a la comunidad científica principalmente en artículos de revistas. La restante producción académica e investigativa se distribuye en segundo lugar en producción audiovisual, y, en tercera instancia, en patentes. En general, esta gran diversidad de producción académica e investigativa es desarrollada por los grupos de investigación de las diferentes sedes, liderados en cuanto al volumen por las sedes de Bogotá y Medellín.

Figura 11. Productos de investigación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad por categoría de grupos de investigación

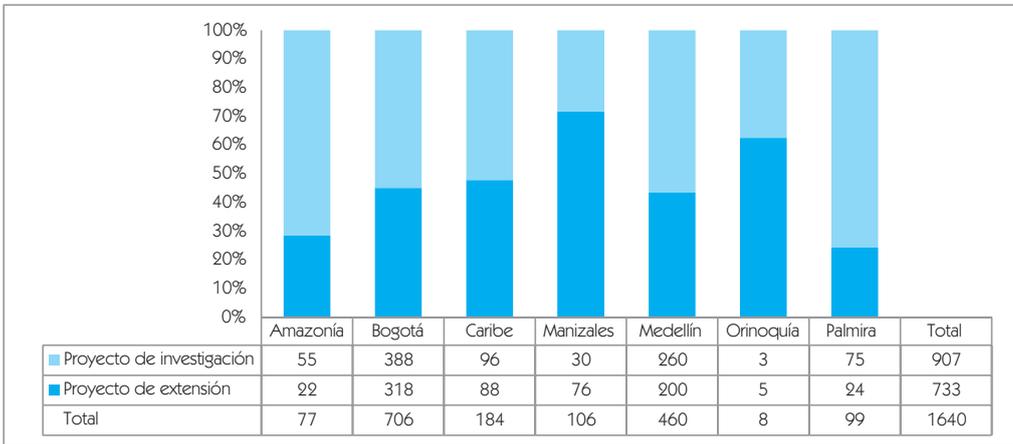


Fuente: VRI a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

En el período de tiempo considerado se han desarrollado cerca de 907 proyectos de investigación y 733 de extensión; también se evidencia liderazgo de las sedes Bogotá y Medellín (el número de proyectos de extensión e investigación clasificados por sedes se presentan en la figura 12). En este ámbito se puede mencionar el proceso investigativo que durante cerca de dos años articuló a algunos docentes e investigadores de los IDEA de las sedes Bogotá, Palmira, Medellín y Manizales, en torno a la construcción de la Política Ambiental para la Universidad Nacional de Colombia. Este documento

se convierte hoy en la carta de navegación por seguir en el manejo ambiental de la Universidad en los contextos locales y regionales, donde ella se inserta, a la vez que se convierte en un escenario de necesario vínculo con esta agenda de conocimiento.

Figura 12. Proyectos de investigación y de extensión de la UN relacionados con la Agenda AyB



Fuente: VRI (2011), a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

La UN cuenta con 43 programas de formación en áreas de conocimiento relacionadas con la temática de ambiente y biodiversidad, dentro de las cuales existen 12 programas de pregrado, 6 especializaciones, 15 maestrías y 10 doctorados. La mayoría de los programas se ofrecen en el área de agronomía y ciencias agropecuarias, planeación regional y urbana y biología, como se observa en la tabla 7.

Dentro de estos programas, la especialización en estudios amazónicos, la maestría en estudios amazónicos y el doctorado en agroecología son ofrecidos por la sede de la UN Amazonia; por su parte, la maestría en ciencias – biología, la maestría en estudios del Caribe y el doctorado en ciencias – biología son ofrecidos en la sede de la UN Caribe.

Tabla 7. Programas de formación ofrecidos por la UN relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Área de conocimiento	Programas UN
Administración ambiental, Ingeniería ambiental, gestión ambiental sostenible y similares	<ul style="list-style-type: none"> • Especialización en Gestión ambiental • Especialización en Ingeniería ambiental - área sanitaria • Ingeniería ambiental • Maestría en Bosques y conservación ambiental • Maestría en Ingeniería - Ingeniería ambiental • Maestría en Medio ambiente y desarrollo • Doctorado en Química - área ciencias naturales • Maestría en Ingeniería - recursos hidráulicos • Maestría en Bosques y conservación ambiental
Agronomía y ciencias agropecuarias	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Agroecología • Doctorado en Ciencias agropecuarias - área agraria • Especialización en Frutales tropicales • Ingeniería agrícola • Ingeniería agroindustrial • Ingeniería agronómica • Maestría en Ciencias - entomología • Maestría en Ciencias agrarias • Maestría en Ingeniería - Ingeniería agrícola
Biociencias, bioética y bioingeniería	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Ciencias - estadística línea bioestadística • Doctorado en Biotecnología
Biología	<ul style="list-style-type: none"> • Biología • Doctorado en Ciencias - biología • Ingeniería biológica • Maestría en Ciencias - microbiología • Maestría en Ciencias - biología
Ecología	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Ecología
Genética	<ul style="list-style-type: none"> • Maestría en Ciencias con énfasis en recursos filogenéticos neotropicales
Geociencias	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Geociencias • Geología • Ingeniería geológica • Maestría en Ciencias – geología • Maestría en Geografía
Gestión forestal y similares	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería forestal • Tecnología forestal

Continuación tabla 7. Programas de formación ofrecidos por la UN relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Área de conocimiento	Programas UN
Planeación regional y urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Especialización en Desarrollo rural • Especialización en Estudios amazónicos • Maestría en Estudios amazónicos • Maestría en Estudios del Caribe • Maestría en Diseño urbano • Maestría en Estudios urbano-regionales • Maestría en Ordenamiento urbano-regional • Maestría en Urbanismo
Química	<ul style="list-style-type: none"> • Química farmacéutica • Maestría en Ciencias químicas - productos naturales • Doctorado en Ciencias químicas
Zootecnia y Veterinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Ciencias - salud animal o producción animal • Especialización en Nutrición animal • Maestría en Salud y producción animal • Medicina veterinaria • Zootecnia

Fuente: Adaptado de SNIES (2011).

En lo relacionado con los institutos adscritos a la Universidad Nacional de Colombia, se cuenta con 27 entidades que trabajan el tema de ambiente y biodiversidad; se mencionan por ejemplo el Instituto de Estudios Ambientales, IDEA, el Instituto de Ciencias Naturales, el Museo de Historia Natural, el Centro de Estudios de Ciencias del Mar; Cecimar, entre otros institutos que desarrollan proyectos de investigación y extensión; algunos de estos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Centros e institutos relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Centro/ Instituto	Sede	Facultad
Centro Agropecuario Marengo	Bogotá	Agronomía
Centro Apícola	Medellín	Ciencias
Centro de Estudios de Ciencias del Mar, Cecimar	Santa Marta	
Centro de Investigaciones del Clima Colombiano, Ciclico	Medellín	
Centro de Investigación y Extensión Rural, CIER	Bogotá	Agronomía
Centro de Museos de Biodiversidad	Medellín	
Estación de Biología Tropical Roberto Franco	Bogotá	Ciencias
Estación de estudios en primates en el Amazonas, OME	Bogotá	Ciencias
Grupo Oceánicos	Medellín	
Instituto del Agua	Medellín	
Instituto Amazónico de Investigaciones, Imani	Amazonía	
Instituto de Biotecnología	Bogotá	Interfacultades
Instituto de Ciencias Naturales	Bogotá	Ciencias
Instituto de Ciencias Naturales y Ecología, ICNE	Medellín	
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA	Bogotá	Interfacultades
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA - Capítulo Seccional Manizales	Manizales	
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA - Capítulo Seccional Medellín	Intersedes	
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA - Capítulo Seccional Palmira	Palmira	
Instituto de Estudios Caribeños	Caribe	
Instituto de Estudios Orinocenses	Orinoquía	
Instituto de Estudios Urbanos	Bogotá	Ciencias Humanas, Artes, Ciencias Económicas y Derecho, Ciencias Políticas y sociales

Continuación tabla 8. Centros e institutos relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Centro/ Instituto	Sede	Facultad
Instituto de Investigaciones en Sistemas Agroforestales	Palmira	Ciencias Agropecuarias
Instituto Hábitat, Ciudad y Territorio	Bogotá	Artes
Jardín Botánico del Caribe	Caribe	
Reserva Natural de Yotoco	Palmira	
Sistema de Información de la Biodiversidad, UN SiB	todas	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Centro de Extensión Agraria	Medellín	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Instituto de Investigaciones Agrarias	Medellín	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Instituto del Agua	Medellín	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Unidad de Gestión - Ceagro	Medellín	

Fuente: UN (2011).

Además de los centros presentados, en cada una de sus ocho sedes la UN cuenta con reservas naturales, granjas, museos, bancos de germoplasma y estaciones de campo que conforman el Sistema de Información sobre Biodiversidad de la Universidad Nacional, UN SiB. De otra parte, se está trabajando en el proyecto UN Gran Jardín Botánico, que busca convertir los campus en jardines botánicos. Adicionalmente, la UN hace parte de cuatro centros de excelencia relacionados con las temáticas de ambiente y biodiversidad, con una gran participación en estos centros a través de grupos de investigación en cada uno de ellos, como se muestra en la tabla 9.

En lo referente al Sistema de Información sobre Biodiversidad de la Universidad Nacional de Colombia denominado UN-SiB, se cuenta con la participación de las sedes de Bogotá, Medellín, Palmira, Manizales, Caribe y Amazonas (ver anexo 3).

Tabla 9. Centros de excelencia relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Centro de excelencia	Instituciones participantes
Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados en Complejidad, Ceiba	Universidad de los Andes (9 grupos), Pontificia Universidad Javeriana (1 grupo), Universidad del Rosario (1 grupo) y Universidad Nacional de Colombia (10 grupos).
Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Externos, Gebix	Universidad del Cauca (1 grupo), Pontificia Universidad Javeriana (4 grupos), Universidad del Valle (2 grupos), Universidad Nacional de Colombia (4 grupos), Corpogen (1 grupo) y Parquesoft (1 grupo).
Centro de Investigación e Innovación de Excelencia en Biotecnología y Biodiversidad de Antioquia - Ciebbo	Universidad CES, Universidad Eafit, Universidad de Medellín, Sede de Investigación Universitaria, SIU, Parque Tecnológico de Antioquia, Escuela de Ingeniería de Antioquia, EIA, Corporación Interuniversitaria de Servicios, CIS, Ecoflora, Prime, Universidad de Antioquia y la sede Medellín de la Universidad Nacional de Colombia.
Centro en Ciencias del Mar - Coastal Colombian Resources and Environmental Changes (Colombo – Alemán)	Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Valle, Universidad de Antioquia, Universidad del Magdalena, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidades alemanas de Giessen, de Bremen y de Kiel.

Fuente: Adaptado de UN (2009).

1.5.2.3 Capital relacional

En lo relativo a los trabajos conjuntos desarrollados con otras instituciones, como se observa en la tabla 10, se han realizado proyectos interinstitucionales con entidades gubernamentales como Colciencias, con un total de 35 proyectos, con centros de investigación como Cevipapa, con firmas como Empresas Públicas de Medellín, con instituciones internacionales como el British Council y con entidades universitarias como la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y la Universidad de Sevilla.

Tabla 10. Instituciones que han desarrollado proyectos de investigación o extensión con la UN en la temática de ambiente y biodiversidad

Tipo de instituciones	Institución	Total
Interinstitucionales	Nivel Central Medellín	42
	Nivel Central Caribe	31
	Nivel Central Bogotá	30
	Fondo Estampilla Palmira	28
Gubernamentales	Colciencias	35
	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia	12
	Área Metropolitana del Valle de Aburrá	11
	Coralina	10
	Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas	10
Centros de investigación	Cevipapa	4
	Jardín Botánico José Celestino Mutis	4
	Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia	3
Empresas	Empresas Públicas de Medellín	15
	Interconexión Eléctrica S.A E.S.P.	7
	Bayer Cropscience S.A.	2
Internacionales	British Council	4
	Centro Internacional de Agricultura Tropical	3
	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación	2
Universidades	Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	3
	Universidad de Sevilla	2

Fuente: VRI a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

Otro aspecto por destacar es el trabajo con aproximadamente 74 instituciones del orden nacional o regional, en más de 424 proyectos, tanto de investigación como de extensión, en los que se percibe la participación de las diferentes sedes. Cabe resaltar el trabajo con entidades como Colciencias, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Universidad Militar Nueva Granada, la Universidad del Valle y Universiteit van Amsterdam, entre otras.

1.6 Formas de interacción de las agendas, antecedentes del ajuste institucional y del trabajo de los escenaristas

En el estudio realizado por Mora (2009), complementado por VRI (2011b), se encontraron 65 entes (39 centros y 26 institutos) adscritos a la Universidad Nacional de Colombia; allí se hace evidente un problema de carácter estructural considerando una alta dispersión de esfuerzos, con cada vez menos recursos para sostener dichos escenarios (VRI, 2011a). Se evidencia que la UN no tiene una política coherente frente a estos institutos, las estructuras en general son estáticas y responden a los procesos de formación, pero poco a las necesidades de investigación y extensión (VRI, 2011a).

En consecuencia, es preciso desarrollar alternativas de acción que tengan en cuenta la realidad de cada comunidad académica, y que contemplen escenarios actuales y futuros, como parques tecnocientíficos, corredores tecnológicos, *spin off*, etc. (VRI, 2011a). Por tanto, surge la necesidad de establecer estrategias de organización sobre escenarios vinculados con las agendas, que favorezcan la investigación y extensión en escenarios adecuados, entendiendo por escenario:

Un modelo de organización o de establecimiento de relaciones, permanentes o transitorias, para: ejecutar planes, programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, creación artística, interacción con la comunidad e innovación, y para la interacción de estas con otros compromisos misionales de la Universidad, con la sociedad y con el Estado. Los escenarios son formas de operación de la investigación, la creación y la extensión (VRI, 2011a).

El investigador, el creador o el innovador son las células básicas de la actividad, y se propone que cada agenda de conocimiento cuente con una organización en red que la soporte, tanto en lo interno como en su integración al entorno local e internacional (VRI, 2011a). Las redes de investigación, creación, extensión e innovación son espacios de articulación e interacción internas y con la sociedad, para extender la contribución de la Universidad sobre el desarrollo de las disciplinas a la esfera social, cultural, artística, económica y ambiental (VRI, 2011a).

2. VISION DE FUTURO: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS

A partir del diagnóstico planteado en el numeral anterior, de las sucesivas discusiones realizadas por el grupo de expertos se estableció el objetivo principal de la agenda, los objetivos específicos y el alcance. Así mismo se definieron las temáticas en las que la Agenda Ambiente y Biodiversidad debe focalizarse y los aspectos potenciadores e inhibidores de la misma.

2.1 Objetivo de la agenda

Consolidar una herramienta que facilite, en los próximos diez años, el conocimiento, la conservación, la valoración, el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y sus asentamientos humanos, para incidir en las políticas públicas que permitan mejorar la calidad de vida de los colombianos.

2.2 Objetivos específicos

1. Promover la investigación integrada entre las áreas temáticas relacionadas con ambiente y biodiversidad.
2. Incorporar la dimensión internacional en el área de ambiente y biodiversidad.
3. Promover la incorporación de la dimensión ambiente y biodiversidad en los programas curriculares vigentes y demás programas extracurriculares.
4. Proveer los insumos necesarios para la formulación de nuevas aproximaciones curriculares.
5. Generar espacios de discusión con el fin de establecer los puentes necesarios entre las diversas agendas de conocimiento.
6. Generar espacios para incorporar el diálogo de saberes en el desarrollo de la investigación, la docencia y la extensión.

2.3 Alcance

Los expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad proponen como alcances para esta agenda los siguientes:

- Aumentar mínimo en un 10% el número de proyectos de investigación en esta área.
- Aumentar mínimo en un 10% el número de productos de conocimiento generados en la investigación y extensión en esta área.
- Articular la política ambiental de la Universidad Nacional de Colombia a la Agenda Ambiente y Biodiversidad.
- Tener al menos dos convocatorias de investigación integrada de proyectos en ambiente y biodiversidad.
- Formular por lo menos un nuevo programa curricular de formación en ambiente y biodiversidad.
- Crear cátedras permanentes en ambiente y biodiversidad, diplomados, líneas de profundización, trabajos de grado, tesis, talleres, cursos virtuales, con la finalidad de consolidar el área curricular.
- Organizar un instituto de investigación en biodiversidad de carácter nacional.
- Proponer la actualización de la política y normatividad ambiental de Colombia.

2.4 Potenciadores e inhibidores

En la tabla 11 aparecen los elementos potenciadores e inhibidores del desarrollo de la Agenda Ambiente y Biodiversidad definidos por los expertos. Se denomina como potenciador a la situación que incide positivamente en el cumplimiento de las metas propuestas en la Agenda Ambiente y Biodiversidad, y como inhibidor a la situación que va en detrimento de cumplir las metas.

Tabla 11. Potenciadores e inhibidores, Agenda Ambiente y Biodiversidad

Potenciadores	Inhibidores
Grupo con mayor número de investigadores en la Universidad Nacional de Colombia	Legislación existente en ambiente y biodiversidad
Cantidad y calidad de ecosistemas	No existencia de un área curricular en ambiente y biodiversidad
Condición excepcional del país (país megadiverso)	Bajos porcentajes de presupuesto destinados a ambiente y biodiversidad
Vigencia y pertinencia del tema en el contexto global	Bajo presupuesto de la empresa privada y gobiernos locales para el desarrollo del tema de ambiente y biodiversidad
Biodiversidad y planes nacionales y regionales de desarrollo	Limitada capacidad de gestión de los investigadores para posicionar el tema de ambiente y biodiversidad en el contexto político y social
Presencia de la Universidad Nacional de Colombia en todas regiones naturales del país	Situación de violencia en el país
Existencia de prácticas exitosas en la Universidad Nacional de Colombia en investigación y extensión en ambiente y biodiversidad.	Baja transferencia de información entre investigadores y comunidades locales

Fuente: Grupo de expertos, Agenda Ambiente y Biodiversidad. Propuesta inicial de subejjes temáticos existentes y emergentes.

2.5 Propuesta inicial de temáticas existentes y emergentes

Como ya se mencionó, a partir de los insumos, la experiencia y las discusiones realizadas, los expertos han definido el árbol de conocimiento (ver figura 13), que muestra las áreas, los temas y los subtemas considerados en la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

El inventario, monitoreo y evaluación de la diversidad biológica no ha sido una prioridad ni una política de Estado, y tampoco se ha tenido en cuenta en la planeación y toma de decisiones para el desarrollo del país. Es por esto que los recursos destinados a su investigación deberían ser una prioridad en la agenda de inversión nacional, lo cual podría convertirse en polo de desarrollo, fuente de ingresos y manutención del patrimonio biológico (Andrade, 2011).

Teniendo en cuenta lo anterior y las discusiones realizadas a lo largo de este proceso, los expertos han propuesto como marco de partida tres ejes: conocimiento, valoración económica, desarrollo y uso sostenible y conservación (planteados a partir de la propuesta realizada por CBD, y un marco de salida en el contexto de los siguientes ejes

transversales: diversidad genética, cambio climático, diálogo de saberes, educación ambiental, política y normatividad ambiental.

En consecuencia, y teniendo en cuenta el marco anterior, se proponen cinco grandes áreas: i) Ecosistemas de aguas continentales; ii) Ecosistemas terrestres; iii) Ecosistemas marinos y costeros; iv) Atmósfera, y v) Entorno y asentamientos humanos. Un ejemplo es el área de Atmósfera, donde se encuentra como uno de los subtemas el conocimiento, monitoreo y modelación de la calidad del aire.

Figura 13. Áreas, temas y subtemas propuestos para la Agenda AyB



Fuente: Expertos, agenda.

Así, los ecosistemas de aguas continentales hacen alusión a los ecosistemas de aguas dulces dentro de los límites continentales.

Para generar conocimiento en recursos hídricos en Colombia es necesario definir una agenda de investigación suficientemente amplia a corto, mediano y largo plazo, para garantizar que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga en consonancia con el desarrollo sostenible y con el bienestar de la sociedad. Tal agenda debe incluir muchos retos como (Vélez y Poveda, 2009):

- La línea base de recursos hídricos en Colombia, el estado pasado, actual y la variabilidad espacial y temporal de los recursos considerando aspectos de la cantidad, la calidad y los usos del agua. Tomando en cuenta estos aspectos, estimar la disponibilidad de agua del país y de sus regiones.
- Los retos impuestos por el cambio climático, el crecimiento de la población mundial y la deforestación: la modificación de la oferta hídrica y en la disponibilidad en términos de caudales mínimos y medios, y las amenazas en términos de caudales y niveles máximos y sus implicaciones para distintos sectores (energía, agricultura, salud humana, pérdidas económicas, etc.). Los factores de cambio local y su interacción con los efectos del cambio global, incluyendo el cambio de la población local y su presión por los recursos naturales, la deforestación y el cambio en los usos del suelo y del agua, las sinergias y procesos de retroalimentación, la evaluación cuantitativa, la estimación de riesgo y vulnerabilidad, y posibilidades de adaptación al cambio.
- En los distintos escenarios de nuestra geografía, evaluar adecuadamente los riesgos y la vulnerabilidad ante eventos hidro-meteorológicos extremos máximos (tormentas intensas, avalanchas, inundaciones, pérdida de vidas humanas e infraestructura) y los extremos mínimos (sequías, estiajes) y todas sus consecuencias para el ser humano y los ecosistemas. Proponer estrategias y alternativas de mitigación o de adaptación.
- Asegurar el acceso a agua limpia y garantizar vertimientos sanos. Tecnologías apropiadas y herramientas para la gestión sostenible del abastecimiento de agua y el saneamiento básico de pequeñas poblaciones y del sector rural.
- La contaminación de corrientes, cuerpos de agua y acuíferos. Cada día disminuye la disponibilidad de agua para consumo en las corrientes naturales, no por cantidad disponible sino por su mala calidad.
- El aprovechamiento del agua procedente de distintas fuentes o de distinto tipo (corrientes superficiales, cuerpos de agua, acuíferos etc.) y su utilización conjunta de una manera eficiente y sostenible, considerando la variabilidad temporal, la distribución espacial en las condiciones de calidad y cantidad de la oferta así como las necesidades de las demandas, aprovechando los acuíferos como excelentes almacenamientos naturales que permiten proveer el recurso en forma sostenida ante la variabilidad temporal de la recarga por lluvia y de la demanda.

- La sostenibilidad del hábitat acuático y de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas relacionados ante las presiones antrópicas por recursos agua y suelo.
- Utilización eficiente y sostenible del agua en diferentes usos (hidroenergía, agricultura, acuicultura, navegación, salud humana, etc.). Reducción de impactos de los proyectos de aprovechamientos.
- El agua y la ocupación del territorio, ocupación y adecuación de tierras en distintos paisajes, ocupación de llanuras de inundación (desección de zonas húmedas, riego y drenaje, protección a inundaciones, urbanización, terraplenes de vías), ocupación de deltas, ocupación de laderas (banqueos y terrazas, vías de acceso), conos aluviales, ocupación de riberas en cauces torrenciales, etc.

En estas líneas temáticas se considera la necesidad de mejorar el conocimiento de los sistemas, así como del desarrollo e implementación de herramientas para una gestión más eficiente de los recursos en el territorio, incluyendo optimización matemática, simulación, etc., al igual que aspectos de legislación, de gobernabilidad y regulación, incluyendo planes integrales de ordenamiento y manejo del territorio.

Estas líneas temáticas no son excluyentes y las necesidades de conocimiento en cada una de ellas son igualmente importantes; se requiere acción inmediata.

Por su parte, los ecosistemas terrestres hacen referencia a todos aquellos que se encuentran sobre el subsuelo. Según lo reportado por el informe Millennium Ecosystem Assessment (2010), más de la mitad de los ecosistemas terrestres están siendo degradados en la actualidad o son utilizados de una manera no sostenible.

De otro lado están los ecosistemas marinos y costeros, que tradicionalmente han sido divididos vertical y horizontalmente para su clasificación. Verticalmente, se los puede agrupar en dos grandes tipos: los bénticos o de fondo y los pelágicos o de aguas abiertas. Horizontalmente, los océanos se clasifican en zonas costeras y zonas marinas u oceánicas (Majluf, 2002).

Adicionalmente, se contemplan como área de estudio la Atmósfera, la cual hace alusión a la parte menos densa y gaseosa de la Tierra, en la tarea de proteger y reparar la capa de ozono como componente de la atmósfera que filtra los rayos ultravioleta del sol, causantes del cáncer de piel y otras enfermedades. La ONU se ha valido de dos tratados internacionales: la Convención de Viena y el Protocolo de Montreal con el fin de mejorar la calidad del aire y evitar los nocivos efectos que acarrea su deterioro.

Finalmente, se propone el área de Entorno y asentamientos humanos, por cuanto estos reflejan las interacciones entre naturaleza y cultura a través del tiempo; en segundo lugar, en la medida en que como parte de los acuerdos internacionales, el Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos plantea que la

calidad de vida y las actividades de todas las personas en los asentamientos humanos están estrechamente relacionadas con los cambios y los modelos demográficos, en particular, el crecimiento, la estructura y la distribución de la población, y las variables de desarrollo como la educación, la salud y la nutrición, los niveles de apropiación y utilización de los recursos naturales, el estado del medio ambiente y el ritmo, y la calidad del desarrollo social y el crecimiento económico.

Desde la Universidad Nacional de Colombia se vienen realizando algunas investigaciones que indican que alrededor de 45 millones de hectáreas (cerca del 40% del territorio colombiano) han sido despojadas de sus ecosistemas originales, en apariencia para destinarlas a actividades productivas y a los asentamientos humanos. Sin embargo, el país tiene que importar alimentos; más del 60% de su población (alrededor de 30 millones de habitantes) se encuentran en la pobreza, más del 50% de los municipios de Colombia vienen expulsando población, y la crisis de muchos municipios se ha agudizado hasta el punto de identificarse cerca del 37% de ellos inviables (Márquez, 2008). Estas cifras expresan preocupaciones que han conducido a preguntarse qué papel desempeñan las condiciones biofísicas, las transformaciones de sus ecosistemas y el deterioro ecológico en esta situación.

En este contexto, y teniendo presente las dinámicas más recientes, interesa continuar con procesos investigativos (interdisciplinarios) que den cuenta de las transformaciones ambientales, en algunos casos irreversibles, que se vienen generando ante los modelos de desarrollo recientes por los que ha optado el país (minería) y que afectan profundamente la producción de alimentos. De igual manera se debe reconocer el papel de los marcos y requerimientos de comercio exterior en la producción y seguridad alimentaria nacional.

Nuevos escenarios de análisis ambiental se abren paso en los estudios de los asentamientos humanos, ya sean urbanos o rurales: la necesidad de acudir a la historia ambiental, y con ella el metabolismo social y rural como apuestas que permitirán una mejor comprensión no sólo de las formas de ocupación, sino de apropiación, de interacciones entre los diferentes actores, de la transformación del territorio y los posibles impactos derivados de los modelos de desarrollo que cada sociedad establece. Ya existen algunas investigaciones sobre este campo que se vienen desarrollando en la UN, pero que demandan mayores esfuerzos de tipo interdisciplinario con el objeto de consolidar los esquemas teóricos y metodológicos referidos a la historia ambiental y al metabolismo, que posibiliten indicadores de sostenibilidad, ya sea de los espacios rurales como de los urbanos. Estos elementos son importantes en la medida en que generan insumos para los diseñadores de política pública, en especial para la gestión y el ordenamiento del territorio; adicionalmente permiten entregar una tipología de indicadores que dan cuenta de los flujos de materiales y energía propios del respectivo metabolismo, en el contexto del análisis espacial.

Finalmente, se espera que desde la visión de los grupos de investigación interdisciplinaria, la Universidad Nacional de Colombia posibilite la consolidación teórico-metodológica de la gestión ambiental del territorio, desde una perspectiva más integral y dinámica que evidencie, como señala Márquez (2008), que aunque las interacciones entre factores ecológicos y sociales son complejas y no lineales, hay tendencias claramente definidas en cuanto a condiciones de vida asociadas a determinados niveles de transformación de los ecosistemas.

En el contexto de los subtemas propuestos por los expertos y visibilizados en el árbol de conocimiento en el que se encuentran por ejemplo: conocimiento, aprovechamiento sostenible y conservación de la diversidad biológica de Colombia y de sus ecosistemas, se hace especial énfasis en el recurso hídrico y en la necesidad de conocer para planificar y gestionar adecuadamente. Es necesario entender y cuantificar la disponibilidad del recurso hídrico en cantidad y calidad, y entender los procesos que los determinan, las interrelaciones con la dinámica de otros recursos naturales (aire, suelo, bosque), las distintas posibilidades para su aprovechamiento actual o potencial, en relación con el entorno físico y considerando la competencia por agua entre los sistemas naturales y los sistemas sociales.

En cuanto a las escalas espaciales, es necesario partir del contexto global, las dinámicas de la zona intertropical, incorporando las particularidades físicas, bióticas, geográficas y culturales que generan la presencia de los tres ramales de los Andes, los dos océanos, las sabanas del Caribe y la Orinoquia y las selvas amazónicas, los grandes ríos y las interacciones que existen entre estos elementos, incluyendo, además, las particularidades que a menor escala constituyen las ciudades, las obras de infraestructura, las vías de comunicación, etc. Todos estos elementos geográficos y su posición relativa confieren características y especificidades locales que son clave para el estudio de las problemáticas del agua y del uso del territorio en una localidad o subregión (Vélez y Poveda, 2009).

Se requiere evaluar, cuantitativa y cualitativamente, las formas en que actualmente se realiza el aprovechamiento, la explotación o el uso de los recursos hídricos, y las formas en que se está dando la ocupación del territorio y el consiguiente deterioro causado al agua y a los demás recursos naturales en su entorno. Es preciso analizar las tendencias de estos aspectos y las perspectivas futuras bajo las condiciones de utilización actual, y es urgente estudiar todas las implicaciones de estos temas con el desarrollo sostenible, con la seguridad alimentaria y con la calidad de vida de las generaciones actuales y venideras. De otra parte, es de vital importancia el estudio del agua en términos de lo que implica su manejo ante las amenazas que esta representa.

Otro ejemplo de los subtemas propuestos por los expertos es el de Bioprospección de los recursos ecosistémicos en Colombia. En relación con este subtema existen investigaciones asociadas con la búsqueda de compuestos con bioactividad de

productos naturales marinos colombianos con usos potenciales, en organismos como octocorales, esponjas, ascidias, macroalgas y bacterias (Invemar, 2010).

En referencia a la investigación en Colombia sobre este tema, es poco lo que se ha hecho a pesar del esfuerzo pionero que algunos pocos investigadores han realizado, por lo que el estudio de aislamiento e identificación de sustancias bioactivas o aprovechables industrialmente de organismos marinos, particularmente de los que viven en el Caribe colombiano, está aún en su infancia. El grupo de investigación Estudio y aprovechamiento de productos naturales marinos y frutas de Colombia de la Universidad Nacional de Colombia ha sido líder en la investigación química de organismos tales como esponjas, octocorales, zoantídeos, estrellas de mar, ofiuros y erizos de mar, concentrando los esfuerzos en el estudio de aquellas especies que no han sido estudiadas en otras partes del mundo, pero que en nuestros bioensayos han probado ser fuente de compuestos novedosos y de interés farmacéutico e industrial en general (Duque, 2007, 2010; Duque, Puyana, Osorno y Zea, 2003).

2.6 Determinación de énfasis institucionales

Los 3.244 productos de investigación en ambiente y biodiversidad mencionados en la figura 14 se han clasificado dentro de las temáticas señaladas por los expertos de la agenda, encontrando que, en su mayoría, 2.045 productos pertenecen a ecosistemas terrestres, seguidos por los trabajos en ecosistemas de aguas continentales con 409 productos, entorno y asentamientos humanos con 315 productos, ecosistemas marinos y costeros con 277 productos, y, en menor proporción, se encuentra el área de atmósfera con 198 publicaciones.

Figura 14. Capacidades de investigación acumuladas por área de la Agenda Ambiente y Biodiversidad



Fuente: VRI a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

2.7 Elementos vinculantes

En las diferentes reuniones realizadas con los expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad se han discutido cuáles elementos que conforman las demás agendas de conocimiento y que están plasmados en los árboles son de interés para esta agenda; estos se indican en la tabla 12.

Se presentan agendas con un alto grado de relación con la Agenda Ambiente y Biodiversidad como: Biotecnología, Ciencias Agrarias y Desarrollo Rural, Energía y Hábitat, Ciudad y Territorio.

Tabla 12. Elementos vinculantes de la Agenda Ambiente y Biodiversidad con las demás agendas

Agenda	Elementos vinculantes
Biotecnología	Bioprospección, cambio climático, bioética, acceso a recursos genéticos, uso de los recursos de los ecosistemas, tratamiento de residuos, biorremediación, secuestro de CO ₂ , biofertilización, biocombustibles y biorrefinerías.
Ciencia y Tecnología de Minerales y Materiales	Uso de materiales, remediación, medio ambiente y sociedad, operaciones mineras y legislación.
Ciencias Agrarias y Desarrollo Rural	Biocombustibles, producción sostenible, seguridad alimentaria, uso de la tierra, modificación genética, producción sostenible (total), sanidad vegetal (todo)
Construcción de Ciudadanía e Inclusión Social	Educación ambiental, globalización, relaciones interculturales y otros saberes.
Desarrollo Organizacional, Económico e Industrial	Sostenibilidad ambiental, desarrollo regional, equidad y distribución, desarrollo fluvial, marítimo y costero, entorno y responsabilidad ambiental.
Energía	Fuentes de energía (convencionales y no convencionales), sostenibilidad y mercados de carbono.
Estado y Sistemas Políticos y Jurídicos	Formas de participación.
Hábitat, Ciudad y Territorio	Biomás, ecosistemas, nichos, eco biorregión, resiliencia, amenazas, vulnerabilidad y riesgos, paisajes, territorios, asentamientos humanos, minorías y territorios, recursos naturales, uso del suelo, distritos agroindustriales, soberanía alimentaria y minería.
Salud y Vida	Salud y desastres, enfermedades infecciosas y transmisibles, medicina alternativa, farmacia y biotecnología.
Tecnologías de la Información y la Comunicación	Materiales para microsistemas y sistemas bioinspirados.

Fuente: Expertos, agenda.

3. ANÁLISIS PROSPECTIVO PARA CONSOLIDAR UNA VISIÓN DE FUTURO DE LA AGENDA AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

Una vez propuesto el documento con una visión compartida por parte de los expertos, es sometido a un proceso de discusión con la comunidad académica, en el cual se recibieron importantes aportes que se involucraron dentro del texto; el proceso de discusión contempló la presentación de los avances de la agenda en una gran jornada nacional el 16 de febrero de 2012, así como la valoración del documento propuesto por parte de los investigadores cercanos a las temáticas de la agenda a través de una encuesta prospectiva y jornadas de discusión en las sedes.

El capítulo está estructurado inicialmente en una sección que resume de manera ejecutiva los resultados de los dos lanzamientos de la encuesta prospectiva que realimentan el documento propuesto por el equipo de expertos y además recoge a manera de ejemplo los posibles proyectos que han sido sugeridos por los profesores encuestados.

3.1 Resumen ejecutivo de los resultados de la encuesta prospectiva

La encuesta prospectiva se realizó en dos ocasiones, en la primera estaba dirigida a los directores de grupos de investigación de la UN que se identificaron como afines con las temáticas de la agenda; en la segunda ocasión se dirigió a los docentes investigadores vinculados con la UN y pertenecientes a los grupos de investigación identificados dentro de las capacidades de la agenda.

El objetivo general de la encuesta es recibir una realimentación por parte de la comunidad universitaria frente al trabajo propuesto por el grupo de expertos. Los resultados detallados de cada encuesta pueden consultarse en la página web de la Vicerrectoría de Investigación.

A continuación se describen los principales resultados:

3.1.1 Ficha técnica de la encuesta

En la tabla 13 se presenta la ficha técnica de la encuesta que fue dirigida a los 374 directores de grupos de investigación, cuyo lanzamiento tuvo lugar en el periodo de tiempo comprendido entre el 30 de enero y el 12 de febrero de 2012.

Tabla 13. Ficha técnica de la encuesta prospectiva, primera recolección.

FICHA TÉCNICA ENCUESTA PROSPECTIVA-AGENDA AyB	
Realizada por:	Expertos en las áreas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad como parte del Proyecto Agendas de Conocimiento de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia.
Realizada en:	Software Sphinx Plus V5 y aplicada en línea.
Tiempo de aplicación:	30 de enero a 12 de febrero de 2012.
Población:	Directores de 374 grupos de investigación, identificados dentro de las capacidades de la Agenda AyB, que son o han tenido algún vínculo con la Universidad Nacional de Colombia como docentes de planta.
Unidad de muestreo:	Profesores e Investigadores miembros de grupos de investigación que hacen parte de la Agenda de AyB.
Respuestas recolectadas:	12,3% de la población invitada, de un total de 374 invitaciones enviadas.

Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

En la tabla 14 se presenta la ficha técnica de la encuesta que fue dirigida a los investigadores identificados en las capacidades, cuyo lanzamiento tuvo lugar en el periodo de tiempo comprendido entre el 01 de marzo al 14 de marzo de 2012, enviado a través de correo electrónico y remitido a 1237 investigadores con tres recordatorios y una respuesta de 115 investigadores.

Tabla 14. Ficha técnica de la encuesta prospectiva, segunda recolección.

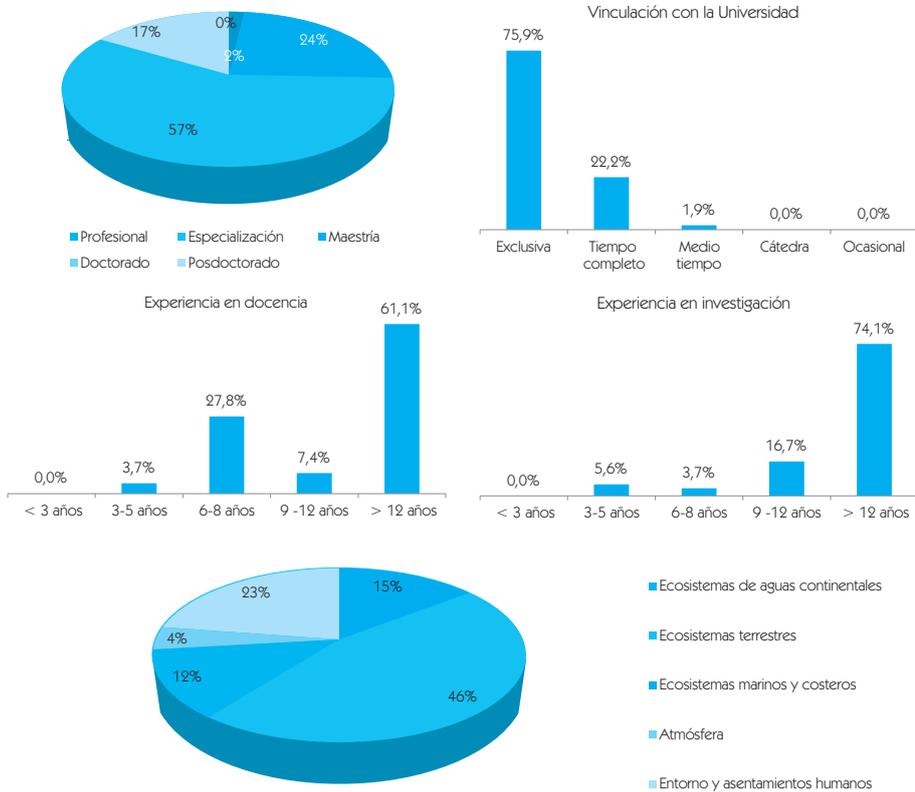
FICHA TÉCNICA ENCUESTA PROSPECTIVA-AGENDA AyB	
Realizada por:	Expertos en las áreas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad como parte del Proyecto Agendas de Conocimiento de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia.
Realizada en:	Software Sphinx Plus V5 y aplicada en línea.
Tiempo de aplicación:	1 de marzo a 14 de marzo de 2012.
Población:	Directores de 424 grupos de investigación, identificados dentro de las capacidades de la Agenda AyB, que son o han tenido algún vínculo con la Universidad Nacional Colombia como docentes de planta.
Unidad de muestreo:	Profesores miembros de grupos de investigación que no son líderes del grupo donde trabajan.
Respuestas recolectadas:	9,29% de la población invitada, de un total de 1237 invitaciones enviadas.

Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.1.2 Perfil de los encuestados

Los directores o líderes de los grupos de investigación que respondieron a la encuesta se caracterizan por tener una formación posdoctoral del 16,7%, doctoral del 57,4%, seguida de una formación en maestría del 24,1%. De otra parte la mayoría, un 75,9%, indicó tener una dedicación exclusiva con la Universidad. Así mismo, el 61,1% de los encuestados señaló tener más de 12 años de experiencia docente y el 74,1% más de 12 años de experiencia en investigación, como se puede observar en la figura 15.

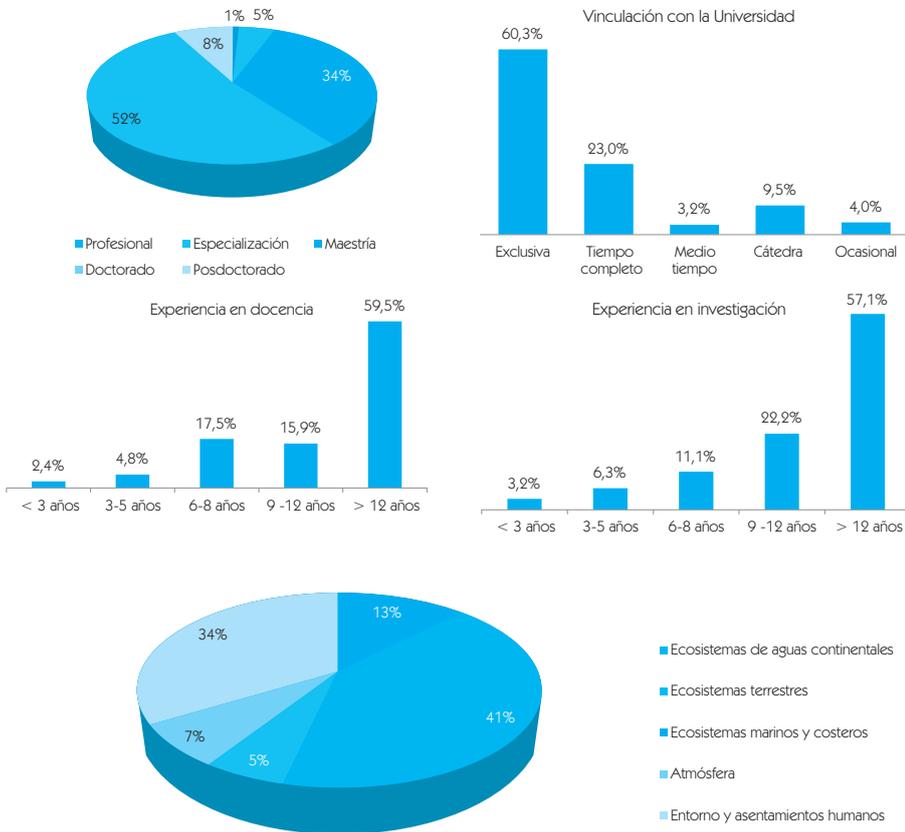
Figura 15. Resumen gráfico de la primera aplicación de la encuesta prospectiva a directores de grupos de investigación de la UN



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

Con respecto a los investigadores, el 75% pertenece al género masculino, el 47% tiene formación doctoral y el 41% formación de maestría; el 60% es de dedicación exclusiva, con más de 12 años de experiencia docente; el 57%, con más de 12 años de experiencia en investigación, como se observa en la figura 16.

Figura 16. Resumen gráfico de la segunda aplicación de la encuesta prospectiva a investigadores de la UN



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.1.3 Valoración objetivos y alcances

Frente a la propuesta de los expertos de la agenda se observa que en general los encuestados están de acuerdo tanto con los objetivos como con los alcances. En referencia a los alcances, el 79% de los directores y el 80% de los investigadores están de acuerdo. En las figuras 17 y 18 se presenta el resumen, siendo el objetivo específico 1 el mejor valorado por los líderes y los investigadores. Solo un 22% de los investigadores presenta sugerencias sobre la propuesta de nuevos elementos generales. Con respecto al objetivo general de la agenda, el 80% de los directores de grupos de investigación y el 79% de los investigadores manifiesta que está de acuerdo.

Las siguientes figuras presentan los datos normalizados y consolidados de las dos aplicaciones de la encuesta prospectiva (directores e investigadores) en relación con los objetivos y alcances. Así, en la figura 17 se muestra la valoración de los objetivos de la Agenda AyB, siendo evidente la aceptación del contenido de los mismos.

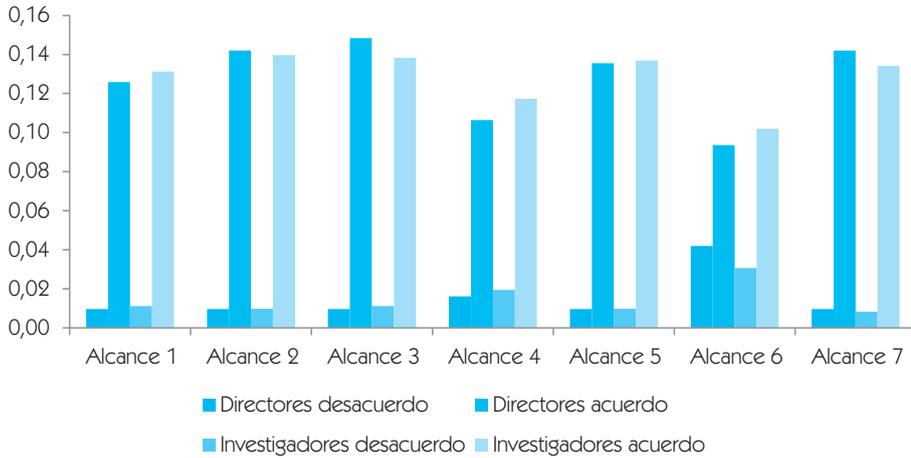
Figura 17. Valoración del grado de acuerdo con los objetivos propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

A partir de la observación de la figura 18, en los alcances se evidencia que los encuestados en términos generales están de acuerdo con la propuesta de los expertos; los alcances con mayor aceptación fueron: aumentar el número de productos de conocimiento generados en la investigación y extensión en esta área; desarrollar convocatorias de investigación integrada de proyectos en ambiente y biodiversidad, y proponer la actualización de la política y normatividad ambiental de Colombia.

Figura 18. Valoración del grado de acuerdo de los alcances propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.1.4 Valoración de potenciadores e inhibidores

Con respecto a la propuesta de potenciadores e inhibidores, los directores encuestados indicaron que nueve de los elementos propuestos corresponden a potenciadores y tres a inhibidores; existe un elemento que ha sido evaluado de forma equivalente y corresponde al presupuesto de la empresa privada y gobiernos locales para el desarrollo del tema de Ambiente y Biodiversidad. Mientras los investigadores indicaron que ocho de los elementos correspondían a potenciadores y cuatro a inhibidores, igualmente existe un elemento que tuvo una calificación equivalente y que corresponde a los niveles de transferencia de información entre investigadores y comunidades locales; esto significa que un semejante número de investigadores señaló este elemento como potenciador y como inhibidor.

Se listan a continuación los cinco potenciadores mejor valorados en las dos encuestas:

- Número de grupos de investigadores en la temática de ambiente y biodiversidad en la UN.
- Cantidad y calidad de ecosistemas en Colombia.
- Existencia de prácticas exitosas en la UN en investigación y extensión en ambiente y biodiversidad.
- Presencia de la UN en todas las regiones naturales de Colombia.
- Vigencia y pertinencia del tema en el contexto global.

De otra parte, los elementos inhibidores más destacados según la valoración de los encuestados fueron:

- Legislación existente en ambiente y biodiversidad.
- Presupuesto de la empresa privada y gobiernos locales para el desarrollo del tema de ambiente y biodiversidad.
- Situación de violencia en el país.

3.1.5 Valoración de las áreas temáticas

Con respecto a la valoración de las áreas temáticas propuestas, se observa que el área principal donde se registra el mayor número de directores de grupo e investigadores desarrollando investigación en la UN es la de Ecosistemas terrestres, con un 45% y 40%, respectivamente. Así mismo, el área en donde el número de directores tiene menor presencia es el de Atmósfera, con el 4% de los encuestados, mientras que para el caso de los investigadores corresponde al área de Ecosistemas marinos y costeros, con el 5% de los encuestados. No obstante, existe una gran capacidad de investigación por parte de la UN en el abordaje de estas áreas representado en el número de proyectos y productos que ya han sido mencionados en el capítulo anterior.

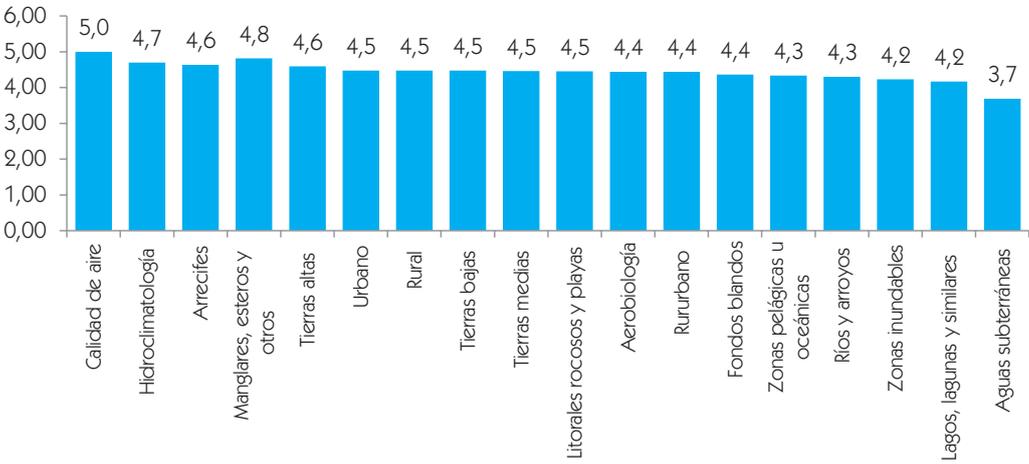
Con respecto a la importancia de investigación para cada tema, es evidente que todos ellos son considerados primordiales, como se observa en la figura 19, teniendo el tema de calidad del aire la mayor valoración, mientras que el tema valorado como más bajo es el de Aguas subterráneas, con un valor de 3,69%.

La aplicación social, industrial y agroindustrial ha sido destacada tanto por directores e investigadores para todos los temas de las áreas del árbol de conocimiento; es así como por ejemplo el 61% de los directores y el 85% de los investigadores indica que los temas de Ecosistemas terrestres tienen aplicación industrial y el 100% de ellos indicaron tener aplicación social. Para los temas del área de Ecosistemas de aguas continentales, el 85% de los directores y el 61% de los investigadores indica tener aplicación industrial, mientras que el 100% de los directores y el 93% de los investigadores señala tener aplicación social.

En el área de Asentamientos humanos, el tema de mayor importancia tanto para los directores como para los investigadores es el Rural, con un 55% y 57%, seguido de Rururbano con el 46% y 50%, respectivamente.

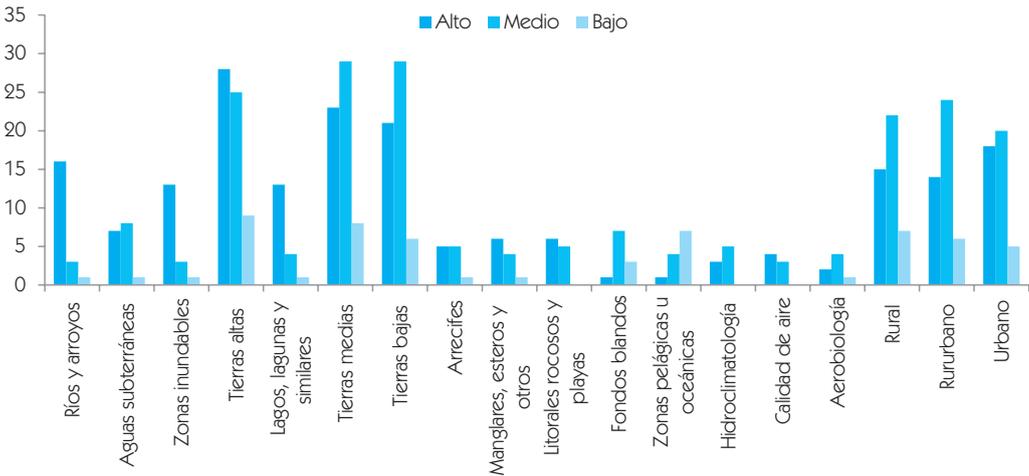
La figura 20 muestra el consolidado de las capacidades percibidas por los encuestados para el desarrollo de investigación en los temas de la Agenda. El tema percibido con más alta capacidad de investigación es el de Tierras bajas, medias y altas, respectivamente, que corresponde al área Ecosistemas terrestres, seguido del tema urbano del área de Asentamientos humanos, mientras los temas con menor capacidad de investigación percibida son los de fondos blandos, aerobiología y calidad del aire.

Figura 19. Promedio de la importancia de investigación para el desarrollo de los temas



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

Figura 20. Capacidades de investigación percibidas por los encuestados de la UN para desarrollar investigación en los temas de la Agenda AyB



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

En la tabla 15 se presenta el tiempo en el que los encuestados estiman la materialización de los resultados de sus investigaciones de acuerdo con el tema de interés. Así, el tiempo en años en el cual los directores sugieren que se materializarán los resultados de investigación para el tema Tierras altas está dado por un intervalo de seis a ocho años, según el 41% de las respuestas. Igualmente en color azul oscuro se señalan las opciones preferidas por los encuestados, y en color azul claro los rangos de tiempo de menor preferencia.

Sin embargo, es de notar que el rango de tiempo comprendido entre 3 a 5 años fue la opción preferida por los encuestados para dar cuenta de los tiempos de materialización de las investigaciones en los diferentes temas.

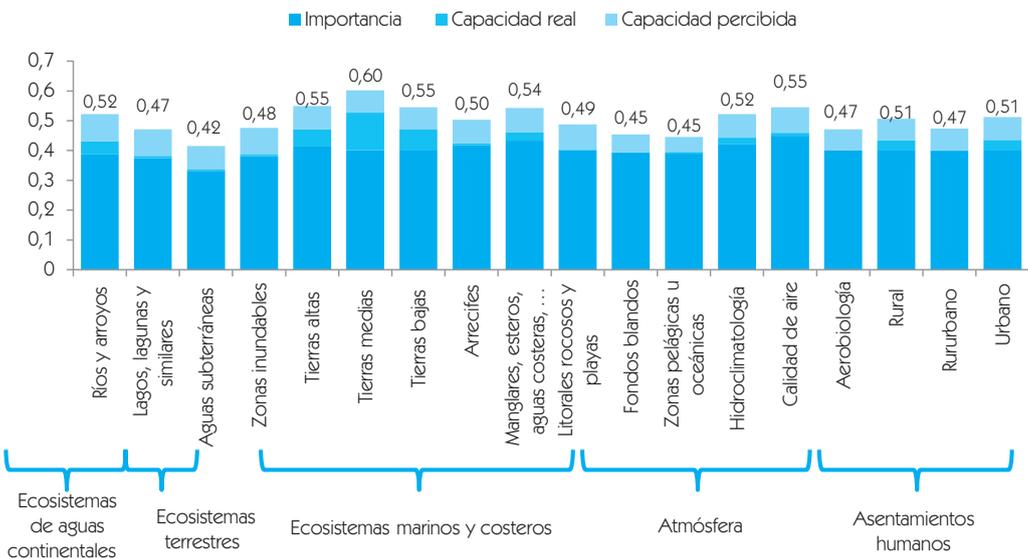
Tabla 15. Tiempo de materialización en años

	TEMAS	1 a 2	3 a 5	6 a 8	Más de 8
ECOSISTEMAS DE AGUAS CONTINENTALES	Ríos y arroyos	4	8	7	1
	Lagos, lagunas y similares	3	9	5	1
	Aguas subterráneas	3	7	4	2
	Zonas inundables	4	7	5	1
ECOSISTEMAS TERRESTRES	Tierras altas	3	20	25	13
	Tierras medias	3	21	21	13
	Tierras bajas	3	19	19	14
ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS	Arrecifes	0	4	7	0
	Manglares, esteros, aguas costeras, estuarios, lagunas costeras, ciénagas y deltas	0	6	4	1
	Litorales rocosos y playas	0	3	8	0
	Fondos blandos	0	2	7	2
	Zonas pelágicas u oceánicas	0	3	4	5
ATMÓSFERA	Hidroclimatología	3	5	2	0
	Calidad de aire	2	7	0	0
	Aerobiología	1	5	2	1
ASENTAMIENTOS HUMANOS	Rural	2	23	6	13
	Rururbano	2	20	12	9
	Urbano	4	21	9	9

Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

Finalmente, se ha diseñado un índice que permite valorar los temas de las cinco áreas de la Agenda AyB teniendo en cuenta las capacidades reales identificadas en la etapa de pre-prospectiva presentadas en las secciones 1 y 2, las capacidades percibidas en las encuestas prospectivas y la importancia de investigación percibida; de ellos se obtiene un único valor por tema. Para la construcción del índice se normalizaron los tres valores seleccionados y se les asignó un peso de 0,45 para importancia de investigación y capacidad real, mientras que para la capacidad percibida se asignó un peso de 0,1. Es así como el tema con mayor capacidad de desarrollo es el de Tierras altas, seguido por el de Tierras bajas y Calidad de aire, según lo observado en la figura 21.

Figura 21. Índice de la importancia de investigación para los temas de la Agenda AyB



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.2 Resumen de las realimentaciones en las jornadas de discusión con la comunidad académica

La Agenda AyB realizó cuatro jornadas de discusión en las sedes de Manizales, Palmira, Leticia y Medellín, en las cuales algún experto explicó los avances obtenidos hasta la fecha.

Las observaciones recibidas por los profesores en las diferentes sedes tienden en primer término a felicitar el esfuerzo que se está haciendo por la construcción de una agenda incluyente, que vincula desde su concepción la interlocución de las diferentes sedes en donde la Agenda AyB tiene asidero.

Las áreas del árbol de conocimiento propuesto por los expertos de la agenda han sido validadas, toda vez que a partir de los resultados de la encuesta de prospectiva se pudo establecer que cada uno de los profesores encuestados, tanto directores de grupo de investigación como investigadores, han visto reflejado su quehacer académico en alguna de las áreas en mención.

Existen algunas inquietudes frente a la necesidad de ampliar la información en los siguientes temas: áreas protegidas, energía, agua como recurso y amenaza, otras concepciones sobre ambiente, entre otros. De otra parte, existen observaciones sobre la agenda, tendientes a mostrarla con una visión tradicional, criticando la adopción de conceptos propios de otros espacios geográficos.

Aunque la percepción por parte de los profesores encuestados es que persisten los trabajos monotemáticos, en varias discusiones se planteó la necesidad de continuar procesos investigativos que partan del conocimiento integral.

3.3 Proyectos propuestos por la comunidad académica

A continuación se lista a manera de ejemplo una serie de proyectos que han sido sugeridos por los encuestados, clasificados en dos categorías, generales y específicos.

Proyectos generales

- Aprovechamiento de materias primas renovables
- Caracterización de recursos genéticos
- Uso sostenible de la biodiversidad en la producción de alimentos, salud, biocombustibles, etc.
- Reutilización de aceites residuales contaminantes
- Bioprospección de especies vegetales de diferentes regiones naturales con potencialidad en los sectores agropecuario, farmacéutico y cosmético
- Bioprospección de fármacos a partir de sustancias bioactivas de origen marino
- Valoración económica de servicios ecosistémicos

- Indicadores de calidad del suelo
- Vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al cambio climático (adaptación - mitigación)
- Restauración de ríos, tanto en entornos urbanos como rurales
- Análisis de riesgo de inundaciones en microcuencas
- Calidad de agua superficial y subterránea
- Impacto en calidad del aire y salud pública de la agricultura intensiva y la minería de cielo abierto en Colombia
- Línea base de la calidad del aire y emisiones de gases de efecto invernadero asociados a cambios de uso del suelo en Colombia
- Mejoramiento de sistemas productivos
- Sistematización y análisis de experiencias de uso y manejo de la biodiversidad por comunidades (campesina - indígenas y afrodescendientes).
- Socialización de resultados regionales sobre estudios en biodiversidad a través de publicaciones educativas para la población en general

Proyectos específicos

- Suelo como recurso estratégico. Control de calidad de bioinsumos
- Biofertilizantes para uso agrícola.
- Utilización racional de la biodiversidad en la elaboración de productos cosméticos y de aseo.
- Relaciones de la biodiversidad de algunas angiospermas
- Estado actual de la distribución de especies de uso potencial en la agroindustria.
- Bioprospección de microorganismos en diferentes ecosistemas, recuperación de suelos o fortalecimiento de producción de cultivos agrícolas, mediante utilización de microorganismos benéficos (biofertilizantes, biorremediación)
- Caracterización de cuerpos de agua con riesgo de contaminación y marcadores bioquímicos en peces provenientes de dichos ambientes
- Procesos de transformación de residuos para incorporarlos a la cadena productiva
- Desarrollo de instrumentos para el monitoreo *in situ* de la contaminación por hidrocarburos de aguas superficiales y subterráneas
- Reutilización de aguas para fines agrícolas

- Desarrollo y aplicación de instrumentos de alta precisión para el monitoreo de la contaminación atmosférica y la cuantificación de flujos de gases de efecto invernadero
- Análisis sectorial y mitigación de emisiones de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero
- Gases efecto invernadero, modelos climáticos y modelos para determinar *stock* de carbono orgánico en el suelo.
- Reconocimiento de conocimientos locales y ancestrales sobre la biodiversidad
- Evaluación de tierras para apoyo de planes de ordenamiento territorial.
- Alternativas de producción agrícola y desarrollo local-regional con intercambios comerciales de distancia corta.
- Caracterización de alimentos autóctonos
- Uso de la biodiversidad de especies de interés agrícola para el desarrollo de obtenciones vegetales que contribuyan a la solución de las deficiencias en seguridad alimentaria
- Valorización de recursos de la agrobiodiversidad
- Relaciones entre prácticas culturales de comunidades indígenas y gestión de sistemas de protección (por ejemplo Parques Naturales) de AyB.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, G. (2011). Deuda histórica con el medio ambiente. *Revista Semana*. Tomo 5. Para pensar a Colombia.

Andrade, G. (2011a). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia – política. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* #25, 491-508.

Andrade, G. (2011b). Deuda histórica con el medio ambiente. *Revista Semana*. Tomo 5. Para pensar a Colombia.

Ardavin, J. A. (Ed.). (2010). *Crecimiento verde: asumamos el compromiso para un futuro sustentable*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.

AS. (2009). *A roadmap for U.S. - China cooperation on energy and climate change*. Initiative for U.S.-China Cooperation on Energy and Climate. Disponible en: <http://www.pewclimate.org/docUploads/US-China-Roadmap-Feb09.pdf>

AWWARF. (2004). *Water and wastewater industry energy efficiency: a research roadmap*. Awwa Research Foundation. Disponible en: <http://www.energy.ca.gov/2004publications/CEC-500-2004-901/CEC-500-2004-901.PDF>

Belluck, D. A., Hull, R. N., Benjamin, S. L., Alcorn, J., & Linkov, I. (2006, Springer). *Environmental Security, Critical Infrastructure and Risk Assessment: Definitions and Current Trends*. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/82gk46443372upm8/fulltext.pdf>

Bernal, R., Gradstein, S. R. y Celis, M. (2007). *Catálogo de las plantas de Colombia: cifras preliminares de la flora de Colombia*. Disponible en: <http://r3bernalg.googlepages.com/cifraspreliminaresdelafloradec>

Bonilla, E., Lizarazo, P. (2012). Agendas de conocimiento: un diálogo permanente con la sociedad. En: VRI, Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A. (Eds.). *Agendas de conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Brijalbo, M. y Campos, D. (2001). Investigación en la Universidad Nacional 1990-1999. Una década de aciertos, inciertos y desconciertos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Bueno, E. (2002). Indicadores de Capital Intelectual aplicados a la Actividad Investigadora y de Gestión del Conocimiento de las Universidades y Centros Públicos de investigación de la Comunidad de Madrid. En: Modrego, A. (coord.). *Capital intelectual y producción científica* (pp.19-70). Madrid: Dirección General de Investigación. Comunidad de Madrid Disponible en: <http://www.madrid.org/edupubli>

Castaño, O. (2002). *Libro Rojo de Reptiles de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

CBD. (2000). *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la biodiversidad biológica*. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal. Disponible en <http://bch.cbd.int/protocol/text/>

CBD. (2003a). *Interlinkages between biological diversity and climate change*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-10.pdf>

CBD. (2003b). *Status and trends of biodiversity of inland water ecosystems*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Canada. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-11.pdf>

CBD. (2010a). *Biodiversity scenarios: projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-50-en.pdf>.

CBD. (2010b). *Linking Biodiversity conservation and poverty alleviation: a state of knowledge review*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-55-en.pdf>

CBD. (2010c). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal, 2010. 94 pp. Disponible en: <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GBO3-final-es.pdf>

CBD. (2010d). *Sustainable use of biological diversity in socio-ecological production landscapes*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-52-en.pdf>

CBD. (2010e). *Water, wetlands and forests a review of ecological, economic and policy linkages*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-47-en.pdf>

CBD. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal. Disponible en: <http://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf>

CBD. (2006). *Guidelines for the rapid ecological assessment of biodiversity in inland water, coastal and marine areas*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-22.pdf>

CIC. (2003). Modelo Intellectus: Medición y Gestión del Capital Intelectual. Centro de Investigación sobre Sociedad del Conocimiento, CIC. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación.

Colciencias. (2011a). *Discusiones sobre temas prioritarios en las regiones*. Mimeo. Bogotá, Colciencias.

Colciencias. (2011b). *Scienti: Grupos por área de conocimiento*. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias. Disponible en: <http://201.234.78.173:8083/cienciawar/BusquedaGrupoXArea.do;jsessionid=0E18863948EEC00A6169AD69C531B9FD>

Correa, C. (2007). Tendencias de la gerencia y entorno económico. *El Cuaderno Ciencias Estratégicas*, 1 (1), 39-52.

DNP. (2005). *Visión Colombia II Centenario: 2019*. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.

DNP. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo*. Estado comunitario: desarrollo para todos. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.

DNP. (2011). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014: prosperidad para todos*. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.

Duque, C. (2007). Bioprospección de sustancias bioactivas obtenidas de organismos marinos. En: Sánchez, J. (Ed.), *Potencial biotecnológico de microorganismos en ecosistemas naturales y agrosistemas*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Duque, C. (2010). Pseudopterogorgia elisabethae de San Andrés y Providencia, una pluma de mar con excelente potencial como fuente de productos naturales con aplicación industrial. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34 (130), 89-104.

Duque, C. y Correa, E. (2011). Productos naturales marinos: fuente de inspiración para la ciencia, la tecnología y la innovación. *Revista Innovación y Ciencia*, XIII, 3.

Duque, C., Brijaldo, M. y Molina, R. (2001). Programas Estratégicos: un reto para la Universidad Nacional en el siglo XXI. Universidad Nacional de Colombia - Dirección Nacional de Investigación.

Duque, C., Puyana, M., Osorno, O. y Zea, S. (2003). Visión retrospectiva de las investigaciones en productos naturales marinos en Colombia durante los últimos quince años. En: *El mundo marino de Colombia: investigación y desarrollo de territorios olvidados*. Bogotá: Unibiblos.

Edvisson, L., y Malone, M. (1997). Intellectual Capital. Realizing your company s true value by findings its hidden brainpower. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000 - 2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.

EPBRS. (2005). *Biodiversity research issues of priority for Europe at the start of the 21st Century*. European Platform for Biodiversity Research Strategy. Informal discussion paper. Disponible en: http://www.epbrs.org/PDF/EPBRS-SC2003-21st%20Century%20Research-_05-0_.pdf

Erwin, P., López-Legentil, S., & Schuhmann, P. (2010). The pharmaceutical value of marine biodiversity for anti-cancer drug discovery. *Ecological Economics*, 70 (2), 445-451.

FAO. (2007). *Comunicación y desarrollo sostenible*. Selección de artículos de la 9ª. Mesa redonda de las Naciones Unidas sobre comunicación para el desarrollo. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1476s/a1476s00.pdf>

Harvey, B. (2002). *Complementariedad y armonización legislativa de los acuerdos ambientales multilaterales relacionados con la biodiversidad*. Fondo para el Medio Ambiente Mundial, FMAM. Disponible en: <http://www.unep.org/bpsp/PDFS/Fisheries%20Spanish.pdf>

ICSU. (2004). *Foresight analysis*. International Council for science. Disponible en: http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/371_DD_FILE_Foresight_Analysis.pdf.

Ideam. (1999). *Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Disponible en: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/MJornadas/A13.pdf>

IFGF. (2010). *Ten Top Climate Trends for the 21st Century*. Institute for Global Futures. Disponible en: <http://www.globalfuturist.com/future-trends/climate-futures.html>

Invenmar. (2010). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2009 (p. 319). *Serie de Publicaciones Periódicas No. 8*. Santa Marta.

IPCC. (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC Third Assessment Report, Cambridge University Press. En: OCDE (2006). *Adaptation to climate change: key terms*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.htm>

Jaramillo, H. y Forero, C. (2001). Interacción entre capital humano, capital social y capital intelectual, en el contexto del nuevo contrato social. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.

- Linares, E. L. y Uribe-Meléndez, J. (2002). *Libro rojo de las briófitas de Colombia*. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 170 p.
- Lizarazo, P. (2011). *Agendas de Conocimiento: síntesis a partir de una visión sobre planes de desarrollo y políticas públicas regionales y nacionales: Ambiente y Biodiversidad*. Universidad Nacional de Colombia.
- MADRI+D. (2006). *Informe de vigilancia tecnológica: tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Fundación Madri+d para el conocimiento. Madrid. Disponible en: <http://www.madrimasd.org>
- Majluf, P. (2002). *Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino: los ecosistemas marinos y costeros*. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/development/te2.PDF>
- Márquez, G. (2008). *Sistema de Indicadores Ambientales Municipales, SIAM-UN*. Bases para un estudio de relaciones, transformación de ecosistemas y condiciones de vida en Colombia. IDEAS 14. Universidad Nacional de Colombia.
- Medina, J. y Ortigón, E. (2006). En: ILPES (Eds.). *Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe* (438 p.). Santiago (Chile): Cepal. 438 p.
- Meritum, Proyecto. (2002). Guidelines for managing and reporting on intangibles (Intellectual Capital Statements). En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- MMAR. (2003). Sensibilización Ambiental. Introducción al concepto de Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.educaguia.com/biblioteca/apuntes/cienciasambientales/sensibilizacionambiental.pdf>
- Mohamed, R., & Lotfy, M. (2007). *Desalination technology roadmap 2030. The Cabinet information and decision support center: Center for futures studies*. Disponible en: http://www.idsc.gov.eg/Upload/Documents/28/EN/Desalination_technology_Roadmap%5B1%5D.pdf
- Mora, G. (2009). Diagnóstico de la estructura organizacional de la Universidad Nacional de Colombia. Rectoría Universidad Nacional de Colombia. En: VRI (2011). *Agendas de Conocimiento*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- MoRST. (2007). *Environment research: roadmaps for science*. Ministry of Research, Science and Technology. Nueva Zelanda. Disponible en: <http://www.morst.govt.nz/Documents/work/roadmaps/Environment-Research-Roadmap.pdf>
- Muñoz, Y. y Alberico, M. (2004). Mamíferos en el Chocó biogeográfico –catálogo. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica*. (pp. 559-598). Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Murillo, M. T., Murillo, J. y León, P. (2008). Los pteridófitos de Colombia. *Biblioteca José Jerónimo Triana* No. 18. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- OCDE. (2008). *Prospectiva medioambiental de la OCDE para el 2030*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/2/34/40224072.pdf>
- OCDE. (2009). *Reunión del Consejo a nivel ministerial*. Disponible en: <http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=C/MIN%282009%295/FINAL&doclanguage=en>
- ONU. (1987). Comisión Mundial del Medio Ambiente. En: *Medio ambiente y desarrollo*. Disponible en: http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost.htm
- ONU. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. En: OCDE (2006). *Adaptation to climate change: key terms*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/36/53/36736773.pdf>

ONU. (1994). *Conferencia Internacional sobre la población y el desarrollo*. Resumen del programa de acción. Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/conferences/accion2.htm>.

ONU. (2003). *Plan de aplicación Division For Sustainable Development*. Disponible en: http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish/POIspChapter6.htm.

ONU. (2009). *The United Nations World Water Development. Report 3: Water in a changing world*. Paris, Francia. Disponible en: http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf

ONU. (2010). *Objetivos de desarrollo del milenio*. Informe 2010. Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: http://www.un.org/es/comun/docs/?path=/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2010_SP.pdf

Pérez, C., Poveda, G., Mesa, O., Carvajal, L. y Ochoa, A. (1998). *Evidencia de cambio climático en Colombia: tendencias y cambios de fase de amplitud de los ciclos anual y semianual*. Bull. Instituto Francés de Estudios Andinos. Disponible en: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/enso/poveda.html>

Pnuma. (2002). *Recursos naturales. Convenciones sobre la diversidad biológica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.pnuma.org/reccnat/esp/diversidadbiologica.php>

Pnuma. (2010). *Convenciones sobre la diversidad biológica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.pnuma.org/reccnat/esp/diversidadbiologica.php>

Poveda, A., Abad, P., Franky, J., Hurtado, R., Castaño, G., Echavarría, J., Castiblanco, J. (2012). Escenarios y redes para las Agendas de Conocimiento. En: VRI, Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A. (Eds.). *Agendas de conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Pulido, M. T. y J. Cavelier (2001). Comercialización de productos vegetales no maderables en los mercados de Leticia y Florencia, Amazonia colombiana. En: Duivenvoorden, J. F., H. Balslev, J. Cavelier, C. Grandez, H. Tuomisto y R. Valencia (eds.). *Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonia noroccidental*. Institute of Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Ramos, A. (1999). Biocomercio: a path towards sustainable development. *European Tropical Forest Research Network News*. Special Issue. On Innovative Financing Mechanisms for Conservation and Sustainable Forest Management, 35, 21-23.

Rangel, J. O. (2004). El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica. En Instituto de Ciencias Naturales - Conservación Internacional (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica* (Vol. IV, pp. 997). Bogotá.

Rangel, J. O. (2006). La diversidad biológica de Colombia. *Revista Palimpsestos*, 5 292-304. Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Rangel, J. O. (2007). *La riqueza biológica de Colombia: ¿cómo encontramos la manera de incorporarla al desarrollo del país?* (pp. 533-540). Bogotá: Fundación Alejandro Ángel Escobar.

Rangel, J. (2007a). *La línea base del conocimiento sobre el inventario, uso sostenible, conservación de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá: Fundación Alejandro Ángel Escobar, FAAE.

Renjifo, L., Franco, J., Amaya, G., Kattan, G. y López, B. (2002). *Libro Rojo de las aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rodríguez, J. M. (1999). Informe PUI de Energía. Seminario investigaciones en red. Lugar de los PUI dentro del contexto actual de la investigación. Bogotá: UN – PUI.

- Rodríguez, M., Alberico, F., Trujillo y Jorgenson, J. (2006). *Libro Rojo de los mamíferos de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Roos, J., Edvisson, L., & Dragonetti, N. (1997). Intellectual capital: Navigating in the new business landscape. New York: New York University Press. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- Rueda, J., Lynch, J. y Amézquita, A. (2004). *Libro Rojo de anfibios de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ruitenbeek, H. J., Cartier, C. M., Bunce, L., Gustavson, K., Putterman, D., Spash, C. L., van der Werff, D., Westmacott, S., & Huber, R. (1999). *Issues in applied coral reef biodiversity valuation: results for Montego Bay, Jamaica*. World Bank Research Committee Project RPO#682-92. Final Report, World Bank, Washington.
- Ruiz, C. P., Ardila, M. C. y Lynch, J. D. (1996). Lista actualizada de la fauna anfibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20: 365 – 415.
- Sánchez, M. P. (2000). El capital humano en la nueva sociedad del conocimiento: su papel en el sistema español de innovación. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A., Rodríguez, C., Robledo, J., Tamayo, J., Aguilar, J. y Molano, J. (2012). Metodología para la construcción de las Agendas de Conocimiento. En: VRI, Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A. (Eds.). *Agendas de Conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Santiago, J., López, M. y López, S. (2008). Tendencias del cambio climático global y los eventos extremos asociados. Ra Ximhai. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 4(3), 625-633. México.
- Singh, Y. (2006). *Environmental Science New Age International*. Disponible en: http://www2.hcmuaf.edu.vn/data/quoctuan/8122418481%20Environmental_Science.pdf
- SNIES. (2011). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES*. Ministerio de Educación Nacional. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html>
- Sveiby, K. (2001). A knowledge-based theory of the firm to guide in strategy formulation. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- TMP. (2010). *2010 State of Future The Millennium Project*.
- UN. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica*. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- UN. (1998). *Un compromiso académico y social con la nación colombiana: Plan Global de Desarrollo*. Universidad Nacional de Colombia 1999-2003. Universidad Nacional de Colombia.
- Universidad Nacional de Colombia. (1999a). División de Investigación Sede Bogotá. Zalamea, F. Guía para la Consolidación de un Sistema de Excelencia en Investigación. En: Colombia Espacio Abierto. ISSN: 1315-0006 ed: Universidad Del Zulia v.n/a fasc.4 p.9 - 12

- UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000- 2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- UN. (2011). *Institutos y centros*. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: http://www.unal.edu.co/paginas/institutos_y_centros.html
- Unesco. (1988). *Water-Resource Assessment Activities: Handbook for national evaluation*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001584/158461eo.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia. (2007). *Plan Global de Desarrollo Universidad Nacional de Colombia 2007 – 2009: por una Universidad moderna, abierta y participativa*. Bogotá.
- Uribe, M., & Gradstein, S. (1998). *Catalogue of Hepaticae and Anthocerotae of Colombia*. Bryophytorum Bibliotheca Band 53. Stuttgart. 100 pp.
- USDA. (2010). *National Roadmap for Responding to Climate Change*. U.S. Department of Agriculture. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/climatechange/pdf/roadmap.pdf>
- van Hoof, B. (2003). Necesidades de bienes y servicios ambientales de las PYME en Colombia: oferta y oportunidades de desarrollo. *Serie 70, Medio Ambiente y Desarrollo*. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile.
- Vélez, J. y Poveda, G. (2009). *Una agenda de trabajo futuro en investigación sobre aprovechamiento y gestión de recursos hídricos en Colombia*. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- VRI. (2006). *Doctorados e investigación: tendencias, perspectivas y lineamientos estratégicos en la Universidad Nacional de Colombia*. Vicerrectoría de Investigación. Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Landínez, L., Rivera, S. y Gómez, A. (2009a). *Capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. (2009b). *Plan Global de Desarrollo 2010-2012*. Vicerrectoría de Investigación. Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Gómez, A., Castellanos, H., Morales, C., Moreno, S., González, H. y Luengas, C. (2010a). *Capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia 2000-2009: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. (2010b). *Programa: Prospectiva UN Agendas de Conocimiento Etapa 1: Socialización del proyecto a la comunidad académica*. Mayo de 2010. Disponible en http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/files/vri-agendas_de_conocimiento_socializacion_31052010.pdf
- VRI. (2010c). *Programa: Prospectiva UN Agendas de Conocimiento UN. Avances a 31 de diciembre de 2010*. Disponible en <http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/files/Proyectos/Avances%20en%20ejecuci%C3%B3n%20Proyecto%20Agendas%202010.pdf>
- VRI. (2011). *Formas de organización para la investigación, creación artística, extensión e innovación. Documento en discusión*. Vicerrectoría de Investigación, VRI. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C.
- VRI. (2011a). *Agendas de Conocimiento – Avances*. Septiembre. Disponible en: http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/index.php?option=com_content&view=article&id=107&Itemid=141
- VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Morales, C., Moreno, S., González, H. y Luengas, C. (2011b). *Capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia 2000-2010: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M. y Sánchez-Vargas, A. (Eds.). (2012). *Agendas de conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (en prensa).

Wasserman, M. (2010). Entre lo pertinente y lo impertinente. En *El Tiempo*, domingo 19 de septiembre de 2010.

WBCSD. (2002). *The business case for sustainable development. World Business Council for Sustainable Development*. Disponible en: <http://www.wbcsd.org/DocRoot/LU1saJofpJeodZUrDXUM/business-case.pdf>

WBCSD. (2010). *Business & Development: Challenges and Opportunities in a Rapidly Changing World*. World Business Council for Sustainable Development. Bélgica. Disponible en: http://www.wbcsd.org/web/development/business_and_development.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Metodología para la construcción de la Agenda Ambiente y Biodiversidad

En la construcción colectiva y participativa de las agendas de conocimiento se han respetado la heterogeneidad y la diversidad de las temáticas y de los expertos. No obstante, se establecieron algunos elementos mínimos que resultan comunes para todas las agendas, y que cada equipo facilitador y grupo de expertos elaboraron de manera diferente según la naturaleza y las dinámicas propias de las mismas. Estos elementos, tales como identificación de capacidades, los árboles de conocimiento, entre otros, fueron construidos durante las etapas pre-prospectiva y prospectiva, las cuales se describen en el presente anexo.

Es oportuno señalar que los aspectos relacionados con la pos-prospectiva, en particular la conceptualización del “Sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación” de la Universidad Nacional de Colombia, serán abordados en VRI. Molina, Sánchez-Torres, Sánchez-Vargas (2012), de carácter conceptual, que la VRI publicará como parte de los documentos de reflexión originados a partir del proceso de elaboración de las agendas de conocimiento.

Este anexo metodológico se presenta con la misma estructura del documento de la agenda, por lo cual inicia con el procedimiento para la construcción de la situación de la investigación en varios contextos; en segundo lugar se precisa el camino seguido para la consolidación de la visión de futuro y, finalmente, el proceso desarrollado para la estructuración del plan de acción a través de los programas y proyectos seleccionados. Cabe resaltar que este anexo metodológico se constituye en un resumen ejecutivo y primera versión del libro metodológico originado en el Proyecto Agendas de Conocimiento.

Un elemento esencial en el que se debe insistir es en que todos los insumos elaborados durante el proceso de construcción de las agendas de conocimiento fueron sometidos

a procesos de validación permanente por parte de los expertos de la agenda, pues son quienes cuentan con el conocimiento, la experiencia y el reconocimiento para emitir opiniones idóneas frente a los contenidos de los mismos. Por ende, durante todo el proceso y para cada uno se realizó la deconstrucción de los documentos elaborados por cada equipo facilitador.

Este proceso hizo referencia a la validación, corrección, introducción o eliminación de nuevos asuntos de los insumos, siempre con el objetivo de mejorarlos y garantizar una línea de trabajo abierta e incluyente.

1. Consideraciones para la elaboración del panorama de investigación

En primera instancia es preciso mencionar que el logro de objetivos propuestos en el Plan de Trabajo del Proyecto Agendas de Conocimiento se concibió a través de una visión sistémica de la actividad investigativa por parte de la comunidad académica. Por ello, para la construcción de las agendas se estableció que era necesario considerar siete insumos que se esquematizan en la figura 1, algunos de los cuales son parte integral de la construcción del panorama de la investigación.

Así pues, el panorama de la investigación corresponde a un conjunto de elementos con los cuales se estableció el estado de la investigación en los temas de una agenda de conocimiento particular. Este diagnóstico, como se ha denominado en algunas agendas, comprende cuatro insumos mencionados en la figura 1, así: i) el contexto internacional a través de las tendencias futuras de investigación; ii) las capacidades de investigación en el entorno nacional y en el contexto de la Universidad Nacional de Colombia; iii) las apuestas gubernamentales en la última década a partir del análisis de los planes de desarrollo, y iv) las formas de interacción a través de escenarios modernos de acción.

Estos dos últimos insumos serán objeto de mayor análisis en el documento de reflexión que la VRI publicará como fruto de la elaboración de las agendas de conocimiento; sin embargo, en este anexo se menciona la forma como se integró por parte de los equipos a cada agenda.

Los cinco insumos señalados se elaboraron en la fase denominada en el Plan de Trabajo del Proyecto Agendas de Conocimiento (VRI, 2009a) como fase pre-prospectiva, y cuyo proceso metodológico se describe en Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A., Rodríguez, C., Robledo, J., Tamayo, J., Aguilar, J. y Molano, J. (2012).

2. Apuestas gubernamentales en la última década

Como se mencionó, los detalles metodológicos de este componente se abordarán en Bonilla, E. y Lizarazo, P. (2012) relacionado con las herramientas y los métodos generales implementados para la elaboración de las agendas de conocimiento; sin embargo, cabe señalar que esta sección incluye elementos del trabajo liderado por la Dirección Nacional de Extensión, DNE, el cual pretendió vincular la investigación de la Universidad con la realidad del contexto nacional y, en particular, con los instrumentos de planeación de los gobiernos en los ámbitos local, regional y nacional. Además, se analizaron e incluyeron documentos de política del orden nacional, como los planes de desarrollo, identificando aquellos temas relevantes que potenciaran la investigación de cada agenda.

Con base en el documento mencionado, los expertos de cada agenda discutieron y eligieron los elementos más relevantes de cada plan de desarrollo coincidente con los temas de la agenda.

3. Esfuerzos institucionales en la definición de agendas de investigación

Esta sección recopiló, a partir de la búsqueda de información secundaria, los esfuerzos realizados por la Universidad Nacional de Colombia por organizar los procesos de investigación así como su priorización, y se resaltan aquellos puntos coincidentes con las áreas, temas o subtemas de cada una de las agendas de conocimiento; este insumo implicó el estudio de la información existente relacionada con los Programas Universitarios de Investigación, PUI (1990-1993), los Campos de Acción Institucional, CAI (1999-2003) y los Programas Académicos Estratégicos, PRE, y Redes de conocimiento (2006).

Lo anterior, con el ánimo de destacar los esfuerzos que la Universidad Nacional de Colombia, UN, en su voluntad de fortalecer sus capacidades de investigación, ha realizado en distintas épocas.

4. Capacidades de investigación del entorno nacional e institucional en la agenda

Las capacidades de investigación se analizaron en dos contextos: el primero, de carácter nacional, y el segundo en el entorno de la Universidad Nacional de Colombia. En este punto es importante considerar que para el año 2008 los tomadores de decisión

relacionados con temas de ciencia, tecnología e innovación de la Universidad solo contaban con información básica de las actividades de investigación institucionales con indicadores incipientes que reportaban tal accionar. Ante esta situación, en el período comprendido entre los años 2008 y 2009 se diseñó e implementó un modelo para la medición de las capacidades de investigación. El modelo propuesto cuenta con dos componentes: el primero, un módulo de medición del capital intelectual que da cuenta de la capacidad¹³ de la organización para realizar actividades de investigación de la UN, del cual se obtiene un perfil científico de la organización de carácter genérico. Dicho módulo desde 2008 se ha implementado tres veces, y los resultados se pueden consultar en los libros electrónicos disponibles en <http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co>

El segundo módulo comprende la identificación de capacidades temáticas, denominado por VRI (2009) como portafolios temáticos que corresponden a la identificación de capacidades institucionales de investigación específicas en cada una de las agendas de conocimiento; así se reconoce y construye el perfil científico asociado a cada una de ellas.

Ambos módulos describen las capacidades de investigación a través de una aproximación desde el capital intelectual, el cual está conformado por tres elementos: capital humano, capital estructural y capital relacional.

4.1 Capacidades de investigación del entorno colombiano

Para el entorno nacional se contempla el análisis del capital humano y del capital estructural. En relación con el capital relacional no se realizó su estudio porque su consolidación desborda los objetivos del Proyecto Agendas de Conocimiento, por cuanto resulta complejo y requiere el análisis de todos los actores del SNCyT.

Para la construcción del capital humano se descargaron los datos cuantitativos generales de los diversos grupos de investigación del país que trabajan temas relacionados con cada agenda de conocimiento, información secundaria que se obtuvo de la Plataforma ScienTI – Colombia a través de la página electrónica <http://www.colciencias.gov.co/scienti>. En dicho portal los equipos facilitadores identificaron los grupos de investigación a partir de las categorías establecidas por el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, así como el área de conocimiento para cada una de las doce agendas.

13 En el libro *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008* se estableció que por capacidad se entiende “lo que se sabe hacer”, que incluye la capacidad personal, las organizativas y las tecnológicas y estructurales, que confieren valor a las actividades de la organización” (Bueno, E. 2002). Indicadores de capital intelectual aplicados a la actividad investigadora y de gestión del conocimiento en las universidades y centros públicos de investigación de la Comunidad de Madrid. Capital intelectual y producción científica. Dirección General de Investigación, Consejería de Educación, Comunidad de Madrid, VRI. (2009a). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación.

Para consolidar el capital estructural del entorno nacional, se revisó la información del Sistema Nacional de Información de Educación Superior, SNIES¹⁴, recopilando los datos de los programas de pregrado y posgrado ofertados por las Instituciones de Educación Superior, IES, con temas relacionados con cada agenda e indicando la participación porcentual de la UN.

Esta información fue complementada con otra relacionada con laboratorios o centros de investigación, dependiendo del contexto de cada una de las agendas.

4.2 Capacidades de la Universidad Nacional de Colombia

La información sobre las capacidades acumuladas en investigación en la UN durante el período 2000-2010 se ha generado a partir de múltiples fuentes de información, cada una asociada al tipo de datos analizado según el capital por construir. En este sentido, para el análisis del capital humano de la UN, según el tipo de información, los datos provienen de diferentes fuentes: la planta docente, de la información suministrada por la Dirección Nacional de Personal; lo relacionado con los grupos de investigación, a partir de la información de la plataforma SCienTI entregada por Colciencias; los integrantes de los grupos de investigación no vinculados a la Universidad y aquellos que tienen vinculación o estuvieron vinculados, a partir del cruce con la base de datos del Comité de Puntaje, SARA¹⁵. Los investigadores se identificaron a partir de los productos de nuevo conocimiento o proyectos de investigación desarrollados en los últimos tres años, registrados en SARA y en el Sistema de información financiera Quipu.

Para el capital estructural, en particular la información de las revistas indexadas de la UN, se consideró el sistema de indexación Publindex de Colciencias. El análisis de la producción científica se realizó a partir de dos fuentes: i) la información declarada por los grupos de investigación avalados institucionalmente y registrados en la plataforma SCienTI, y ii) la información registrada en el módulo del Comité de Puntaje de SARA. Esta información se complementó con la información de la base de datos de ISI Web of Knowledge. Para productos patentados se realizaron búsquedas en el ámbito nacional en la base de datos de la SIC, y en el contexto internacional en las bases de datos de las USPTO, Espacenet, OMPI y JOP. Esta información se depuró a partir del cruce con el sistema SARA de la Universidad.

14 Disponible en <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>

15 A partir del modelo de capacidades de investigación en 2008, la UN asume que un investigador es aquel que en los tres últimos años ha generado un producto de nuevo conocimiento o ha inscrito formalmente un proyecto de investigación, registrado en SARA, Quipu o Hermes.

La información del capital relacional se analizó con base en los proyectos ejecutados por los investigadores de la UN, sin importar la fuente de financiación, registrados en el Sistema de información financiera Quipu de la Universidad Nacional de Colombia.

A partir de las bases de datos y la depuración mencionada se suministró a los grupos facilitadores listados de proyectos, productos e integrantes consolidados con base en descriptores relacionados con cada agenda, los cuales, luego de procesos intensos de depuración y análisis por parte de los vigías, se agruparon en los componentes mencionados de capital humano, capital estructural y capital relacional.

Con base en la definición previamente señalada sobre el capital humano de la Universidad Nacional de Colombia, se describen y analizan los actores relacionados con la investigación en la Universidad, entre ellos los investigadores, los estudiantes, los becarios y los grupos de investigación¹⁶.

Así, cada una de las agendas de conocimiento detalla los grupos de investigación identificados; además, aquellos que declaran pertenecer a la misma se analizan de acuerdo con las sedes a la cual se encuentran vinculados identificando aquellos que tienen carácter intersede¹⁷. En cuanto a las personas vinculadas a los grupos de investigación, se indica la categoría docente (en orden ascendente según las siguientes categorías: instructor asistente, instructor asociado, profesor auxiliar, profesor asistente, profesor asociado, profesor titular), así como el estado de su vinculación (activo o retirado). En relación con las otras personas, se detalla el nivel de formación de los investigadores asociados a los diversos grupos de investigación de cada agenda.

El capital estructural en el contexto de la Universidad Nacional de Colombia corresponde a las estructuras de apoyo para las actividades de investigación; comprende los productos académicos, los programas de formación, los centros e institutos de investigación, los laboratorios, el acceso a las bases de datos y plataformas del conocimiento mundial, entre otras. Da cuenta de la infraestructura en términos académicos y físicos para el desarrollo de la investigación, lo cual incluye la red de laboratorios y los centros e institutos de investigación; igualmente se reseñan las revistas científicas que la Universidad edita.

16 Una mirada general pero integral de la constitución del capital humano de la Universidad podría ser útil para relacionarlo con las necesidades del país, las tendencias de formación e investigación internacional y la política y planeación de la institución, de tal forma que se convierta en un elemento visible para el trazo de lineamientos en el ingreso en la planta y el seguimiento a la misma, que fundamenten la apuesta de la Universidad por su quehacer en la investigación articulada a la formación y a la extensión.

17 Esta categoría especial de grupos de investigación, según VRI (2009a), *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación, representa la interacción entre investigadores de diferentes sedes, lo que refleja un necesario ejercicio de sinergia institucional.

Así, en el caso de las diferentes agendas de conocimiento, el capital estructural se analizó a partir de dos grandes elementos: uno, los productos académicos¹⁸ y de investigación¹⁹ en el área particular, y dos, los proyectos de investigación. Por su parte, los productos académicos han sido categorizados según: i) productos de generación de nuevo conocimiento²⁰; ii) productos relacionados con formación²¹, y iii) productos de apropiación social²², que se desarrollaron en el período considerado, así como el balance de proyectos de investigación y extensión. En relación con los productos de nuevo conocimiento, se clasifican en ocho categorías, que corresponden a la elaboración de capítulos de libros, impresos universitarios, artículos de revistas, libros de investigación, libros de texto, libros de ensayo, producción audiovisual y patentes.

Por último, en cuanto al capital relacional para las agendas de conocimiento, se identificaron aquellos proyectos de investigación y extensión financiados gracias a la participación conjunta con entidades u organizaciones externas a la Universidad Nacional de Colombia.

-
- 18 Producto de investigación: es el resultado de una dinámica sobre la puesta en marcha del plan de acción de los grupos de investigación. Los productos de investigación se dividen en: i) productos de nuevo conocimiento –tipo A; ii) productos relacionados con la formación de investigadores –tipo B; y iii) productos relacionados con la apropiación social del conocimiento –tipo C. Pueden ser, entre otros, artículos, libros, normas, registros de propiedad intelectual, formación de capital humano, participación en programas de posgrado, asesorías, extensiones a la comunidad y apropiación social del conocimiento.
- 19 Proyecto de investigación: son actividades teóricas, prácticas y experimentales que realizan los grupos de investigación enmarcados de acuerdo con la línea de investigación que promueve el grupo, es decir la temática o área de investigación en la cual se centran. Los proyectos se pueden clasificar en proyectos de investigación básica y aplicada.
- 20 Productos de nuevo conocimiento: esta categoría hace referencia a productos de investigación tales como: artículos de investigación, libros de investigación, libro de autor que presente resultados de la investigación, capítulos de libros, voces en enciclopedias y similares, productos o procesos tecnológicos patentados o registrados, productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial, productos de creación artística y normas.
Productos de creación artística: son productos de nuevo conocimiento que contemplan, entre otros: memoria fotográfica o audiovisual de los objetos de arte desarrollados en la investigación, exposiciones en recintos de prestigio con catálogo o memoria en medio audiovisual, audiciones de concierto en recintos de prestigio con programa y memoria de audio, partitura final lista para impresión, grabación en CD lista para publicación, formato audiovisual listo para publicación.
- 21 Productos de investigación relacionados con la formación de investigadores: se refiere a las tesis doctorales o de maestría.
- 22 Productos de investigación relacionados con la extensión o apropiación social del conocimiento: se trata de los productos de divulgación o popularización de resultados de investigación, tales como: artículos publicados en medios de divulgación, libros de divulgación científica, organización de evento científico o tecnológico, presentación de ponencia en evento científico o tecnológico o capítulo en memorias de congreso editadas que presente resultados de la investigación, curso de extensión basado en resultados del proyecto de investigación.

5. Formas de interacción de las agendas, antecedentes del ajuste institucional

Los detalles metodológicos de este componente se abordarán en Poveda, A., Abad, P., Franky, J., Hurtado, R., Castaño, G., Echevarría, J., Castiblanco, J. (2012), relacionado con las herramientas y métodos generales implementados para la construcción de las agendas de conocimiento; sin embargo, es necesario precisar que los insumos suministrados por el equipo de profesores que trabaja en este componente, a quienes se ha denominado “escenaristas”, fueron fruto de reflexión, análisis y realimentación por parte de los expertos de cada una de las agendas. Así, pues, al considerar las dinámicas de cada comunidad académica, se apropiaron aquellas alternativas que mejor respondieran a las necesidades.

6. Consolidación de la visión de futuro

De acuerdo con Castro *et al.* (2002), el análisis prospectivo es una técnica de planeación utilizada en muchos sectores económicos para mejorar la base de información disponible sobre la cual se sustenta la toma de decisiones estratégicas. En este contexto, la fase prospectiva implicó retomar e incorporar todos los insumos construidos y validados en la etapa anterior para hacer esta visión lo más integral posible.

En el Proyecto Agendas de Conocimiento, el objetivo de la fase prospectiva es construir una visión de futuro participativa e incluyente de la investigación en la Universidad Nacional de Colombia para los próximos años en las diferentes agendas de conocimiento, a partir de las tendencias en la frontera del conocimiento, las demandas tecnológicas, los estudios de prospectiva y de otro carácter existentes en la Universidad y en el país, así como del *expertise* proporcionado por los expertos.

Para alcanzar dicho objetivo, durante todo el proceso de construcción de las agendas de conocimiento se implementaron diversas herramientas para encaminar esta visión de futuro, tales como:

- Panel de expertos en validación de documentos construidos por equipos.
- Análisis de tendencias; las macrotendencias abordan este punto.
- Árboles, que vinculan capacidades con tendencias de investigación.

Además, algunas agendas y sus equipos han implementado, según las particularidades de cada grupo de expertos, ábaco de Regnier, consulta a expertos, entre otros.

La visión de futuro comprende: i) plataforma estratégica; ii) potenciadores e inhibidores; iii) propuesta inicial de temáticas existentes y emergentes; iv) determinación de énfasis institucionales; v) elementos vinculantes, y vi) encuesta prospectiva. En este numeral se detalla el procedimiento seguido para la construcción de estos diferentes apartes en cada agenda. Los detalles metodológicos se describen en Sánchez-Torres *et al.* (2012).

7. Estructuración del documento final

La elaboración de la versión final del documento se realizó a partir de las diversas revisiones y modificaciones de los documentos que incorporaron las diversas sugerencias aportadas por los expertos. La estructura propuesta consideró la presentación del panorama general de investigación y los resultados de la visión de futuro ratificados a partir de las encuestas prospectivas.

Anexo 2. Macrotendencias de investigación en ambiente y biodiversidad

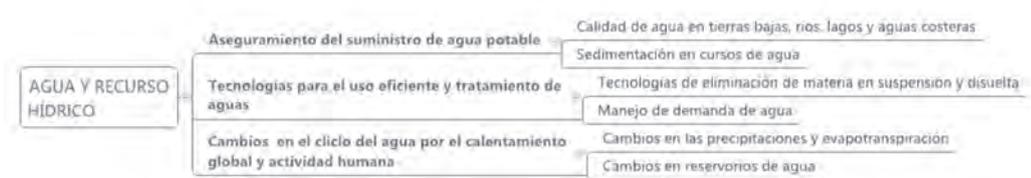
A continuación se presenta el panorama internacional en la investigación en ambiente y biodiversidad con un mayor detalle, siendo las principales áreas de investigación encontradas en la literatura, las siguientes: 1) el agua y el recurso hídrico, 2) la biodiversidad, 3) el cambio climático, 4) el desarrollo sostenible, y 5) la seguridad ambiental.

1. Agua y recurso hídrico

Para que el agua sea un recurso, debe estar disponible, o capaz de ser puesta a disposición para su uso, en cantidad suficiente y de calidad en un lugar y en un período de tiempo apropiado para una demanda identificada (Unesco, 1988). Por su parte, el agua es una sustancia simple y perfecta, considerada la piedra angular de la vida en la Tierra (CBD, 2010e).

A partir de lo revisado en la literatura, se sugieren las siguientes tendencias en agua y recurso hídrico: i) aseguramiento del suministro de agua potable; ii) tecnologías para el uso eficiente y tratamiento de aguas y iii) cambios en el ciclo del agua por el calentamiento global y actividad humana. En cada una de las tendencias de investigación se identifican temáticas, las cuales se observan en la figura 22.

Figura 22. Panorama internacional de la investigación en agua y recurso hídrico



Fuente: Con base en AWWARF (2004), CBD (2010), ICSU (2004), MADRI+D (2006), MoRST (2007), ONU (2009).

Colombia es reconocido internacionalmente como uno de los países con mayor riqueza en recursos hídricos del mundo; sin embargo la variabilidad de las condiciones climáticas, cuya consecuencia es la presencia de eventos extremos muy acentuados de déficit y excesos de agua, la distribución desigual del recurso, la población y las actividades económicas hacen que esta riqueza hídrica sea menos favorable en la medida en que se consideren exclusivamente las zonas donde se concentra la mayor parte de su población. Esta situación se corrobora en las diferencias de las relaciones de demanda y oferta de agua de las 45 grandes cuencas del país, que permiten observar cómo las mayores presiones sobre el recurso se concentran en las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca, y las de los ríos que drenan al Caribe colombiano, incluido el Catatumbo (Ideam, 1999).

- i) Aseguramiento del suministro de agua potable: definido en el objetivo siete de desarrollo del milenio de la ONU, “asegurar el desarrollo ambientalmente sostenible”, en donde se pretende buscar alternativas para brindar acceso a fuentes de agua de manera sostenible a la población humana. El suministro de agua es considerado esencial para lograr desarrollo social y económico, reducción de pobreza y generación de equidad.

En los documentos encontrados, se ve gran preocupación en el mundo debido al aumento constante en la presión relacionada con el creciente consumo de los recursos naturales, tomados como fundamentales para el desarrollo económico, el sostenimiento de los ecosistemas y de las poblaciones humanas (AWWARF, 2004; MoRST, 2007). El ser humano debe trabajar hacia una mejor comprensión de cómo gestionar los recursos hídricos, y con ello asegurar que el ecosistema mantendrá el suministro vital de agua (CBD, 2010e). Según la literatura revisada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en el área: i) calidad de agua en tierras bajas, ríos, lagos y aguas costeras, y ii) sedimentación de cursos de agua.

- ii) Tecnologías para el uso eficiente y tratamiento de aguas: este tema se desarrolla a partir de las crecientes demandas de recursos por parte de las actividades agrícolas, industriales, de consumo y de sanidad; por tanto, se busca una mejor utilización del recurso hídrico y un tratamiento de las aguas usadas en las actividades humanas, para ser reutilizadas o devueltas al ecosistema (ICSU, 2004).

El adecuado tratamiento de aguas y su posterior reutilización contribuye a un consumo sostenible del agua y a la regeneración ambiental del dominio público hidráulico y marítimo y de sus ecosistemas (MADRI+D, 2006). Las tecnologías de tratamiento de aguas más investigadas en la actualidad son las de desalinización para potabilizar el agua (Mohamed y Lotfy, 2007), tanto para el consumo humano como para la utilización en la industria (MADRI+D, 2006).

Según la literatura revisada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en el

área: i) tecnologías de eliminación de materia en suspensión y disuelta, y ii) manejo de demanda de agua.

iii) Cambios en el ciclo del agua por el calentamiento global y actividad humana: en este aspecto se ve el interés por el cambio en las cantidades de agua en cada una de las fases del ciclo, y el impacto que ha traído el calentamiento global y la actividad humana (ICSU, 2004; ONU, 2009); los modelos globales climáticos predicen cambios marcados en las temporadas de lluvia y evaporación en muchas partes del mundo (CBD, 2010e). En el país se evidencian transformaciones en los ciclos biológicos debido al calentamiento global (Pérez *et al.*, 1998); en otros países con diferentes niveles de industrialización también existe preocupación por los cambios climáticos, los cuales afectan las precipitaciones y, con ello, el ciclo del agua (AWWARF, 2004; MoRST, 2007).

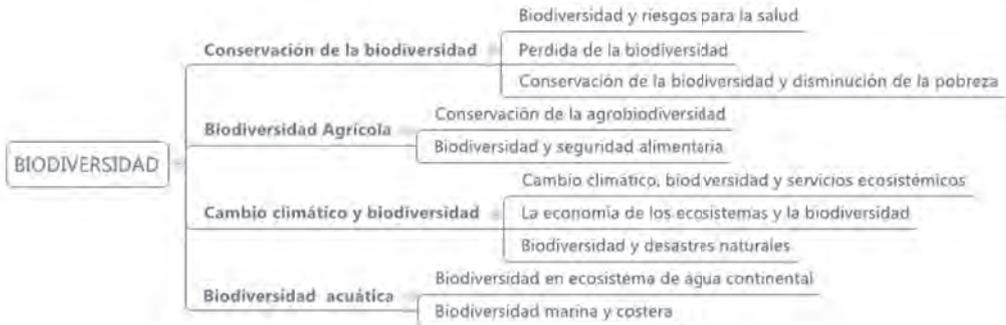
De acuerdo con la literatura revisada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en el área: i) cambios en las precipitaciones y evapotranspiración, y ii) cambios en reservorios de agua.

2. Biodiversidad

La diversidad biológica hace referencia a la variabilidad de organismos vivos (Pnuma, 2002), incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especies y de ecosistemas (CBD, 2010e). Se utiliza en una acepción amplia, tal como se define en el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, en el sentido de la abundancia y distribución, además de las interacciones entre los genotipos, especies, comunidades, ecosistemas y biomas (CBD, 2010a).

Así como se sintetiza en la figura 23, se han identificado cuatro temas de interés: i) conservación de la biodiversidad, ii) biodiversidad agrícola, iii) cambio climático y biodiversidad, y iv) biodiversidad acuática. En este último punto, se mencionan por ejemplo tendencias de investigación como biodiversidad en ecosistemas de agua continental y biodiversidad marina.

Figura 23. Panorama internacional de la investigación en biodiversidad



Fuente: A partir de CBD (2003a, 2003b, 2006, 2010b), Harvey (2002), ONU (2010).

- i) Conservación de la biodiversidad: esta temática de la conservación de biodiversidad considera a todas las especies del ecosistema como importantes, tomando el valor funcional de las especies como una nueva categoría de valorización de la biodiversidad. La conservación de ecosistemas tiene presente la capacidad de resiliencia ambiental y un enfoque a largo plazo, orientado hacia la sostenibilidad de los ecosistemas, respetando su dinámica natural de sucesión.

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) biodiversidad y riesgos para la salud, ii) pérdida de la biodiversidad, y iii) conservación de la biodiversidad y disminución de la pobreza.

- ii) Biodiversidad agrícola: la biodiversidad agrícola no solo proporciona alimentos e ingresos, sino también materias primas para la ropa, refugio, medicinas, obtención de nuevas variedades; por otra parte, permite otros servicios como el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la biota, y la conservación del suelo y el agua, todos los cuales son esenciales para la supervivencia humana. Casi un tercio de la superficie terrestre del mundo se utiliza para la producción de alimentos (Pnuma, 2010).

A partir de la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) conservación de la agrobiodiversidad, y ii) biodiversidad y seguridad alimentaria.

- iii) Cambio climático y biodiversidad: el cambio climático se define como una variación ya sea en el estado medio del clima o en su variabilidad que persiste por un período prolongado, normalmente de decenios o más. Abarca los aumentos de temperatura, la elevación del nivel del mar, los cambios en los patrones de precipitación y los aumentos en la frecuencia de eventos climáticos extremos.

La diversidad biológica y el cambio climático están estrechamente vinculados, y cada uno influye sobre el otro: la diversidad biológica está amenazada por el cambio climático de origen antropogénico, pero los recursos de la diversidad biológica pueden reducir los impactos del cambio climático sobre la población y los ecosistemas (Pnuma, 2010).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) cambio climático, biodiversidad y servicios ecosistémicos, ii) economía de los ecosistemas y la biodiversidad, y iii) biodiversidad y desastres naturales.

3. Cambio climático

Por cambio climático se entiende cualquier cambio en el clima, ya sea debido a la variabilidad natural o atribuido a la actividad humana (IPCC, 2001), que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (ONU, 1992).

En la figura 24 se presenta la síntesis de las tendencias de investigación en cambio climático, como son: i) efectos del cambio climático, ii) mitigación de los efectos del cambio climático y iii) políticas sobre el cambio climático.

Figura 24. Panorama internacional de la investigación en cambio climático



Fuente: A partir de la información disponible en AS (2009), ICSU (2004), IFGF (2010), IPCC (2001), OCDE (2008), Santiago *et al.* (2008), USDA (2010).

Es importante aquí resaltar el papel fundamental que cumple la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, mediante la “Estrategia de Crecimiento Verde”, específicamente en la temática “políticas sobre el cambio climático”, que guarda estrecha relación con las políticas sustentables que en el marco de la “Estrategia de Crecimiento Verde” se quieren implementar.

En Colombia existe una clara tendencia de calentamiento que se observa en las series de temperaturas mínimas, y que concuerda con las series de temperaturas medias. Las series de punto de rocío y presión de vapor indican un aumento en la humedad atmosférica. Esta tendencia coincide con el calentamiento. Las principales cuencas presentan tendencia decreciente en los caudales. Los resultados permiten establecer corrimientos en las fases de los ciclos anual y semianual de diversas variables climáticas en Colombia (Pérez *et al.*, 1998).

- i) Efectos del cambio climático: con su investigación se busca determinar de manera cercana los efectos que producirán los nuevos patrones climáticos a los ecosistemas y sus comunidades biológicas, trascendiendo la discusión del causante del cambio climático (evolución del planeta o actividad humana) a la búsqueda de consecuencias globales (ICSU, 2004). El calentamiento global conlleva incrementos en los eventos ambientales extremos, como deshielo de glaciales, avalanchas, sequías generalizadas, entre otros, que afectarán todas las poblaciones del planeta (IFGF, 2010).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes temáticas de investigación en esta área: i) efectos del cambio climático en el ecosistema, ii) efectos del cambio climático en las comunidades biológicas, y iii) efectos del cambio climático en la población humana.

- ii) Mitigación de los efectos del cambio climático: con ello se busca reducir los efectos adversos a través de la disminución de las causas del cambio climático; algunos de los campos principales de esta temática son la búsqueda de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero con el uso de fuentes de energías renovables (AS, 2009) y la recaptura de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Santiago *et al.*, 2008; USDA, 2010).
- iii) Políticas sobre el cambio climático: se observa una gran preocupación por el desarrollo de políticas en el mundo que disminuyan el impacto del cambio climático, las cuales implican la inclusión de elementos de mercado relativos a impuestos y permisos de emisión, en los sectores de mayor impacto ambiental (OCDE, 2008). Estas políticas se desarrollan en cada país y también a través en la cooperación entre varios estados, en donde se enfocan esfuerzos en el desarrollo de tecnologías menos contaminantes (AS, 2009).

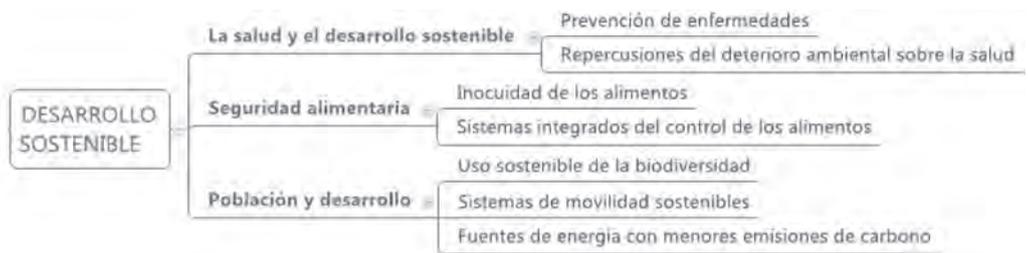
A partir de la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) políticas relativas a reducción de emisiones, y ii) políticas relativas a la reversión del efecto del cambio climático.

4. Desarrollo sostenible

Existen varios enfoques relacionados con la definición de “desarrollo sostenible”. No obstante, hay consenso para definirlo como el desarrollo que satisfaga las necesidades del presente, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades (ONU, 1987; WBCSD, 2002). Con el desarrollo económico actual, con la tasa de crecimiento de la población y con el hecho de que los recursos naturales son fijos, es urgente proponer estrategias para el desarrollo sostenible.

La figura 25 resume las tendencias de investigación de mayor interés en desarrollo sostenible identificadas en la literatura, como son: i) salud y el desarrollo sostenible, ii) seguridad alimentaria, y iii) población y desarrollo.

Figura 25. Panorama internacional de la investigación en desarrollo sostenible



Fuente: Con base en Ardavin (2010), CBD (2010d), FAO (2007), ONU (1994), WBCSD (2010).

Aunque ya se mencionó, cabe aquí resaltar el papel fundamental que cumple la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, mediante la “Estrategia de Crecimiento Verde”, en este tema.

En la literatura se pueden evidenciar algunos temas de interés respecto al desarrollo sostenible:

- i) La salud y el desarrollo sostenible: La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo afirma que los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible, y que tienen derecho a una vida saludable y productiva, en armonía con la naturaleza. Los objetivos del desarrollo sostenible solo pueden lograrse cuando no hay una alta prevalencia de enfermedades debilitantes, y la mejora de la salud de la población exige la erradicación de la pobreza. Es urgente hacer frente a las causas de la mala salud, incluidas las causas ambientales, y a su efecto en el desarrollo, prestando particular atención a las mujeres y a los niños, así como a los grupos vulnerables de

la sociedad, como las personas con discapacidad, las personas de edad y las poblaciones autóctonas (ONU, 2003).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) prevención de enfermedades, y ii) repercusiones del deterioro ambiental sobre la salud.

- ii) Seguridad alimentaria: existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 2007). En 1983, el análisis de la FAO se concentró en el acceso a los alimentos. Actualmente más de 40 países han consagrado el derecho a la alimentación en su Constitución, y la FAO estima que 54 países podrían instaurar este derecho (FAO, 2007).

A partir de la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) inocuidad de los alimentos, y ii) sistemas integrados del control de los alimentos.

- iii) Población y desarrollo: se afirma que los seres humanos son el elemento central del desarrollo sostenible. La población es el recurso más importante y valioso de toda nación; en consecuencia, el derecho al desarrollo debe ejercerse con miras a satisfacer en forma equitativa las necesidades en materia de población, desarrollo y medio ambiente de las generaciones presentes y futuras. Además, para alcanzar el desarrollo sostenible y un nivel de vida más elevado para todos, los estados deberían reducir y eliminar las modalidades no sostenibles de producción y consumo, y promover políticas apropiadas, incluidas las políticas de población (ONU, 1994).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) uso sostenible de la biodiversidad, ii) sistemas de movilidad sostenible, y iii) fuentes de energía con menores emisiones de carbono.

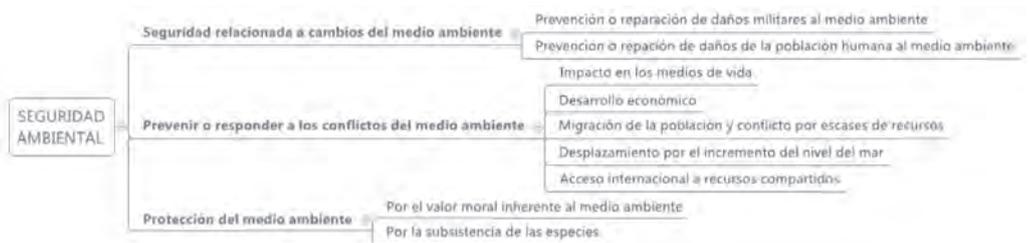
5. Seguridad ambiental

La seguridad ambiental se ha convertido en una preocupación cada vez más recurrente de los gobiernos como causa de varias tendencias que tienen el potencial de amenazar la estabilidad. Estas cuestiones de amenaza potencial son: el crecimiento de la población mundial, la escasez de recursos naturales y su degradación, los eventos naturales catastróficos, la volatilidad financiera y la alta dependencia de las economías (Belluck *et al.*, 2006).

La seguridad ambiental se basa en proteger el medio ambiente natural y vital, los intereses de los ciudadanos, la sociedad y el Estado, de impactos internos y externos, procesos adversos y las tendencias de desarrollo que amenazan la salud humana, la biodiversidad y el funcionamiento sostenible de los ecosistemas, y la supervivencia de la humanidad (TMP, 2010).

La seguridad ambiental tiene como principales tendencias de investigación: i) seguridad relacionada con cambios del medio ambiente, ii) prevenir o responder a los conflictos del medio ambiente, y iii) protección del medio ambiente; estas tendencias se pueden observar en la figura 26.

Figura 26. Panorama internacional de la investigación en seguridad ambiental



Fuente: Adaptado de Belluck *et al.* (2006), TMP (2010).

El hombre no puede existir o ser entendido de manera aislada de las otras formas de vida. Por tanto, el medio ambiente se refiere a la suma total de las condiciones que rodean un punto en el espacio y el tiempo. El alcance del concepto de medio ambiente ha ido cambiando, y cada vez más con el paso del tiempo. En la época primitiva, el medio ambiente constaba de solo los aspectos físicos: el aire, la tierra, la tierra cultivada, el agua. A medida que el tiempo ha transcurrido, el hombre amplió su entorno a través de sus funciones sociales, económicas y políticas (Singh, 2006).

En consecuencia, el ambiente es el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre y en el futuro de generaciones venideras; es decir, no solo se trata del espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos: abarca las relaciones que existen entre ellos y el ambiente donde viven (MMAR, 2003). En este sentido, la preservación de la biodiversidad es esencial para todos; muchas especies producen beneficios a los seres humanos, entre ellas las medicinas, la polinización de cultivos, la limpieza del aire, del agua y algunos otros beneficios no determinados, que no se pueden reemplazar (Pnuma, 2010).

Se requiere entonces la imprescindible participación en investigación sobre ambiente y biodiversidad de científicos naturales, sociales, economistas y expertos en derecho ambiental, es decir, de estudios multidisciplinares (EPBRS, 2005).

Estrategia de Crecimiento Verde

La adopción de la declaración sobre la Estrategia de Crecimiento Verde, que reúne a 40 países (entre ellos Canadá, Japón, Reino Unido y Estados Unidos), es particularmente significativa, en la medida en que busca políticas favorables para el medio ambiente.

En la reunión ministerial del año 2011, la OCDE presenta el Informe en Resumen de la Estrategia de Crecimiento Verde, un documento que contiene las herramientas y recomendaciones para ayudar a los gobiernos a identificar las políticas que pueden contribuir mejor en el desarrollo sustentable, ofreciendo una valiosa orientación para que las empresas conduzcan sus esfuerzos en este sentido (Ardavin, 2010).

En la Declaración de Crecimiento Verde se recomienda tanto la ampliación de incentivos a la inversión verde, como el fomento de la gestión sostenible de los recursos naturales y la promoción de la protección de la biodiversidad (OCDE, 2009).

Estas temáticas, como se pudo observar a lo largo del documento, coinciden con las planteadas por parte del equipo de trabajo de agendas de conocimiento en los temas referidos al cambio climático y al desarrollo sostenible.

La decisión de desarrollar una Estrategia de Crecimiento Verde, encabezada por la OCDE, se debe a dos razones principales: en primer lugar, hay una preocupación generalizada en el mundo porque los modelos de desarrollo económico pasados y presentes no son sustentables para el ambiente, y existe el riesgo de alterar irreversiblemente el equilibrio y la dotación de los recursos naturales que son la base de la prosperidad en nuestros países. Por ejemplo, si hoy el mundo no actúa para disminuir las emisiones de carbono, los gases de efecto invernadero se incrementarán en un 70% para el año 2050, y la temperatura se elevará de 4 a 6 grados Celsius hacia el final del siglo.

La segunda razón es que la reciente crisis económica y financiera brinda la oportunidad de diseñar políticas que fomenten la recuperación y el crecimiento sobre bases social y ambientalmente sustentables. Se requiere una perspectiva estratégica para asegurar que, al dejar la crisis atrás, los gobiernos implementarán las políticas más apropiadas desde el punto de vista de una economía eficiente, integridad ambiental y equidad social, congruentes con el esfuerzo de la comunidad internacional.

La OCDE considera que la integridad ambiental puede y debe ir de la mano del progreso económico y social. La falsa oposición entre el crecimiento y el desarrollo sustentable ha quedado atrás: la crisis nos ha dado una oportunidad única de volver a empezar sobre una base más sustentable (Ardavin, 2010).

Dada la importancia de la Estrategia de Crecimiento Verde liderada por la OCDE, se juzga pertinente tenerla en cuenta como un elemento guía fundamental para identificar las tendencias de investigación, principalmente en el tema de desarrollo sostenible y cambio climático.

Anexo 3. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia

En la tabla 16 se observa la información sobre biodiversidad de la Universidad Nacional de Colombia denominado UN-SiB, que cuenta con la participación de las sedes de Bogotá, Medellín, Palmira, Manizales, Caribe y Amazonas.

Tabla 16. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia

Sede	Colecciones Identificadas
BOGOTÁ	Instituto de Ciencias Naturales: Herbario Nacional Colombiano Colecciones Zoológicas Arboretum Francisco Bayón Colección Arqueológica Departamento de Biología: Laboratorio de Investigaciones en Abejas Colección de Invertebrados Acuáticos Colección de Láminas de parásitos de Aves Estación de Biología Tropical Roberto Franco – Villavicencio. Colección de Cocodrilos y Tortugas Departamento de Geociencias: Colección de Paleontología Centro de Historia Natural – Proyecto Jardín Botánico de Villa de Leyva Museo Paleontológico de Villa de Leyva Facultad de Agronomía: Proyecto Museo Entomológico UNAB Herbario Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional. Instituto de Biotecnología: Base de Datos ENKI-DB Colección de Banco de Cepas y Génes Instituto de Genética: Colección Banco de Tejidos de la Biodiversidad Colombiana Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia: Estación Piscícola

Continuación tabla 16. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia

Sede	Colecciones Identificadas
MEDELLÍN	Facultad de Ciencias: Palinoteca Universidad Nacional de Colombia, Medellín Escuela de Biociencias: Museo Entomológico Francisco Luis Gallego Herbario Gabriel Gutiérrez Laboratorio de Fisiología de Insectos (Insectario) Museo Micológico Facultad de Ciencias Agropecuarias: Herbario Forestal Xiloteca Colección de Semillas Arboretum y palmetum Facultad de Minas: Laboratorio de Biomineralogía y Biohidrometalurgia Escuela de Geociencias y Medio Ambiente: Museo de Mineralogía Facultad de Ciencias Agropecuarias: Laboratorio de Apicultura. Apiario
PALMIRA	Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco Facultad de Ciencias Agropecuarias: Herbario José Cuatrecasas Arumí Museo Entomológico Colección Entomológica Facultad de Ingeniería y Administración: Colección de monolitos de los diferentes tipos suelos del Valle del Cauca, minerales y rocas. Museo de suelos Ciro Molina Garcés
MANIZALES	Plantas piloto de Biotecnología y Agroindustria Sendero Ecológico, Campus la Nubia
CARIBE	Instituto de Estudios Caribeños: Colección viva Jardín Botánico Herbario Jardín Botánico Colección Entomológica Colección de Antropofauna Colección de Corales y Fósiles
AMAZONAS	Instituto Amazónico de Investigaciones, Imani: Sendero de Interpretación Ecológica Plantas Vivas de la Estación Zafire Colección de Microalgas. Ficoteca Amazónica

Fuente: Expertos, agenda.

Anexo 4. Expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad

A continuación se presenta un breve perfil de los profesores expertos que componen la Agenda AyB, los cuales fueron seleccionados por su formación y producción científica; además, son reconocidos por la comunidad dados sus aportes en este ámbito.

Andrade Correa Miguel Gonzalo

Profesor asociado, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Magíster en Ciencias - Biología (Línea Sistemática), Universidad Nacional de Colombia. Ha ocupado importantes posiciones en administración científica y ambiental dentro y fuera de la UN como director del Instituto de Ciencias Naturales, director de Ecosistemas del Ministerio de Ambiente, representante de la UN ante las Juntas de los institutos de investigación Humboldt, Invemar, Sinchi, IIAP.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: mgandradec@unal.edu.co

Duque Beltrán Carmenza

Profesora emérita de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Química de la Universidad Nacional de Colombia, doctora en Ciencias Químicas del Instituto de Tecnología de Tokio, Japón, y especialista en Química Analítica Instrumental de la misma Institución. Realizó estudios posdoctorales en la Universidad de Stanford (USA) y la Universidad de Würzburg (Alemania). Ganadora del Premio Nacional al Mérito Científico 2002, en la categoría Investigador de Excelencia, y en el 2009 fue distinguida como líder del mejor grupo de investigación del país. Es miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Ha desempeñado diferentes cargos en instituciones nacionales relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: cduqueb@unal.edu.co

Duque Escobar Santiago Roberto

Profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia, magíster en Ecología (Limnología), biólogo. Ha sido director de la Sede Amazonia y coordinador de la Maestría en Estudios Amazónicos, Universidad Nacional de Colombia. Es coordinador del grupo Limnología Amazónica.

Sede: Amazonia

Correo electrónico: sduquee@bt.unal.edu.co

Guzmán Alvis Ángela Inés

Profesora asociada de la Universidad Nacional de Colombia, doctora en Oceanografía de la Universidad de Concepción.

Sede: Palmira

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: aiguzmana@unal.edu.co

León Rodríguez Nohra

Profesora asociada de la Facultad de Ciencias Humanas. Doctora en Ciencias Económicas, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Economía, Universidad de Los Andes. Magíster en Economía (Énfasis Economía Matemática), Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias Humanas

Correo electrónico: nleonr@unal.edu.co

Lynch John Douglas

Profesor asociado al Instituto de Estudios Naturales de la Universidad de Colombia. Doctor en Biología (zoología) de la University of Kansas, USA. Especialista en Taxonomía y sistemática de anfibios.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: jdlynch@unal.edu.co

Mancera José Ernesto

Profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Biología de la University of Louisiana at Lafayette Environmental and Evolutionary Biology. Magister Scientiae con especialidad en Biología Marina. Actualmente director de la sede Caribe.

Sede: Caribe

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: jemancerap@unal.edu.co

Poveda Jaramillo Germán

Profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia. Post-Doctor, Hidroecología, Universidad de Colorado, Boulder, CO, Estados Unidos. Doctor en Ingeniería de recursos hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en complemento con Universidad de Colorado. Magister en Aprovechamiento de recursos hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Máster en Ciencias de la Ingeniería, Universidad de California, Davis, Estados Unidos.

Sede: Medellín

Facultad: Minas

Correo electrónico: gpoveda@unal.edu.co

Rangel Churio Jesús Orlando

Profesor titular y emérito, docente excepcional de la Universidad Nacional de Colombia. Biólogo, Universidad Nacional de Colombia; Doctorandus (Magister Science) y doctor en Biología de la Universidad de Ámsterdam, Holanda. Áreas de especialización: palinología y paleoecología, vegetación de Colombia y biodiversidad.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: jorangelc@gmail.com

Anexo 5. Integrantes de los diferentes equipos de trabajo que apoyan el Proyecto Agendas de Conocimiento

Existen varios equipos de trabajo involucrados como apoyo al proceso de soporte de la información, la construcción y la conceptualización del Proyecto Agendas de Conocimiento. En total, se cuenta con 50 personas vinculadas al proyecto, 15 de ellos docentes, 27 estudiantes auxiliares, 14 de pregrado y 13 de posgrado, así como dos profesionales y cinco funcionarios de apoyo quienes se listan en detalle en el documento metodológico. A continuación, en la tabla 17 se mencionan las personas involucradas en el equipo de apoyo logístico y coordinación.

Tabla 17. Integrantes del equipo de apoyo logístico y coordinación

Nombres	Equipo
Adriana del Pilar Sánchez Vargas	Apoyo conceptual coordinación
Edwin Arnulfo Güiza Gámez	Vigía de apoyo general
Pedro Amaya Rodríguez	Apoyo logístico
Tania Mendoza Rodríguez	Vigía: 1/9/2010 a 4/9/2012
José Alejandro Cortés	Vigía: 3/9/2010 a 2/11/2011
Julián Andrés Pérez Beltrán	Vigía: 18/11/2011 a 17/03/2012
Carlos Andrés Morales M.	Profesional universitario
Sloan Moreno Rodríguez	Profesional universitario

Fuente: Elaboración propia.

Agenda:

AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

Se terminó de imprimir 500 ejemplares en el mes de diciembre de 2013 en los talleres de Javegraf, calle 46 No. 82-54 Int. 2, Bogotá D. C., Colombia. En su diagramación se utilizaron caracteres Kabel Bk BT. Se utilizó papel Propalmate de 90 gramos y, en la cubierta, papel Propalcote de 240 gramos.



9 789587 612998

PLAN GLOBAL DE DESARROLLO 2010-2012
Prospectiva UN - Agendas de conocimiento

Agenda:
AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

PLAN GLOBAL DE DESARROLLO 2010-2012
Prospectiva UN - Agendas de conocimiento

Agenda: AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

Autores:

Profesores - Grupo de expertos participantes
Miguel Gonzalo Andrade Correa
Carmenza Duque Beltrán
Santiago Roberto Duque Escobar
Ángela Inés Guzmán Alvis
Nohra León Rodríguez
John Douglas Lynch
José Ernesto Mancera
Germán Poveda Jaramillo
Jesús Orlando Rangel Churio

Coordinación metodológica:

Profesores
Jenny Marcela Sánchez Torres
Carlos Alberto Rodríguez Romero



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Bogotá, 2013

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Andrade Correa, Miguel Gonzalo, 1963-
Agenda : ambiente y biodiversidad / Grupo experto de participantes Miguel
Gonzalo Andrade Correa ... [y otros ocho] -- Bogotá : Universidad Nacional de
Colombia. Vicerrectoría de Investigación, 2013.
118 páginas : ilustraciones -- (Agendas de conocimiento)

Incluye referencias bibliográficas

SBN : 978-958-761-299-8 (papel) - 978-958-761-635-4 (ebook) - 978-958-761-636-1 (impresión por demanda)

1. Educación superior - Planificación - Colombia - 2010-2012 2. Investigación y desarrollo - Enseñanza superior - Colombia - 2010-2012 3. Estrategias para el desarrollo - Investigaciones 4. Gestión del conocimiento 5. Diversidad biológica 6. Investigación ambiental 7. Planes de desarrollo - Enseñanza superior - Colombia - 2010-2012 I. Duque Beltrán, Carmenza, 1949- II. Duque Escobar, Santiago Roberto, 1959- III. Guzmán Alvis, Ángela Inés IV. León Rodríguez, Nohra, 1953- V. Lynch, John Douglas, 1942- VI. Mancera, José Ernesto VII. Poveda Jaramillo, Germán, 1958- VIII. Rangel Churio, Jesús Orlando, 1950- IX. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación X. Título XI. Otro título : Ambiente y biodiversidad XII. Otro título : Plan Global de Desarrollo 2010-2012. Prospectiva UN - Agendas de conocimiento XIII. Serie

CDD-21 378.107 / 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

RECTORÍA

Ignacio Mantilla Prada (2012 - actualidad)
Moisés Wasserman Lerner (2006-2012)

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN

Alexánder Gómez Mejía (2012 - actualidad)
Rafael Alberto Molina Gallego (2008-2012)

Dirección General Proyecto Agendas de Conocimiento

Profesor Rafael Molina Gallego

Coordinación metodológica del proyecto

Profesores facilitadores:

Jenny Marcela Sánchez Torres, asesora VRI
Carlos Alberto Rodríguez Romero, Grupo Griego

Grupo de apoyo metodológico de la agenda

Profesores facilitadores:

Jenny Marcela Sánchez Torres
Carlos Alberto Rodríguez Romero

Profesional de apoyo

Adriana del Pilar Sánchez Vargas

Vigías

Tania Mendoza Rodríguez
Julián Andrés Pérez Beltrán
José Alejandro Cortés

Corrección de estilo

Martha Elena Reyes

Diseño y diagramación

Andrés Camilo Gantiva - Diseñador Gráfico
Unidad de Publicaciones Facultad de Ingeniería

Primera edición, 2013

© Universidad Nacional de Colombia

Vicerrectoría de Investigación

©Autores:

Profesores - Grupo de expertos participantes

Miguel Gonzalo Andrade Correa

Carmenza Duque Beltrán

Santiago Roberto Duque Escobar

Ángela Inés Guzmán Alvis

Nohra León Rodríguez

John Douglas Lynch

José Ernesto Mancera

Germán Poveda Jaramillo

Jesús Orlando Rangel Churio

ISBN: 978-958-761-299-8 (papel)

ISBN: 978-958-761-635-4 (ebook)

ISBN: 978-958-761-636-1 (impresión por demanda)

Impreso y hecho en Bogotá, Colombia

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Vicerrectoría de Investigación

Avenida El Dorado # 44A - 40

Hemeroteca Nacional – Oficina 403

Teléfono: 57-1-316 5000 Ext. 20077

Correo electrónico: vicinvest_nal@unal.edu.co

www.unal.edu.co

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	11
PRESENTACIÓN	13
INTRODUCCIÓN	19
1. DIAGNÓSTICO GENERAL E INSTITUCIONAL	21
1.1 Panorama internacional en la investigación en ambiente y biodiversidad	21
1.2 Panorama nacional de investigación en ambiente y biodiversidad	24
1.3 Apuestas gubernamentales en la última década	35
1.4 Esfuerzos institucionales en la definición de agendas de investigación	39
1.5 Capacidades de investigación del entorno nacional e institucional	41
1.6 Formas de interacción de las agendas antecedentes del ajuste institucional y del trabajo de los escenaristas	56
2. VISIÓN DE FUTURO: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS	57
2.1 Objetivo de la agenda	57
2.2 Objetivos específicos	57
2.3 Alcance	58
2.4 Potenciadores e inhibidores	58
2.5 Propuesta inicial de temáticas existentes y emergentes	59
2.6 Determinación de énfasis institucionales	65
2.7 Elementos vinculantes	66
3. ANÁLISIS PROSPECTIVO PARA CONSOLIDAR UNA VISIÓN DE FUTURO DE LA AGENDA AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD	69
3.1 Resumen ejecutivo de los resultados de la encuesta prospectiva	69
3.2 Resumen de las realimentaciones en las jornadas de discusión con la comunidad académica	79
3.3 Proyectos propuestos por la comunidad académica	80
BIBLIOGRAFÍA	83

ANEXOS	91
Anexo 1. Metodología para la construcción de la Agenda Ambiente y Biodiversidad	91
Anexo 2. Macrotendencias de investigación en ambiente y biodiversidad	100
Anexo 3. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia	111
Anexo 4. Expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad	113
Anexo 5. Integrantes de los diferentes equipos de trabajo que apoyan el Proyecto Agendas de Conocimiento	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Componentes de las agendas de conocimiento PGD 2010-2012	16
Figura 2.	Esquema general del sistema integrado de las agendas de conocimiento	17
Figura 3.	Panorama internacional de investigación en ambiente y biodiversidad	24
Figura 4.	Riqueza de especies de la biota en Colombia por grupo de organismos biológicos	26
Figura 5.	Número de especies amenazadas en Colombia	27
Figura 6.	Número de especies endémicas en Colombia por grupo biológico	27
Figura 7.	Distribución en las sedes de la Universidad Nacional de Colombia de los grupos de investigación de la Agenda AyB	45
Figura 8.	Categoría de docentes de la Universidad Nacional de Colombia	46
Figura 9.	Nivel de formación de los investigadores vinculados a los grupos de investigación de la UN	46
Figura 10.	Número de personas vinculadas a los grupos de investigación de la Universidad Nacional de Colombia	47
Figura 11.	Productos de investigación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad por categoría de grupos de investigación	48
Figura 12.	Proyectos de investigación y de extensión de la UN relacionados con la Agenda AyB	49
Figura 13.	Áreas, temas y subtemas propuestos para la Agenda AyB	60
Figura 14.	Capacidades de investigación acumuladas por área de la Agenda Ambiente y Biodiversidad	66
Figura 15.	Resumen gráfico de la primera aplicación de la encuesta prospectiva a directores de grupos de investigación de la UN	72
Figura 16.	Resumen gráfico de la segunda aplicación de la encuesta prospectiva a investigadores de la UN	73
Figura 17.	Valoración del grado de acuerdo con los objetivos propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad	74
Figura 18.	Valoración del grado de acuerdo con los alcances propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad	75
Figura 19.	Promedio de la importancia de investigación para el desarrollo de los temas	77
Figura 20.	Capacidades de investigación percibidas por los encuestados de la UN para desarrollar investigación en los temas de la Agenda AyB	77

Figura 21.	Índice de la importancia de investigación para los temas de la Agenda AyB	79
Figura 22.	Panorama internacional de la investigación en agua y recurso hídrico	100
Figura 23.	Panorama internacional de la investigación en biodiversidad	103
Figura 24.	Panorama internacional de la investigación en cambio climático	104
Figura 25.	Panorama internacional de la investigación en desarrollo sostenible	106
Figura 26.	Panorama internacional de la investigación en seguridad ambiental	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Pérdida de la biodiversidad en Colombia	34
Tabla 2.	Planes de desarrollo de la última década y Visión Colombia 2019	36
Tabla 3.	Temas prioritarios en las regiones a partir de discusiones de Colciencias en el marco de la asignación de regalías	38
Tabla 4.	PUI, CAI, PRE y Redes relacionados con la agenda	40
Tabla 5.	Distribución de los grupos de investigación en el país en temas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad por áreas de conocimiento	43
Tabla 6.	Distribución de los programas de formación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	44
Tabla 7.	Programas de formación ofrecidos por la UN relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	50
Tabla 8.	Centros e institutos relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	52
Tabla 9.	Centros de excelencia relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad	54
Tabla 10.	Instituciones que han desarrollado proyectos de investigación o extensión con la UN en la temática de ambiente y biodiversidad	55
Tabla 11.	Potenciadores e inhibidores, Agenda Ambiente y Biodiversidad	59
Tabla 12.	Elementos vinculantes de la Agenda Ambiente y Biodiversidad con las demás agendas	67
Tabla 13.	Ficha técnica de la encuesta prospectiva, primera recolección	70
Tabla 14.	Ficha técnica de la encuesta prospectiva, segunda recolección	71
Tabla 15.	Tiempo de materialización en años	78
Tabla 16.	Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia	111
Tabla 17.	Integrantes del equipo de apoyo logístico y coordinación	116

PRESENTACIÓN¹

El presente libro hace parte de una serie de documentos producto del proceso llevado a cabo dentro del Plan Global de Desarrollo, PGD, 2010-2012 de la Universidad Nacional de Colombia, UN, bajo la rectoría del profesor Moisés Wasserman y en el marco del Proyecto Agendas de Conocimiento, coordinado por la Vicerrectoría de Investigación, VRI. En esta ocasión se presenta el resultado del proceso en la Agenda Ambiente y Biodiversidad, en adelante AyB. Con el fin de contextualizar al lector, a continuación se describen brevemente algunos de los principales aspectos que fueron fundamentales para el desarrollo del proyecto en su conjunto.

Una lectura global de los distintos sistemas de investigación, bien sea de bloques de países (ej., Comunidad Europea), de países desarrollados o de universidades o institutos de investigación de reputación internacional, refleja cómo el proceso para construir las denominadas sociedades del conocimiento ha requerido instrumentos diversos que permiten contar con formas distintas de mapas conceptuales claros, que identifican sus propias capacidades en investigación, sus temáticas de interés, y facilita el monitoreo permanente de los nuevos desarrollos y tendencias, lo cual, en su conjunto, permite revisar, replantear o generar políticas en materia de investigación, haciendo cada vez más eficientes los sistemas de ciencia, tecnología e innovación, CTI. A diferencia de lo que ocurre en las latitudes mencionadas, Colombia y sus instituciones académicas en general cuentan aún con muy precarios sistemas de información y estrategias de investigación (nacional, regional o institucionales) que puedan servir como instrumento de definición de política en CTI, de toma de decisiones objetiva basada en información validada y en tiempo real o como escenario de pensamiento y gestión permanente del conocimiento que permita estructurar perspectivas a corto, mediano y largo plazo articuladas con el futuro del país en la dinámica del mundo globalizado.

Lo anterior no desconoce algunos ejercicios e intentos del ámbito nacional que se han realizado, particularmente en las últimas tres décadas. Entre ellos se cuenta el Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, SNCTI, en cabeza de Colciencias y su plataforma ScienTi, que ha generado diversas experiencias y particularmente ha puesto de manifiesto, aunque en forma empírica, la evolución de los grupos de investigación

1 La presente reflexión es parcialmente tomada del libro *Agendas de Conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación.* (2012), y replicada, como eje articulador, en la presentación de todas y cada una de las agendas específicas.

en cada uno de los Programas Nacionales de CTI definidos por dicha entidad. De otro lado, y por iniciativas privadas o públicas, algunos ejercicios de prospectiva se han desarrollado para unas temáticas específicas y limitadas a algunos ministerios, institutos o centros de investigación, especialmente en el periodo 2003-2008. La UN ha intentado en otras épocas generar sistemas que identifiquen las áreas de conocimiento que desarrolla, proponiendo Programas Universitarios de Investigación, PUI (1990-1993), o posteriormente los denominados Campos de Acción Institucional, CAI, soportados en Programas Estratégicos, PRE (1999-2003) o consecutivamente, para el PGD de la Universidad (2007-2009) se definieron los Programas Estratégicos de Investigación mediante el fortalecimiento de redes académicas. Infortunadamente, ninguna de estas iniciativas en la UN trascendió la administración que las generó; si bien en estas acciones se identificaban áreas estratégicas, no se contaba con el soporte de una base de información estructurada, sistemática y continua que diera sustento a las mismas. Detalles de estas apuestas se encuentran reseñados en distintos documentos tales como: UN (1998, 1999a), Rodríguez (1999), Brijalbo y Campos (2001), Duque, Brijaldo y Molina (2001), Universidad Nacional de Colombia (2007). Por lo anterior, tanto el país como la UN requieren un sistema integrado de áreas del conocimiento que permita, de manera sistemática, reflexionar sobre el estado actual de la dinámica de la investigación y la innovación, las capacidades consolidadas y aquellas por crear o consolidar que permitan pensar y proyectar el futuro a largo plazo de la CTI en sus relaciones con la sociedad y el desarrollo del país.

Conscientes del reto y de la urgencia por generar un sólido sistema institucional de proyección nacional con visión internacional, la Universidad Nacional de Colombia, a través de la VRI asume, en el año 2009, el desafío planteado y logra incluir en el Plan de Desarrollo Institucional 2010-2012 el Proyecto Agendas de Conocimiento, como una primera fase para crear un modelo institucional del sistema de investigación y su articulación con la extensión y con la formación. Esta iniciativa, si no pionera en la finalidad de la misma, sí en el desarrollo metodológico que implicó la planeación estructurada inicial, la construcción de insumos propios y el desarrollo del proyecto de agendas que se proyectó más allá de una administración. Esto es, se diseñó un proceso de construcción colectiva con visión compartida de futuro cuyo protagonista principal fuera la comunidad académica, de tal forma que permitiera convertir el proyecto en una tarea institucional que trasciende administraciones o directivas que son generalmente temporales o de periodos fijos muy cortos.

En tal sentido, lo colectivo contempla, entre otros aspectos, los siguientes: i) reconocer la esencia del mundo académico cuya fuente principal de riqueza es la diversidad, heterogeneidad, pluralismo en pensamiento, visiones, metas y formas de concebir la generación de conocimiento, su aplicación y su articulación con la formación y la extensión; ii) promover procesos de apropiación directa de la comunidad académica como pilar principal para generar un sistema con mayor probabilidad de sostenibilidad y fortalecimiento permanente hacia el futuro; iii) provocar los debates académicos

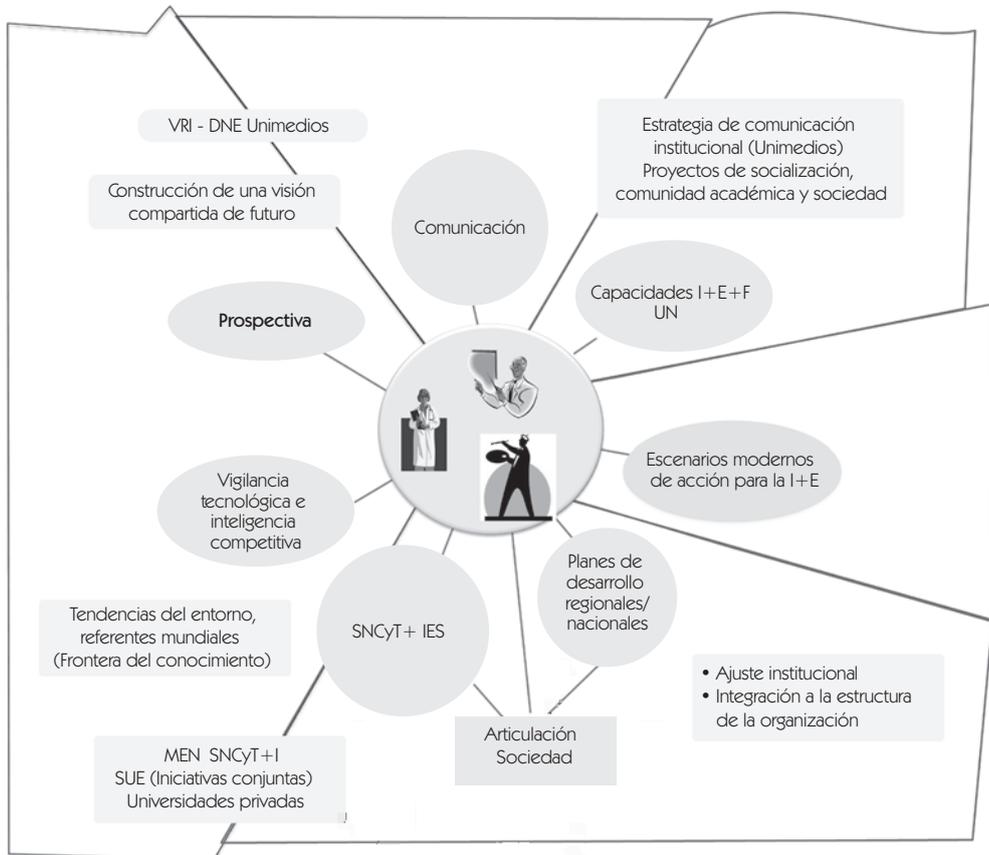
necesarios para crear aproximaciones compartidas del futuro; iv) propiciar reflexiones sobre la relación en doble sentido universidad-sociedad en toda su magnitud, pero con el mayor número de elementos e información posible que permita pensar desde y hacia la sociedad el potencial de interacción y beneficio mutuo, y v) asegurar etapas de construcción abiertas, donde se pudiera prever una amplia participación de toda la comunidad académica así como de la sociedad externa a la institución.

Todo lo anterior, es claro, permitió pronosticar desde un comienzo que el principio de lo colectivo representaría la mayor complejidad del proceso, pero también reflejaría la seguridad y confianza de contar con el mejor insumo de la Universidad, que es el talento humano y su capacidad de pensar, disentir y admitir nuevos argumentos y visiones. El proceso cuenta con registros de participación directa y permanente, durante los últimos dos años, de más de 130 profesores (expertos, facilitadores, escenaristas, articuladores sociedad, etc.) y de participación indirecta de cerca de 1000 profesores (a través de asistencia a encuentros, a jornadas de divulgación y discusión, consultas, cruce de correspondencia, etc.), además de cerca de 40 estudiantes tanto de pregrado como de posgrado que participaron como vigías soporte de los expertos y de los facilitadores. Otro ángulo de la complejidad puede dimensionarse contando las ocho sedes, las 21 facultades, los 30 institutos, los 17 centros, un observatorio, así como los 94 programas disciplinares, las 141 maestrías, los 51 doctorados y los hoy más de 900 grupos de investigación. Por tanto, la apuesta fue entender la complejidad y su naturaleza para construir un sistema desde la base misma de la academia que garantice su calidad, sostenibilidad y evolución en el tiempo, superando así el formalismo de un simple acuerdo normativo que podrá llegar a producirse, pero como consecuencia de un proceso cimentado, madurado y asumido por la comunidad académica.

Los insumos utilizados, particularmente el modelo de medida de capacidades institucional, el proceso de conceptualización, diseño, definición temática, herramientas y desarrollo metodológico del proyecto, han sido divulgados y documentados en diferentes fases del proceso². Las figuras 1 y 2 ilustran el esquema general de insumos necesarios para la construcción de las agendas y el sistema básico de las grandes áreas definidas, respectivamente. Se resalta la permanente articulación entre las agendas como principio de un futuro sistema que responda a la complejidad de la Universidad y de manera más eficiente. Aunque es obvio, no sobra recalcar que el sistema, de manera integral, está soportado en la generación de conocimiento originado de la investigación fundamental en todas las áreas, como una apuesta desde lo misional de la Universidad, lo que garantiza la coexistencia de lo pertinente e impertinente (Wasserman, 2010).

2 Ver: VRI (2009a, 2010, 2010a, 2010b, 2010c, 2011a, 2011b).

Figura 1. Componentes de las agendas de conocimiento PGD 2010-2012



Fuente: Adaptado de VRI (2011).

En dicho contexto, lo avanzado en el Proyecto de Agendas de Conocimiento dentro del actual PDG 2010-2012 permite dejar la base estructural para la siguiente fase de construcción de un Sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, creación artística e innovación, que se detalla en el libro *Agendas de Conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación* (VRI et al., 2012). Este sistema proporcionaría a la Universidad un instrumento de vigilancia científico-tecnológica de innovación y de prospectiva como soporte para la reflexión de toda su actual y futura política académica, para la toma de decisiones y para apoyar en forma estructural los ejercicios de planeación estratégica en función del tiempo, con pensamiento de largo plazo, orientados no solamente al propio desarrollo de la institución, sino cuyas apuestas van incondicionalmente comprometidas en toda su dimensión con el futuro del país, desde una visión global e integral del conocimiento en el ámbito mundial.

Figura 2. Esquema general del sistema integrado de las agendas de conocimiento



Fuente: Adaptado de VRI (2011).

Así, se espera que el modelo de sistema propuesto no solo sea de utilidad para la UN sino que, como se hizo durante el proceso de construcción de las agendas de conocimiento, se continúe compartiendo con el país como parte de las propuestas que la institución deja a consideración de la sociedad y, particularmente, del SNCTI para su posible fortalecimiento. Cada una de las agendas, que se presenta en documentos separados, podrá ser un importante insumo para generar una agenda nacional que involucre todos los actores del SNCTI y de la sociedad en general.

Finalmente es de resaltar, con gran orgullo institucional, la encomiable labor llevada a cabo en forma articulada entre los autores (profesores expertos de la Agenda AyB) y el equipo metodológico (facilitadores y vigías), quienes acompañaron y generaron insumos para todo el proceso, así como con los equipos de trabajo articuladores con la sociedad, y con los escenaristas, quienes también generaron insumos generales y específicos. Igualmente es de destacar la activa participación de los profesores interesados en esta agenda, quienes con sus críticas constructivas, sus propuestas e inquietudes permitieron enriquecer el contenido de la misma.

Es de resaltar también el arduo y excelente trabajo llevado a cabo por el grupo de editores y el grupo logístico del proyecto. Todo el esfuerzo conjunto, permanente trabajo, persistencia y compromiso institucional hacen que sean ellos parte esencial del resultado que se entrega hoy. Seguramente serán también el motor que permita, en el futuro inmediato, la evolución y consolidación de cada una de las agendas y del sistema de pensamiento en general.

Rafael Alberto Molina Gallego
Bogotá, 29 de marzo de 2012

INTRODUCCIÓN

Bajo los principios generales del Proyecto Agendas de Conocimiento, brevemente descrito en la presentación, se desarrolla en este documento el marco general de la Agenda AyB, donde se describe la ruta que la UN se propone para desarrollar la investigación y su articulación con la extensión y la formación en los ámbitos propios de dicha agenda, bajo una visión universal articulada a la pertinencia local y nacional, y conectada con todo el SNCTI y la sociedad en general.

En la Agenda AyB, el ambiente se asume como las relaciones complejas entre ecosistema-cultura. Desde esta perspectiva, lo ambiental corresponde no solo al ámbito exclusivamente físico-biótico, sino que además involucra un componente sociocultural, abordaje que requiere una visión interdisciplinaria. En este sentido, y en la misma dirección que plantea la Política Ambiental de la Universidad Nacional (2011), el análisis de dichas relaciones (naturaleza o ecosistema-cultura) buscan mejorar la calidad de vida de la población y la sostenibilidad del territorio. De otra parte, la biodiversidad se considera fundamental para la vida, garante de bienestar y equilibrio, en todo el planeta. Se utiliza para nuestra alimentación, obtención de medicinas, construcción, limpieza y restauración del ambiente, control de la erosión, regulación del agua, además de soportar todas las expresiones culturales y estéticas de las poblaciones humanas. Con base en lo anterior, es importante resaltar que la diversidad biológica puede ser aprovechada de manera sostenible, lo que contribuye al desarrollo y garantiza la calidad de vida de las poblaciones humanas.

En la Convención de Río, realizada en 1992 con la participación de 168 países firmantes, se hizo conciencia de la importancia de la diversidad biológica para el sostenimiento y la evolución de la vida, se declara su conservación como un interés común de las naciones, y se genera la responsabilidad a cada Estado por su conservación, utilización sostenible, desarrollo de capacidades técnico-científicas, institucionales y relaciones de cooperación nacional e internacional que la conservación y el uso sostenible impliquen, con el objeto de conservar los beneficios que la diversidad biológica trae a la humanidad y que estos sean alcanzados de manera igualitaria (UN, 1992).

El Protocolo de Cartagena firmado en el año 2000 sobre Bioseguridad, soportado en la Convención de Río, buscó la transferencia, manipulación y utilización segura de organismos vivos modificados, de tal modo que se conserve la biodiversidad natural y la salud humana (CBD, 2000); en este protocolo se atribuyen responsabilidades y

derechos tanto a los países desarrolladores de organismos modificados como a los receptores de estos organismos.

El Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización sobre la diversidad biológica, adoptado por la Organización de las Naciones Unidas, ONU, en la 10ª Reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio, que tuvo lugar en octubre de 2010 en Nagoya, Japón, está basado en la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos, con lo cual responsabiliza a los países sobre el aprovechamiento sostenible de su diversidad genética, y asegura la compensación económica cuando es utilizada por otras naciones (CBD, 2011). Esto pone en ventaja a países como Colombia, con una gran biodiversidad, para que, soportados en tales recursos, hagan un aprovechamiento sostenible y aseguren su conservación con los beneficios que ello sugiere.

En ese sentido, la Universidad Nacional de Colombia desea construir de manera participativa una agenda de conocimiento sobre ambiente y biodiversidad, la cual determinará los derroteros a corto, mediano y largo plazo que resultan de interés para la comunidad académica, con claros beneficios para el país.

Con este documento se busca determinar el papel que tendrá la UN en el desarrollo de la temática de ambiente y biodiversidad en el país, teniendo en cuenta las capacidades de investigación, formación y extensión de la institución, la construcción, aprobación y puesta en marcha de la Política Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia, así como los planes de desarrollo nacionales, regionales y los aportes del grupo de expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

Si bien el documento tiene como primer público objetivo la comunidad académica de la UN, también es evidente la gran influencia que la institución ejerce en el contexto nacional y, por ende, en la sociedad en general. Y es por esta razón que se toman en cuenta y se referencian en el documento aquellas entidades externas que desarrollan procesos de investigación en los temas de la agenda de conocimiento sobre ambiente y biodiversidad.

El presente documento se divide en tres capítulos. En el primero, se presenta el contexto general e institucional, en donde se hace referencia al panorama internacional y nacional en la investigación en los temas relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad, los planes y programas institucionales y temáticos, así como las capacidades de la UN asociadas a esta agenda. El segundo capítulo vincula la visión de futuro como producto de sucesivas discusiones realizadas por el grupo de expertos. El tercer capítulo esboza un análisis de los resultados de la encuesta de prospectiva en aras de consolidar una visión de futuro. Adicionalmente, se presenta un apartado con los anexos que soportan el proceso de construcción de la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

1. DIAGNÓSTICO GENERAL E INSTITUCIONAL

Con el ánimo de obtener insumos para construir la Agenda Ambiente y Biodiversidad se hace necesario dar respuesta a inquietudes como las siguientes: ¿Qué se entiende por ambiente y biodiversidad?, ¿cómo está la investigación en el mundo en esta agenda?, ¿cuáles son las capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia?, ¿cómo está la investigación en Colombia en esta agenda?, y ¿cuáles son las necesidades expresadas por los gobiernos locales, regionales y nacional en esta agenda? Así se pretende generar un panorama de la situación actual en la temática de ambiente y biodiversidad, y esta sección intenta dar respuesta a los interrogantes planteados. El detalle metodológico de esta construcción se encuentra en el anexo 1.

1.1 Panorama internacional en la investigación en ambiente y biodiversidad

El Convenio sobre Diversidad Biológica que habla de conocer, conservar y utilizar sosteniblemente la biodiversidad, menciona cómo en el año 2002 los líderes del mundo acordaron lograr para 2010 una reducción significativa del ritmo de pérdida de la diversidad biológica. Tras examinar todas las pruebas disponibles, incluidos informes nacionales presentados por las partes, la tercera edición de la Perspectiva Mundial sobre la diversidad llegó a la conclusión de que no se ha alcanzado esa meta. Es más, se anuncia que las principales presiones causantes de la pérdida de diversidad biológica no solo son constantes sino que, además, en algunos casos se están intensificando.

“Si no se corrige rápidamente este fracaso colectivo, sus consecuencias serán graves para todos; las tendencias actuales que nos están acercando a una serie de puntos de inflexión, reducirían catastróficamente la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales. Los pobres, que tienden a ser los que más dependen de esos servicios, serían los primeros en verse afectados y con la mayor severidad. Están en juego los principales Objetivos de Desarrollo del Milenio: la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza y una población más sana” (ONU, 2010).

La conservación de la diversidad biológica supone una contribución decisiva a la moderación de la escala del cambio climático y a la reducción de sus impactos negativos, haciendo que los ecosistemas, y por tanto las sociedades humanas, tengan una mayor capacidad de recuperación. Por consiguiente, es esencial que los retos

relacionados con la diversidad biológica y el cambio climático sean abordados de manera coordinada y se les dé igual prioridad (CBD, 2010c).

La evaluación de los ecosistemas del milenio en su informe final indica que todas las personas del mundo dependen por completo de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios que estos proporcionan, como los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápido y extensamente que en ningún otro período de tiempo de la historia humana con el que se pueda comparar, en gran medida para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esta transformación del planeta ha aportado considerables beneficios netos para el bienestar humano y el desarrollo económico. Pero no todas las regiones ni todas las personas se han beneficiado de este proceso; de hecho, a muchos les ha perjudicado. Además, apenas ahora se están poniendo de manifiesto los verdaderos costos asociados con esos beneficios.

En primer lugar, los servicios de los ecosistemas, aproximadamente el 60% (15 de 24), se están degradando o se usan de manera no sostenible, con inclusión del agua dulce, la pesca de captura, la purificación del aire y del agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las plagas. Los costos totales de la pérdida y la degradación de estos servicios de los ecosistemas son difíciles de medir, pero los datos disponibles demuestran que son considerables y que van en aumento. Muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de los modelos de desarrollo por los que han optado las diferentes sociedades y de actuaciones llevadas a cabo para incrementar el suministro de otros servicios, como los alimentos.

En segundo lugar, se ha establecido, aunque los datos son incompletos, que los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales en los mismos (incluidos cambios acelerados, abruptos y potencialmente irreversibles), que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de "zonas muertas" en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales.

En tercer lugar, la degradación de los servicios de los ecosistemas está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, lo que, en ocasiones, es el principal factor causante de la pobreza y del conflicto social. Esto no significa que los cambios en los ecosistemas, como el aumento de la producción de alimentos, no hayan contribuido también a que muchas personas salgan de la pobreza o del hambre, pero esos cambios han perjudicado a muchos otros individuos y comunidades, cuya apremiante situación muchas veces se ha pasado por alto.

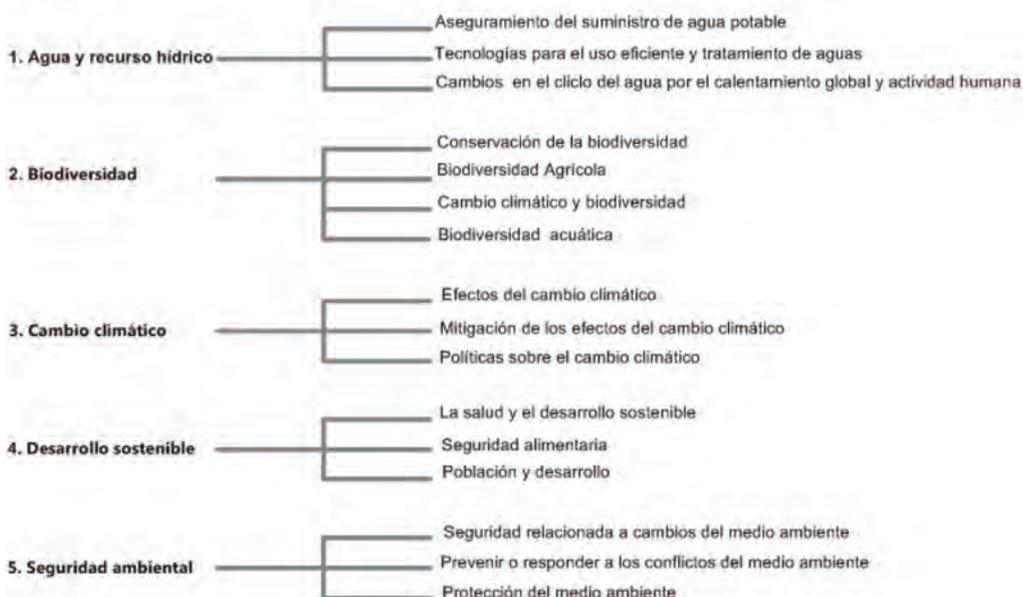
Con el ánimo de poner sobre la mesa la perspectiva internacional en el marco de la investigación en ambiente y biodiversidad, se ha recopilado una serie de tendencias³ que sirven como punto de partida para establecer las directrices que suplan las necesidades de esta investigación, creando así una nueva visión conjunta de futuro y una propuesta para el país.

En el marco de este documento se entiende que el ambiente es el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre, y en el futuro de generaciones venideras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos. Abarca las relaciones que existen entre ellos y el ambiente donde viven (MMAR, 2003). En este sentido, la preservación de la biodiversidad es esencial para todos, porque sostiene el funcionamiento de los ecosistemas, de los cuales se obtienen bienes y servicios ambientales como las medicinas, la polinización de cultivos, la limpieza del aire, del agua y algunos otros beneficios no determinados, que no se pueden remplazar (Pnuma, 2010). Los servicios que prestan los ecosistemas sanos son, a su vez, el fundamento del bienestar de las personas.

A partir de la revisión de la literatura se identifica un conjunto de macro-tendencias, las cuales han sido obtenidas conforme se detalla en el anexo 1. Se sugieren cinco subtemáticas relacionadas con ambiente y biodiversidad que atraen la mayor atención investigativa en el entorno internacional, a saber: i) Agua y recurso hídrico; ii) Biodiversidad; iii) Cambio climático; iv) Desarrollo sostenible, y v) Seguridad ambiental, las cuales se presentan en la figura 3. Un mayor detalle de cada una de estas macro-tendencias se puede observar en el anexo 2.

3 En el contexto del presente documento, una tendencia se entenderá como una extrapolación que lleva de una situación o estado A, a una situación o estado B; se puede afirmar que es una anticipación de comportamientos o situaciones que se presentarán en un futuro, marcadas o direccionadas por los comportamientos actuales (Correa, 2007). Sin embargo una visión de futuro para una agenda de investigación va más allá de una extrapolación del presente; debe ser realista, factible e introducir elementos de cambio frente a las estructuras actuales (Medina y Ortegón, 2006). La metodología de construcción de estas macro-tendencias se presenta en el anexo 2.

Figura 3. Panorama internacional de investigación en ambiente y biodiversidad



Fuente: A partir de la información disponible en

AS (2009), AWWARF (2004), CBD (2003a, 2003b, 2010b, 2010d, 2010e), CDB (2006), FAO (2007), Harvey (2002), ICSU (2004), IFGF (2010), IPCC (2001), MADRI+D (2006), MORST (2007), OCDE (2008), ONU (1994, 2009, 2010), Santiago, López, y López (2008), TMP (2010), USDA (2010), WBCSD (2010).

1.2 Panorama nacional de investigación en ambiente y biodiversidad

La estructura del componente se basa en los tres ejes propuestos por los expertos: 1) conocimiento, 2) valoración económica, desarrollo y uso sostenible, y 3) conservación. Este es el marco de partida en la construcción del árbol de conocimiento de la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

1.2.1 Conocimiento

En este primer eje, uno de los aspectos que se consideró de importancia es concluir el inventario de la diversidad biológica y potenciar líneas de investigación que apunten hacia el uso sostenible, la conservación y la perpetuación de la biodiversidad.

Sin un conocimiento real y confiable de las riquezas biológicas resulta muy difícil defender los derechos patrimoniales y participar activamente en la defensa y concertación de acceso a los recursos genéticos. La firma de tratados internacionales como el ALCA y el TLC tienen repercusiones muy serias en el tema de la biodiversidad para un país como Colombia, que amerita una participación amplia de todos sus estamentos, además del gubernamental.

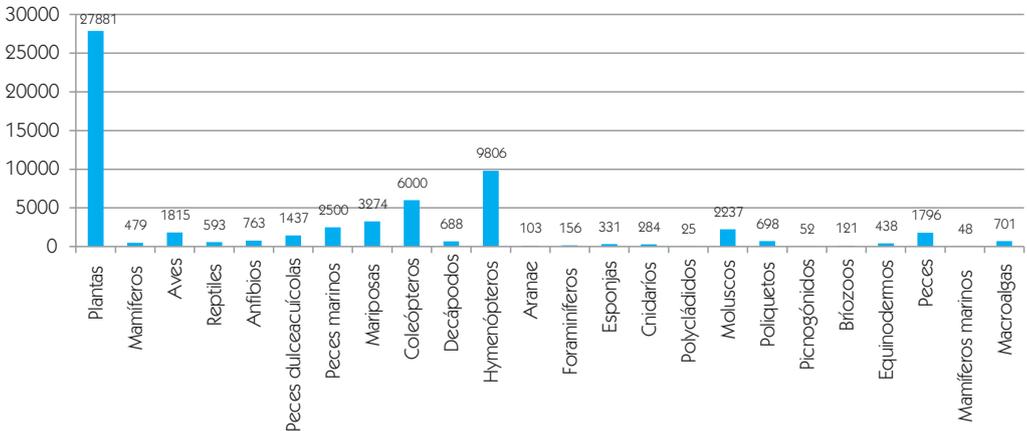
Es conveniente recordar que la fuente básica de materias primas para los desarrollos tecnológicos, que se relacionan con las diferentes manifestaciones bióticas, se ubica en la región tropical del mundo. Entre las regiones tropicales del mundo, una de las dos con mayor expresión de esta fuente básica (biodiversidad) es Colombia. En los últimos años, los gobiernos colombianos han entendido las potencialidades económicas directas de este patrimonio, y poco a poco han incorporado los beneficios de la biodiversidad como uno de los renglones básicos del Producto Interno Bruto, PIB (Rangel, 2007).

Siguiendo los niveles de organización en la biología, el estado actual del inventario de la biodiversidad para Colombia muestra las siguientes cifras: en el componente vegetal, los registros en las diferentes regiones naturales nos acercan a la cifra de 26.500 especies de plantas con flores; en otros grupos como Helechos se tienen registros de 1.515 especies (Murillo y León, 2008), Musgos (976 especies), Hepáticas (840 especies) y líquenes 1.562 especies, según Uribe y Gradstein (1998). No se incluyeron los registros sobre algas ni hongos. El inventario de comunidades vegetales señala la existencia de registros sobre 1.042 tipos de vegetación, tanto en las regiones extra-andinas (Orinoquia, Amazonas, Chocó, Caribe) como en la andina. En los grupos de la fauna que han sido incluidos en las evaluaciones sobre biodiversidad a nivel regional y global figuran los anfibios (sapos y ranas) con 700 especies (Ruiz *et al.*, 1999), reptiles (lagartos, serpientes y tortugas) con 522 especies (Castaño *et al.*, 2010), mamíferos 468 (Muñoz y Alberico, 2004) y aves 1.850 (bases de datos Programa Biodiversidad y Conservación).

Las cifras anteriores ubican a Colombia en el contexto mundial como uno de los dos países con mayor expresión de riqueza biológica. Los registros de 26.500 especies de plantas con flores significan el 12% de la riqueza vegetal en el contexto mundial; los registros sobre especies en grupos de la fauna, como 1.850 especies de aves y 700 de anfibios, ubican a Colombia en el primer lugar (Rangel, 2006).

Así mismo los datos de Andrade arrojan las siguientes cifras. Como se muestra en la figura 4, Colombia, según el Catálogo de las plantas de Colombia (versión preliminar), incluye para el año 2007 un total de 27.881 especies de plantas conocidas, calculando un estimado de entre 30.000 y 41.000 especies (Uribe y Gradstein, 1998) de las cuales 1.500 son endémicas, como se señala en la figura 4, ocupando el segundo lugar en riqueza de especies y el octavo en endemismo (1.500 especies, ver figura 6); el primer lugar en riqueza lo ocupa Brasil con 56.215 especies, de las cuales se desconocen las que son endémicas, y en tercer lugar se encuentra China con 32.200 especies.

Figura 4. Riqueza de especies de la biota en Colombia por grupo de organismos biológicos

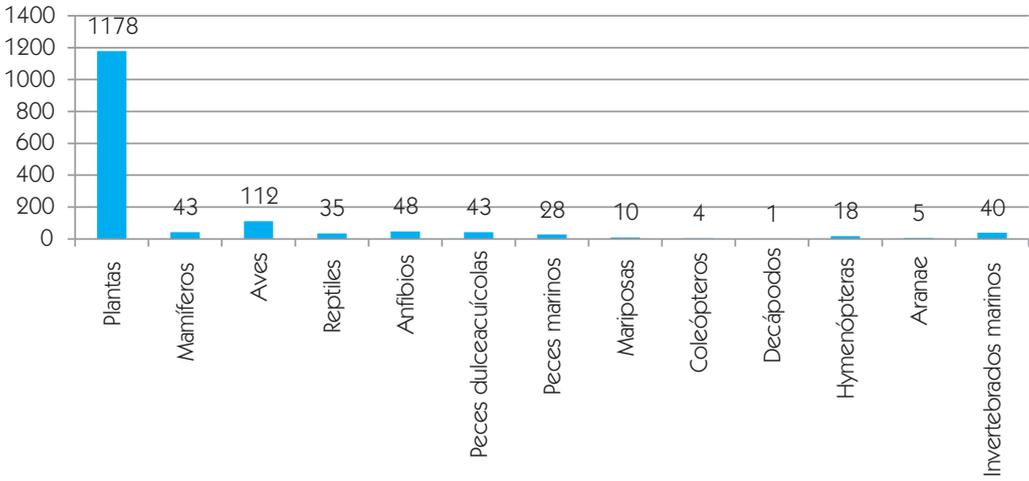


Fuente: Andrade (2011a).

Con base en el estado del conocimiento de los musgos a nivel global, se estima que en la actualidad se conocen 13.500 especies de las cuales entre 2.400 y 2.900 están en la región neotropical y, de esas, 965 están presentes en Colombia (figura 4)⁴. Los datos de Linares *et al.* (2002) indican que 43 especies están amenazadas, 6 en peligro crítico (CR), 4 en peligro (EN) y 33 se consideran vulnerables (VU).

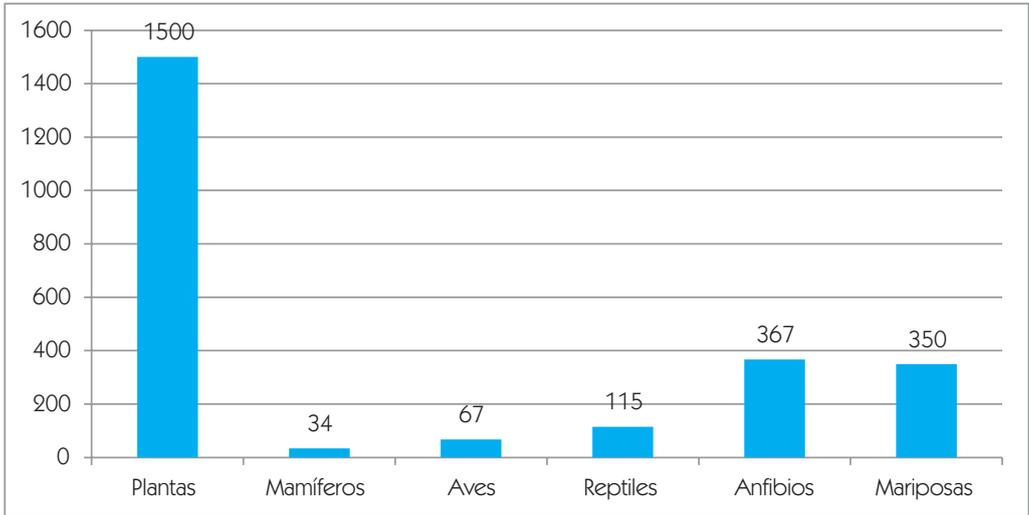
En referencia al estado de conocimiento de la fauna, Andrade plantea que Colombia posee 593 especies de reptiles, de las cuales 115 son endémicas (figura 6), lo que quiere decir que Colombia es el tercer país más rico en biodiversidad de reptiles.

Figura 5. Número de especies amenazadas en Colombia



Fuente: Andrade (2011a).

Figura 6. Número de especies endémicas en Colombia por grupo biológico



Fuente: Andrade (2011a).

Colombia es el país más rico en diversidad de especies de aves: posee 1.815 especies (figura 2), encontrando en un segundo lugar a Perú con 1.781; de las especies presentes en Colombia, 67 son endémicas (figura 4) del territorio, pero según Renjifo, Franco, Amaya, Kattan y López (2002), 112 están amenazadas (figura 5).

Colombia es el segundo país más rico en especies de anfibios: cuenta con 763 especies y 367 endémicas, como se ve en la figura 3, después de Brasil que es el más rico (779 especies, 375 endémicas). Según Rueda - Almonacid (2006), Colombia tiene 48 especies amenazadas, 26 en peligro, 14 en peligro crítico y 8 vulnerables.

Hasta el 2012, Colombia contaba con una superficie de 1'141.748 km² continentales y 930.000 km² marinos, es decir, 2'071.748 km², por lo que casi un 50% del territorio colombiano es mar; se encuentra ubicada en el noroccidente de Suramérica entre los 12° 26' 46'' latitud norte y los 4° 13' 30'' latitud sur y entre los 60° 50' 54'' y 79° 02' 33'' longitud oeste, dentro de la franja intertropical, limitando al norte con el mar Caribe, al oriente con Venezuela y Brasil, por el sur con Perú y Ecuador, y por el occidente con el océano Pacífico y Panamá.

La topografía de Colombia hace de este un país con especiales características; se tiene la denominada región de los Andes que atraviesa de sur a norte el territorio nacional, conformada por tres cadenas montañosas denominadas cordillera Occidental, Central y Oriental, separadas por los valles de los ríos Magdalena y Cauca. La cordillera Occidental tiene una altura media de 2.000 m, mientras que las cordilleras Central y Oriental poseen alturas medias superiores a los 3.000 m, alcanzando elevaciones de más de 5.000 m en sus picos más altos. Estas tres cordilleras se unen en un solo macizo ubicado al suroccidente de Colombia. Al norte de los Andes se encuentra la Sierra Nevada de Santa Marta que tiene una altitud máxima de 5.700 m; al nororiente de los Andes, hacia la frontera con Venezuela, está la cuenca del río Catatumbo; en el occidente del país, en la frontera con Panamá, se encuentra la Serranía del Darién y el cerro Pirre, los cuales continúan hacia el sur de la Serranía del Baudó. La mitad suoriental del país se divide en dos grandes regiones: la Orinoquía, en la cual predominan las planicies con formaciones de sabanas, y la Amazónica, en la cual predominan las planicies cubiertas por formaciones selváticas; en estas dos regiones existen algunos sistemas montañosos de poca elevación como son la Serranía de La Macarena y Chiribiquete, los cuales hacen parte del Escudo Guayanés. En el mar Caribe, Colombia cuenta con 1.600 km² de costa y en el océano Pacífico, con 1.300 km².

Colombia está catalogada dentro del grupo de los 14 países que albergan el mayor índice de biodiversidad en la Tierra, denominados países megadiversos, y comparte esta categoría con Argentina, Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela (Andrade, 2011a).

1.2.1.1 Ambientes, recursos marinos y costeros en Colombia

Sobre el conocimiento de los manglares en Colombia: De los estudios desarrollados en manglares en el país, durante la última década, se encontraron disponibles un total de 166, enfocados principalmente en aspectos relacionados con función ecosistémica, manejo de los recursos y caracterización (Invemar, 2010). La mayoría han sido estudios de la línea base que han permitido evaluar y monitorear impactos naturales o antrópicos en ecosistemas de manglar. El incremento en estudios obedece principalmente a requerimientos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT. El mayor número de investigaciones se han desarrollado en el Caribe colombiano, especialmente en los departamentos de San Andrés y Providencia, Magdalena, La Guajira y Córdoba; en el Pacífico, a pesar de tener mayor cobertura en manglar, se ha desarrollado un 21% (Invemar, 2010).

Sobre el conocimiento de las praderas de fanerógamas: A partir de 2009, la Unidad de Parques Nacionales, UAESPNN, la Universidad del Magdalena y el Invemar han establecido en Islas del Rosario y San Bernardo, y en el Parque Nacional Tayrona (Caribe colombiano) estaciones para monitorear la salud de estos ecosistemas.

Estado del conocimiento de los arrecifes coralinos en Colombia: Los estudios desarrollados en arrecifes comprenden: caracterizaciones (34%), distribución (4,5%), función (25%), biología de organismos (32%) e impactos (9%). La mayoría de este conocimiento se genera en el Caribe colombiano (77%) y en el Pacífico está el 18%; el resto son estudios desarrollados en ambas costas. El Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia, Simac, evaluó el estado de salud de los arrecifes (Invemar, 2010) y encontró que los de Islas del Rosario y San Andrés presentan mayor dinamismo, degradación y ocurrencia de enfermedades (aunque esta última es baja).

Sobre el conocimiento de los fondos blandos: Investigaciones desarrolladas en fondos blandos comprenden: caracterizaciones (52%), estudios taxonómicos (24%), de distribución y función (9,5%) y biología de organismos (5%). Son pocos los trabajos en conservación, bioprospección, manejo, rehabilitación, cambio climático, explotación, en estos ecosistemas. El 70% de las investigaciones se ha desarrollado en el Caribe, y el 30% en el Pacífico colombiano.

Sobre el conocimiento de la biodiversidad marina en el Caribe y Pacífico colombianos: Según el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina, SIBM, del Invemar e información secundaria, se han encontrado para el Caribe 156 especies de foraminíferos, 306 de esponjas, nueve de zoantideos, 115 de corales escleractinios, 15 antipatharios, 25 polycladios, 1.498 de moluscos, 239 de poliquetos, 570 de crustáceos decápodos, 50 de picnogónidos, 113 de briozoos, 296 de equinodermos, 990 de peces, 18 de mamíferos marinos (5 exclusivas) y 565 de algas marinas. Se han registrado aproximadamente 14 phylum y 378 especies zooplanctónicas, incluyendo estados larvales de los grupos mencionados y 214 especies de fitoplancton, aproximadamente.

En el Pacífico colombiano, el total de especies registradas es de 3.328, comprendidas en 13 grupos taxonómicos de animales y plantas marino-costeros (Invemar, 2010).

Especies amenazadas: En el Caribe y Pacífico colombianos se han desarrollado trabajos sobre especies en Peligro Crítico (CR), en Peligro (EN) y Vulnerables (VU); para el Pacífico se registran 26 especies y 20 géneros de animales. Entre el Caribe y el Pacífico se registran 126 especies representadas en nueve grupos taxonómicos: mamíferos (2 especies), peces (44), aves (34), tortugas (7), crustáceos (7), corales (9), equinodermos (3), moluscos (17) y manglares (3) (Invemar, 2010).

Especies invasoras: Se han registrado 16 especies establecidas como no nativas en la región del Caribe; de estas, ocho se reconocen como peligrosas; la mayor parte de estas especies provienen del Indo-Pacífico y del Mediterráneo (Invemar, 2010). Se registra el alga roja *Kappaphycus alvarezii*, los corales *Carijoa riisei* y *Tubastraea coccinea*, el poliqueto *Alitta succinea*, los bivalvos *Electroma sp.*, *Corbicula fluminea*, *Perna perna* y *Perna viridis*, los crustáceos *Balanus amphitrite*, *Penaeus monodon*, *Charybdis hellerii* y *Rhithropanopeus harrisi*, y los peces *Oreochromis niloticus*, *Trichogaster pectoralis*, *Omobranchus punctatus* y *Pterois volitans*.

1.2.2 Valoración económica, desarrollo y uso sostenible

La biodiversidad cumple un papel relevante para la humanidad, y de manera particular para países como Colombia, circunstancia que debe conducir a una agenda de investigación actual que contemple los servicios ambientales de la biodiversidad.

La biodiversidad es importante para las personas porque constituye el sostén de una gran variedad de servicios ecosistémicos de los cuales han dependido siempre las sociedades humanas; por ejemplo nos proporciona bienes para nuestras necesidades más fundamentales: alimentación, tejidos, medicinas, alojamiento y combustible; cuando se pierde algún elemento de la biodiversidad, los ecosistemas pierden capacidad de recuperación y los servicios que prestan se ven amenazados. Los entornos o medios acuáticos más homogéneos y menos variados suelen ser más susceptibles a las presiones externas repentinas, como las enfermedades y las condiciones climáticas externas.

Los servicios ecosistémicos se dividen en cuatro, así: servicios de aprovechamiento, que son los que benefician directamente a las personas y pueden tener un claro valor monetario⁵, como la leña de los bosques, las plantas medicinales y los peces; los servicios culturales, los cuales no nos ofrecen beneficios materiales directos pero contribuyen a satisfacer ciertas necesidades y deseos de la sociedad y, por tanto, inciden en la predisposición de las personas a costear los gastos de la conservación,

5 Si bien es cierto que hoy se plantean algunas metodologías de valoración de los servicios ecosistémicos, es necesario dejar en claro que se trata de algunas aproximaciones a su valoración, por cuanto estos no se pueden transar en un mercado como los bienes y los servicios en general.

como por ejemplo el valor espiritual que se da a algunos ecosistemas, como los sitios sagrados o la belleza de los paisajes; los servicios reguladores, que son las funciones vitales desempeñadas por los ecosistemas, a las que en raras ocasiones se les asigna un valor económico en los mercados, dado que este tipo de recursos no tienen mercado; entre estos se puede mencionar la regulación del clima mediante el almacenamiento de carbono, la protección frente a los desastres, como la erosión de tierras y las tormentas costeras, y, por último, los servicios de apoyo, que son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas pero que no benefician directamente a las personas; no obstante, son los responsables indirectos de los demás servicios, como son la formación de los suelos y los procesos de crecimiento de las plantas (Andrade, 2011b).

1.2.2.1 Uso sostenible

La utilización de la flora colombiana muestra las siguientes cifras: maderable 420 especies, medicinal 300 especies, ornamental 200, alimentación 350, artesanías 125, venenos 26, ecológico 148 y construcción 45 (Rangel, 2005). Es indudable que ha primado el carácter extractivo-destructivo que ha llevado casi al agotamiento a las maderas más finas (caobos, cedros, laureles, jigvas). En Colombia ha predominado el carácter extractivo-destructivo de la oferta ambiental (especies, comunidades y ecosistemas); por ejemplo, el renglón que prima en la apropiación de la demanda forestal es el maderable, que en regiones como el Chocó biogeográfico ha llevado a una condición cercana a la extinción a numerosas poblaciones de la flora silvestre y a la sensible disminución de comunidades vegetales autóctonas.

No solamente en el Chocó la pérdida de las coberturas vegetales originales es el problema más sensible por cuanto implica una serie de acontecimientos relacionados con la ocupación del territorio y la pérdida de valores culturales, sino que en el Chocó biogeográfico la deforestación es quizás el detonante mayor para el uso sostenible y la conservación. Es de vital importancia promover estrategias que permitan gradualmente la apropiación por las comunidades de los servicios ambientales y los valores agregados del bosque (Rangel, 2004).

En Colombia son varias las causas directas e indirectas que influyen en la pérdida de biodiversidad, y que en algunos casos hace que esta pérdida sea irreversible. Entre las causas directas están: las políticas de estímulo a la ocupación y uso del territorio, la transformación de hábitat y ecosistemas naturales, la sobreexplotación, la fragmentación de las poblaciones, la deforestación, el consumo de leña, los incendios, la actividad agrícola, el cambio climático, la contaminación, la introducción de especies, la pesca comercial sin control, la urbanización, la minería, la destrucción de humedales y zonas de páramo, la erosión, los desastres naturales, la cosecha indiscriminada. Como causas indirectas: el desconocimiento del potencial estratégico de la biodiversidad, la débil capacidad institucional para reducir el impacto de las actividades que llevan a la pérdida

de biodiversidad, la expansión de la frontera agropecuaria, la baja presencia del Estado en las zonas de alta biodiversidad, el surgimiento y la consolidación de los cultivos ilícitos, el orden público, los conflictos armados, el comercio internacional de pieles, la colonización, el desarrollo de proyectos de infraestructura (Andrade, 2011b).

1.2.2.2 Utilización directa sostenible

Los productos agrícolas y de extracción del bosque deben tener un papel importante en la generación de beneficios económicos a comunidades locales, como se viene haciendo en lugares de la Amazonia colombiana (Pulido y Cavalier, 2001). Un renglón notable se relaciona con las fibras vegetales y su uso en artesanías; el inventario reciente de Linares *et al.* (2002) indica en 114 el número de especies potenciales en áreas con tradición en la elaboración de artesanías en Colombia.

También figuran otros renglones; es el caso de las exportaciones de productos de la biodiversidad como artesanías, empaques, maderas (certificadas) y muebles, pieles de babilla y caucho, a países como Estados Unidos, Japón, Unión Europea, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia (Ramos, 1999).

Igualmente productos forestales no maderables y productos no forestales como resina de pino y de otras especies nativas, palma de aceite (plantaciones controladas), aceites esenciales y resinas oleosas, gomas, resinas y látex, colorantes, pigmentos y tintes, plantas medicinales y fito-farmacéuticas, aromáticas y miel (Van Hoof, 2003).

Es fundamental promover la reforestación industrial para disminuir la presión sobre los bosques nativos; una de las maneras es incentivar la recuperación de tierras degradadas por usos no apropiados, por ejemplo la ganadería, y uno de los renglones que se podrían utilizar es la reforestación, ya sea de tipo industrial o de tipo protector. Las tasas actuales de reforestación no garantizan de manera alguna la supervivencia del bosque nativo (Ramos, 1999).

1.2.2.3 Reconversión de la oferta biológica

En el caso de la zona cafetera, la oferta excesiva de hace algunos años hizo que áreas dedicadas al cultivo del café se reemplazaran por ejemplo por guadua, alrededor de las cuales se ha planificado todo un proceso de aprovechamiento y de consecución de valores agregados al cultivo. Se ha constituido este renglón en un elemento de enormes potenciales económicos para mejorar la incertidumbre económica en áreas de la zona cafetera; en el mismo sentido ya hay intentos auspiciados por la Federación de Cafeteros para que los sobrantes de cosechas y de las podas no se quemem sino

que se reutilicen para ebanistería especial. Este ejemplo debería ser seguido por los cultivadores de caña, y sus sobrantes de cosecha, en lugar de quemarlos y en vez de aportar una cantidad considerable de emisiones de gases de efecto invernadero, podrían utilizarse en otros procesos agroindustriales.

1.2.2.4 Biocombustibles

Es urgente asumir el desarrollo de programas de investigación que se fundamenten en las potencialidades que tiene nuestra riqueza vegetal. Una rápida mirada a la riqueza de familias con compuestos laticíferos, por ejemplo, nos señala a las siguientes familias: Apocynaceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Asteraceae, Campanulaceae, Sapotaceae, Asclepiadaceae y Clusiaceae, que son familias muy ricas en especies en Colombia. Aunque en el momento los esfuerzos están dedicados a mejorar la producción en especies conocidas como la yuca, es urgente volcar la mirada hacia otros renglones de nuestra diversidad vegetal. En esta parte es conveniente promover un desarrollo fuerte de la biotecnología y de la ingeniería genética (Rangel, 2007).

1.2.2.5 Estimativos económicos de la biodiversidad marina

Aunque el valor de los organismos marinos es infinito, vale la pena mencionar que, gracias a la química de productos naturales, muchos de los desarrollos actuales importantes en química orgánica han sido posibles basados en la novedad de las estructuras químicas que los compuestos de fuentes marinas exhiben (la mayoría sin contraparte terrestre), y a la necesidad de aislar cantidades tan pequeñas de ellos, del orden de unos pocos miligramos, lo cual ha impulsado el desarrollo de nuevas técnicas analíticas para su separación; por ejemplo, cromatografía en contracorriente y cromatografía de alta y de ultra eficiencia. Así mismo, la necesidad de determinar sus estructuras ha impulsado el desarrollo de técnicas tan modernas como la RMN para micromuestras, el dicroísmo circular y las combinaciones de cromatografía líquida con espectrometría de masas de ionización suave, y cromatografía líquida con RMN, etc. También cabe destacar los avances realizados en las metodologías de síntesis química y la posibilidad de hacer análogos del compuesto líder para mejorar sus propiedades farmacológicas, los cuales se aplican hoy en día como etapas básicas para desarrollos comerciales.

Sin embargo, a pesar de la importancia de los productos naturales en la investigación farmacéutica y de los beneficios económicos que de ellos se derivan para la sociedad humana, el valor global de la biodiversidad marina no ha sido estimado, con excepción de un estudio focal de la biodiversidad de arrecifes coralinos en Jamaica, donde se la estimó en un valor de \$70 millones de dólares (Ruitenbeek *et al.*, 1999).

Estudios recientes utilizando modelos matemáticos (Erwin *et al.*, 2010) han calculado un valor entre \$563 billones a 5,69 trillones de dólares solo para productos naturales marinos que pueden ser convertidos en drogas anticáncer, aislados principalmente de las Phyla animal (Chordata, Mollusca, Porifera y Byrozoa) y microbiana (proteobacteria y cianobacteria). En contraste, algunos estudios han evaluado el valor de las medicinas de bosques tropicales en el rango comprendido entre \$2,8 billones y \$420 billones (Erwin *et al.*, 2010). Los cálculos anteriores representan tan solo los primeros ensayos para mostrar con cifras el potencial económico de los compuestos aislados de los organismos que habitan los océanos colombianos (Duque y Correa, 2011).

1.2.3 Conservación

Las amenazas sobre el capital natural (biodiversidad) de Colombia pueden sintetizarse en las siguientes acciones y efectos: deforestación, que significa disminución permanente de la cobertura vegetal natural; alteración por efecto de actividades en la minería, por las quemas y talas que más tarde van a manifestarse en los procesos de erosión y pérdida de suelo. Igualmente se consideran las acciones altamente transformadoras de las obras civiles y del urbanismo acelerado, que se manifiestan al final en la fragmentación de bloques originales de hábitat que, posteriormente, conducen a extinciones locales y regionales. La deforestación es quizá la principal amenaza para la permanencia de la biodiversidad, y afecta a todas las regiones naturales. Los estimativos del grupo de Biodiversidad y conservación cifran el asunto según regiones naturales, como se muestra en la tabla 1. Estas cifras significan que en Colombia se ha perdido un 32% de su biodiversidad:

Tabla 1. Pérdida de la biodiversidad en Colombia

Región natural	Superficie total km ²	Vegetación boscosa potencial km ²	Superficie deforestada (%)	Superficie actual cubierta por vegetación
Andina	360.000	330.000	55	148.500
Chocó	131.246	131.246	40	78.748
Amazonia	300.092	300.092	10	270.082
Orinoquia	154.193	144.193	15	122.564
Caribe	142.000	102.000	30	71.400
Total del país	1.087.531	1.007.531		691.294

Fuente: Rangel (2007).

La deforestación facilita que las tierras sean incorporadas a la productividad agropecuaria, lo que representa en los últimos 30 años una superficie de 80.000 hectáreas; los cultivos ilícitos han significado una pérdida de 3.000 hectáreas por año, en regiones como el Magdalena medio, y el uso del recurso forestal de los bosques nativos para el consumo directo de madera significa el sacrificio de 125.000 hectáreas de bosque nativo anual. Ante este panorama, ¿qué se podría hacer? Promover la declaratoria de áreas de reserva, ya sea a nivel nacional, departamental o municipal, incentivar la red de reservas de la sociedad civil y adoptar una estrategia que permita controlar la extensión de la frontera agrícola utilizando como instrumento los planes y esquemas de ordenamiento territorial (POT y EOT). Es necesario frenar la expansión incontrolada de la frontera agrícola y la invasión de tierras. Se debe también promover la reforestación industrial para mitigar la presión sobre el bosque nativo, a la vez que se debe desestimular el consumo de la madera. En este contexto, se precisa una regulación ambiental clara, capaz de superar los requerimientos de carácter exclusivamente sectorial, para dimensionar los esquemas de política pública que compatibilicen con instituciones que garanticen el manejo adecuado del ambiente y los recursos naturales del país. En el nivel de los cultivos ilícitos, es necesario clamar por el apoyo mundial para que haya planes globales para el control del flagelo.

En síntesis, con la biodiversidad colombiana se ha recibido una herencia incalculable que representa condiciones excepcionales en cuanto a valores económicos, culturales, históricos y científicos. Mantener la representación ecológica mínima de estos tesoros, además de propósitos gubernamentales, debería ser un deber ciudadano que se inculque desde la infancia. Para un país tropical como Colombia, cuya biodiversidad será la fuente de materias primas básicas para futuros desarrollos, la estrategia de inventario, utilización apropiada y conservación de este capital debería ser guía permanente. Se debe tratar de incorporar en nuestras manifestaciones cotidianas el alcance del tema de la biodiversidad; cuando nuestros representantes políticos tomen conciencia del valor estratégico de este capital natural, seguramente vendrán mejoras en la calidad de vida de los colombianos. Incorporar la biodiversidad en las agendas personales, comunitarias, gubernamentales debería ser un propósito prioritario (Rangel, 2007).

1.3 Apuestas gubernamentales en la última década

El gobierno colombiano, a través de sus diferentes Planes Nacionales de Desarrollo, PND, ha propuesto estrategias para el desarrollo y la conservación de la biodiversidad; así, al realizar una revisión de los PND desde 2002, se observan en la tabla 2 los principales retos y perspectivas en ambiente y biodiversidad:

Tabla 2. Planes de desarrollo de la última década y Visión Colombia 2019

Visión Colombia 2019	Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014	Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010
<p>Establecer una estructura productiva que incorpore y aproveche plenamente recursos como la tierra, los mares, la biodiversidad, el paisaje y la localización geográfica.</p> <p>Desarrollar las potencialidades del campo, tomándolo como motor del crecimiento.</p> <p>Aprovechar los recursos marítimos con el uso de sus potencialidades, el biocomercio y el turismo.</p> <p>Fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico, que serán base para el aprovechamiento de los recursos naturales del país.</p>	<p>Convergencia y desarrollo regional, por medio del aprovechamiento de diversas potencialidades de cada región.</p> <p>Crecimiento económico sostenido, sostenible social y ambientalmente, a través de 1) la innovación, 2) la política de competitividad y de mejoramiento de la productividad y 3) la dinamización de sectores.</p> <p>Sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo, con lo que se busca entender la geografía para conocer los futuros riesgos e intervenirlos.</p>	<p>Un Estado comunitario, donde se busca un crecimiento económico que lleve a un desarrollo en el tema económico, social, ambiental y político.</p> <p>Ciudades compactas, eficientes y sostenibles.</p> <p>El aumento de suelos para el desarrollo de ciudades compactas y sostenibles.</p> <p>Articulación del desarrollo urbano con el territorio regional.</p> <p>Acceso de las poblaciones al agua y saneamiento básico.</p> <p>En el transporte urbano se buscan alternativas amigables al ambiente y sin accidentalidad; desarrollo de sistemas de movilidad rural intermodal.</p> <p>Gestión ambiental y del riesgo</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de DNP (2005, 2007, 2011).

Como lo señala Lizarazo (2011), al observar la manera como se incorpora la Agenda Ambiente y Biodiversidad en los Planes de Desarrollo Regionales, en donde se ubican las ocho sedes de la Universidad Nacional de Colombia, se logran establecer tres grupos de regiones. El primero corresponde a aquellas regiones en donde el tema se constituye en uno de los ejes centrales del plan de desarrollo; es el caso de Leticia, cuyo plan establece el medio ambiente como una de sus dimensiones, la cual, además de la protección sobre los recursos naturales y el manejo de residuos sólidos, incluye programas relacionados con el desarrollo del área rural, y Arauca, en donde el tema ambiental se maneja conjuntamente con el de prevención y atención de emergencias.

Un segundo grupo comprende las ciudades y los departamentos en los que lo ambiental, aunque no se establece como eje central del plan, plantea prioridades por parte de las autoridades locales. En este grupo se encuentra Bogotá, donde el tema se distribuye en los objetivos de derechos económicos, sociales y culturales (ciudad de

derechos), gestión del territorio (derecho a la ciudad) y desarrollo productivo (ciudad global); Cundinamarca, que lo define como un derecho colectivo junto al de acceso al conocimiento, así como en Medellín, en el que forma parte integrada de los temas de hábitat y movilidad.

En este grupo también figuran: el departamento de Antioquia, que la incluye en la parte de desarrollo territorial del Plan; Palmira, donde el tema ambiental se aborda en los programas de desarrollo rural y apoyo al sector agropecuario; San Andrés y Providencia, en el cual se plantea junto a las temas de vivienda y hábitat, ordenamiento territorial e infraestructura vial y de transporte, al igual que en Tumaco, donde la Agenda Ambiente y Biodiversidad se reparte entre los objetivos de desarrollo rural y la gestión del territorio.

En un tercer grupo la agenda ambiental es abordada de manera marginal, o es asociada a programas de servicios públicos y saneamiento básico como un componente adicional. En este grupo está el Plan de Desarrollo de Manizales, el cual, pese a incluir algunos programas en el eje físico-territorial, se encuentra orientado principalmente a la parte de servicios públicos (manejo de residuos sólidos), así como el de Caldas, en donde si bien se establecen programas en el eje territorial, se plantea más desde el eje de desarrollo económico (en relación con proyectos de explotación forestal sostenible).

Los recursos de inversión destinados a la Agenda Ambiente y Biodiversidad en estos planes de desarrollo ascienden a unos 448.693 millones de pesos (a precios corrientes) distribuidos entre los años 2008 y 2011 (Lizarazo, 2011).

En la tabla 3 se observan los temas priorizados por Colciencias; el recurso hídrico y la acuicultura son los más representativos en los diferentes departamentos del país que allí se señalan. En las regiones de Caribe y centro oriente se encuentran proyectos relacionados con la biodiversidad y con la creación de centros de innovación, parques tecnológicos, museos y centros científicos.

Tabla 3. Temas prioritarios en las regiones a partir de discusiones de Colciencias en el marco de la asignación de regalías

Tipo	Elemento	Región
Proyectos relacionados con recursos hídricos y acuicultura	Programa de investigación e innovación en acuicultura (Unillanos) (Arauca, Casanare y Meta)	Arauca, Casanare
	Desarrollo sostenible de acuicultura marina en la región Caribe colombiana (Ceniagua)	Bolívar
	Programa integral de manejo del recurso hídrico para la conservación y aprovechamiento sostenible potencial acuícola y pesquero	Atlántico
	Programa para el desarrollo sostenible de la acuicultura marina en la región Caribe colombiana	San Andrés y Providencia, La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Cesar, Bolívar y Córdoba
	Programa de investigación, desarrollo e innovación del recurso hídrico y/o ciencias del mar	Atlántico
	Investigación e innovación en conservación, uso y aseguramiento de la disponibilidad agua	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Boyacá
	Programa para la sostenibilidad de agua subterránea en la región Caribe	Bolívar
	RR hídrico	San Andrés y Providencia, La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Cesar, Bolívar y Córdoba
Proyectos relacionados con biodiversidad	La biodiversidad como locomotora de desarrollo del Caribe	Bolívar
	Programa de investigación, desarrollo e innovación biodiversidad	Magdalena
	Programa para el uso sostenible de la biodiversidad en el Caribe colombiano.	San Andrés y Providencia, La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Cesar, Bolívar y Córdoba
	Recuperación de la Sierra Nevada de Santa Marta (plantas medicinales, desarrollo sierra, biofábrica de semilla, complejo hortícola)	Magdalena

Continuación de la tabla 3. Temas prioritarios en las regiones a partir de discusiones de Colciencias en el marco de la asignación de regalías

Tipo	Elemento	Región
Proyectos relacionados con centros	Centro de innovación en agrobiodiversidad	Córdoba
	Centro del alto trópico - Sistemas productivos sostenibles	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Boyacá
	Implementación de un centro de biotecnología, cría de abejas reina para Montes de María	Sucre
	Diseño y puesta en marcha de un museo interactivo para el Caribe colombiano	Bolívar
	Parque Caribe de CTI - Clúster agua, biodiversidad, biotecnología, ciencias agropecuarias, TIC	Atlántico
	Parque tecnológico e industrial de la madera y el mueble para ciénagas y zonas inundables	Atlántico
	Bicolombia - Polo científico agroindustrial y agrobioenergético	Sucre
Otros proyectos	Consolidación de programas de habilidades y competencias científico-tecnológicas en población infantil y juvenil, jóvenes investigadores e innovadores y semilleros de investigación	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Boyacá
	Mejoramiento del recurso pecuario a través de investigación genética y biotecnología (Arauca, Meta y Casanare) (UN Arauca)	Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare

Fuente: Elaboración propia a partir de Colciencias (2011a).

1.4 Esfuerzos institucionales en la definición de agendas de investigación

La Universidad Nacional de Colombia, cuya naturaleza es definida en el Decreto 1210 de 1993 como ente universitario autónomo cuyo objeto es la educación superior y la investigación, ha venido desarrollando actividades para cimentar la investigación, entre las cuales están la definición del sistema de investigación, en 2006, la creación de la Vicerrectoría de Investigación, en 2005, y otras estrategias, como tener a la mayoría de docentes de tiempo completo y dedicación exclusiva con formación de posgrado, la organización de la investigación en la Universidad con los Programas Universitarios de Investigación, PUI, los Campos de Acción Institucional, CAI, los Programas Estratégicos, PRE y las Redes de Conocimiento (UN, 1998; VRI, 2006, 2009b).

De allí que, en el Plan Global de la Universidad Nacional de Colombia para el período 1999-2003, se propuso una estrategia de presencia nacional, con el fin de configurar programas específicos que apoyaran los CAI y los PRE, que en su momento fueron considerados como prioritarios para la Universidad.

La orientación de lo académico a través de los CAI y los PRE tuvieron por objetivo en su momento permitir trabajar en una orientación transdisciplinaria, la cual redundará en un mejor aprovechamiento de las potencialidades con que cuenta la Institución.

En este sentido, los CAI fueron definidos como ejes temáticos en los cuales diferentes disciplinas confluyen con el propósito de abordar problemas nacionales de alto grado de complejidad. Estos ejes, fundamentales y perdurables, los adopta la Universidad para repensar sus políticas, programas y acciones frente al entorno, en consonancia con sus responsabilidades frente a la sociedad y al Estado.

Así mismo, los PRE se formularon desde un Campo de Acción Institucional, que buscaba centrarse en un problema nacional o en una responsabilidad institucional fundamental, en busca del beneficio social y la contribución al desarrollo del país, en el contexto de actuar como soportes a la existencia de una tradición de trabajo en las disciplinas que confluyen en el campo de áreas académicas consideradas semillas de cambio o vectores de especialización, que expresan una política académica integral (formación, investigación y extensión) y promueven la cooperación entre sedes y facultades (UN, 1998).

En consecuencia, en la tabla 4 se presentan los PUI, CAI, PRE y Redes de conocimiento que en su momento se pueden vincular como antecedentes para la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

Tabla 4. PUI, CAI, PRE y Redes relacionados con la agenda

Programas Universitarios de Investigación, PUI (1991)	Campos de Acción Institucional, CAI (1999-2003)	Programas Estratégicos, PRE (1999-2003)	Redes (2007-2009)
Ciencias agropecuarias	Desarrollo rural y seguridad alimentaria	Cadenas alimentarias y patrones alimentarios. Desarrollo rural y contribución y creación de un sistema Alimentario. Globalización y seguridad alimentaria. Análisis de los sistemas de producción agropecuaria. Pobreza, empleo y acceso a los alimentos.	Agroalimentaria

Continuación tabla 4. PUI, CAI, PRE y Redes relacionados con la agenda

Programas Universitarios de Investigación, PUI (1991)	Campos de Acción Institucional, CAI (1999-2003)	Programas Estratégicos, PRE (1999-2003)	Redes (2007-2009)
Educación	Ambiental	Ecosistemas, biodiversidad y conservación Gestión del medio ambiente. Recursos naturales no renovables. Agua y suelo Pensamiento, educación y formación de conciencia ambiental. Producción limpia y ambientalmente sostenible	
Estudios amazónicos	Espacio y territorio	Hábitat e infraestructura física. Ordenamiento y ocupación del territorio.	
Estudios caribeños	Desarrollo tecnológico	Desarrollo de procesos eficientes y más limpios. Tecnologías para la restauración de ecosistemas. Nuevos materiales y procesos. Desarrollo y aplicaciones informáticas.	Investigadores Caribe
Medio ambiente	Desarrollo científico	Sistemas complejos en lo social y económico	Ambiental
	Estado y sociedad	Estrategias de desarrollo. Relaciones internacionales. Desarrollo territorial. Paz, convivencia y democracia. Poderes étnico-territoriales.	

Fuente: Elaboración propia a partir de UN (1998), VRI (2006, 2009b).

1.5 Capacidades de investigación del entorno nacional e institucional

En el año 2008, la Vicerrectoría de Investigación, VRI, solo contaba con información básica de sus actividades de investigación y desarrollo, razón por la cual durante el período comprendido entre los años 2008 y 2009 se diseñó e implementó un modelo para la medición de las capacidades⁶ de investigación. El modelo propuesto cuenta

6 En el libro *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008* se estableció que por capacidad se entiende “lo que se sabe hacer”, que incluye la capacidad personal, las organizativas y las tecnológicas y estructurales, que confieren valor a las actividades de la organización” (Bueno, 2002).

con dos componentes: el primero, un módulo de medición del capital intelectual que da cuenta de la capacidad de la organización para realizar actividades de investigación de la UN, y de allí, por ende, se obtiene un perfil científico de la organización de carácter más genérico. El segundo módulo corresponde a la identificación de capacidades temáticas, denominado por VRI (2009a) portafolios temáticos, que corresponde a la identificación de capacidades y competencias específicas de la Universidad en cada una de las agendas de conocimiento, de tal forma que se reconoce y construye el perfil científico en cada tema. En ambos módulos el capital intelectual se categoriza en tres tipos: el capital humano⁷, el capital estructural⁸ y el capital relacional⁹. Esta sección presenta las capacidades desde el entorno nacional al institucional siguiendo la estructura del modelo propuesto.

1.5.1 Capacidades de investigación del entorno nacional

En la parte nacional se dispone de información de ScienTI de Colciencias¹⁰, de donde se informa sobre el capital humano relacionado con los grupos de investigación existentes, allí registrados; en cuanto al capital estructural, se usa la información de SNIES del Ministerio de Educación¹¹, en donde se enumeran los programas de formación, las universidades que los ofrecen, la calificación de los mismos, etc. Como se mencionó anteriormente, en las capacidades del entorno nacional se presentan el capital humano y el capital estructural, soportados con la información suministrada por Colciencias y el Ministerio de Educación.

7 El capital humano está integrado por las habilidades, experiencias, formación, conocimientos de las personas que hacen parte de la organización (Jaramillo y Forero, 2001; Meritum, 2002; Roos, Edvisson y Dragonetti, 1997; Sveiby, 2001).

8 El capital estructural se refiere a “la infraestructura que incorpora, capacita y sostiene el capital humano”. Ello incluye: el conjunto de conocimientos que, básicamente, son propiedad de la organización y que permanecen en ella a pesar de que las personas la abandonen, la capacidad organizacional que se tiene con relación a los aspectos físicos, usados para transmitir y almacenar el material intelectual, por ejemplo los sistemas de información, la planta y equipo, y todo aquello que contribuye a que el capital humano se sienta motivado y en constatare creatividad y aporte (CIC, 2003; Edvisson y Malone, 1997; Meritum, 2002).

9 El capital relacional está integrado por las relaciones con el entorno externo a la organización (Meritum, 2002; Roos *et al.*, 1997; Sánchez, 2000).

10 Colciencias (2011). Plataforma ScienTI. Disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/scienti>

11 Ministerio de Educación Nacional. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. SNIES. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>

1.5.1.1 Capital humano

A partir de la revisión realizada en la base de datos de ScientI (Colciencias, 2011b), se encontró que en el país existen más de 600 grupos de investigación que trabajan temas relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad, de los cuales 148 (23%) pertenecen a la Universidad Nacional de Colombia. Los grupos de investigación en temas relacionados con la agenda se distribuyen como se observa en tabla 5; las mayores concentraciones se presentan en Agronomía con 100, Biología con 110, Ecología con 78 y Geociencias con 66 grupos.

Tabla 5. Distribución de los grupos de investigación en el país en temas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad por áreas de conocimiento

Área de conocimiento	Número de grupos	Grupos de la UN	%
Recursos forestales e Ingeniería Forestal	14	4	29
Recursos pesqueros e Ingeniería de Pesca	13	1	8
Agronomía	100	24	24
Biología general	110	21	19
Genética	37	12	32
Ecología	78	21	27
Zoología	26	8	31
Botánica	21	8	38
Microbiología	52	7	13
Nutrición	6	2	33
Oceanografía	9	2	22
Geociencias	66	23	35
Geografía	9	3	33
Planeamiento urbano y regional	48	9	19
Ingeniería Sanitaria	46	2	4
Ciencias	11	1	9
Total	646	148	23%

Fuente: Adaptado de Colciencias (2011b).

1.5.1.2 Capital estructural

En el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, SNIES, del Ministerio de Educación, se presentan los programas de educación superior ofrecidos en el país, a partir de los cuales se determina el número de programas relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad; allí se observa que la UN ofrece 43 de los 339 programas a nivel nacional, lo cual representa más del 13% de la oferta de formación total del país con 31 programas, de los cuales el 72% son programas de posgrado y los 12% restantes son de pregrado. En la tabla 6 se puede observar en detalle la distribución de estos programas.

Tabla 6. Distribución de los programas de formación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

Área de conocimiento	Número de programas	Programas de la UN Pregrado	Programas de la UN Posgrado	Participación total de la UN %
Acuicultura	10	0	0	0
Administración ambiental, Ingeniería ambiental, gestión ambiental sostenible y similares	123	1	5	5
Agronomía y ciencias agropecuarias	89	3	9	13
Recursos hidráulicos	3	1	1	0
Biociencias, bioética y bioingeniería	15	0	1	7
Biología	24	2	3	21
Desarrollo sostenible	12	0	0	0
Ecología	7	0	1	14
Genética	3	0	1	33
Geociencias	6	2	2	67
Gestión forestal y similares	7	2	0	29
Oceanografía	2	0	0	0
Planeación regional y urbana	22	0	6	27
Prevención y atención de desastres	3	0	0	0
Sanearamiento ambiental	5	0	0	0
Zootecnia y Veterinaria	11	2	3	45
Total	339	12	31	13%

Fuente: Adaptado de SNIES (2011).

1.5.2 Capacidades de investigación del entorno institucional

Las capacidades acumuladas en investigación en la Universidad Nacional de Colombia durante el período 2003-2010 se han generado a partir de la información proveniente de las bases de datos de la Institución (SARA y Quipu), tras realizar procesos de depuración y análisis, y se agruparon los datos de la siguiente manera: i) capital humano, el cual hace referencia a los actores relacionados con los procesos de investigación, los grupos de investigación y sus respectivos integrantes; ii) capital estructural, donde se recogen los productos académicos según su categoría (nuevo conocimiento, formación y apropiación) que se llevaron a cabo en este período de tiempo, así como el balance de proyectos de investigación y extensión. Por último, el iii), capital relacional, donde se expone los diferentes lazos con otras instituciones que la Universidad ha consolidado como parte de sus procesos de investigación.

1.5.2.1 Capital humano

En la Universidad Nacional de Colombia, entre los años 2003 y 2010, un total de 467 grupos de investigación distribuidos en las diferentes sedes, como se muestra en la figura 7, han trabajado en temas relacionados con ambiente y biodiversidad; 123 son intersedes, abarcando así la diversidad de recursos del país al involucrar procesos investigativos en sedes como Orinoquía, Amazonia, Caribe, entre otras.

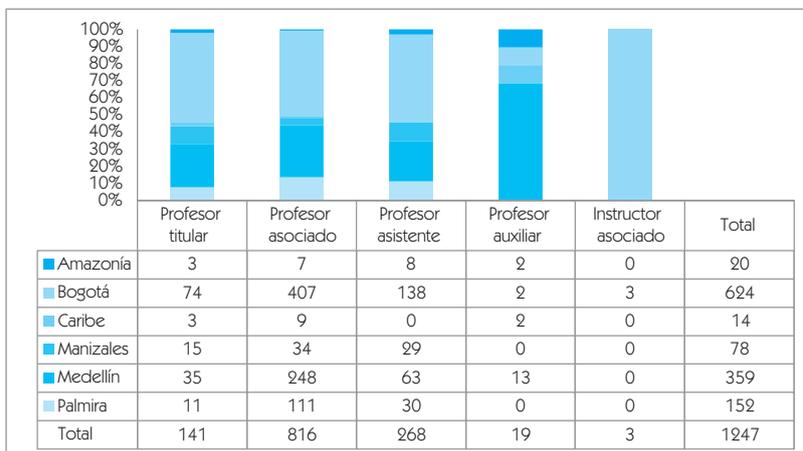
Figura 7. Distribución en las sedes de la Universidad Nacional de Colombia de los grupos de investigación de la Agenda AyB



Fuente: VRI (2011), a partir de consultas en SARA, Quipu, ScienTI, a 31 de diciembre de 2010.

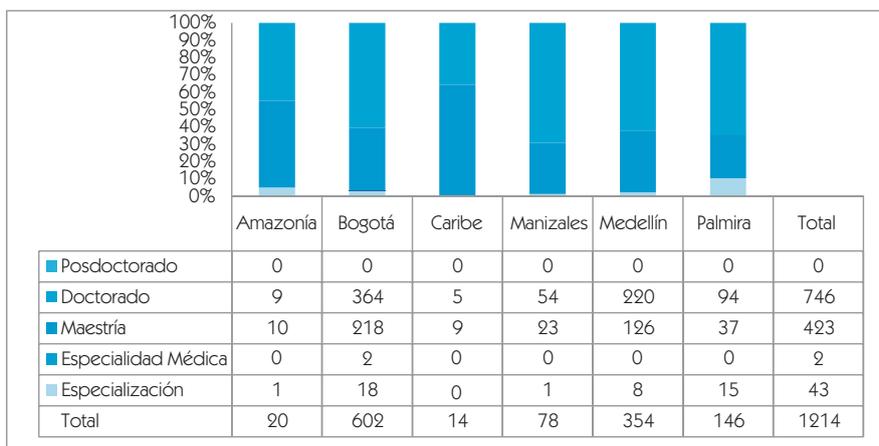
En la Universidad, durante el período considerado, se encuentran vinculados 1.247 docentes. Las diferentes clasificaciones de los docentes distribuidos por sedes se indican en la figura 8, y más del 85% cuentan con un alto grado de formación en estudios de maestría o doctorado (ver figura 9).

Figura 8. Categoría de docentes de la Universidad Nacional de Colombia



Fuente: VRI (2011) a partir de sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

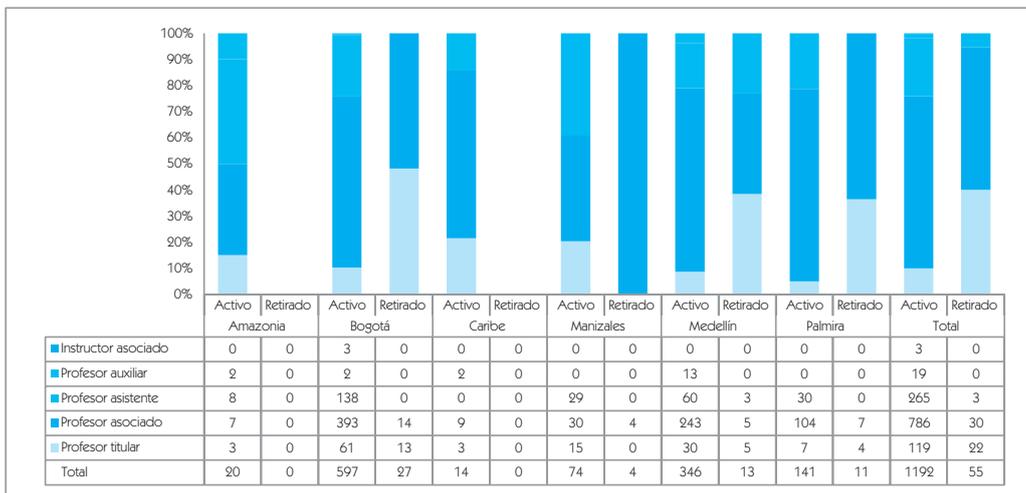
Figura 9. Nivel de formación de los investigadores vinculados a los grupos de investigación de la UN



Fuente: VRI (2011) a partir de sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

La mayoría de personas vinculadas a los grupos de investigación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad son o han sido profesores de la Universidad Nacional de Colombia, de los cuales 1.192 permanecen activos y presentan una gran concentración en las ciudades de Bogotá, Medellín, Manizales y Palmira, como se observa en la figura 10.

Figura 10. Número de personas vinculadas a los grupos de investigación de la Universidad Nacional de Colombia



Fuente: VRI (2011) a partir de sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

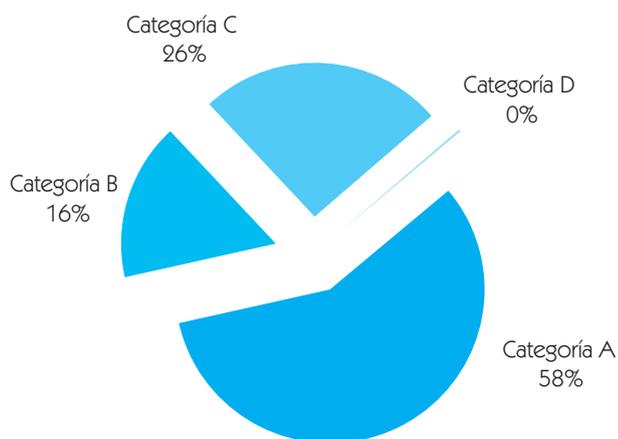
1.5.2.2 Capital estructural

En el contexto de las agendas de conocimiento, el capital estructural se analizó a partir de dos grandes elementos: el primero, los productos académicos y de investigación en el área particular, y el segundo, los proyectos de investigación. Por su parte, los productos académicos han sido categorizados¹² según si son: i) productos de generación de nuevo conocimiento; ii) productos relacionados con formación, y iii), productos de apropiación social.

12 Los productos de investigación se dividen en: i) productos de nuevo conocimiento, tipo A; ii) productos relacionados con la formación de investigadores, tipo B; y iii), productos relacionados con la apropiación social del conocimiento, tipo C.

Respecto a la producción académica e investigativa de la comunidad descrita, en el intervalo 2003-2010, más del 58% de los 9.980 productos registrados fueron desarrollados por grupos categoría A, un 16% fue desarrollado por grupos categoría B y una producción del 26% por grupos categoría C, como se evidencia en la figura 11. De estos, más del 58% corresponde a generación de nuevo conocimiento y han sido presentados a la comunidad científica principalmente en artículos de revistas. La restante producción académica e investigativa se distribuye en segundo lugar en producción audiovisual, y, en tercera instancia, en patentes. En general, esta gran diversidad de producción académica e investigativa es desarrollada por los grupos de investigación de las diferentes sedes, liderados en cuanto al volumen por las sedes de Bogotá y Medellín.

Figura 11. Productos de investigación relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad por categoría de grupos de investigación

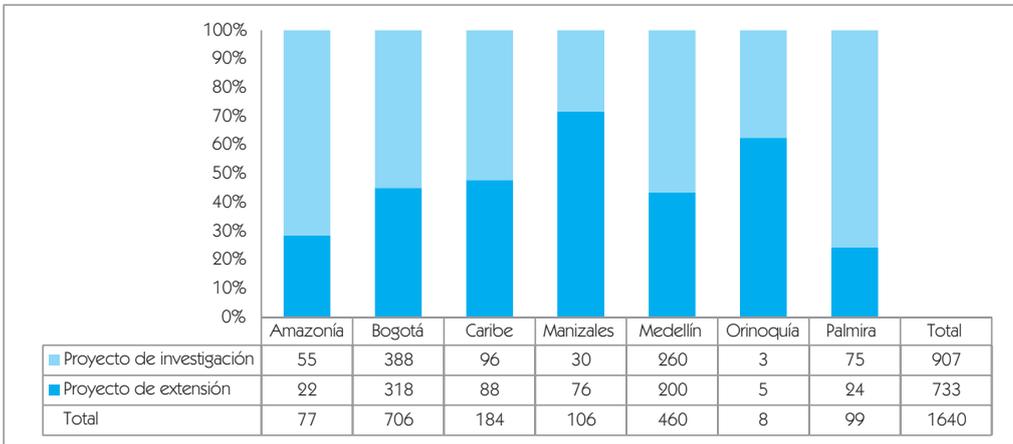


Fuente: VRI a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

En el período de tiempo considerado se han desarrollado cerca de 907 proyectos de investigación y 733 de extensión; también se evidencia liderazgo de las sedes Bogotá y Medellín (el número de proyectos de extensión e investigación clasificados por sedes se presentan en la figura 12). En este ámbito se puede mencionar el proceso investigativo que durante cerca de dos años articuló a algunos docentes e investigadores de los IDEA de las sedes Bogotá, Palmira, Medellín y Manizales, en torno a la construcción de la Política Ambiental para la Universidad Nacional de Colombia. Este documento

se convierte hoy en la carta de navegación por seguir en el manejo ambiental de la Universidad en los contextos locales y regionales, donde ella se inserta, a la vez que se convierte en un escenario de necesario vínculo con esta agenda de conocimiento.

Figura 12. Proyectos de investigación y de extensión de la UN relacionados con la Agenda AyB



Fuente: VRI (2011), a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

La UN cuenta con 43 programas de formación en áreas de conocimiento relacionadas con la temática de ambiente y biodiversidad, dentro de las cuales existen 12 programas de pregrado, 6 especializaciones, 15 maestrías y 10 doctorados. La mayoría de los programas se ofrecen en el área de agronomía y ciencias agropecuarias, planeación regional y urbana y biología, como se observa en la tabla 7.

Dentro de estos programas, la especialización en estudios amazónicos, la maestría en estudios amazónicos y el doctorado en agroecología son ofrecidos por la sede de la UN Amazonia; por su parte, la maestría en ciencias – biología, la maestría en estudios del Caribe y el doctorado en ciencias – biología son ofrecidos en la sede de la UN Caribe.

Tabla 7. Programas de formación ofrecidos por la UN relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Área de conocimiento	Programas UN
Administración ambiental, Ingeniería ambiental, gestión ambiental sostenible y similares	<ul style="list-style-type: none"> • Especialización en Gestión ambiental • Especialización en Ingeniería ambiental - área sanitaria • Ingeniería ambiental • Maestría en Bosques y conservación ambiental • Maestría en Ingeniería - Ingeniería ambiental • Maestría en Medio ambiente y desarrollo • Doctorado en Química - área ciencias naturales • Maestría en Ingeniería - recursos hidráulicos • Maestría en Bosques y conservación ambiental
Agronomía y ciencias agropecuarias	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Agroecología • Doctorado en Ciencias agropecuarias - área agraria • Especialización en Frutales tropicales • Ingeniería agrícola • Ingeniería agroindustrial • Ingeniería agronómica • Maestría en Ciencias - entomología • Maestría en Ciencias agrarias • Maestría en Ingeniería - Ingeniería agrícola
Biociencias, bioética y bioingeniería	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Ciencias - estadística línea bioestadística • Doctorado en Biotecnología
Biología	<ul style="list-style-type: none"> • Biología • Doctorado en Ciencias - biología • Ingeniería biológica • Maestría en Ciencias - microbiología • Maestría en Ciencias - biología
Ecología	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Ecología
Genética	<ul style="list-style-type: none"> • Maestría en Ciencias con énfasis en recursos filogenéticos neotropicales
Geociencias	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Geociencias • Geología • Ingeniería geológica • Maestría en Ciencias – geología • Maestría en Geografía
Gestión forestal y similares	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería forestal • Tecnología forestal

Continuación tabla 7. Programas de formación ofrecidos por la UN relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Área de conocimiento	Programas UN
Planeación regional y urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Especialización en Desarrollo rural • Especialización en Estudios amazónicos • Maestría en Estudios amazónicos • Maestría en Estudios del Caribe • Maestría en Diseño urbano • Maestría en Estudios urbano-regionales • Maestría en Ordenamiento urbano-regional • Maestría en Urbanismo
Química	<ul style="list-style-type: none"> • Química farmacéutica • Maestría en Ciencias químicas - productos naturales • Doctorado en Ciencias químicas
Zootecnia y Veterinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Doctorado en Ciencias - salud animal o producción animal • Especialización en Nutrición animal • Maestría en Salud y producción animal • Medicina veterinaria • Zootecnia

Fuente: Adaptado de SNIES (2011).

En lo relacionado con los institutos adscritos a la Universidad Nacional de Colombia, se cuenta con 27 entidades que trabajan el tema de ambiente y biodiversidad; se mencionan por ejemplo el Instituto de Estudios Ambientales, IDEA, el Instituto de Ciencias Naturales, el Museo de Historia Natural, el Centro de Estudios de Ciencias del Mar; Cecimar, entre otros institutos que desarrollan proyectos de investigación y extensión; algunos de estos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Centros e institutos relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Centro/ Instituto	Sede	Facultad
Centro Agropecuario Marengo	Bogotá	Agronomía
Centro Apícola	Medellín	Ciencias
Centro de Estudios de Ciencias del Mar, Cecimar	Santa Marta	
Centro de Investigaciones del Clima Colombiano, Ciclico	Medellín	
Centro de Investigación y Extensión Rural, CIER	Bogotá	Agronomía
Centro de Museos de Biodiversidad	Medellín	
Estación de Biología Tropical Roberto Franco	Bogotá	Ciencias
Estación de estudios en primates en el Amazonas, OME	Bogotá	Ciencias
Grupo Oceánicos	Medellín	
Instituto del Agua	Medellín	
Instituto Amazónico de Investigaciones, Imani	Amazonía	
Instituto de Biotecnología	Bogotá	Interfacultades
Instituto de Ciencias Naturales	Bogotá	Ciencias
Instituto de Ciencias Naturales y Ecología, ICNE	Medellín	
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA	Bogotá	Interfacultades
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA - Capítulo Seccional Manizales	Manizales	
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA - Capítulo Seccional Medellín	Intersedes	
Instituto de Estudios Ambientales, IDEA - Capítulo Seccional Palmira	Palmira	
Instituto de Estudios Caribeños	Caribe	
Instituto de Estudios Orinocenses	Orinoquía	
Instituto de Estudios Urbanos	Bogotá	Ciencias Humanas, Artes, Ciencias Económicas y Derecho, Ciencias Políticas y sociales

Continuación tabla 8. Centros e institutos relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Centro/ Instituto	Sede	Facultad
Instituto de Investigaciones en Sistemas Agroforestales	Palmira	Ciencias Agropecuarias
Instituto Hábitat, Ciudad y Territorio	Bogotá	Artes
Jardín Botánico del Caribe	Caribe	
Reserva Natural de Yotoco	Palmira	
Sistema de Información de la Biodiversidad, UN SiB	todas	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Centro de Extensión Agraria	Medellín	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Instituto de Investigaciones Agrarias	Medellín	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Instituto del Agua	Medellín	
Unidad Básica de Gestión Académico Administrativa - Unidad de Gestión - Ceagro	Medellín	

Fuente: UN (2011).

Además de los centros presentados, en cada una de sus ocho sedes la UN cuenta con reservas naturales, granjas, museos, bancos de germoplasma y estaciones de campo que conforman el Sistema de Información sobre Biodiversidad de la Universidad Nacional, UN SiB. De otra parte, se está trabajando en el proyecto UN Gran Jardín Botánico, que busca convertir los campus en jardines botánicos. Adicionalmente, la UN hace parte de cuatro centros de excelencia relacionados con las temáticas de ambiente y biodiversidad, con una gran participación en estos centros a través de grupos de investigación en cada uno de ellos, como se muestra en la tabla 9.

En lo referente al Sistema de Información sobre Biodiversidad de la Universidad Nacional de Colombia denominado UN-SiB, se cuenta con la participación de las sedes de Bogotá, Medellín, Palmira, Manizales, Caribe y Amazonas (ver anexo 3).

Tabla 9. Centros de excelencia relacionados con la Agenda Ambiente y Biodiversidad

Centro de excelencia	Instituciones participantes
Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados en Complejidad, Ceiba	Universidad de los Andes (9 grupos), Pontificia Universidad Javeriana (1 grupo), Universidad del Rosario (1 grupo) y Universidad Nacional de Colombia (10 grupos).
Centro Colombiano de Genómica y Bioinformática de Ambientes Externos, Gebix	Universidad del Cauca (1 grupo), Pontificia Universidad Javeriana (4 grupos), Universidad del Valle (2 grupos), Universidad Nacional de Colombia (4 grupos), Corpogen (1 grupo) y Parquesoft (1 grupo).
Centro de Investigación e Innovación de Excelencia en Biotecnología y Biodiversidad de Antioquia - Ciebba	Universidad CES, Universidad Eafit, Universidad de Medellín, Sede de Investigación Universitaria, SIU, Parque Tecnológico de Antioquia, Escuela de Ingeniería de Antioquia, EIA, Corporación Interuniversitaria de Servicios, CIS, Ecoflora, Prime, Universidad de Antioquia y la sede Medellín de la Universidad Nacional de Colombia.
Centro en Ciencias del Mar - Coastal Colombian Resources and Environmental Changes (Colombo – Alemán)	Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Valle, Universidad de Antioquia, Universidad del Magdalena, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidades alemanas de Giessen, de Bremen y de Kiel.

Fuente: Adaptado de UN (2009).

1.5.2.3 Capital relacional

En lo relativo a los trabajos conjuntos desarrollados con otras instituciones, como se observa en la tabla 10, se han realizado proyectos interinstitucionales con entidades gubernamentales como Colciencias, con un total de 35 proyectos, con centros de investigación como Cevipapa, con firmas como Empresas Públicas de Medellín, con instituciones internacionales como el British Council y con entidades universitarias como la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y la Universidad de Sevilla.

Tabla 10. Instituciones que han desarrollado proyectos de investigación o extensión con la UN en la temática de ambiente y biodiversidad

Tipo de instituciones	Institución	Total
Interinstitucionales	Nivel Central Medellín	42
	Nivel Central Caribe	31
	Nivel Central Bogotá	30
	Fondo Estampilla Palmira	28
Gubernamentales	Colciencias	35
	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia	12
	Área Metropolitana del Valle de Aburrá	11
	Coralina	10
	Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas	10
Centros de investigación	Cevipapa	4
	Jardín Botánico José Celestino Mutis	4
	Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia	3
Empresas	Empresas Públicas de Medellín	15
	Interconexión Eléctrica S.A E.S.P.	7
	Bayer Cropscience S.A.	2
Internacionales	British Council	4
	Centro Internacional de Agricultura Tropical	3
	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación	2
Universidades	Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	3
	Universidad de Sevilla	2

Fuente: VRI a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

Otro aspecto por destacar es el trabajo con aproximadamente 74 instituciones del orden nacional o regional, en más de 424 proyectos, tanto de investigación como de extensión, en los que se percibe la participación de las diferentes sedes. Cabe resaltar el trabajo con entidades como Colciencias, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Universidad Militar Nueva Granada, la Universidad del Valle y Universiteit van Amsterdam, entre otras.

1.6 Formas de interacción de las agendas, antecedentes del ajuste institucional y del trabajo de los escenaristas

En el estudio realizado por Mora (2009), complementado por VRI (2011b), se encontraron 65 entes (39 centros y 26 institutos) adscritos a la Universidad Nacional de Colombia; allí se hace evidente un problema de carácter estructural considerando una alta dispersión de esfuerzos, con cada vez menos recursos para sostener dichos escenarios (VRI, 2011a). Se evidencia que la UN no tiene una política coherente frente a estos institutos, las estructuras en general son estáticas y responden a los procesos de formación, pero poco a las necesidades de investigación y extensión (VRI, 2011a).

En consecuencia, es preciso desarrollar alternativas de acción que tengan en cuenta la realidad de cada comunidad académica, y que contemplen escenarios actuales y futuros, como parques tecnocientíficos, corredores tecnológicos, *spin off*, etc. (VRI, 2011a). Por tanto, surge la necesidad de establecer estrategias de organización sobre escenarios vinculados con las agendas, que favorezcan la investigación y extensión en escenarios adecuados, entendiendo por escenario:

Un modelo de organización o de establecimiento de relaciones, permanentes o transitorias, para: ejecutar planes, programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, creación artística, interacción con la comunidad e innovación, y para la interacción de estas con otros compromisos misionales de la Universidad, con la sociedad y con el Estado. Los escenarios son formas de operación de la investigación, la creación y la extensión (VRI, 2011a).

El investigador, el creador o el innovador son las células básicas de la actividad, y se propone que cada agenda de conocimiento cuente con una organización en red que la soporte, tanto en lo interno como en su integración al entorno local e internacional (VRI, 2011a). Las redes de investigación, creación, extensión e innovación son espacios de articulación e interacción internas y con la sociedad, para extender la contribución de la Universidad sobre el desarrollo de las disciplinas a la esfera social, cultural, artística, económica y ambiental (VRI, 2011a).

2. VISIÓN DE FUTURO: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS

A partir del diagnóstico planteado en el numeral anterior, de las sucesivas discusiones realizadas por el grupo de expertos se estableció el objetivo principal de la agenda, los objetivos específicos y el alcance. Así mismo se definieron las temáticas en las que la Agenda Ambiente y Biodiversidad debe focalizarse y los aspectos potenciadores e inhibidores de la misma.

2.1 Objetivo de la agenda

Consolidar una herramienta que facilite, en los próximos diez años, el conocimiento, la conservación, la valoración, el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y sus asentamientos humanos, para incidir en las políticas públicas que permitan mejorar la calidad de vida de los colombianos.

2.2 Objetivos específicos

1. Promover la investigación integrada entre las áreas temáticas relacionadas con ambiente y biodiversidad.
2. Incorporar la dimensión internacional en el área de ambiente y biodiversidad.
3. Promover la incorporación de la dimensión ambiente y biodiversidad en los programas curriculares vigentes y demás programas extracurriculares.
4. Proveer los insumos necesarios para la formulación de nuevas aproximaciones curriculares.
5. Generar espacios de discusión con el fin de establecer los puentes necesarios entre las diversas agendas de conocimiento.
6. Generar espacios para incorporar el diálogo de saberes en el desarrollo de la investigación, la docencia y la extensión.

2.3 Alcance

Los expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad proponen como alcances para esta agenda los siguientes:

- Aumentar mínimo en un 10% el número de proyectos de investigación en esta área.
- Aumentar mínimo en un 10% el número de productos de conocimiento generados en la investigación y extensión en esta área.
- Articular la política ambiental de la Universidad Nacional de Colombia a la Agenda Ambiente y Biodiversidad.
- Tener al menos dos convocatorias de investigación integrada de proyectos en ambiente y biodiversidad.
- Formular por lo menos un nuevo programa curricular de formación en ambiente y biodiversidad.
- Crear cátedras permanentes en ambiente y biodiversidad, diplomados, líneas de profundización, trabajos de grado, tesis, talleres, cursos virtuales, con la finalidad de consolidar el área curricular.
- Organizar un instituto de investigación en biodiversidad de carácter nacional.
- Proponer la actualización de la política y normatividad ambiental de Colombia.

2.4 Potenciadores e inhibidores

En la tabla 11 aparecen los elementos potenciadores e inhibidores del desarrollo de la Agenda Ambiente y Biodiversidad definidos por los expertos. Se denomina como potenciador a la situación que incide positivamente en el cumplimiento de las metas propuestas en la Agenda Ambiente y Biodiversidad, y como inhibidor a la situación que va en detrimento de cumplir las metas.

Tabla 11. Potenciadores e inhibidores, Agenda Ambiente y Biodiversidad

Potenciadores	Inhibidores
Grupo con mayor número de investigadores en la Universidad Nacional de Colombia	Legislación existente en ambiente y biodiversidad
Cantidad y calidad de ecosistemas	No existencia de un área curricular en ambiente y biodiversidad
Condición excepcional del país (país megadiverso)	Bajos porcentajes de presupuesto destinados a ambiente y biodiversidad
Vigencia y pertinencia del tema en el contexto global	Bajo presupuesto de la empresa privada y gobiernos locales para el desarrollo del tema de ambiente y biodiversidad
Biodiversidad y planes nacionales y regionales de desarrollo	Limitada capacidad de gestión de los investigadores para posicionar el tema de ambiente y biodiversidad en el contexto político y social
Presencia de la Universidad Nacional de Colombia en todas regiones naturales del país	Situación de violencia en el país
Existencia de prácticas exitosas en la Universidad Nacional de Colombia en investigación y extensión en ambiente y biodiversidad.	Baja transferencia de información entre investigadores y comunidades locales

Fuente: Grupo de expertos, Agenda Ambiente y Biodiversidad. Propuesta inicial de subejjes temáticos existentes y emergentes.

2.5 Propuesta inicial de temáticas existentes y emergentes

Como ya se mencionó, a partir de los insumos, la experiencia y las discusiones realizadas, los expertos han definido el árbol de conocimiento (ver figura 13), que muestra las áreas, los temas y los subtemas considerados en la Agenda Ambiente y Biodiversidad.

El inventario, monitoreo y evaluación de la diversidad biológica no ha sido una prioridad ni una política de Estado, y tampoco se ha tenido en cuenta en la planeación y toma de decisiones para el desarrollo del país. Es por esto que los recursos destinados a su investigación deberían ser una prioridad en la agenda de inversión nacional, lo cual podría convertirse en polo de desarrollo, fuente de ingresos y manutención del patrimonio biológico (Andrade, 2011).

Teniendo en cuenta lo anterior y las discusiones realizadas a lo largo de este proceso, los expertos han propuesto como marco de partida tres ejes: conocimiento, valoración económica, desarrollo y uso sostenible y conservación (planteados a partir de la propuesta realizada por CBD, y un marco de salida en el contexto de los siguientes ejes

transversales: diversidad genética, cambio climático, diálogo de saberes, educación ambiental, política y normatividad ambiental.

En consecuencia, y teniendo en cuenta el marco anterior, se proponen cinco grandes áreas: i) Ecosistemas de aguas continentales; ii) Ecosistemas terrestres; iii) Ecosistemas marinos y costeros; iv) Atmósfera, y v) Entorno y asentamientos humanos. Un ejemplo es el área de Atmósfera, donde se encuentra como uno de los subtemas el conocimiento, monitoreo y modelación de la calidad del aire.

Figura 13. Áreas, temas y subtemas propuestos para la Agenda AyB



Fuente: Expertos, agenda.

Así, los ecosistemas de aguas continentales hacen alusión a los ecosistemas de aguas dulces dentro de los límites continentales.

Para generar conocimiento en recursos hídricos en Colombia es necesario definir una agenda de investigación suficientemente amplia a corto, mediano y largo plazo, para garantizar que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga en consonancia con el desarrollo sostenible y con el bienestar de la sociedad. Tal agenda debe incluir muchos retos como (Vélez y Poveda, 2009):

- La línea base de recursos hídricos en Colombia, el estado pasado, actual y la variabilidad espacial y temporal de los recursos considerando aspectos de la cantidad, la calidad y los usos del agua. Tomando en cuenta estos aspectos, estimar la disponibilidad de agua del país y de sus regiones.
- Los retos impuestos por el cambio climático, el crecimiento de la población mundial y la deforestación: la modificación de la oferta hídrica y en la disponibilidad en términos de caudales mínimos y medios, y las amenazas en términos de caudales y niveles máximos y sus implicaciones para distintos sectores (energía, agricultura, salud humana, pérdidas económicas, etc.). Los factores de cambio local y su interacción con los efectos del cambio global, incluyendo el cambio de la población local y su presión por los recursos naturales, la deforestación y el cambio en los usos del suelo y del agua, las sinergias y procesos de retroalimentación, la evaluación cuantitativa, la estimación de riesgo y vulnerabilidad, y posibilidades de adaptación al cambio.
- En los distintos escenarios de nuestra geografía, evaluar adecuadamente los riesgos y la vulnerabilidad ante eventos hidro-meteorológicos extremos máximos (tormentas intensas, avalanchas, inundaciones, pérdida de vidas humanas e infraestructura) y los extremos mínimos (sequías, estiajes) y todas sus consecuencias para el ser humano y los ecosistemas. Proponer estrategias y alternativas de mitigación o de adaptación.
- Asegurar el acceso a agua limpia y garantizar vertimientos sanos. Tecnologías apropiadas y herramientas para la gestión sostenible del abastecimiento de agua y el saneamiento básico de pequeñas poblaciones y del sector rural.
- La contaminación de corrientes, cuerpos de agua y acuíferos. Cada día disminuye la disponibilidad de agua para consumo en las corrientes naturales, no por cantidad disponible sino por su mala calidad.
- El aprovechamiento del agua procedente de distintas fuentes o de distinto tipo (corrientes superficiales, cuerpos de agua, acuíferos etc.) y su utilización conjunta de una manera eficiente y sostenible, considerando la variabilidad temporal, la distribución espacial en las condiciones de calidad y cantidad de la oferta así como las necesidades de las demandas, aprovechando los acuíferos como excelentes almacenamientos naturales que permiten proveer el recurso en forma sostenida ante la variabilidad temporal de la recarga por lluvia y de la demanda.

- La sostenibilidad del hábitat acuático y de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas relacionados ante las presiones antrópicas por recursos agua y suelo.
- Utilización eficiente y sostenible del agua en diferentes usos (hidroenergía, agricultura, acuicultura, navegación, salud humana, etc.). Reducción de impactos de los proyectos de aprovechamientos.
- El agua y la ocupación del territorio, ocupación y adecuación de tierras en distintos paisajes, ocupación de llanuras de inundación (deseccación de zonas húmedas, riego y drenaje, protección a inundaciones, urbanización, terraplenes de vías), ocupación de deltas, ocupación de laderas (banqueos y terrazas, vías de acceso), conos aluviales, ocupación de riberas en cauces torrenciales, etc.

En estas líneas temáticas se considera la necesidad de mejorar el conocimiento de los sistemas, así como del desarrollo e implementación de herramientas para una gestión más eficiente de los recursos en el territorio, incluyendo optimización matemática, simulación, etc., al igual que aspectos de legislación, de gobernabilidad y regulación, incluyendo planes integrales de ordenamiento y manejo del territorio.

Estas líneas temáticas no son excluyentes y las necesidades de conocimiento en cada una de ellas son igualmente importantes; se requiere acción inmediata.

Por su parte, los ecosistemas terrestres hacen referencia a todos aquellos que se encuentran sobre el subsuelo. Según lo reportado por el informe Millennium Ecosystem Assessment (2010), más de la mitad de los ecosistemas terrestres están siendo degradados en la actualidad o son utilizados de una manera no sostenible.

De otro lado están los ecosistemas marinos y costeros, que tradicionalmente han sido divididos vertical y horizontalmente para su clasificación. Verticalmente, se los puede agrupar en dos grandes tipos: los bénticos o de fondo y los pelágicos o de aguas abiertas. Horizontalmente, los océanos se clasifican en zonas costeras y zonas marinas u oceánicas (Majluf, 2002).

Adicionalmente, se contemplan como área de estudio la Atmósfera, la cual hace alusión a la parte menos densa y gaseosa de la Tierra, en la tarea de proteger y reparar la capa de ozono como componente de la atmósfera que filtra los rayos ultravioleta del sol, causantes del cáncer de piel y otras enfermedades. La ONU se ha valido de dos tratados internacionales: la Convención de Viena y el Protocolo de Montreal con el fin de mejorar la calidad del aire y evitar los nocivos efectos que acarrea su deterioro.

Finalmente, se propone el área de Entorno y asentamientos humanos, por cuanto estos reflejan las interacciones entre naturaleza y cultura a través del tiempo; en segundo lugar, en la medida en que como parte de los acuerdos internacionales, el Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos plantea que la

calidad de vida y las actividades de todas las personas en los asentamientos humanos están estrechamente relacionadas con los cambios y los modelos demográficos, en particular, el crecimiento, la estructura y la distribución de la población, y las variables de desarrollo como la educación, la salud y la nutrición, los niveles de apropiación y utilización de los recursos naturales, el estado del medio ambiente y el ritmo, y la calidad del desarrollo social y el crecimiento económico.

Desde la Universidad Nacional de Colombia se vienen realizando algunas investigaciones que indican que alrededor de 45 millones de hectáreas (cerca del 40% del territorio colombiano) han sido despojadas de sus ecosistemas originales, en apariencia para destinarlas a actividades productivas y a los asentamientos humanos. Sin embargo, el país tiene que importar alimentos; más del 60% de su población (alrededor de 30 millones de habitantes) se encuentran en la pobreza, más del 50% de los municipios de Colombia vienen expulsando población, y la crisis de muchos municipios se ha agudizado hasta el punto de identificarse cerca del 37% de ellos inviables (Márquez, 2008). Estas cifras expresan preocupaciones que han conducido a preguntarse qué papel desempeñan las condiciones biofísicas, las transformaciones de sus ecosistemas y el deterioro ecológico en esta situación.

En este contexto, y teniendo presente las dinámicas más recientes, interesa continuar con procesos investigativos (interdisciplinarios) que den cuenta de las transformaciones ambientales, en algunos casos irreversibles, que se vienen generando ante los modelos de desarrollo recientes por los que ha optado el país (minería) y que afectan profundamente la producción de alimentos. De igual manera se debe reconocer el papel de los marcos y requerimientos de comercio exterior en la producción y seguridad alimentaria nacional.

Nuevos escenarios de análisis ambiental se abren paso en los estudios de los asentamientos humanos, ya sean urbanos o rurales: la necesidad de acudir a la historia ambiental, y con ella el metabolismo social y rural como apuestas que permitirán una mejor comprensión no sólo de las formas de ocupación, sino de apropiación, de interacciones entre los diferentes actores, de la transformación del territorio y los posibles impactos derivados de los modelos de desarrollo que cada sociedad establece. Ya existen algunas investigaciones sobre este campo que se vienen desarrollando en la UN, pero que demandan mayores esfuerzos de tipo interdisciplinario con el objeto de consolidar los esquemas teóricos y metodológicos referidos a la historia ambiental y al metabolismo, que posibiliten indicadores de sostenibilidad, ya sea de los espacios rurales como de los urbanos. Estos elementos son importantes en la medida en que generan insumos para los diseñadores de política pública, en especial para la gestión y el ordenamiento del territorio; adicionalmente permiten entregar una tipología de indicadores que dan cuenta de los flujos de materiales y energía propios del respectivo metabolismo, en el contexto del análisis espacial.

Finalmente, se espera que desde la visión de los grupos de investigación interdisciplinaria, la Universidad Nacional de Colombia posibilite la consolidación teórico-metodológica de la gestión ambiental del territorio, desde una perspectiva más integral y dinámica que evidencie, como señala Márquez (2008), que aunque las interacciones entre factores ecológicos y sociales son complejas y no lineales, hay tendencias claramente definidas en cuanto a condiciones de vida asociadas a determinados niveles de transformación de los ecosistemas.

En el contexto de los subtemas propuestos por los expertos y visibilizados en el árbol de conocimiento en el que se encuentran por ejemplo: conocimiento, aprovechamiento sostenible y conservación de la diversidad biológica de Colombia y de sus ecosistemas, se hace especial énfasis en el recurso hídrico y en la necesidad de conocer para planificar y gestionar adecuadamente. Es necesario entender y cuantificar la disponibilidad del recurso hídrico en cantidad y calidad, y entender los procesos que los determinan, las interrelaciones con la dinámica de otros recursos naturales (aire, suelo, bosque), las distintas posibilidades para su aprovechamiento actual o potencial, en relación con el entorno físico y considerando la competencia por agua entre los sistemas naturales y los sistemas sociales.

En cuanto a las escalas espaciales, es necesario partir del contexto global, las dinámicas de la zona intertropical, incorporando las particularidades físicas, bióticas, geográficas y culturales que generan la presencia de los tres ramales de los Andes, los dos océanos, las sabanas del Caribe y la Orinoquia y las selvas amazónicas, los grandes ríos y las interacciones que existen entre estos elementos, incluyendo, además, las particularidades que a menor escala constituyen las ciudades, las obras de infraestructura, las vías de comunicación, etc. Todos estos elementos geográficos y su posición relativa confieren características y especificidades locales que son clave para el estudio de las problemáticas del agua y del uso del territorio en una localidad o subregión (Vélez y Poveda, 2009).

Se requiere evaluar, cuantitativa y cualitativamente, las formas en que actualmente se realiza el aprovechamiento, la explotación o el uso de los recursos hídricos, y las formas en que se está dando la ocupación del territorio y el consiguiente deterioro causado al agua y a los demás recursos naturales en su entorno. Es preciso analizar las tendencias de estos aspectos y las perspectivas futuras bajo las condiciones de utilización actual, y es urgente estudiar todas las implicaciones de estos temas con el desarrollo sostenible, con la seguridad alimentaria y con la calidad de vida de las generaciones actuales y venideras. De otra parte, es de vital importancia el estudio del agua en términos de lo que implica su manejo ante las amenazas que esta representa.

Otro ejemplo de los subtemas propuestos por los expertos es el de Bioprospección de los recursos ecosistémicos en Colombia. En relación con este subtema existen investigaciones asociadas con la búsqueda de compuestos con bioactividad de

productos naturales marinos colombianos con usos potenciales, en organismos como octocorales, esponjas, ascidias, macroalgas y bacterias (Invemar, 2010).

En referencia a la investigación en Colombia sobre este tema, es poco lo que se ha hecho a pesar del esfuerzo pionero que algunos pocos investigadores han realizado, por lo que el estudio de aislamiento e identificación de sustancias bioactivas o aprovechables industrialmente de organismos marinos, particularmente de los que viven en el Caribe colombiano, está aún en su infancia. El grupo de investigación Estudio y aprovechamiento de productos naturales marinos y frutas de Colombia de la Universidad Nacional de Colombia ha sido líder en la investigación química de organismos tales como esponjas, octocorales, zoantídeos, estrellas de mar, ofiuros y erizos de mar, concentrando los esfuerzos en el estudio de aquellas especies que no han sido estudiadas en otras partes del mundo, pero que en nuestros bioensayos han probado ser fuente de compuestos novedosos y de interés farmacéutico e industrial en general (Duque, 2007, 2010; Duque, Puyana, Osorno y Zea, 2003).

2.6 Determinación de énfasis institucionales

Los 3.244 productos de investigación en ambiente y biodiversidad mencionados en la figura 14 se han clasificado dentro de las temáticas señaladas por los expertos de la agenda, encontrando que, en su mayoría, 2.045 productos pertenecen a ecosistemas terrestres, seguidos por los trabajos en ecosistemas de aguas continentales con 409 productos, entorno y asentamientos humanos con 315 productos, ecosistemas marinos y costeros con 277 productos, y, en menor proporción, se encuentra el área de atmósfera con 198 publicaciones.

Figura 14. Capacidades de investigación acumuladas por área de la Agenda Ambiente y Biodiversidad



Fuente: VRI a partir del sistema SARA, Quipu y Comité de Puntaje, enero 2003 a diciembre 31 de 2010.

2.7 Elementos vinculantes

En las diferentes reuniones realizadas con los expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad se han discutido cuáles elementos que conforman las demás agendas de conocimiento y que están plasmados en los árboles son de interés para esta agenda; estos se indican en la tabla 12.

Se presentan agendas con un alto grado de relación con la Agenda Ambiente y Biodiversidad como: Biotecnología, Ciencias Agrarias y Desarrollo Rural, Energía y Hábitat, Ciudad y Territorio.

Tabla 12. Elementos vinculantes de la Agenda Ambiente y Biodiversidad con las demás agendas

Agenda	Elementos vinculantes
Biotecnología	Bioprospección, cambio climático, bioética, acceso a recursos genéticos, uso de los recursos de los ecosistemas, tratamiento de residuos, biorremediación, secuestro de CO ₂ , biofertilización, biocombustibles y biorrefinerías.
Ciencia y Tecnología de Minerales y Materiales	Uso de materiales, remediación, medio ambiente y sociedad, operaciones mineras y legislación.
Ciencias Agrarias y Desarrollo Rural	Biocombustibles, producción sostenible, seguridad alimentaria, uso de la tierra, modificación genética, producción sostenible (total), sanidad vegetal (todo)
Construcción de Ciudadanía e Inclusión Social	Educación ambiental, globalización, relaciones interculturales y otros saberes.
Desarrollo Organizacional, Económico e Industrial	Sostenibilidad ambiental, desarrollo regional, equidad y distribución, desarrollo fluvial, marítimo y costero, entorno y responsabilidad ambiental.
Energía	Fuentes de energía (convencionales y no convencionales), sostenibilidad y mercados de carbono.
Estado y Sistemas Políticos y Jurídicos	Formas de participación.
Hábitat, Ciudad y Territorio	Biomás, ecosistemas, nichos, eco biorregión, resiliencia, amenazas, vulnerabilidad y riesgos, paisajes, territorios, asentamientos humanos, minorías y territorios, recursos naturales, uso del suelo, distritos agroindustriales, soberanía alimentaria y minería.
Salud y Vida	Salud y desastres, enfermedades infecciosas y transmisibles, medicina alternativa, farmacia y biotecnología.
Tecnologías de la Información y la Comunicación	Materiales para microsistemas y sistemas bioinspirados.

Fuente: Expertos, agenda.

3. ANÁLISIS PROSPECTIVO PARA CONSOLIDAR UNA VISIÓN DE FUTURO DE LA AGENDA AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

Una vez propuesto el documento con una visión compartida por parte de los expertos, es sometido a un proceso de discusión con la comunidad académica, en el cual se recibieron importantes aportes que se involucraron dentro del texto; el proceso de discusión contempló la presentación de los avances de la agenda en una gran jornada nacional el 16 de febrero de 2012, así como la valoración del documento propuesto por parte de los investigadores cercanos a las temáticas de la agenda a través de una encuesta prospectiva y jornadas de discusión en las sedes.

El capítulo está estructurado inicialmente en una sección que resume de manera ejecutiva los resultados de los dos lanzamientos de la encuesta prospectiva que realimentan el documento propuesto por el equipo de expertos y además recoge a manera de ejemplo los posibles proyectos que han sido sugeridos por los profesores encuestados.

3.1 Resumen ejecutivo de los resultados de la encuesta prospectiva

La encuesta prospectiva se realizó en dos ocasiones, en la primera estaba dirigida a los directores de grupos de investigación de la UN que se identificaron como afines con las temáticas de la agenda; en la segunda ocasión se dirigió a los docentes investigadores vinculados con la UN y pertenecientes a los grupos de investigación identificados dentro de las capacidades de la agenda.

El objetivo general de la encuesta es recibir una realimentación por parte de la comunidad universitaria frente al trabajo propuesto por el grupo de expertos. Los resultados detallados de cada encuesta pueden consultarse en la página web de la Vicerrectoría de Investigación.

A continuación se describen los principales resultados:

3.1.1 Ficha técnica de la encuesta

En la tabla 13 se presenta la ficha técnica de la encuesta que fue dirigida a los 374 directores de grupos de investigación, cuyo lanzamiento tuvo lugar en el periodo de tiempo comprendido entre el 30 de enero y el 12 de febrero de 2012.

Tabla 13. Ficha técnica de la encuesta prospectiva, primera recolección.

FICHA TÉCNICA ENCUESTA PROSPECTIVA-AGENDA AyB	
Realizada por:	Expertos en las áreas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad como parte del Proyecto Agendas de Conocimiento de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia.
Realizada en:	Software Sphinx Plus V5 y aplicada en línea.
Tiempo de aplicación:	30 de enero a 12 de febrero de 2012.
Población:	Directores de 374 grupos de investigación, identificados dentro de las capacidades de la Agenda AyB, que son o han tenido algún vínculo con la Universidad Nacional de Colombia como docentes de planta.
Unidad de muestreo:	Profesores e Investigadores miembros de grupos de investigación que hacen parte de la Agenda de AyB.
Respuestas recolectadas:	12,3% de la población invitada, de un total de 374 invitaciones enviadas.

Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

En la tabla 14 se presenta la ficha técnica de la encuesta que fue dirigida a los investigadores identificados en las capacidades, cuyo lanzamiento tuvo lugar en el periodo de tiempo comprendido entre el 01 de marzo al 14 de marzo de 2012, enviado a través de correo electrónico y remitido a 1237 investigadores con tres recordatorios y una respuesta de 115 investigadores.

Tabla 14. Ficha técnica de la encuesta prospectiva, segunda recolección.

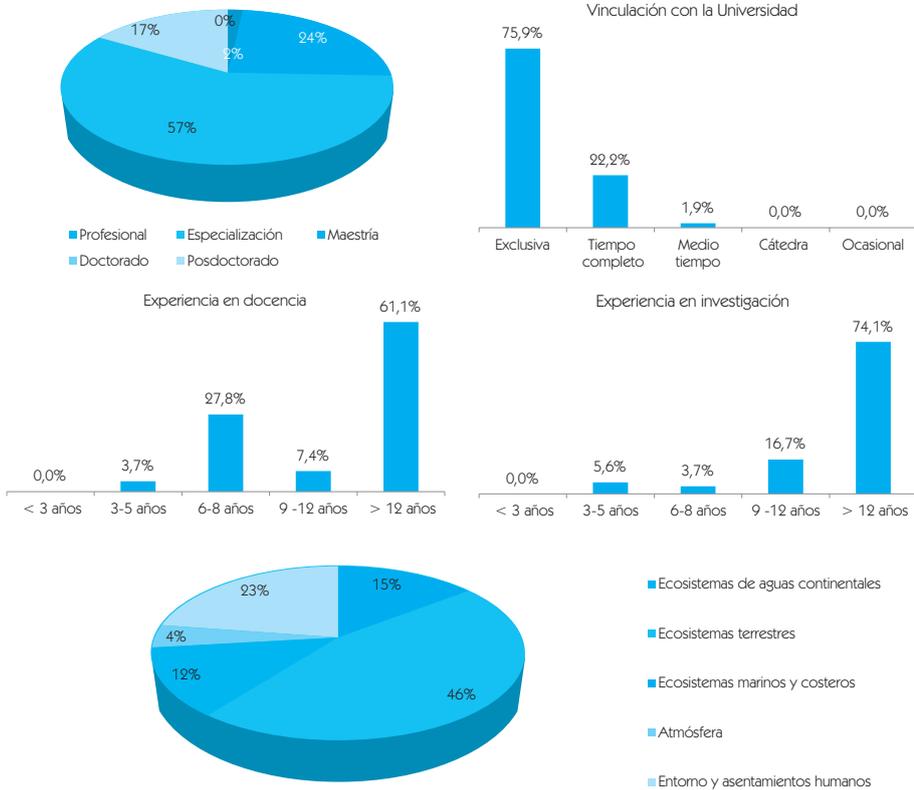
FICHA TÉCNICA ENCUESTA PROSPECTIVA-AGENDA AyB	
Realizada por:	Expertos en las áreas de la Agenda Ambiente y Biodiversidad como parte del Proyecto Agendas de Conocimiento de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia.
Realizada en:	Software Sphinx Plus V5 y aplicada en línea.
Tiempo de aplicación:	1 de marzo a 14 de marzo de 2012.
Población:	Directores de 424 grupos de investigación, identificados dentro de las capacidades de la Agenda AyB, que son o han tenido algún vínculo con la Universidad Nacional Colombia como docentes de planta.
Unidad de muestreo:	Profesores miembros de grupos de investigación que no son líderes del grupo donde trabajan.
Respuestas recolectadas:	9,29% de la población invitada, de un total de 1237 invitaciones enviadas.

Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.1.2 Perfil de los encuestados

Los directores o líderes de los grupos de investigación que respondieron a la encuesta se caracterizan por tener una formación posdoctoral del 16,7%, doctoral del 57,4%, seguida de una formación en maestría del 24,1%. De otra parte la mayoría, un 75,9%, indicó tener una dedicación exclusiva con la Universidad. Así mismo, el 61,1% de los encuestados señaló tener más de 12 años de experiencia docente y el 74,1% más de 12 años de experiencia en investigación, como se puede observar en la figura 15.

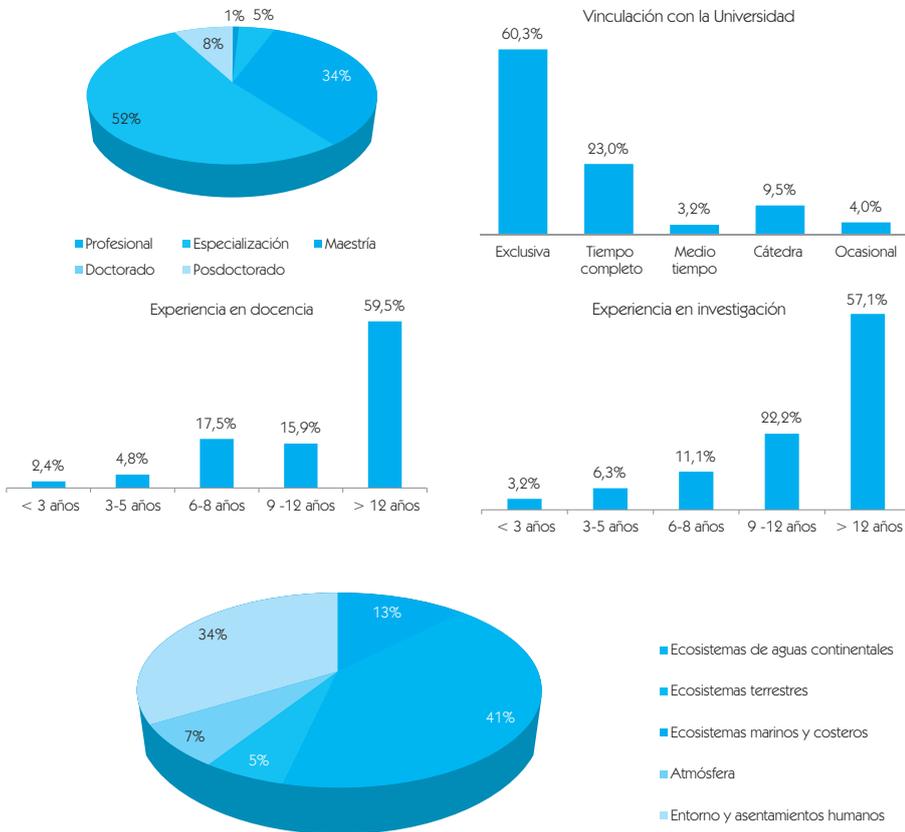
Figura 15. Resumen gráfico de la primera aplicación de la encuesta prospectiva a directores de grupos de investigación de la UN



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

Con respecto a los investigadores, el 75% pertenece al género masculino, el 47% tiene formación doctoral y el 41% formación de maestría; el 60% es de dedicación exclusiva, con más de 12 años de experiencia docente; el 57%, con más de 12 años de experiencia en investigación, como se observa en la figura 16.

Figura 16. Resumen gráfico de la segunda aplicación de la encuesta prospectiva a investigadores de la UN



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.1.3 Valoración objetivos y alcances

Frente a la propuesta de los expertos de la agenda se observa que en general los encuestados están de acuerdo tanto con los objetivos como con los alcances. En referencia a los alcances, el 79% de los directores y el 80% de los investigadores están de acuerdo. En las figuras 17 y 18 se presenta el resumen, siendo el objetivo específico 1 el mejor valorado por los líderes y los investigadores. Solo un 22% de los investigadores presenta sugerencias sobre la propuesta de nuevos elementos generales. Con respecto al objetivo general de la agenda, el 80% de los directores de grupos de investigación y el 79% de los investigadores manifiesta que está de acuerdo.

Las siguientes figuras presentan los datos normalizados y consolidados de las dos aplicaciones de la encuesta prospectiva (directores e investigadores) en relación con los objetivos y alcances. Así, en la figura 17 se muestra la valoración de los objetivos de la Agenda AyB, siendo evidente la aceptación del contenido de los mismos.

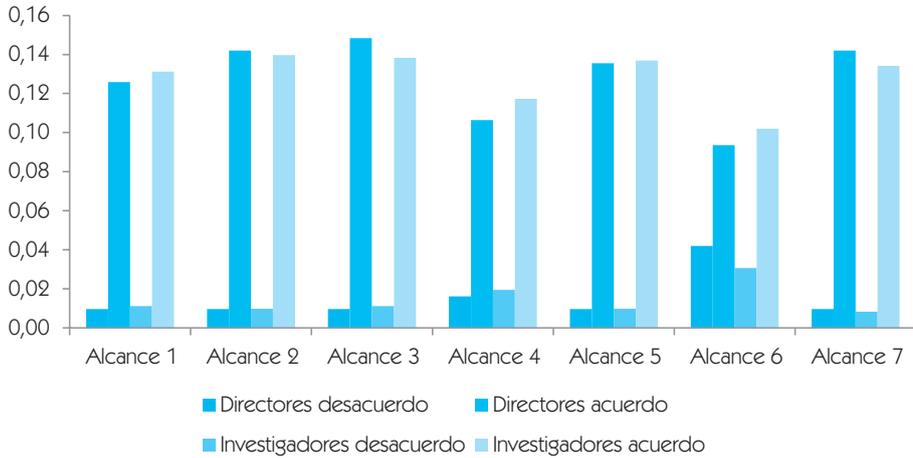
Figura 17. Valoración del grado de acuerdo con los objetivos propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

A partir de la observación de la figura 18, en los alcances se evidencia que los encuestados en términos generales están de acuerdo con la propuesta de los expertos; los alcances con mayor aceptación fueron: aumentar el número de productos de conocimiento generados en la investigación y extensión en esta área; desarrollar convocatorias de investigación integrada de proyectos en ambiente y biodiversidad, y proponer la actualización de la política y normatividad ambiental de Colombia.

Figura 18. Valoración del grado de acuerdo de los alcances propuestos en la Agenda Ambiente y Biodiversidad



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.1.4 Valoración de potenciadores e inhibidores

Con respecto a la propuesta de potenciadores e inhibidores, los directores encuestados indicaron que nueve de los elementos propuestos corresponden a potenciadores y tres a inhibidores; existe un elemento que ha sido evaluado de forma equivalente y corresponde al presupuesto de la empresa privada y gobiernos locales para el desarrollo del tema de Ambiente y Biodiversidad. Mientras los investigadores indicaron que ocho de los elementos correspondían a potenciadores y cuatro a inhibidores, igualmente existe un elemento que tuvo una calificación equivalente y que corresponde a los niveles de transferencia de información entre investigadores y comunidades locales; esto significa que un semejante número de investigadores señaló este elemento como potenciador y como inhibidor.

Se listan a continuación los cinco potenciadores mejor valorados en las dos encuestas:

- Número de grupos de investigadores en la temática de ambiente y biodiversidad en la UN.
- Cantidad y calidad de ecosistemas en Colombia.
- Existencia de prácticas exitosas en la UN en investigación y extensión en ambiente y biodiversidad.
- Presencia de la UN en todas las regiones naturales de Colombia.
- Vigencia y pertinencia del tema en el contexto global.

De otra parte, los elementos inhibidores más destacados según la valoración de los encuestados fueron:

- Legislación existente en ambiente y biodiversidad.
- Presupuesto de la empresa privada y gobiernos locales para el desarrollo del tema de ambiente y biodiversidad.
- Situación de violencia en el país.

3.1.5 Valoración de las áreas temáticas

Con respecto a la valoración de las áreas temáticas propuestas, se observa que el área principal donde se registra el mayor número de directores de grupo e investigadores desarrollando investigación en la UN es la de Ecosistemas terrestres, con un 45% y 40%, respectivamente. Así mismo, el área en donde el número de directores tiene menor presencia es el de Atmósfera, con el 4% de los encuestados, mientras que para el caso de los investigadores corresponde al área de Ecosistemas marinos y costeros, con el 5% de los encuestados. No obstante, existe una gran capacidad de investigación por parte de la UN en el abordaje de estas áreas representado en el número de proyectos y productos que ya han sido mencionados en el capítulo anterior.

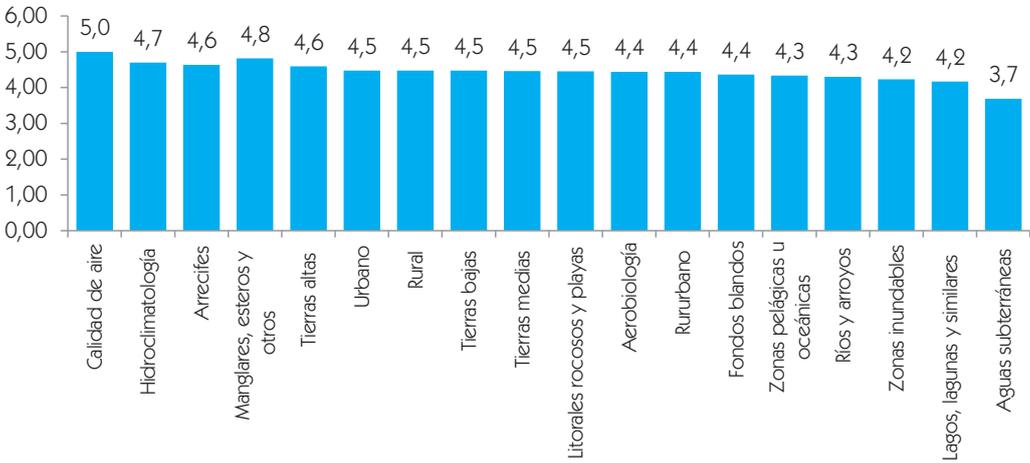
Con respecto a la importancia de investigación para cada tema, es evidente que todos ellos son considerados primordiales, como se observa en la figura 19, teniendo el tema de calidad del aire la mayor valoración, mientras que el tema valorado como más bajo es el de Aguas subterráneas, con un valor de 3,69%.

La aplicación social, industrial y agroindustrial ha sido destacada tanto por directores e investigadores para todos los temas de las áreas del árbol de conocimiento; es así como por ejemplo el 61% de los directores y el 85% de los investigadores indica que los temas de Ecosistemas terrestres tienen aplicación industrial y el 100% de ellos indicaron tener aplicación social. Para los temas del área de Ecosistemas de aguas continentales, el 85% de los directores y el 61% de los investigadores indica tener aplicación industrial, mientras que el 100% de los directores y el 93% de los investigadores señala tener aplicación social.

En el área de Asentamientos humanos, el tema de mayor importancia tanto para los directores como para los investigadores es el Rural, con un 55% y 57%, seguido de Rururbano con el 46% y 50%, respectivamente.

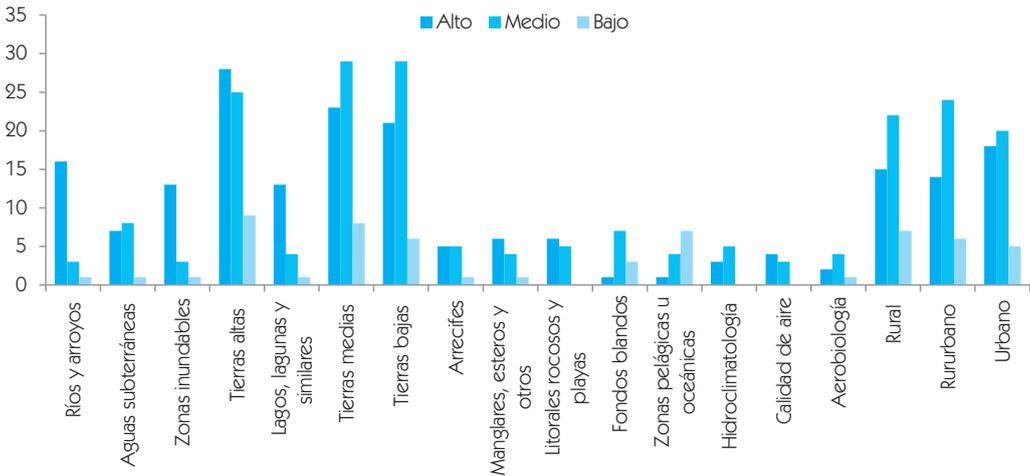
La figura 20 muestra el consolidado de las capacidades percibidas por los encuestados para el desarrollo de investigación en los temas de la Agenda. El tema percibido con más alta capacidad de investigación es el de Tierras bajas, medias y altas, respectivamente, que corresponde al área Ecosistemas terrestres, seguido del tema urbano del área de Asentamientos humanos, mientras los temas con menor capacidad de investigación percibida son los de fondos blandos, aerobiología y calidad del aire.

Figura 19. Promedio de la importancia de investigación para el desarrollo de los temas



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

Figura 20. Capacidades de investigación percibidas por los encuestados de la UN para desarrollar investigación en los temas de la Agenda AyB



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

En la tabla 15 se presenta el tiempo en el que los encuestados estiman la materialización de los resultados de sus investigaciones de acuerdo con el tema de interés. Así, el tiempo en años en el cual los directores sugieren que se materializarán los resultados de investigación para el tema Tierras altas está dado por un intervalo de seis a ocho años, según el 41% de las respuestas. Igualmente en color azul oscuro se señalan las opciones preferidas por los encuestados, y en color azul claro los rangos de tiempo de menor preferencia.

Sin embargo, es de notar que el rango de tiempo comprendido entre 3 a 5 años fue la opción preferida por los encuestados para dar cuenta de los tiempos de materialización de las investigaciones en los diferentes temas.

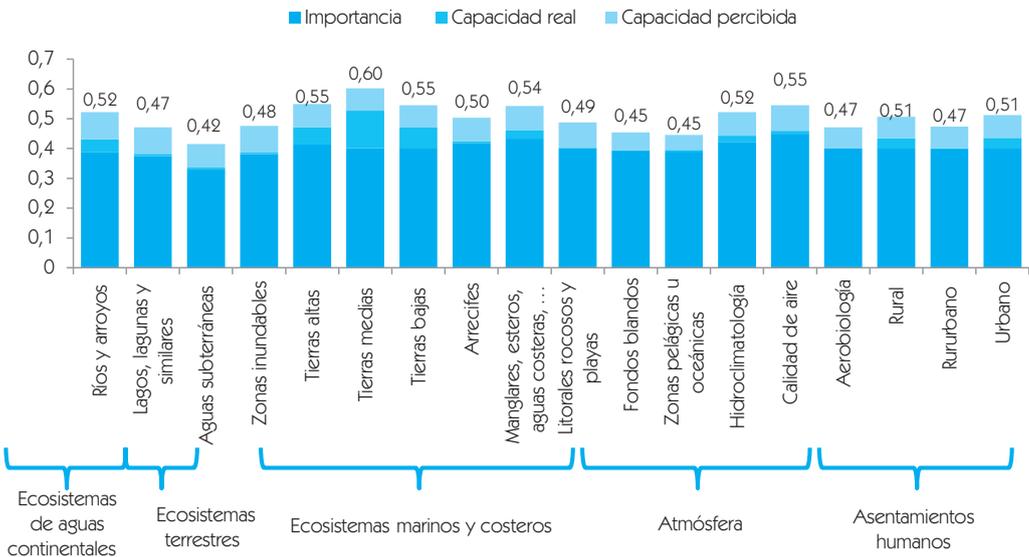
Tabla 15. Tiempo de materialización en años

	TEMAS	1 a 2	3 a 5	6 a 8	Más de 8
ECOSISTEMAS DE AGUAS CONTINENTALES	Ríos y arroyos	4	8	7	1
	Lagos, lagunas y similares	3	9	5	1
	Aguas subterráneas	3	7	4	2
	Zonas inundables	4	7	5	1
ECOSISTEMAS TERRESTRES	Tierras altas	3	20	25	13
	Tierras medias	3	21	21	13
	Tierras bajas	3	19	19	14
ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS	Arrecifes	0	4	7	0
	Manglares, esteros, aguas costeras, estuarios, lagunas costeras, ciénagas y deltas	0	6	4	1
	Litorales rocosos y playas	0	3	8	0
	Fondos blandos	0	2	7	2
	Zonas pelágicas u oceánicas	0	3	4	5
ATMÓSFERA	Hidroclimatología	3	5	2	0
	Calidad de aire	2	7	0	0
	Aerobiología	1	5	2	1
ASENTAMIENTOS HUMANOS	Rural	2	23	6	13
	Rururbano	2	20	12	9
	Urbano	4	21	9	9

Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

Finalmente, se ha diseñado un índice que permite valorar los temas de las cinco áreas de la Agenda AyB teniendo en cuenta las capacidades reales identificadas en la etapa de pre-prospectiva presentadas en las secciones 1 y 2, las capacidades percibidas en las encuestas prospectivas y la importancia de investigación percibida; de ellos se obtiene un único valor por tema. Para la construcción del índice se normalizaron los tres valores seleccionados y se les asignó un peso de 0,45 para importancia de investigación y capacidad real, mientras que para la capacidad percibida se asignó un peso de 0,1. Es así como el tema con mayor capacidad de desarrollo es el de Tierras altas, seguido por el de Tierras bajas y Calidad de aire, según lo observado en la figura 21.

Figura 21. Índice de la importancia de investigación para los temas de la Agenda AyB



Fuente: Autores con base en la encuesta prospectiva de la Agenda AyB.

3.2 Resumen de las realimentaciones en las jornadas de discusión con la comunidad académica

La Agenda AyB realizó cuatro jornadas de discusión en las sedes de Manizales, Palmira, Leticia y Medellín, en las cuales algún experto explicó los avances obtenidos hasta la fecha.

Las observaciones recibidas por los profesores en las diferentes sedes tienden en primer término a felicitar el esfuerzo que se está haciendo por la construcción de una agenda incluyente, que vincula desde su concepción la interlocución de las diferentes sedes en donde la Agenda AyB tiene asidero.

Las áreas del árbol de conocimiento propuesto por los expertos de la agenda han sido validadas, toda vez que a partir de los resultados de la encuesta de prospectiva se pudo establecer que cada uno de los profesores encuestados, tanto directores de grupo de investigación como investigadores, han visto reflejado su quehacer académico en alguna de las áreas en mención.

Existen algunas inquietudes frente a la necesidad de ampliar la información en los siguientes temas: áreas protegidas, energía, agua como recurso y amenaza, otras concepciones sobre ambiente, entre otros. De otra parte, existen observaciones sobre la agenda, tendientes a mostrarla con una visión tradicional, criticando la adopción de conceptos propios de otros espacios geográficos.

Aunque la percepción por parte de los profesores encuestados es que persisten los trabajos monotemáticos, en varias discusiones se planteó la necesidad de continuar procesos investigativos que partan del conocimiento integral.

3.3 Proyectos propuestos por la comunidad académica

A continuación se lista a manera de ejemplo una serie de proyectos que han sido sugeridos por los encuestados, clasificados en dos categorías, generales y específicos.

Proyectos generales

- Aprovechamiento de materias primas renovables
- Caracterización de recursos genéticos
- Uso sostenible de la biodiversidad en la producción de alimentos, salud, biocombustibles, etc.
- Reutilización de aceites residuales contaminantes
- Bioprospección de especies vegetales de diferentes regiones naturales con potencialidad en los sectores agropecuario, farmacéutico y cosmético
- Bioprospección de fármacos a partir de sustancias bioactivas de origen marino
- Valoración económica de servicios ecosistémicos

- Indicadores de calidad del suelo
- Vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al cambio climático (adaptación - mitigación)
- Restauración de ríos, tanto en entornos urbanos como rurales
- Análisis de riesgo de inundaciones en microcuencas
- Calidad de agua superficial y subterránea
- Impacto en calidad del aire y salud pública de la agricultura intensiva y la minería de cielo abierto en Colombia
- Línea base de la calidad del aire y emisiones de gases de efecto invernadero asociados a cambios de uso del suelo en Colombia
- Mejoramiento de sistemas productivos
- Sistematización y análisis de experiencias de uso y manejo de la biodiversidad por comunidades (campesina - indígenas y afrodescendientes).
- Socialización de resultados regionales sobre estudios en biodiversidad a través de publicaciones educativas para la población en general

Proyectos específicos

- Suelo como recurso estratégico. Control de calidad de bioinsumos
- Biofertilizantes para uso agrícola.
- Utilización racional de la biodiversidad en la elaboración de productos cosméticos y de aseo.
- Relaciones de la biodiversidad de algunas angiospermas
- Estado actual de la distribución de especies de uso potencial en la agroindustria.
- Bioprospección de microorganismos en diferentes ecosistemas, recuperación de suelos o fortalecimiento de producción de cultivos agrícolas, mediante utilización de microorganismos benéficos (biofertilizantes, biorremediación)
- Caracterización de cuerpos de agua con riesgo de contaminación y marcadores bioquímicos en peces provenientes de dichos ambientes
- Procesos de transformación de residuos para incorporarlos a la cadena productiva
- Desarrollo de instrumentos para el monitoreo *in situ* de la contaminación por hidrocarburos de aguas superficiales y subterráneas
- Reutilización de aguas para fines agrícolas

- Desarrollo y aplicación de instrumentos de alta precisión para el monitoreo de la contaminación atmosférica y la cuantificación de flujos de gases de efecto invernadero
- Análisis sectorial y mitigación de emisiones de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero
- Gases efecto invernadero, modelos climáticos y modelos para determinar *stock* de carbono orgánico en el suelo.
- Reconocimiento de conocimientos locales y ancestrales sobre la biodiversidad
- Evaluación de tierras para apoyo de planes de ordenamiento territorial.
- Alternativas de producción agrícola y desarrollo local-regional con intercambios comerciales de distancia corta.
- Caracterización de alimentos autóctonos
- Uso de la biodiversidad de especies de interés agrícola para el desarrollo de obtenciones vegetales que contribuyan a la solución de las deficiencias en seguridad alimentaria
- Valorización de recursos de la agrobiodiversidad
- Relaciones entre prácticas culturales de comunidades indígenas y gestión de sistemas de protección (por ejemplo Parques Naturales) de AyB.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, G. (2011). Deuda histórica con el medio ambiente. *Revista Semana*. Tomo 5. Para pensar a Colombia.

Andrade, G. (2011a). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia – política. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* #25, 491-508.

Andrade, G. (2011b). Deuda histórica con el medio ambiente. *Revista Semana*. Tomo 5. Para pensar a Colombia.

Ardavin, J. A. (Ed.). (2010). *Crecimiento verde: asumamos el compromiso para un futuro sustentable*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE.

AS. (2009). *A roadmap for U.S. - China cooperation on energy and climate change*. Initiative for U.S.-China Cooperation on Energy and Climate. Disponible en: <http://www.pewclimate.org/docUploads/US-China-Roadmap-Feb09.pdf>

AWWARF. (2004). *Water and wastewater industry energy efficiency: a research roadmap*. Awwa Research Foundation. Disponible en: <http://www.energy.ca.gov/2004publications/CEC-500-2004-901/CEC-500-2004-901.PDF>

Belluck, D. A., Hull, R. N., Benjamin, S. L., Alcorn, J., & Linkov, I. (2006, Springer). *Environmental Security, Critical Infrastructure and Risk Assessment: Definitions and Current Trends*. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/82gk46443372upm8/fulltext.pdf>

Bernal, R., Gradstein, S. R. y Celis, M. (2007). *Catálogo de las plantas de Colombia: cifras preliminares de la flora de Colombia*. Disponible en: <http://r3bernalg.googlepages.com/cifraspreliminaresdelafloradec>

Bonilla, E., Lizarazo, P. (2012). Agendas de conocimiento: un diálogo permanente con la sociedad. En: VRI, Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A. (Eds.). *Agendas de conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Brijalbo, M. y Campos, D. (2001). Investigación en la Universidad Nacional 1990-1999. Una década de aciertos, inciertos y desconciertos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Bueno, E. (2002). Indicadores de Capital Intelectual aplicados a la Actividad Investigadora y de Gestión del Conocimiento de las Universidades y Centros Públicos de investigación de la Comunidad de Madrid. En: Modrego, A. (coord.). *Capital intelectual y producción científica* (pp.19-70). Madrid: Dirección General de Investigación. Comunidad de Madrid Disponible en: <http://www.madrid.org/edupubli>

Castaño, O. (2002). *Libro Rojo de Reptiles de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

CBD. (2000). *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la biodiversidad biológica*. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal. Disponible en <http://bch.cbd.int/protocol/text/>

CBD. (2003a). *Interlinkages between biological diversity and climate change*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-10.pdf>

CBD. (2003b). *Status and trends of biodiversity of inland water ecosystems*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Canada. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-11.pdf>

CBD. (2010a). *Biodiversity scenarios: projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-50-en.pdf>.

CBD. (2010b). *Linking Biodiversity conservation and poverty alleviation: a state of knowledge review*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-55-en.pdf>

CBD. (2010c). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal, 2010. 94 pp. Disponible en: <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GBO3-final-es.pdf>

CBD. (2010d). *Sustainable use of biological diversity in socio-ecological production landscapes*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-52-en.pdf>

CBD. (2010e). *Water, wetlands and forests a review of ecological, economic and policy linkages*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-47-en.pdf>

CBD. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal. Disponible en: <http://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf>

CBD. (2006). *Guidelines for the rapid ecological assessment of biodiversity in inland water, coastal and marine areas*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-22.pdf>

CIC. (2003). Modelo Intellectus: Medición y Gestión del Capital Intelectual. Centro de Investigación sobre Sociedad del Conocimiento, CIC. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación.

Colciencias. (2011a). *Discusiones sobre temas prioritarios en las regiones*. Mimeo. Bogotá, Colciencias.

Colciencias. (2011b). *Scienti: Grupos por área de conocimiento*. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias. Disponible en: <http://201.234.78.173:8083/cienciawar/BusquedaGrupoXArea.do;jsessionid=0E18863948EEC00A6169AD69C531B9FD>

Correa, C. (2007). Tendencias de la gerencia y entorno económico. *El Cuaderno Ciencias Estratégicas*, 1 (1), 39-52.

DNP. (2005). *Visión Colombia II Centenario: 2019*. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.

DNP. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo*. Estado comunitario: desarrollo para todos. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.

DNP. (2011). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014: prosperidad para todos*. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia.

Duque, C. (2007). Bioprospección de sustancias bioactivas obtenidas de organismos marinos. En: Sánchez, J. (Ed.), *Potencial biotecnológico de microorganismos en ecosistemas naturales y agrosistemas*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Duque, C. (2010). Pseudopterogorgia elisabethae de San Andrés y Providencia, una pluma de mar con excelente potencial como fuente de productos naturales con aplicación industrial. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34 (130), 89-104.

Duque, C. y Correa, E. (2011). Productos naturales marinos: fuente de inspiración para la ciencia, la tecnología y la innovación. *Revista Innovación y Ciencia*, XIII, 3.

Duque, C., Brijaldo, M. y Molina, R. (2001). Programas Estratégicos: un reto para la Universidad Nacional en el siglo XXI. Universidad Nacional de Colombia - Dirección Nacional de Investigación.

Duque, C., Puyana, M., Osorno, O. y Zea, S. (2003). Visión retrospectiva de las investigaciones en productos naturales marinos en Colombia durante los últimos quince años. En: *El mundo marino de Colombia: investigación y desarrollo de territorios olvidados*. Bogotá: Unibiblos.

Edvisson, L., y Malone, M. (1997). Intellectual Capital. Realizing your company s true value by findings its hidden brainpower. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000 - 2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.

EPBRS. (2005). *Biodiversity research issues of priority for Europe at the start of the 21st Century*. European Platform for Biodiversity Research Strategy. Informal discussion paper. Disponible en: http://www.epbrs.org/PDF/EPBRS-SC2003-21st%20Century%20Research-_05-0_.pdf

Erwin, P., López-Legentil, S., & Schuhmann, P. (2010). The pharmaceutical value of marine biodiversity for anti-cancer drug discovery. *Ecological Economics*, 70 (2), 445-451.

FAO. (2007). *Comunicación y desarrollo sostenible*. Selección de artículos de la 9ª. Mesa redonda de las Naciones Unidas sobre comunicación para el desarrollo. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1476s/a1476s00.pdf>

Harvey, B. (2002). *Complementariedad y armonización legislativa de los acuerdos ambientales multilaterales relacionados con la biodiversidad*. Fondo para el Medio Ambiente Mundial, FMAM. Disponible en: <http://www.unep.org/bpsp/PDFS/Fisheries%20Spanish.pdf>

ICSU. (2004). *Foresight analysis*. International Council for science. Disponible en: http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/371_DD_FILE_Foresight_Analysis.pdf.

Ideam. (1999). *Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Disponible en: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/MJornadas/A13.pdf>

IFGF. (2010). *Ten Top Climate Trends for the 21st Century*. Institute for Global Futures. Disponible en: <http://www.globalfuturist.com/future-trends/climate-futures.html>

Invmar. (2010). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2009 (p. 319). *Serie de Publicaciones Periódicas No. 8*. Santa Marta.

IPCC. (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC Third Assessment Report, Cambridge University Press. En: OCDE (2006). *Adaptation to climate change: key terms*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.htm>

Jaramillo, H. y Forero, C. (2001). Interacción entre capital humano, capital social y capital intelectual, en el contexto del nuevo contrato social. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.

- Linares, E. L. y Uribe-Meléndez, J. (2002). *Libro rojo de las briófitas de Colombia*. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 170 p.
- Lizarazo, P. (2011). *Agendas de Conocimiento: síntesis a partir de una visión sobre planes de desarrollo y políticas públicas regionales y nacionales: Ambiente y Biodiversidad*. Universidad Nacional de Colombia.
- MADRI+D. (2006). *Informe de vigilancia tecnológica: tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Fundación Madri+d para el conocimiento. Madrid. Disponible en: <http://www.madrimasd.org>
- Majluf, P. (2002). *Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino: los ecosistemas marinos y costeros*. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/development/te2.PDF>
- Márquez, G. (2008). *Sistema de Indicadores Ambientales Municipales, SIAM-UN*. Bases para un estudio de relaciones, transformación de ecosistemas y condiciones de vida en Colombia. IDEAS 14. Universidad Nacional de Colombia.
- Medina, J. y Ortégón, E. (2006). En: ILPES (Eds.). *Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe* (438 p.). Santiago (Chile): Cepal. 438 p.
- Meritum, Proyecto. (2002). Guidelines for managing and reporting on intangibles (Intellectual Capital Statements). En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- MMAR. (2003). Sensibilización Ambiental. Introducción al concepto de Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.educaguia.com/biblioteca/apuntes/cienciasambientales/sensibilizacionambiental.pdf>
- Mohamed, R., & Lotfy, M. (2007). *Desalination technology roadmap 2030. The Cabinet information and decision support center: Center for futures studies*. Disponible en: http://www.idsc.gov.eg/Upload/Documents/28/EN/Desalination_technology_Roadmap%5B1%5D.pdf
- Mora, G. (2009). Diagnóstico de la estructura organizacional de la Universidad Nacional de Colombia. Rectoría Universidad Nacional de Colombia. En: VRI (2011). *Agendas de Conocimiento*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- MoRST. (2007). *Environment research: roadmaps for science*. Ministry of Research, Science and Technology. Nueva Zelanda. Disponible en: <http://www.morst.govt.nz/Documents/work/roadmaps/Environment-Research-Roadmap.pdf>
- Muñoz, Y. y Alberico, M. (2004). Mamíferos en el Chocó biogeográfico –catálogo. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica*. (pp. 559-598). Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Murillo, M. T., Murillo, J. y León, P. (2008). Los pteridófitos de Colombia. *Biblioteca José Jerónimo Triana* No. 18. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- OCDE. (2008). *Prospectiva medioambiental de la OCDE para el 2030*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/2/34/40224072.pdf>
- OCDE. (2009). *Reunión del Consejo a nivel ministerial*. Disponible en: <http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf?cote=C/MIN%282009%295/FINAL&doclanguage=en>
- ONU. (1987). Comisión Mundial del Medio Ambiente. En: *Medio ambiente y desarrollo*. Disponible en: http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost.htm
- ONU. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. En: OCDE (2006). *Adaptation to climate change: key terms*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/36/53/36736773.pdf>

ONU. (1994). *Conferencia Internacional sobre la población y el desarrollo*. Resumen del programa de acción. Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/conferences/accion2.htm>.

ONU. (2003). *Plan de aplicación Division For Sustainable Development*. Disponible en: http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish/POIspChapter6.htm.

ONU. (2009). *The United Nations World Water Development. Report 3: Water in a changing world*. Paris, Francia. Disponible en: http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf

ONU. (2010). *Objetivos de desarrollo del milenio*. Informe 2010. Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: http://www.un.org/es/comun/docs/?path=/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2010_SP.pdf

Pérez, C., Poveda, G., Mesa, O., Carvajal, L. y Ochoa, A. (1998). *Evidencia de cambio climático en Colombia: tendencias y cambios de fase de amplitud de los ciclos anual y semianual*. Bull. Instituto Francés de Estudios Andinos. Disponible en: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/enso/poveda.html>

Pnuma. (2002). *Recursos naturales. Convenciones sobre la diversidad biológica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.pnuma.org/reccnat/esp/diversidadbiologica.php>

Pnuma. (2010). *Convenciones sobre la diversidad biológica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.pnuma.org/reccnat/esp/diversidadbiologica.php>

Poveda, A., Abad, P., Franky, J., Hurtado, R., Castaño, G., Echavarría, J., Castiblanco, J. (2012). Escenarios y redes para las Agendas de Conocimiento. En: VRI, Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A. (Eds.). *Agendas de conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Pulido, M. T. y J. Cavelier (2001). Comercialización de productos vegetales no maderables en los mercados de Leticia y Florencia, Amazonia colombiana. En: Duivenvoorden, J. F., H. Balslev, J. Cavelier, C. Grandez, H. Tuomisto y R. Valencia (eds.). *Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonia noroccidental*. Institute of Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Ramos, A. (1999). Biocomercio: a path towards sustainable development. *European Tropical Forest Research Network News*. Special Issue. On Innovative Financing Mechanisms for Conservation and Sustainable Forest Management, 35, 21-23.

Rangel, J. O. (2004). El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica. En Instituto de Ciencias Naturales - Conservación Internacional (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica* (Vol. IV, pp. 997). Bogotá.

Rangel, J. O. (2006). La diversidad biológica de Colombia. *Revista Palimpsestos*, 5 292-304. Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Rangel, J. O. (2007). *La riqueza biológica de Colombia: ¿cómo encontramos la manera de incorporarla al desarrollo del país?* (pp. 533-540). Bogotá: Fundación Alejandro Ángel Escobar.

Rangel, J. (2007a). *La línea base del conocimiento sobre el inventario, uso sostenible, conservación de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá: Fundación Alejandro Ángel Escobar, FAAE.

Renjifo, L., Franco, J., Amaya, G., Kattan, G. y López, B. (2002). *Libro Rojo de las aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Rodríguez, J. M. (1999). Informe PUI de Energía. Seminario investigaciones en red. Lugar de los PUI dentro del contexto actual de la investigación. Bogotá: UN – PUI.

- Rodríguez, M., Alberico, F., Trujillo y Jorgenson, J. (2006). *Libro Rojo de los mamíferos de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Roos, J., Edvisson, L., & Dragonetti, N. (1997). Intellectual capital: Navigating in the new business landscape. New York: New York University Press. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- Rueda, J., Lynch, J. y Amézquita, A. (2004). *Libro Rojo de anfibios de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ruitenbeek, H. J., Cartier, C. M., Bunce, L., Gustavson, K., Putterman, D., Spash, C. L., van der Werff, D., Westmacott, S., & Huber, R. (1999). *Issues in applied coral reef biodiversity valuation: results for Montego Bay, Jamaica*. World Bank Research Committee Project RPO#682-92. Final Report, World Bank, Washington.
- Ruiz, C. P., Ardila, M. C. y Lynch, J. D. (1996). Lista actualizada de la fauna anfibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20: 365 – 415.
- Sánchez, M. P. (2000). El capital humano en la nueva sociedad del conocimiento: su papel en el sistema español de innovación. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A., Rodríguez, C., Robledo, J., Tamayo, J., Aguilar, J. y Molano, J. (2012). Metodología para la construcción de las Agendas de Conocimiento. En: VRI, Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A. (Eds.). *Agendas de Conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Santiago, J., López, M. y López, S. (2008). Tendencias del cambio climático global y los eventos extremos asociados. Ra Ximhai. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 4(3), 625-633. México.
- Singh, Y. (2006). *Environmental Science New Age International*. Disponible en: http://www2.hcmuaf.edu.vn/data/quoctuan/8122418481%20Environmental_Science.pdf
- SNIES. (2011). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*, SNIES. Ministerio de Educación Nacional. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html>
- Sveiby, K. (2001). A knowledge-based theory of the firm to guide in strategy formulation. En: UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- TMP. (2010). *2010 State of Future The Millennium Project*.
- UN. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica*. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- UN. (1998). *Un compromiso académico y social con la nación colombiana: Plan Global de Desarrollo*. Universidad Nacional de Colombia 1999-2003. Universidad Nacional de Colombia.
- Universidad Nacional de Colombia. (1999a). División de Investigación Sede Bogotá. Zalamea, F. Guía para la Consolidación de un Sistema de Excelencia en Investigación. En: Colombia Espacio Abierto. ISSN: 1315-0006 ed: Universidad Del Zulia v.n/a fasc.4 p.9 - 12

- UN. (2009). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000- 2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación. Bogotá, Colombia.
- UN. (2011). *Institutos y centros*. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: http://www.unal.edu.co/paginas/institutos_y_centros.html
- Unesco. (1988). *Water-Resource Assessment Activities: Handbook for national evaluation*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001584/158461eo.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia. (2007). *Plan Global de Desarrollo Universidad Nacional de Colombia 2007 – 2009: por una Universidad moderna, abierta y participativa*. Bogotá.
- Uribe, M., & Gradstein, S. (1998). *Catalogue of Hepaticae and Anthocerotae of Colombia*. Bryophytorum Bibliotheca Band 53. Stuttgart. 100 pp.
- USDA. (2010). *National Roadmap for Responding to Climate Change*. U.S. Department of Agriculture. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/climatechange/pdf/roadmap.pdf>
- van Hoof, B. (2003). Necesidades de bienes y servicios ambientales de las PYME en Colombia: oferta y oportunidades de desarrollo. *Serie 70, Medio Ambiente y Desarrollo*. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile.
- Vélez, J. y Poveda, G. (2009). *Una agenda de trabajo futuro en investigación sobre aprovechamiento y gestión de recursos hídricos en Colombia*. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- VRI. (2006). *Doctorados e investigación: tendencias, perspectivas y lineamientos estratégicos en la Universidad Nacional de Colombia*. Vicerrectoría de Investigación. Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Landínez, L., Rivera, S. y Gómez, A. (2009a). *Capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. (2009b). *Plan Global de Desarrollo 2010-2012*. Vicerrectoría de Investigación. Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Gómez, A., Castellanos, H., Morales, C., Moreno, S., González, H. y Luengas, C. (2010a). *Capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia 2000-2009: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- VRI. (2010b). *Programa: Prospectiva UN Agendas de Conocimiento Etapa 1: Socialización del proyecto a la comunidad académica*. Mayo de 2010. Disponible en http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/files/vri-agendas_de_conocimiento_socializacion_31052010.pdf
- VRI. (2010c). *Programa: Prospectiva UN Agendas de Conocimiento UN. Avances a 31 de diciembre de 2010*. Disponible en <http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/files/Proyectos/Avances%20en%20ejecuci%C3%B3n%20Proyecto%20Agendas%202010.pdf>
- VRI. (2011). *Formas de organización para la investigación, creación artística, extensión e innovación. Documento en discusión*. Vicerrectoría de Investigación, VRI. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C.
- VRI. (2011a). *Agendas de Conocimiento – Avances*. Septiembre. Disponible en: http://www.viceinvestigacion.unal.edu.co/VRI/index.php?option=com_content&view=article&id=107&Itemid=141
- VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M., Morales, C., Moreno, S., González, H. y Luengas, C. (2011b). *Capacidades de investigación de la Universidad Nacional de Colombia 2000-2010: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

VRI. Molina, R., Sánchez-Torres, J. M. y Sánchez-Vargas, A. (Eds.). (2012). *Agendas de conocimiento: metodología para su construcción colectiva. Hacia un sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (en prensa).

Wasserman, M. (2010). Entre lo pertinente y lo impertinente. En *El Tiempo*, domingo 19 de septiembre de 2010.

WBCSD. (2002). *The business case for sustainable development. World Business Council for Sustainable Development*. Disponible en: <http://www.wbcsd.org/DocRoot/LU1saJofpJeodZUrDXUM/business-case.pdf>

WBCSD. (2010). *Business & Development: Challenges and Opportunities in a Rapidly Changing World*. World Business Council for Sustainable Development. Bélgica. Disponible en: http://www.wbcsd.org/web/development/business_and_development.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Metodología para la construcción de la Agenda Ambiente y Biodiversidad

En la construcción colectiva y participativa de las agendas de conocimiento se han respetado la heterogeneidad y la diversidad de las temáticas y de los expertos. No obstante, se establecieron algunos elementos mínimos que resultan comunes para todas las agendas, y que cada equipo facilitador y grupo de expertos elaboraron de manera diferente según la naturaleza y las dinámicas propias de las mismas. Estos elementos, tales como identificación de capacidades, los árboles de conocimiento, entre otros, fueron construidos durante las etapas pre-prospectiva y prospectiva, las cuales se describen en el presente anexo.

Es oportuno señalar que los aspectos relacionados con la pos-prospectiva, en particular la conceptualización del “Sistema institucional de pensamiento y gestión permanente del conocimiento, la creación artística y la innovación” de la Universidad Nacional de Colombia, serán abordados en VRI. Molina, Sánchez-Torres, Sánchez-Vargas (2012), de carácter conceptual, que la VRI publicará como parte de los documentos de reflexión originados a partir del proceso de elaboración de las agendas de conocimiento.

Este anexo metodológico se presenta con la misma estructura del documento de la agenda, por lo cual inicia con el procedimiento para la construcción de la situación de la investigación en varios contextos; en segundo lugar se precisa el camino seguido para la consolidación de la visión de futuro y, finalmente, el proceso desarrollado para la estructuración del plan de acción a través de los programas y proyectos seleccionados. Cabe resaltar que este anexo metodológico se constituye en un resumen ejecutivo y primera versión del libro metodológico originado en el Proyecto Agendas de Conocimiento.

Un elemento esencial en el que se debe insistir es en que todos los insumos elaborados durante el proceso de construcción de las agendas de conocimiento fueron sometidos

a procesos de validación permanente por parte de los expertos de la agenda, pues son quienes cuentan con el conocimiento, la experiencia y el reconocimiento para emitir opiniones idóneas frente a los contenidos de los mismos. Por ende, durante todo el proceso y para cada uno se realizó la deconstrucción de los documentos elaborados por cada equipo facilitador.

Este proceso hizo referencia a la validación, corrección, introducción o eliminación de nuevos asuntos de los insumos, siempre con el objetivo de mejorarlos y garantizar una línea de trabajo abierta e incluyente.

1. Consideraciones para la elaboración del panorama de investigación

En primera instancia es preciso mencionar que el logro de objetivos propuestos en el Plan de Trabajo del Proyecto Agendas de Conocimiento se concibió a través de una visión sistémica de la actividad investigativa por parte de la comunidad académica. Por ello, para la construcción de las agendas se estableció que era necesario considerar siete insumos que se esquematizan en la figura 1, algunos de los cuales son parte integral de la construcción del panorama de la investigación.

Así pues, el panorama de la investigación corresponde a un conjunto de elementos con los cuales se estableció el estado de la investigación en los temas de una agenda de conocimiento particular. Este diagnóstico, como se ha denominado en algunas agendas, comprende cuatro insumos mencionados en la figura 1, así: i) el contexto internacional a través de las tendencias futuras de investigación; ii) las capacidades de investigación en el entorno nacional y en el contexto de la Universidad Nacional de Colombia; iii) las apuestas gubernamentales en la última década a partir del análisis de los planes de desarrollo, y iv) las formas de interacción a través de escenarios modernos de acción.

Estos dos últimos insumos serán objeto de mayor análisis en el documento de reflexión que la VRI publicará como fruto de la elaboración de las agendas de conocimiento; sin embargo, en este anexo se menciona la forma como se integró por parte de los equipos a cada agenda.

Los cinco insumos señalados se elaboraron en la fase denominada en el Plan de Trabajo del Proyecto Agendas de Conocimiento (VRI, 2009a) como fase pre-prospectiva, y cuyo proceso metodológico se describe en Sánchez-Torres, J. M., Sánchez-Vargas, A., Rodríguez, C., Robledo, J., Tamayo, J., Aguilar, J. y Molano, J. (2012).

2. Apuestas gubernamentales en la última década

Como se mencionó, los detalles metodológicos de este componente se abordarán en Bonilla, E. y Lizarazo, P. (2012) relacionado con las herramientas y los métodos generales implementados para la elaboración de las agendas de conocimiento; sin embargo, cabe señalar que esta sección incluye elementos del trabajo liderado por la Dirección Nacional de Extensión, DNE, el cual pretendió vincular la investigación de la Universidad con la realidad del contexto nacional y, en particular, con los instrumentos de planeación de los gobiernos en los ámbitos local, regional y nacional. Además, se analizaron e incluyeron documentos de política del orden nacional, como los planes de desarrollo, identificando aquellos temas relevantes que potenciaran la investigación de cada agenda.

Con base en el documento mencionado, los expertos de cada agenda discutieron y eligieron los elementos más relevantes de cada plan de desarrollo coincidente con los temas de la agenda.

3. Esfuerzos institucionales en la definición de agendas de investigación

Esta sección recopiló, a partir de la búsqueda de información secundaria, los esfuerzos realizados por la Universidad Nacional de Colombia por organizar los procesos de investigación así como su priorización, y se resaltan aquellos puntos coincidentes con las áreas, temas o subtemas de cada una de las agendas de conocimiento; este insumo implicó el estudio de la información existente relacionada con los Programas Universitarios de Investigación, PUI (1990-1993), los Campos de Acción Institucional, CAI (1999-2003) y los Programas Académicos Estratégicos, PRE, y Redes de conocimiento (2006).

Lo anterior, con el ánimo de destacar los esfuerzos que la Universidad Nacional de Colombia, UN, en su voluntad de fortalecer sus capacidades de investigación, ha realizado en distintas épocas.

4. Capacidades de investigación del entorno nacional e institucional en la agenda

Las capacidades de investigación se analizaron en dos contextos: el primero, de carácter nacional, y el segundo en el entorno de la Universidad Nacional de Colombia. En este punto es importante considerar que para el año 2008 los tomadores de decisión

relacionados con temas de ciencia, tecnología e innovación de la Universidad solo contaban con información básica de las actividades de investigación institucionales con indicadores incipientes que reportaban tal accionar. Ante esta situación, en el período comprendido entre los años 2008 y 2009 se diseñó e implementó un modelo para la medición de las capacidades de investigación. El modelo propuesto cuenta con dos componentes: el primero, un módulo de medición del capital intelectual que da cuenta de la capacidad¹³ de la organización para realizar actividades de investigación de la UN, del cual se obtiene un perfil científico de la organización de carácter genérico. Dicho módulo desde 2008 se ha implementado tres veces, y los resultados se pueden consultar en los libros electrónicos disponibles en <http://www.viceministerio.unal.edu.co>

El segundo módulo comprende la identificación de capacidades temáticas, denominado por VRI (2009) como portafolios temáticos que corresponden a la identificación de capacidades institucionales de investigación específicas en cada una de las agendas de conocimiento; así se reconoce y construye el perfil científico asociado a cada una de ellas.

Ambos módulos describen las capacidades de investigación a través de una aproximación desde el capital intelectual, el cual está conformado por tres elementos: capital humano, capital estructural y capital relacional.

4.1 Capacidades de investigación del entorno colombiano

Para el entorno nacional se contempla el análisis del capital humano y del capital estructural. En relación con el capital relacional no se realizó su estudio porque su consolidación desborda los objetivos del Proyecto Agendas de Conocimiento, por cuanto resulta complejo y requiere el análisis de todos los actores del SNCyT.

Para la construcción del capital humano se descargaron los datos cuantitativos generales de los diversos grupos de investigación del país que trabajan temas relacionados con cada agenda de conocimiento, información secundaria que se obtuvo de la Plataforma ScienTI – Colombia a través de la página electrónica <http://www.colciencias.gov.co/scienti>. En dicho portal los equipos facilitadores identificaron los grupos de investigación a partir de las categorías establecidas por el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, así como el área de conocimiento para cada una de las doce agendas.

13 En el libro *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008* se estableció que por capacidad se entiende “lo que se sabe hacer”, que incluye la capacidad personal, las organizativas y las tecnológicas y estructurales, que confieren valor a las actividades de la organización” (Bueno, E. 2002). Indicadores de capital intelectual aplicados a la actividad investigadora y de gestión del conocimiento en las universidades y centros públicos de investigación de la Comunidad de Madrid. Capital intelectual y producción científica. Dirección General de Investigación, Consejería de Educación, Comunidad de Madrid, VRI. (2009a). *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación.

Para consolidar el capital estructural del entorno nacional, se revisó la información del Sistema Nacional de Información de Educación Superior, SNIES¹⁴, recopilando los datos de los programas de pregrado y posgrado ofertados por las Instituciones de Educación Superior, IES, con temas relacionados con cada agenda e indicando la participación porcentual de la UN.

Esta información fue complementada con otra relacionada con laboratorios o centros de investigación, dependiendo del contexto de cada una de las agendas.

4.2 Capacidades de la Universidad Nacional de Colombia

La información sobre las capacidades acumuladas en investigación en la UN durante el período 2000-2010 se ha generado a partir de múltiples fuentes de información, cada una asociada al tipo de datos analizado según el capital por construir. En este sentido, para el análisis del capital humano de la UN, según el tipo de información, los datos provienen de diferentes fuentes: la planta docente, de la información suministrada por la Dirección Nacional de Personal; lo relacionado con los grupos de investigación, a partir de la información de la plataforma SCienTI entregada por Colciencias; los integrantes de los grupos de investigación no vinculados a la Universidad y aquellos que tienen vinculación o estuvieron vinculados, a partir del cruce con la base de datos del Comité de Puntaje, SARA¹⁵. Los investigadores se identificaron a partir de los productos de nuevo conocimiento o proyectos de investigación desarrollados en los últimos tres años, registrados en SARA y en el Sistema de información financiera Quipu.

Para el capital estructural, en particular la información de las revistas indexadas de la UN, se consideró el sistema de indexación Publindex de Colciencias. El análisis de la producción científica se realizó a partir de dos fuentes: i) la información declarada por los grupos de investigación avalados institucionalmente y registrados en la plataforma SCienTI, y ii) la información registrada en el módulo del Comité de Puntaje de SARA. Esta información se complementó con la información de la base de datos de ISI Web of Knowledge. Para productos patentados se realizaron búsquedas en el ámbito nacional en la base de datos de la SIC, y en el contexto internacional en las bases de datos de las USPTO, Espacenet, OMPI y JOP. Esta información se depuró a partir del cruce con el sistema SARA de la Universidad.

14 Disponible en <http://www.mineduccion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>

15 A partir del modelo de capacidades de investigación en 2008, la UN asume que un investigador es aquel que en los tres últimos años ha generado un producto de nuevo conocimiento o ha inscrito formalmente un proyecto de investigación, registrado en SARA, Quipu o Hermes.

La información del capital relacional se analizó con base en los proyectos ejecutados por los investigadores de la UN, sin importar la fuente de financiación, registrados en el Sistema de información financiera Quipu de la Universidad Nacional de Colombia.

A partir de las bases de datos y la depuración mencionada se suministró a los grupos facilitadores listados de proyectos, productos e integrantes consolidados con base en descriptores relacionados con cada agenda, los cuales, luego de procesos intensos de depuración y análisis por parte de los vigías, se agruparon en los componentes mencionados de capital humano, capital estructural y capital relacional.

Con base en la definición previamente señalada sobre el capital humano de la Universidad Nacional de Colombia, se describen y analizan los actores relacionados con la investigación en la Universidad, entre ellos los investigadores, los estudiantes, los becarios y los grupos de investigación¹⁶.

Así, cada una de las agendas de conocimiento detalla los grupos de investigación identificados; además, aquellos que declaran pertenecer a la misma se analizan de acuerdo con las sedes a la cual se encuentran vinculados identificando aquellos que tienen carácter intersede¹⁷. En cuanto a las personas vinculadas a los grupos de investigación, se indica la categoría docente (en orden ascendente según las siguientes categorías: instructor asistente, instructor asociado, profesor auxiliar, profesor asistente, profesor asociado, profesor titular), así como el estado de su vinculación (activo o retirado). En relación con las otras personas, se detalla el nivel de formación de los investigadores asociados a los diversos grupos de investigación de cada agenda.

El capital estructural en el contexto de la Universidad Nacional de Colombia corresponde a las estructuras de apoyo para las actividades de investigación; comprende los productos académicos, los programas de formación, los centros e institutos de investigación, los laboratorios, el acceso a las bases de datos y plataformas del conocimiento mundial, entre otras. Da cuenta de la infraestructura en términos académicos y físicos para el desarrollo de la investigación, lo cual incluye la red de laboratorios y los centros e institutos de investigación; igualmente se reseñan las revistas científicas que la Universidad edita.

16 Una mirada general pero integral de la constitución del capital humano de la Universidad podría ser útil para relacionarlo con las necesidades del país, las tendencias de formación e investigación internacional y la política y planeación de la institución, de tal forma que se convierta en un elemento visible para el trazo de lineamientos en el ingreso en la planta y el seguimiento a la misma, que fundamenten la apuesta de la Universidad por su quehacer en la investigación articulada a la formación y a la extensión.

17 Esta categoría especial de grupos de investigación, según VRI (2009a), *Capacidades de investigación en la Universidad Nacional de Colombia 2000-2008: una aproximación desde el capital intelectual*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Vicerrectoría de Investigación, representa la interacción entre investigadores de diferentes sedes, lo que refleja un necesario ejercicio de sinergia institucional.

Así, en el caso de las diferentes agendas de conocimiento, el capital estructural se analizó a partir de dos grandes elementos: uno, los productos académicos¹⁸ y de investigación¹⁹ en el área particular, y dos, los proyectos de investigación. Por su parte, los productos académicos han sido categorizados según: i) productos de generación de nuevo conocimiento²⁰; ii) productos relacionados con formación²¹, y iii) productos de apropiación social²², que se desarrollaron en el período considerado, así como el balance de proyectos de investigación y extensión. En relación con los productos de nuevo conocimiento, se clasifican en ocho categorías, que corresponden a la elaboración de capítulos de libros, impresos universitarios, artículos de revistas, libros de investigación, libros de texto, libros de ensayo, producción audiovisual y patentes.

Por último, en cuanto al capital relacional para las agendas de conocimiento, se identificaron aquellos proyectos de investigación y extensión financiados gracias a la participación conjunta con entidades u organizaciones externas a la Universidad Nacional de Colombia.

-
- 18 Producto de investigación: es el resultado de una dinámica sobre la puesta en marcha del plan de acción de los grupos de investigación. Los productos de investigación se dividen en: i) productos de nuevo conocimiento –tipo A; ii) productos relacionados con la formación de investigadores –tipo B; y iii) productos relacionados con la apropiación social del conocimiento –tipo C. Pueden ser, entre otros, artículos, libros, normas, registros de propiedad intelectual, formación de capital humano, participación en programas de posgrado, asesorías, extensiones a la comunidad y apropiación social del conocimiento.
- 19 Proyecto de investigación: son actividades teóricas, prácticas y experimentales que realizan los grupos de investigación enmarcados de acuerdo con la línea de investigación que promueve el grupo, es decir la temática o área de investigación en la cual se centran. Los proyectos se pueden clasificar en proyectos de investigación básica y aplicada.
- 20 Productos de nuevo conocimiento: esta categoría hace referencia a productos de investigación tales como: artículos de investigación, libros de investigación, libro de autor que presente resultados de la investigación, capítulos de libros, voces en enciclopedias y similares, productos o procesos tecnológicos patentados o registrados, productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial, productos de creación artística y normas.
Productos de creación artística: son productos de nuevo conocimiento que contemplan, entre otros: memoria fotográfica o audiovisual de los objetos de arte desarrollados en la investigación, exposiciones en recintos de prestigio con catálogo o memoria en medio audiovisual, audiciones de concierto en recintos de prestigio con programa y memoria de audio, partitura final lista para impresión, grabación en CD lista para publicación, formato audiovisual listo para publicación.
- 21 Productos de investigación relacionados con la formación de investigadores: se refiere a las tesis doctorales o de maestría.
- 22 Productos de investigación relacionados con la extensión o apropiación social del conocimiento: se trata de los productos de divulgación o popularización de resultados de investigación, tales como: artículos publicados en medios de divulgación, libros de divulgación científica, organización de evento científico o tecnológico, presentación de ponencia en evento científico o tecnológico o capítulo en memorias de congreso editadas que presente resultados de la investigación, curso de extensión basado en resultados del proyecto de investigación.

5. Formas de interacción de las agendas, antecedentes del ajuste institucional

Los detalles metodológicos de este componente se abordarán en Poveda, A., Abad, P., Franky, J., Hurtado, R., Castaño, G., Echevarría, J., Castiblanco, J. (2012), relacionado con las herramientas y métodos generales implementados para la construcción de las agendas de conocimiento; sin embargo, es necesario precisar que los insumos suministrados por el equipo de profesores que trabaja en este componente, a quienes se ha denominado “escenaristas”, fueron fruto de reflexión, análisis y realimentación por parte de los expertos de cada una de las agendas. Así, pues, al considerar las dinámicas de cada comunidad académica, se apropiaron aquellas alternativas que mejor respondieran a las necesidades.

6. Consolidación de la visión de futuro

De acuerdo con Castro *et al.* (2002), el análisis prospectivo es una técnica de planeación utilizada en muchos sectores económicos para mejorar la base de información disponible sobre la cual se sustenta la toma de decisiones estratégicas. En este contexto, la fase prospectiva implicó retomar e incorporar todos los insumos construidos y validados en la etapa anterior para hacer esta visión lo más integral posible.

En el Proyecto Agendas de Conocimiento, el objetivo de la fase prospectiva es construir una visión de futuro participativa e incluyente de la investigación en la Universidad Nacional de Colombia para los próximos años en las diferentes agendas de conocimiento, a partir de las tendencias en la frontera del conocimiento, las demandas tecnológicas, los estudios de prospectiva y de otro carácter existentes en la Universidad y en el país, así como del *expertise* proporcionado por los expertos.

Para alcanzar dicho objetivo, durante todo el proceso de construcción de las agendas de conocimiento se implementaron diversas herramientas para encaminar esta visión de futuro, tales como:

- Panel de expertos en validación de documentos construidos por equipos.
- Análisis de tendencias; las macrotendencias abordan este punto.
- Árboles, que vinculan capacidades con tendencias de investigación.

Además, algunas agendas y sus equipos han implementado, según las particularidades de cada grupo de expertos, ábaco de Regnier, consulta a expertos, entre otros.

La visión de futuro comprende: i) plataforma estratégica; ii) potenciadores e inhibidores; iii) propuesta inicial de temáticas existentes y emergentes; iv) determinación de énfasis institucionales; v) elementos vinculantes, y vi) encuesta prospectiva. En este numeral se detalla el procedimiento seguido para la construcción de estos diferentes apartes en cada agenda. Los detalles metodológicos se describen en Sánchez-Torres *et al.* (2012).

7. Estructuración del documento final

La elaboración de la versión final del documento se realizó a partir de las diversas revisiones y modificaciones de los documentos que incorporaron las diversas sugerencias aportadas por los expertos. La estructura propuesta consideró la presentación del panorama general de investigación y los resultados de la visión de futuro ratificados a partir de las encuestas prospectivas.

Anexo 2. Macrotendencias de investigación en ambiente y biodiversidad

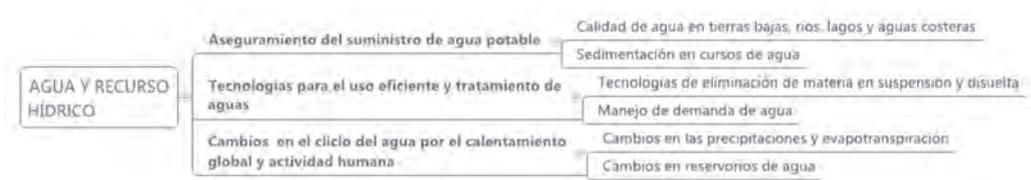
A continuación se presenta el panorama internacional en la investigación en ambiente y biodiversidad con un mayor detalle, siendo las principales áreas de investigación encontradas en la literatura, las siguientes: 1) el agua y el recurso hídrico, 2) la biodiversidad, 3) el cambio climático, 4) el desarrollo sostenible, y 5) la seguridad ambiental.

1. Agua y recurso hídrico

Para que el agua sea un recurso, debe estar disponible, o capaz de ser puesta a disposición para su uso, en cantidad suficiente y de calidad en un lugar y en un período de tiempo apropiado para una demanda identificada (Unesco, 1988). Por su parte, el agua es una sustancia simple y perfecta, considerada la piedra angular de la vida en la Tierra (CBD, 2010e).

A partir de lo revisado en la literatura, se sugieren las siguientes tendencias en agua y recurso hídrico: i) aseguramiento del suministro de agua potable; ii) tecnologías para el uso eficiente y tratamiento de aguas y iii) cambios en el ciclo del agua por el calentamiento global y actividad humana. En cada una de las tendencias de investigación se identifican temáticas, las cuales se observan en la figura 22.

Figura 22. Panorama internacional de la investigación en agua y recurso hídrico



Fuente: Con base en AWWARF (2004), CBD (2010), ICSU (2004), MADRI+D (2006), MoRST (2007), ONU (2009).

Colombia es reconocido internacionalmente como uno de los países con mayor riqueza en recursos hídricos del mundo; sin embargo la variabilidad de las condiciones climáticas, cuya consecuencia es la presencia de eventos extremos muy acentuados de déficit y excesos de agua, la distribución desigual del recurso, la población y las actividades económicas hacen que esta riqueza hídrica sea menos favorable en la medida en que se consideren exclusivamente las zonas donde se concentra la mayor parte de su población. Esta situación se corrobora en las diferencias de las relaciones de demanda y oferta de agua de las 45 grandes cuencas del país, que permiten observar cómo las mayores presiones sobre el recurso se concentran en las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca, y las de los ríos que drenan al Caribe colombiano, incluido el Catatumbo (Ideam, 1999).

- i) Aseguramiento del suministro de agua potable: definido en el objetivo siete de desarrollo del milenio de la ONU, “asegurar el desarrollo ambientalmente sostenible”, en donde se pretende buscar alternativas para brindar acceso a fuentes de agua de manera sostenible a la población humana. El suministro de agua es considerado esencial para lograr desarrollo social y económico, reducción de pobreza y generación de equidad.

En los documentos encontrados, se ve gran preocupación en el mundo debido al aumento constante en la presión relacionada con el creciente consumo de los recursos naturales, tomados como fundamentales para el desarrollo económico, el sostenimiento de los ecosistemas y de las poblaciones humanas (AWWARF, 2004; MoRST, 2007). El ser humano debe trabajar hacia una mejor comprensión de cómo gestionar los recursos hídricos, y con ello asegurar que el ecosistema mantendrá el suministro vital de agua (CBD, 2010e). Según la literatura revisada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en el área: i) calidad de agua en tierras bajas, ríos, lagos y aguas costeras, y ii) sedimentación de cursos de agua.

- ii) Tecnologías para el uso eficiente y tratamiento de aguas: este tema se desarrolla a partir de las crecientes demandas de recursos por parte de las actividades agrícolas, industriales, de consumo y de sanidad; por tanto, se busca una mejor utilización del recurso hídrico y un tratamiento de las aguas usadas en las actividades humanas, para ser reutilizadas o devueltas al ecosistema (ICSU, 2004).

El adecuado tratamiento de aguas y su posterior reutilización contribuye a un consumo sostenible del agua y a la regeneración ambiental del dominio público hidráulico y marítimo y de sus ecosistemas (MADRI+D, 2006). Las tecnologías de tratamiento de aguas más investigadas en la actualidad son las de desalinización para potabilizar el agua (Mohamed y Lotfy, 2007), tanto para el consumo humano como para la utilización en la industria (MADRI+D, 2006).

Según la literatura revisada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en el

área: i) tecnologías de eliminación de materia en suspensión y disuelta, y ii) manejo de demanda de agua.

- iii) Cambios en el ciclo del agua por el calentamiento global y actividad humana: en este aspecto se ve el interés por el cambio en las cantidades de agua en cada una de las fases del ciclo, y el impacto que ha traído el calentamiento global y la actividad humana (ICSU, 2004; ONU, 2009); los modelos globales climáticos predicen cambios marcados en las temporadas de lluvia y evaporación en muchas partes del mundo (CBD, 2010e). En el país se evidencian transformaciones en los ciclos biológicos debido al calentamiento global (Pérez *et al.*, 1998); en otros países con diferentes niveles de industrialización también existe preocupación por los cambios climáticos, los cuales afectan las precipitaciones y, con ello, el ciclo del agua (AWWARF, 2004; MoRST, 2007).

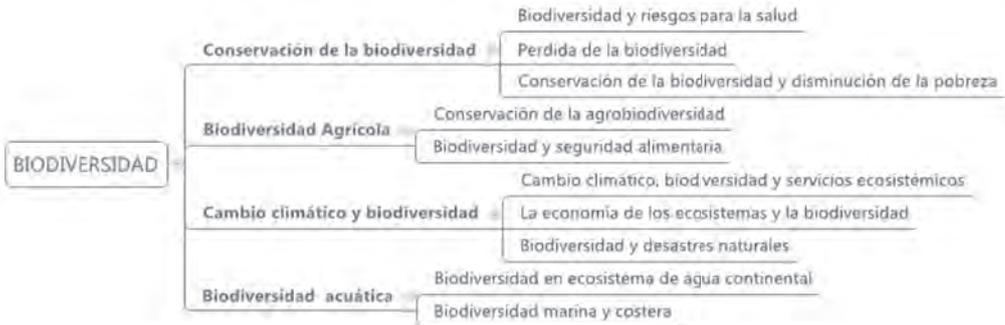
De acuerdo con la literatura revisada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en el área: i) cambios en las precipitaciones y evapotranspiración, y ii) cambios en reservorios de agua.

2. Biodiversidad

La diversidad biológica hace referencia a la variabilidad de organismos vivos (Pnuma, 2002), incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especies y de ecosistemas (CBD, 2010e). Se utiliza en una acepción amplia, tal como se define en el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, en el sentido de la abundancia y distribución, además de las interacciones entre los genotipos, especies, comunidades, ecosistemas y biomas (CBD, 2010a).

Así como se sintetiza en la figura 23, se han identificado cuatro temas de interés: i) conservación de la biodiversidad, ii) biodiversidad agrícola, iii) cambio climático y biodiversidad, y iv) biodiversidad acuática. En este último punto, se mencionan por ejemplo tendencias de investigación como biodiversidad en ecosistemas de agua continental y biodiversidad marina.

Figura 23. Panorama internacional de la investigación en biodiversidad



Fuente: A partir de CBD (2003a, 2003b, 2006, 2010b), Harvey (2002), ONU (2010).

- i) Conservación de la biodiversidad: esta temática de la conservación de biodiversidad considera a todas las especies del ecosistema como importantes, tomando el valor funcional de las especies como una nueva categoría de valorización de la biodiversidad. La conservación de ecosistemas tiene presente la capacidad de resiliencia ambiental y un enfoque a largo plazo, orientado hacia la sostenibilidad de los ecosistemas, respetando su dinámica natural de sucesión.

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) biodiversidad y riesgos para la salud, ii) pérdida de la biodiversidad, y iii) conservación de la biodiversidad y disminución de la pobreza.

- ii) Biodiversidad agrícola: la biodiversidad agrícola no solo proporciona alimentos e ingresos, sino también materias primas para la ropa, refugio, medicinas, obtención de nuevas variedades; por otra parte, permite otros servicios como el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la biota, y la conservación del suelo y el agua, todos los cuales son esenciales para la supervivencia humana. Casi un tercio de la superficie terrestre del mundo se utiliza para la producción de alimentos (Pnuma, 2010).

A partir de la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) conservación de la agrobiodiversidad, y ii) biodiversidad y seguridad alimentaria.

- iii) Cambio climático y biodiversidad: el cambio climático se define como una variación ya sea en el estado medio del clima o en su variabilidad que persiste por un período prolongado, normalmente de decenios o más. Abarca los aumentos de temperatura, la elevación del nivel del mar, los cambios en los patrones de precipitación y los aumentos en la frecuencia de eventos climáticos extremos.

La diversidad biológica y el cambio climático están estrechamente vinculados, y cada uno influye sobre el otro: la diversidad biológica está amenazada por el cambio climático de origen antropogénico, pero los recursos de la diversidad biológica pueden reducir los impactos del cambio climático sobre la población y los ecosistemas (Pnuma, 2010).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) cambio climático, biodiversidad y servicios ecosistémicos, ii) economía de los ecosistemas y la biodiversidad, y iii) biodiversidad y desastres naturales.

3. Cambio climático

Por cambio climático se entiende cualquier cambio en el clima, ya sea debido a la variabilidad natural o atribuido a la actividad humana (IPCC, 2001), que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (ONU, 1992).

En la figura 24 se presenta la síntesis de las tendencias de investigación en cambio climático, como son: i) efectos del cambio climático, ii) mitigación de los efectos del cambio climático y iii) políticas sobre el cambio climático.

Figura 24. Panorama internacional de la investigación en cambio climático



Fuente: A partir de la información disponible en AS (2009), ICSU (2004), IFGF (2010), IPCC (2001), OCDE (2008), Santiago *et al.* (2008), USDA (2010).

Es importante aquí resaltar el papel fundamental que cumple la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, mediante la “Estrategia de Crecimiento Verde”, específicamente en la temática “políticas sobre el cambio climático”, que guarda estrecha relación con las políticas sustentables que en el marco de la “Estrategia de Crecimiento Verde” se quieren implementar.

En Colombia existe una clara tendencia de calentamiento que se observa en las series de temperaturas mínimas, y que concuerda con las series de temperaturas medias. Las series de punto de rocío y presión de vapor indican un aumento en la humedad atmosférica. Esta tendencia coincide con el calentamiento. Las principales cuencas presentan tendencia decreciente en los caudales. Los resultados permiten establecer corrimientos en las fases de los ciclos anual y semianual de diversas variables climáticas en Colombia (Pérez *et al.*, 1998).

- i) Efectos del cambio climático: con su investigación se busca determinar de manera cercana los efectos que producirán los nuevos patrones climáticos a los ecosistemas y sus comunidades biológicas, trascendiendo la discusión del causante del cambio climático (evolución del planeta o actividad humana) a la búsqueda de consecuencias globales (ICSU, 2004). El calentamiento global conlleva incrementos en los eventos ambientales extremos, como deshielo de glaciales, avalanchas, sequías generalizadas, entre otros, que afectarán todas las poblaciones del planeta (IFGF, 2010).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes temáticas de investigación en esta área: i) efectos del cambio climático en el ecosistema, ii) efectos del cambio climático en las comunidades biológicas, y iii) efectos del cambio climático en la población humana.

- ii) Mitigación de los efectos del cambio climático: con ello se busca reducir los efectos adversos a través de la disminución de las causas del cambio climático; algunos de los campos principales de esta temática son la búsqueda de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero con el uso de fuentes de energías renovables (AS, 2009) y la recaptura de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Santiago *et al.*, 2008; USDA, 2010).
- iii) Políticas sobre el cambio climático: se observa una gran preocupación por el desarrollo de políticas en el mundo que disminuyan el impacto del cambio climático, las cuales implican la inclusión de elementos de mercado relativos a impuestos y permisos de emisión, en los sectores de mayor impacto ambiental (OCDE, 2008). Estas políticas se desarrollan en cada país y también a través en la cooperación entre varios estados, en donde se enfocan esfuerzos en el desarrollo de tecnologías menos contaminantes (AS, 2009).

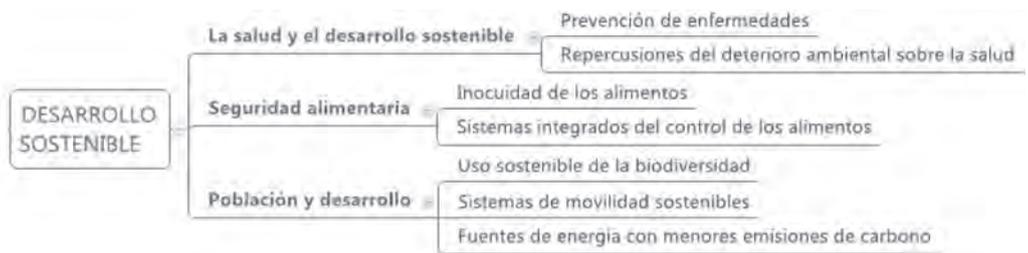
A partir de la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) políticas relativas a reducción de emisiones, y ii) políticas relativas a la reversión del efecto del cambio climático.

4. Desarrollo sostenible

Existen varios enfoques relacionados con la definición de “desarrollo sostenible”. No obstante, hay consenso para definirlo como el desarrollo que satisfaga las necesidades del presente, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades (ONU, 1987; WBCSD, 2002). Con el desarrollo económico actual, con la tasa de crecimiento de la población y con el hecho de que los recursos naturales son fijos, es urgente proponer estrategias para el desarrollo sostenible.

La figura 25 resume las tendencias de investigación de mayor interés en desarrollo sostenible identificadas en la literatura, como son: i) salud y el desarrollo sostenible, ii) seguridad alimentaria, y iii) población y desarrollo.

Figura 25. Panorama internacional de la investigación en desarrollo sostenible



Fuente: Con base en Ardavin (2010), CBD (2010d), FAO (2007), ONU (1994), WBCSD (2010).

Aunque ya se mencionó, cabe aquí resaltar el papel fundamental que cumple la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, mediante la “Estrategia de Crecimiento Verde”, en este tema.

En la literatura se pueden evidenciar algunos temas de interés respecto al desarrollo sostenible:

- i) La salud y el desarrollo sostenible: La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo afirma que los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible, y que tienen derecho a una vida saludable y productiva, en armonía con la naturaleza. Los objetivos del desarrollo sostenible solo pueden lograrse cuando no hay una alta prevalencia de enfermedades debilitantes, y la mejora de la salud de la población exige la erradicación de la pobreza. Es urgente hacer frente a las causas de la mala salud, incluidas las causas ambientales, y a su efecto en el desarrollo, prestando particular atención a las mujeres y a los niños, así como a los grupos vulnerables de

la sociedad, como las personas con discapacidad, las personas de edad y las poblaciones autóctonas (ONU, 2003).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) prevención de enfermedades, y ii) repercusiones del deterioro ambiental sobre la salud.

- ii) Seguridad alimentaria: existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 2007). En 1983, el análisis de la FAO se concentró en el acceso a los alimentos. Actualmente más de 40 países han consagrado el derecho a la alimentación en su Constitución, y la FAO estima que 54 países podrían instaurar este derecho (FAO, 2007).

A partir de la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) inocuidad de los alimentos, y ii) sistemas integrados del control de los alimentos.

- iii) Población y desarrollo: se afirma que los seres humanos son el elemento central del desarrollo sostenible. La población es el recurso más importante y valioso de toda nación; en consecuencia, el derecho al desarrollo debe ejercerse con miras a satisfacer en forma equitativa las necesidades en materia de población, desarrollo y medio ambiente de las generaciones presentes y futuras. Además, para alcanzar el desarrollo sostenible y un nivel de vida más elevado para todos, los estados deberían reducir y eliminar las modalidades no sostenibles de producción y consumo, y promover políticas apropiadas, incluidas las políticas de población (ONU, 1994).

Con base en la literatura consultada, se sugieren las siguientes tendencias de investigación en esta área: i) uso sostenible de la biodiversidad, ii) sistemas de movilidad sostenible, y iii) fuentes de energía con menores emisiones de carbono.

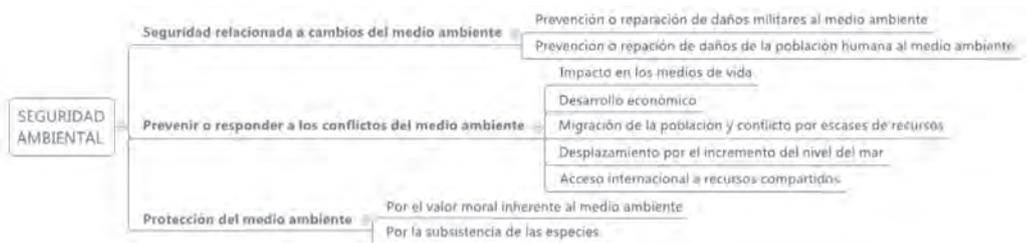
5. Seguridad ambiental

La seguridad ambiental se ha convertido en una preocupación cada vez más recurrente de los gobiernos como causa de varias tendencias que tienen el potencial de amenazar la estabilidad. Estas cuestiones de amenaza potencial son: el crecimiento de la población mundial, la escasez de recursos naturales y su degradación, los eventos naturales catastróficos, la volatilidad financiera y la alta dependencia de las economías (Belluck *et al.*, 2006).

La seguridad ambiental se basa en proteger el medio ambiente natural y vital, los intereses de los ciudadanos, la sociedad y el Estado, de impactos internos y externos, procesos adversos y las tendencias de desarrollo que amenazan la salud humana, la biodiversidad y el funcionamiento sostenible de los ecosistemas, y la supervivencia de la humanidad (TMP, 2010).

La seguridad ambiental tiene como principales tendencias de investigación: i) seguridad relacionada con cambios del medio ambiente, ii) prevenir o responder a los conflictos del medio ambiente, y iii) protección del medio ambiente; estas tendencias se pueden observar en la figura 26.

Figura 26. Panorama internacional de la investigación en seguridad ambiental



Fuente: Adaptado de Belluck *et al.* (2006), TMP (2010).

El hombre no puede existir o ser entendido de manera aislada de las otras formas de vida. Por tanto, el medio ambiente se refiere a la suma total de las condiciones que rodean un punto en el espacio y el tiempo. El alcance del concepto de medio ambiente ha ido cambiando, y cada vez más con el paso del tiempo. En la época primitiva, el medio ambiente constaba de solo los aspectos físicos: el aire, la tierra, la tierra cultivada, el agua. A medida que el tiempo ha transcurrido, el hombre amplió su entorno a través de sus funciones sociales, económicas y políticas (Singh, 2006).

En consecuencia, el ambiente es el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre y en el futuro de generaciones venideras; es decir, no solo se trata del espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos: abarca las relaciones que existen entre ellos y el ambiente donde viven (MMAR, 2003). En este sentido, la preservación de la biodiversidad es esencial para todos; muchas especies producen beneficios a los seres humanos, entre ellas las medicinas, la polinización de cultivos, la limpieza del aire, del agua y algunos otros beneficios no determinados, que no se pueden reemplazar (Pnuma, 2010).

Se requiere entonces la imprescindible participación en investigación sobre ambiente y biodiversidad de científicos naturales, sociales, economistas y expertos en derecho ambiental, es decir, de estudios multidisciplinarios (EPBRS, 2005).

Estrategia de Crecimiento Verde

La adopción de la declaración sobre la Estrategia de Crecimiento Verde, que reúne a 40 países (entre ellos Canadá, Japón, Reino Unido y Estados Unidos), es particularmente significativa, en la medida en que busca políticas favorables para el medio ambiente.

En la reunión ministerial del año 2011, la OCDE presenta el Informe en Resumen de la Estrategia de Crecimiento Verde, un documento que contiene las herramientas y recomendaciones para ayudar a los gobiernos a identificar las políticas que pueden contribuir mejor en el desarrollo sustentable, ofreciendo una valiosa orientación para que las empresas conduzcan sus esfuerzos en este sentido (Ardavin, 2010).

En la Declaración de Crecimiento Verde se recomienda tanto la ampliación de incentivos a la inversión verde, como el fomento de la gestión sostenible de los recursos naturales y la promoción de la protección de la biodiversidad (OCDE, 2009).

Estas temáticas, como se pudo observar a lo largo del documento, coinciden con las planteadas por parte del equipo de trabajo de agendas de conocimiento en los temas referidos al cambio climático y al desarrollo sostenible.

La decisión de desarrollar una Estrategia de Crecimiento Verde, encabezada por la OCDE, se debe a dos razones principales: en primer lugar, hay una preocupación generalizada en el mundo porque los modelos de desarrollo económico pasados y presentes no son sustentables para el ambiente, y existe el riesgo de alterar irreversiblemente el equilibrio y la dotación de los recursos naturales que son la base de la prosperidad en nuestros países. Por ejemplo, si hoy el mundo no actúa para disminuir las emisiones de carbono, los gases de efecto invernadero se incrementarán en un 70% para el año 2050, y la temperatura se elevará de 4 a 6 grados Celsius hacia el final del siglo.

La segunda razón es que la reciente crisis económica y financiera brinda la oportunidad de diseñar políticas que fomenten la recuperación y el crecimiento sobre bases social y ambientalmente sustentables. Se requiere una perspectiva estratégica para asegurar que, al dejar la crisis atrás, los gobiernos implementarán las políticas más apropiadas desde el punto de vista de una economía eficiente, integridad ambiental y equidad social, congruentes con el esfuerzo de la comunidad internacional.

La OCDE considera que la integridad ambiental puede y debe ir de la mano del progreso económico y social. La falsa oposición entre el crecimiento y el desarrollo sustentable ha quedado atrás: la crisis nos ha dado una oportunidad única de volver a empezar sobre una base más sustentable (Ardavin, 2010).

Dada la importancia de la Estrategia de Crecimiento Verde liderada por la OCDE, se juzga pertinente tenerla en cuenta como un elemento guía fundamental para identificar las tendencias de investigación, principalmente en el tema de desarrollo sostenible y cambio climático.

Anexo 3. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia

En la tabla 16 se observa la información sobre biodiversidad de la Universidad Nacional de Colombia denominado UN-SiB, que cuenta con la participación de las sedes de Bogotá, Medellín, Palmira, Manizales, Caribe y Amazonas.

Tabla 16. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia

Sede	Colecciones Identificadas
BOGOTÁ	Instituto de Ciencias Naturales: Herbario Nacional Colombiano Colecciones Zoológicas Arboretum Francisco Bayón Colección Arqueológica Departamento de Biología: Laboratorio de Investigaciones en Abejas Colección de Invertebrados Acuáticos Colección de Láminas de parásitos de Aves Estación de Biología Tropical Roberto Franco – Villavicencio. Colección de Cocodrilos y Tortugas Departamento de Geociencias: Colección de Paleontología Centro de Historia Natural – Proyecto Jardín Botánico de Villa de Leyva Museo Paleontológico de Villa de Leyva Facultad de Agronomía: Proyecto Museo Entomológico UNAB Herbario Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional. Instituto de Biotecnología: Base de Datos ENKI-DB Colección de Banco de Cepas y Génes Instituto de Genética: Colección Banco de Tejidos de la Biodiversidad Colombiana Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia: Estación Piscícola

Continuación tabla 16. Colecciones científicas de la Universidad Nacional de Colombia

Sede	Colecciones Identificadas
MEDELLÍN	Facultad de Ciencias: Palinoteca Universidad Nacional de Colombia, Medellín Escuela de Biociencias: Museo Entomológico Francisco Luis Gallego Herbario Gabriel Gutiérrez Laboratorio de Fisiología de Insectos (Insectario) Museo Micológico Facultad de Ciencias Agropecuarias: Herbario Forestal Xiloteca Colección de Semillas Arboretum y palmetum Facultad de Minas: Laboratorio de Biomineralogía y Biohidrometalurgia Escuela de Geociencias y Medio Ambiente: Museo de Mineralogía Facultad de Ciencias Agropecuarias: Laboratorio de Apicultura. Apiario
PALMIRA	Reserva Nacional Forestal Bosque de Yotoco Facultad de Ciencias Agropecuarias: Herbario José Cuatrecasas Arumí Museo Entomológico Colección Entomológica Facultad de Ingeniería y Administración: Colección de monolitos de los diferentes tipos suelos del Valle del Cauca, minerales y rocas. Museo de suelos Ciro Molina Garcés
MANIZALES	Plantas piloto de Biotecnología y Agroindustria Sendero Ecológico, Campus la Nubia
CARIBE	Instituto de Estudios Caribeños: Colección viva Jardín Botánico Herbario Jardín Botánico Colección Entomológica Colección de Antropofauna Colección de Corales y Fósiles
AMAZONAS	Instituto Amazónico de Investigaciones, Imani: Sendero de Interpretación Ecológica Plantas Vivas de la Estación Zafire Colección de Microalgas. Ficoteca Amazónica

Fuente: Expertos, agenda.

Anexo 4. Expertos de la Agenda Ambiente y Biodiversidad

A continuación se presenta un breve perfil de los profesores expertos que componen la Agenda AyB, los cuales fueron seleccionados por su formación y producción científica; además, son reconocidos por la comunidad dados sus aportes en este ámbito.

Andrade Correa Miguel Gonzalo

Profesor asociado, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Magíster en Ciencias - Biología (Línea Sistemática), Universidad Nacional de Colombia. Ha ocupado importantes posiciones en administración científica y ambiental dentro y fuera de la UN como director del Instituto de Ciencias Naturales, director de Ecosistemas del Ministerio de Ambiente, representante de la UN ante las Juntas de los institutos de investigación Humboldt, Invemar, Sinchi, IIAP.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: mgandradec@unal.edu.co

Duque Beltrán Carmenza

Profesora emérita de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Química de la Universidad Nacional de Colombia, doctora en Ciencias Químicas del Instituto de Tecnología de Tokio, Japón, y especialista en Química Analítica Instrumental de la misma Institución. Realizó estudios posdoctorales en la Universidad de Stanford (USA) y la Universidad de Würzburg (Alemania). Ganadora del Premio Nacional al Mérito Científico 2002, en la categoría Investigador de Excelencia, y en el 2009 fue distinguida como líder del mejor grupo de investigación del país. Es miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Ha desempeñado diferentes cargos en instituciones nacionales relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: cduqueb@unal.edu.co

Duque Escobar Santiago Roberto

Profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia, magíster en Ecología (Limnología), biólogo. Ha sido director de la Sede Amazonia y coordinador de la Maestría en Estudios Amazónicos, Universidad Nacional de Colombia. Es coordinador del grupo Limnología Amazónica.

Sede: Amazonia

Correo electrónico: sduquee@bt.unal.edu.co

Guzmán Alvis Ángela Inés

Profesora asociada de la Universidad Nacional de Colombia, doctora en Oceanografía de la Universidad de Concepción.

Sede: Palmira

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: aiguzmana@unal.edu.co

León Rodríguez Nohra

Profesora asociada de la Facultad de Ciencias Humanas. Doctora en Ciencias Económicas, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Economía, Universidad de Los Andes. Magíster en Economía (Énfasis Economía Matemática), Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias Humanas

Correo electrónico: nleonr@unal.edu.co

Lynch John Douglas

Profesor asociado al Instituto de Estudios Naturales de la Universidad de Colombia. Doctor en Biología (zoología) de la University of Kansas, USA. Especialista en Taxonomía y sistemática de anfibios.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: jdlynch@unal.edu.co

Mancera José Ernesto

Profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Biología de la University of Louisiana at Lafayette Environmental and Evolutionary Biology. Magister Scientiae con especialidad en Biología Marina. Actualmente director de la sede Caribe.

Sede: Caribe

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: jemancerap@unal.edu.co

Poveda Jaramillo Germán

Profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia. Post-Doctor, Hidroecología, Universidad de Colorado, Boulder, CO, Estados Unidos. Doctor en Ingeniería de recursos hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en complemento con Universidad de Colorado. Magister en Aprovechamiento de recursos hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Máster en Ciencias de la Ingeniería, Universidad de California, Davis, Estados Unidos.

Sede: Medellín

Facultad: Minas

Correo electrónico: gpoveda@unal.edu.co

Rangel Churio Jesús Orlando

Profesor titular y emérito, docente excepcional de la Universidad Nacional de Colombia. Biólogo, Universidad Nacional de Colombia; Doctorandus (Magister Science) y doctor en Biología de la Universidad de Ámsterdam, Holanda. Áreas de especialización: palinología y paleoecología, vegetación de Colombia y biodiversidad.

Sede: Bogotá

Facultad: Ciencias

Correo electrónico: jorangelc@gmail.com

Anexo 5. Integrantes de los diferentes equipos de trabajo que apoyan el Proyecto Agendas de Conocimiento

Existen varios equipos de trabajo involucrados como apoyo al proceso de soporte de la información, la construcción y la conceptualización del Proyecto Agendas de Conocimiento. En total, se cuenta con 50 personas vinculadas al proyecto, 15 de ellos docentes, 27 estudiantes auxiliares, 14 de pregrado y 13 de posgrado, así como dos profesionales y cinco funcionarios de apoyo quienes se listan en detalle en el documento metodológico. A continuación, en la tabla 17 se mencionan las personas involucradas en el equipo de apoyo logístico y coordinación.

Tabla 17. Integrantes del equipo de apoyo logístico y coordinación

Nombres	Equipo
Adriana del Pilar Sánchez Vargas	Apoyo conceptual coordinación
Edwin Arnulfo Güiza Gámez	Vigía de apoyo general
Pedro Amaya Rodríguez	Apoyo logístico
Tania Mendoza Rodríguez	Vigía: 1/9/2010 a 4/9/2012
José Alejandro Cortés	Vigía: 3/9/2010 a 2/11/2011
Julián Andrés Pérez Beltrán	Vigía: 18/11/2011 a 17/03/2012
Carlos Andrés Morales M.	Profesional universitario
Sloan Moreno Rodríguez	Profesional universitario

Fuente: Elaboración propia.

Agenda:

AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

Se terminó de imprimir 500 ejemplares en el mes de diciembre de 2013 en los talleres de Javegraf, calle 46 No. 82-54 Int. 2, Bogotá D. C., Colombia. En su diagramación se utilizaron caracteres Kabel Bk BT. Se utilizó papel Propalmate de 90 gramos y, en la cubierta, papel Propalcote de 240 gramos.



Las Agendas de Conocimiento son el resultado de una iniciativa incluida dentro del Plan de Desarrollo 2010–2012 de la Universidad Nacional de Colombia, que buscó, a través de una construcción colectiva de la comunidad académica, plantear horizontes sobre el direccionamiento del conocimiento generado en la Universidad aplicado a las realidades nacionales e internacionales. En dichos instrumentos se consolida, para doce áreas de conocimiento interdisciplinar, un diagnóstico de las capacidades con que cuenta la Universidad y de sus perspectivas futuras de desarrollo.

Las Agendas de Conocimiento son uno de los insumos básicos para consolidar el **Sistema de Investigación de la Universidad Nacional (SIUN)** en el marco del Plan de Desarrollo 2013–2015, y son fundamentales en el proceso de articular las potencialidades de trabajo de la Universidad con los requerimientos de la sociedad en términos de aportar soluciones a sus problemáticas. Estas Agendas han facilitado, entre otras acciones, la activa participación de la Universidad en el desarrollo de proyectos financiados por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías. De la misma forma se han convertido en una herramienta muy útil para que la Universidad contribuya a generar políticas públicas.

Alexánder Gómez Mejía

Vicerrector de Investigación

(2012–2014)



Plan Global de Desarrollo 2010–2012

Plan Global de Desarrollo 2013–2015

