

# CAPÍTULO UNO

## CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

---

AUTORES

MAURICIO CABRERA LEAL

MARTHA DUARTE ORTEGA

PEDRO SIMÓN LAMPREA QUIROGA

GIAMPIERO RENZONI

## Colaboradores

### IDEAM

Henry Antonio Alterio, Iván Fernando Ángel, Juan Mauricio Bedoya,  
Edersson Cabrera, Helio Carillo, Jennifer Dorado Delgado, María Claudia García,  
Martha García H., Juanita González L., Omar Jaramillo Rodríguez,  
David Lissa, Gladys Moreno, Eduardo Ojeda, María Fernanda Ordoñez,  
Andrea Piñeros P., Lina Sánchez M.

### DNP - Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible

Ana María Loboguerrero, Andrés Ricardo Morales,  
Daniel Alejandro Ordóñez, Juan Fernando Plazas, Santiago Saavedra,  
Luisa Paola Salazar, Oscar Mauricio Santos

### Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Diana Carolina Useche, Lorena Franco, Hernando García, Carlos A. Lasso

### Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales

Carolina Figueroa, Gisela Paredes Leguizamón, Carlos Mario Tamayo

### Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

David Builes, Ángela Cecilia López R., Pilar Lozano R., Paula Sierra

### Coordinación y supervisión

Mauricio Cabrera L.  
Martha Duarte O.  
María Margarita Gutiérrez A.

## CONTENIDO

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	81
<b>1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y POLÍTICOS</b> .....	81
1.1.1 Localización .....	81
1.1.2 División política y administrativa del país .....	83
1.1.3 Marco legal y organización institucional ambiental .....	83
<b>1.2 OFERTA AMBIENTAL</b> .....	87
1.2.1. Fisiografía .....	87
1.2.2. Clima .....	88
1.2.3. Características hídricas .....	89
1.2.4. Características edáficas .....	93
1.2.5. Ecosistemas .....	94
<b>1.3 CARACTERÍSTICAS SOCIALES</b> .....	101
1.3.1 Población .....	101
1.3.2 Educación .....	103
1.3.3 Calidad de vida .....	105
1.3.4 Salud pública .....	107
<b>1.4 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS</b> .....	107
1.4.1 Producto interno bruto .....	107
1.4.2 Análisis sectorial .....	109
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	113

	Página
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b>	
Tabla 1.1 Valores de escorrentía y rendimiento para Colombia por regiones hidrográficas .....	91
Tabla 1.2 Distribución de la vocación de uso de las tierras en Colombia, 2002 .....	93
Tabla 1.3 Grandes biomas y biomas continentales .....	95
Tabla 1.4 Área actual de los glaciares en Colombia .....	98
Tabla 1.5 Evolución glaciar en Colombia por décadas .....	99
Tabla 1.6 Posgrados en Colombia, América Latina y el Caribe 2005 - 2006 .....	104
Tabla 1.7 Número de programas de posgrado por nivel de formación entre 2002 y 2008 .....	104
Tabla 1.8 Participación de los distintos tipos de actividades en el valor agregado industrial (VAI) y empleo industrial (EI) .....	109
Tabla 1.9 Generación de residuos sólidos ordinarios .....	112
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b>	
Figura 1.1 Localización general y regiones geográficas .....	82
Figura 1.2 Marco institucional nacional relacionado con el cambio climático .....	86
Figura 1.3 Volumen de agua en áreas hidrográficas representativas, Km <sup>3</sup> .....	90
Figura 1.4 Escorrentía media anual multianual de Colombia Escenario de año medio .....	92
Figura 1.5 Porcentaje población de Colombia, año 2005 .....	103
Figura 1.6 Áreas colectivas de Colombia .....	103
Figura 1.7 Tasa de analfabetismo total nacional, cabecera y resto .....	104
Figura 1.8 Años de educación de las personas .....	104
Figura 1.9 Acceso a energía, acueducto y alcantarillado .....	105
Figura 1.10 Distribución porcentual de computador, Tv a color, Tv por suscripción e Internet .....	106
Figura 1.11 Distribución porcentual de bienes que posee el hogar .....	106
Figura 1.12 Pobreza, indigencia y Gini .....	107
Figura 1.13 Participación sectorial en el PIB 1970 .....	108
Figura 1.14 Participación sectorial en el PIB 2003 .....	108
Figura 1.15 Producto interno bruto total y por habitante a precios constantes de 1994 .....	108
Figura 1.16 Participación de las ramas de la actividad económica en el PIB 2000-2005 .....	111
<b>CONTENIDO DE CUADROS</b>	
Cuadro 1.1 Clima, tiempo atmosférico y factores climáticos .....	89
Cuadro 1.2 La salinización de los suelos .....	94
Cuadro 1.3 Aspectos de la desertificación .....	94
<b>CONTENIDO DE FOTOS</b>	
Foto 1.1 Portada Capítulo 1. Calle de Barichara (Santander), Mario G. González G. 1999 .....	75

Ítem	Descripción	Detalle
1	Nombre oficial:	República de Colombia
2	Idioma oficial:	Español
3	Coordenadas:	- Norte: 12°26'46'' de latitud norte - Sur: 4°13'30'' de latitud sur - Oriente: 66°50'54'' de longitud al oeste de Greenwich - Occidente: 79°02'33'' de longitud al oeste de Greenwich
4	Moneda:	Peso colombiano (COP)
5	Capital:	Bogotá D.C.
6	Población total (2007):	43.926.034 <sup>1</sup>
7	Alfabetismo (2005):	90,4%
8	Crecimiento poblacional (2007):	1,2%
9	Porcentaje de personas que viven con al menos una necesidad básica insatisfecha (año 2005):	27,7%
10	Porcentaje de personas que viven con dos o más necesidades básicas insatisfechas (año 2005):	10.6%
11	Tasa de desempleo (octubre 2009):	11.5%
12	PIB total (año 2007) en millones de pesos de 1994:	100.777.524 <sup>2</sup>
13	Variación del PIB total (año 2006 a 2007):	7,52%
14	PIB <i>per cápita</i> (año 2007 en pesos de 1994):	2.224.255
15	Variación del PIB <i>per cápita</i> (año 2006 a 2007):	6,24%

Fuente de los ítems:

1 y 2: Constitución Política de Colombia, 1991.

3: Igac, 1992.

4 al 15: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).



## INTRODUCCIÓN

Colombia es un país reconocido por la variedad de ecosistemas y su biodiversidad, siendo el primer país con especies de aves y anfibios; además con mayor variedad en fauna en el planeta. Posee también una importante reserva hídrica, variedad de suelos, importantes zonas boscosas, diversidad orográfica y presencia de tres cordilleras, además de la sierra nevada de santa marta que corresponde a la mayor elevación en el mundo próxima al mar.

A esta oferta natural, se suma la población del país, donde se destacan las diferentes comunidades indígenas que hacen parte del gran acervo de riquezas culturales, quienes por su saber ancestral y su relación con el entrono, promueven el mutuo beneficio con el medio ambiente. En Colombia además del español, se identifican 64 lenguas con estructuras lingüísticas y gramaticales distintas que hablan 87 etnias indígenas, que representan un 3,4% de la población.

El país se ha caracterizado por contar con políticas ambientales e iniciativas de conservación, que incluyen desde la sociedad civil hasta la alta gestión pública, fortalecidas por la Constitución Política, donde se establece la obligación del Estado de proteger las riquezas naturales de la Nación<sup>3</sup>.

La existencia de las características naturales excepcionales y complejas descritas, plantean para el Estado Colombiano un gran esfuerzo para su adecuado manejo debido a la alta complejidad y representatividad ecosistémica, en donde el desarrollo de los sectores productivos y de la intervención antrópica en sus diferentes expresiones en estos ecosistemas, actúan como agentes y factores transformadores decisivos para el delicado equilibrio tanto para la sociedad como para la naturaleza.

En este capítulo de Circunstancias Nacionales se hace una breve descripción de las características ambientales, sociales y económicas del país, lo cual permite plantear un contexto sobre el que se presentan las interacciones asociadas al cambio climático.

### 1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y POLÍTICOS

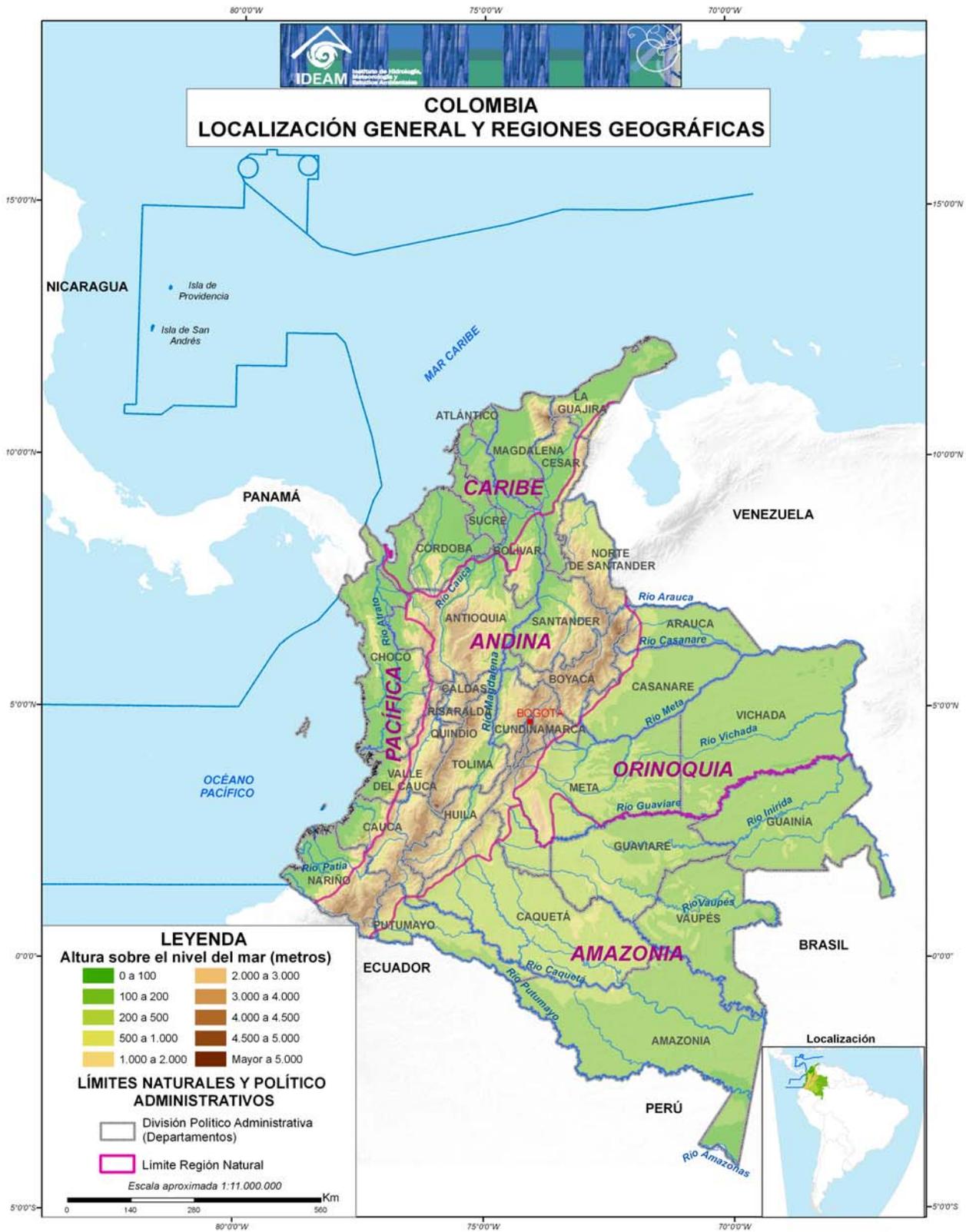
#### 1.1.1 Localización

Colombia tiene un área total de 2.070.408 km<sup>2</sup>, de la cual, 1.141.748 km<sup>2</sup> corresponden al área continental y 928.660 km<sup>2</sup> a la superficie marítima. Las zonas insulares comprenden un conjunto de islas y cayos en el mar Caribe (archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina), así como numerosos cayos, islotes y bajos en el océano Pacífico (islas de Malpelo y Gorgona). La zona marina en el océano Pacífico es de 339.300 km<sup>2</sup> y en el mar Caribe de 589.360 km<sup>2</sup>. Con esta área Colombia es el cuarto país más grande de Suramérica, séptimo en América y 25 en el mundo y es el único de Suramérica con zonas marinas en el Pacífico y en el mar Caribe (Igac, 2003).

El territorio continental de Colombia llega hasta los 12°26'46" de latitud norte en el sitio de Punta Gallinas en la península de la Guajira, que también constituye el extremo septentrional de Suramérica. El extremo sur llega hasta los 4°13'30" de latitud sur, en el sitio donde la quebrada San Antonio vierte sus aguas al río Amazonas. El extremo oriental se localiza a los 66°50'54" de longitud al oeste de Greenwich, sobre la isla de San José en el río Negro. Por el occidente se llega hasta los 79°02'33" de longitud al oeste de Greenwich, que corresponde al cabo manglares en la desembocadura del río Mira en el océano Pacífico (Igac, 1992). En la Figura 1.1 se muestra la distribución espacial de las regiones con sus respectivos departamentos.

<sup>3</sup> Artículo 8° (República de Colombia, 1991).

Figura 1.1 Localización general y regiones geográficas



Fuente: Los autores a partir de Igac, 1987.

El territorio marino colombiano comprende el archipiélago de San Andrés y Providencia, diseminado en el mar Caribe entre los 12° y 16°30´ de latitud norte, 78° y 82´ de longitud al oeste de Greenwich, cuyas islas principales corresponden a San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En el océano Pacífico, a los 3°58´ de latitud norte y 81°35´ de longitud occidental, se encuentra la isla Malpelo; más próximas a la zona costera se encuentran las islas de Gorgona y Gorgonilla, localizadas frente a la costa de Nariño y Cauca (Igac, 1992).

El área continental se divide en cinco grandes regiones naturales denominadas: Andina, Caribe, Pacífica, Orinoquia y Amazonia, y se cuenta además con las áreas marinas e insulares descritas en el Atlántico y en el Pacífico. Cada una de las regiones del país se subdivide en subregiones, las cuales poseen características propias en cuanto a la estructura económica, social y cultural, así como en la variedad de climas, ecosistemas y especies (Romero *et al.*, 2008).

### 1.1.2 División política y administrativa del país

Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran<sup>4</sup> y se encuentra dividido políticamente en 32 departamentos que se subdividen en 1.101 municipios (Igac, 2003). Su capital es Bogotá Distrito Capital, siendo la ciudad del país con mayor población, además de ser el centro político, administrativo, financiero, comercial e industrial más importante del país.

### 1.1.3 Marco legal y organización institucional ambiental

La Constitución Política de Colombia de 1991 estableció una serie de preceptos ambientales como el Artículo 2° que determina la obligación del Estado y de los particulares en proteger las riquezas culturales y naturales de la nación; el Artículo 58 que establece la primacía del interés general sobre particular y la función social y ecológica de la propiedad; y los Artículos 79 y 80 que establecen el derecho colectivo a un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.

Adicionalmente la Constitución en su Artículo 333 que las actividades económicas y las iniciativas privadas son libres, dentro de los límites del bien común y para su ejercicio, nadie podrá exigir permisos previos ni requisitos, sin autorización de la ley, consagrando que la ley delimitará el alcance de las actividades antes citadas, cuando así lo exijan el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural de la Nación. En el Artículo 334 se dispone que la dirección general de la economía está a cargo del Estado quien intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.

Con base en los preceptos mencionados se expidió la Ley 99 de 1993 a través de la cual se creó el Ministerio del Medio Ambiente, se reorganizó el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organizó el Sistema Nacional Ambiental -SINA.

El Artículo 4° de la Ley 99/93, determinó que el Sistema Nacional Ambiental -SINA- es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en ella, así:

- Los principios y orientaciones generales contenidos en la Constitución Política, en la Ley 99 de 1993 y en la normatividad ambiental que la desarrolle.
- La normatividad específica actual que no hubiere sido derogada por la Ley 99 de 1993 y la que se desarrolle según ésta.
- Las entidades del Estado responsables de la política y de la acción ambiental, señaladas en la ley.
- Las organizaciones comunitarias y no gubernamentales relacionadas con la problemática ambiental.
- Las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente.
- Las entidades públicas, privadas o mixtas que realizan actividades de producción de información, investigación científica y desarrollo.

4 Artículo 1° (Constitución Política de la República de Colombia, 1991).

De acuerdo con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y posteriormente reglamentado en el Decreto 1600 de julio 27 de 1994, las entidades integrantes del SINA son: el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT); el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -Ideam- como el instituto de investigación ambiental adscrito al Ministerio; como entidades vinculadas se tienen el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" -INVEMAR-, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" -IAvH-, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI" y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John von Neumann" -IIAP-; las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)<sup>5</sup>; los departamentos, distritos o municipios y las organizaciones no gubernamentales (ONG).

La coordinación del Sistema de Información Ambiental de Colombia está a cargo del Ideam, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 2° del Decreto 1600 de 1994, desarrollando, entre otras, las siguientes actividades: realización de estudios e investigaciones para definir criterios y proponer modelos y variables para el estudio del cambio ambiental global y de las alteraciones particulares del medio ambiente en Colombia; entrega de la información ambiental disponible a las entidades pertenecientes al SINA, al sector productivo y a la sociedad; garantizar, tanto la disponibilidad y la calidad de la información ambiental que se requiera para el logro del desarrollo sostenible del país, como la prestación de servicios básicos de información a los usuarios y el desarrollo de programas de divulgación.

### 1.1.3.1 Normativa y gestión relacionadas con cambio climático

Colombia mediante la expedición de la Ley 164 de 1994, aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - CMNUCC-, con el propósito de adelantar acciones para abordar la problemática del cambio climático. La ratificación de este instrumento implica el cumplimiento por parte de Colombia de los compromisos adquiridos, de acuerdo con el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y en consideración al carácter específico de sus prioridades nacionales de desarrollo.

En el año 2000, Colombia aprobó el Protocolo de Kyoto mediante la Ley 629, y en ese mismo año el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT) elaboró el "Estudio de Estrategia Nacional para la Implementación de los Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)", para evaluar el potencial del país frente al nuevo mercado, identificar las restricciones y desarrollar estrategias para superarlas, así como para promover los beneficios potenciales que representaba su implementación.

En el año 2001 el Ideam coordinó la elaboración de la Primera Comunicación Nacional de Colombia -PCN- ante la CMNUCC, en la que se elaboró el primer inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero que consideró las emisiones de los años 1990 y 1994, se identificaron los ecosistemas más susceptibles al cambio climático y se plantearon las primeras medidas de adaptación para el país.

Posteriormente, en el año 2002, el Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento Nacional de Planeación, elaboraron los Lineamientos de Política de Cambio Climático a nivel global, que establecieron las principales estrategias para la mitigación y adaptación al fenómeno en el marco de la CMNUCC, del Protocolo de Kyoto y de la Comunicación Nacional. En este mismo año en el Ministerio del Medio Ambiente creó la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático designada para ser el ente promotor e impulsador de todos los proyectos MDL que surgieran en Colombia, favoreciendo la consolidación de proyectos competitivos y eficientemente económicos que pudieran ser transados en el mercado mundial de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

En el año 2003, el Departamento Nacional de Planeación -DNP- y el MAVDT publicaron el documento Conpes 3242 "Estrategia Institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático", el cual complementó el trabajo ya adelantado y generó los lineamientos esenciales para la introducción de los Mecanismos de Desarrollo Limpio dentro de las medidas de mitigación en el contexto nacional.

En 2004, mediante el Decreto 291 se designó al Ideam como la entidad encargada de coordinar la elaboración de las Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC.

En este mismo año, el MAVDT expidió las Resoluciones 0453 y 0454, la primera de las cuales tiene por objetivo adoptar principios, requisitos y criterios y establecer el procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al MDL y se designó al MAVDT, como la autoridad nacional para el MDL.

Mediante la segunda Resolución 0454 de 27 de abril de 2004, se creó del Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental, el cual fue posteriormente derogado y ajustado por la Resolución 552 de 2009. Entre las funciones del Consejo Nacional Ambiental están las de designar comités técnicos intersectoriales

en los que participen funcionarios de nivel técnico de las entidades que correspondan, para adelantar tareas de coordinación y seguimiento. Actualmente, se realiza el proceso de formulación y definición de la Política de Cambio Climático Nacional mediante la formulación de un documento Conpes (Ideam, s.f.a).

El Ideam cuenta con las Subdirecciones de Hidrología, Meteorología, Ecosistemas e información ambiental y Estudios Ambientales, además de una red nacional de estaciones que generan información climática e hidrológica. La Subdirección de Meteorología recopila la información meteorológica de Colombia y elabora los escenarios futuros de cambio climático para el país, la subdirección de hidrología analiza el recurso hídrico nacional y es el encargado de elaborar el Estudio Nacional del Agua además de analizar el ciclo del agua relacionado con el cambio climático; la subdirección de Ecosistemas es la dependencia encargada de elaborar los inventarios de bosques del país y elaborar el mapa de ecosistemas de Colombia además de adelantar el monitoreo del ciclo del carbono.

Por su parte la Subdirección de Estudios Ambientales recopila y analiza la información generada por las demás dependencias y entidades ambientales, la interrelación ambiental con los sectores productivos y elabora los documentos de estado de los recursos naturales de Colombia. Además, cuenta con el Grupo de Cambio Global que tiene a su cargo la coordinación general de la elaboración de las comunicaciones nacionales, el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y coordina los proyectos de adaptación en el país.

En los institutos Invemar, IAvH, IIAP y SINCHI la investigación ambiental relacionada con cambio climático ha venido ganando relevancia y se cuenta en la actualidad con investigadores y proyectos relacionados. También se tiene al Instituto Nacional de Salud –INS-, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales -UAESPNN- y algunas autoridades ambientales regionales que contribuyen a desarrollar proyectos de adaptación al cambio climático.

El Invemar en el marco de un proyecto de adaptación está desarrollando diferentes actividades en el tema de cambio climático como son: el monitoreo de variables relacionadas con dicho tema en arrecifes coralinos; la instalación de bases meteoceanográficas en Johnny Cay (San Andrés Islas) y Parque Nacional Natural Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo; y el desarrollo de los Lineamientos para un Plan de Manejo de arrecifes coralinos del Área Marina Protegida Corales del Rosario, San Bernardo e Isla Fuerte.

Por su parte el IAvH está desarrollando diferentes proyectos en relación al cambio climático y la biodiversidad, como es el caso de: la distribución de las aves ante escenarios de cambio climático, basado en los modelos de distribuciones potenciales actuales y proyectadas (en escenarios A2 y B2 de emisiones de gases efecto invernadero para el 2050 y 2080); las turberas Andinas en el contexto de cambios ambientales globales con el fin de conocer las tasas de acumulación de carbono de estas, las concentraciones de nutrientes que acumulan y su influencia en la hidrología local; y el estudio de las relaciones entre la dinámica del uso del suelo y la climatología regional, como una evidencia de cambio climático en la región de los Andes.

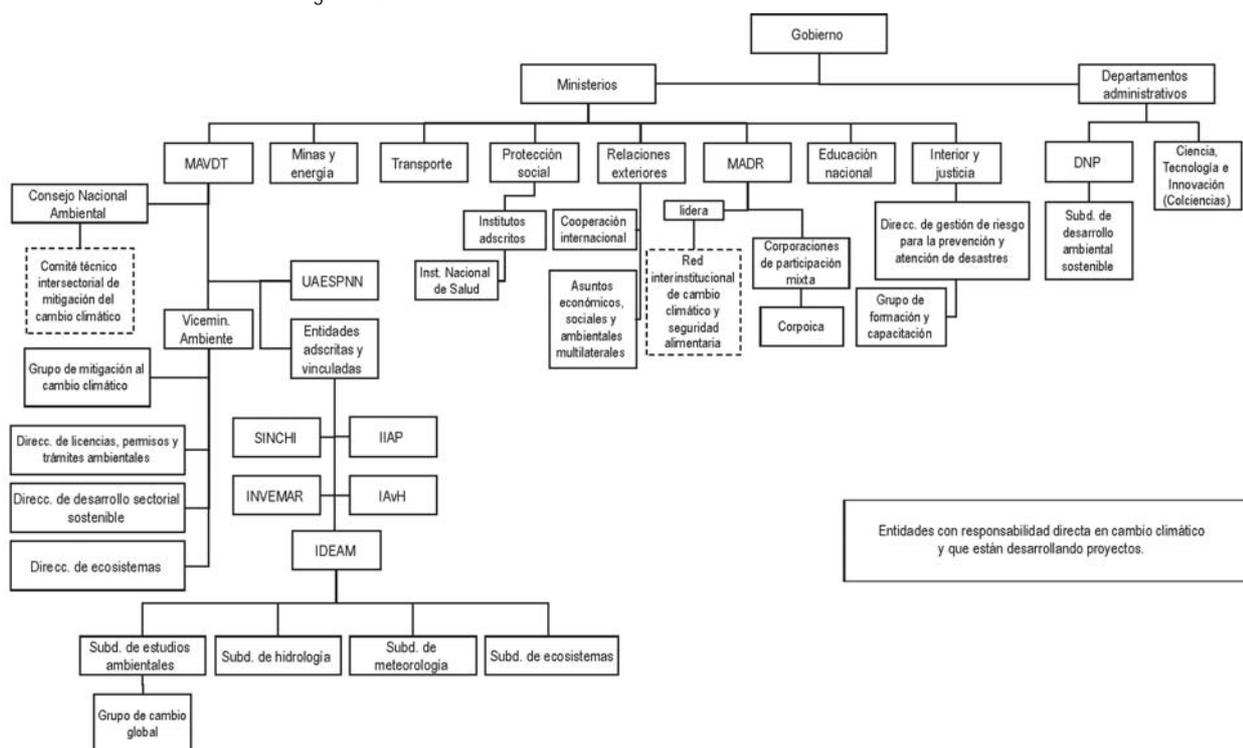
El IIAP dentro de su plan institucional de investigación contempla un programa relacionado directamente con el tema del cambio climático, dirigido a la gestión de riesgos y amenazas por fenómenos naturales y antrópicos en el chocó Biogeográfico. Este programa tiene como objetivo entender los fenómenos naturales, especialmente los asociados a factores climáticos y procesos de cambio climático, y el desarrollo de actividades orientadas a la producción de bienes y servicios que ocasionan riesgos sobre los asentamientos humanos y sobre los componentes de la biodiversidad.

Por otra parte, actualmente la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales -UAESPNN- está diseñando una estrategia de cambio climático para las áreas y para el Sistema de Parques Nacionales Naturales que permita fortalecer medidas específicas de adaptación y de mitigación al cambio climático dentro de las líneas de acción de los planes de manejo.

Como se observa en la Figura 1.2 el cambio climático ha permeado diferentes entidades del gobierno nacional, encontrándose oficinas especializadas en el tema en entidades como la Dirección de Gestión del Riesgo en el Ministerio de Interior y de Justicia, la Red Interinstitucional de Cambio Climático y Seguridad Alimentaria liderada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR-, la Dirección de Asuntos Económicos, Sociales y Ambientales Multilaterales del Ministerio de Relaciones Exteriores, además de las directamente asociadas al MAVDT, destacándose el Grupo de Mitigación al Cambio Climático del Viceministerio de Ambiente y el Comité Técnico Intersectorial de Mitigación al Cambio Climático. Resalta igualmente la Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible -SDAS- del DNP quien tiene a su cargo la consolidación del CONPES relacionado con cambio climático.

Adicionalmente, instituciones como la Universidad Nacional de Colombia, la Secretaría Distrital de Ambiente -SDA-, las gobernaciones de Cundinamarca, Cauca y San Andrés, y algunas corporaciones regionales como Coralina, la Corporación Autónoma Regional del Cauca -CRC-, Corporación Autónoma Regional de Risaralda -Carder- y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-; están apoyando y desarrollando proyectos de investigación relacionados con el tema de cambio climático (Figura 1.2).

Figura 1.2 Marco institucional nacional relacionado con el cambio climático



Fuente: Los autores, 2009.

### 1.1.3.2 Proceso de preparación de la SCN

Con base en la experiencia en la elaboración de la -PCN- y de su respectivo inventario nacional de gases de efecto invernadero, se adelantó la preparación de la Segunda Comunicación Nacional (SCN), coordinada por el Ideam.

El inventario nacional de GEI para la SCN se realizó partiendo de mesas técnicas de trabajo interinstitucionales para cada uno de los módulos: energía; procesos industriales; agricultura; uso de la tierra; cambio en el uso de la tierra y silvicultura; y residuos. El proceso del inventario con las entidades en cada una de las mesas, metodología, alcances y estructura se describen en el capítulo 2 de la presente comunicación.

El capítulo de mitigación compiló la información de los diferentes proyectos de MDL en el país con la participación activa de la Oficina de Mitigación de Cambio Climático del MAVDT, además de las normas, políticas, programas y proyectos en desarrollo en las diferentes entidades nacionales, como los ministerios de Minas y Energía, de Agricultura y Desarrollo Rural, entre otros, así como en institutos o grupos de investigación de universidades, que estuvieran desarrollando proyectos en el tema.

Con respecto a la vulnerabilidad y adaptación, se convocó a diferentes expertos de variadas disciplinas, entidades, universidades y consultores, con el fin de compilar información y analizar y evaluar las relaciones y efectos que se pueden derivar del cambio climático sobre los diferentes recursos naturales y sectores productivos.

Paralelo a lo anterior, se incorporaron los avances obtenidos de las iniciativas de adaptación de dos proyectos pilotos que actualmente se ejecutan, el Proyecto Nacional Piloto de Adaptación (INAP por sus siglas en inglés) y el Programa Conjunto "Integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el Macizo Colombiano"<sup>6</sup>.

El presente documento se realizó con el concurso de expertos en los temas relacionados con el cambio climático de los institutos de investigación adscritos y vinculados al MAVDT, universidades, corporaciones de investigación, consultores y comunidad científica relacionada con este tema.

Al interior del Ideam, a través de las diferentes subdirecciones, se generó, estructuró y analizó la información necesaria para el documento y la compilación la hizo el grupo de Cambio Global de la Subdirección de Estudios Ambientales.

## 1.2 OFERTA AMBIENTAL

El país se localiza en la franja ecuatorial por lo que está bajo la influencia de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). Éste es un factor determinante en la distribución espacio-temporal de la precipitación, de la nubosidad y de otras variables climatológicas en Colombia. La localización al noroccidente de Suramérica propicia, igualmente, la influencia de los procesos que ocurren en los océanos Atlántico Tropical, el Mar Caribe y el Pacífico Tropical (Ideam & UNAL, 2005).

### 1.2.1 Fisiografía

La características fisiográficas del país son diversas y complejas destacándose la cordillera de Los Andes que en el sur de Colombia se divide en tres grandes unidades- Cordillera Occidental, Central y Oriental - con génesis, edades y litologías propias, y están separadas por los valles longitudinales de los ríos Cauca y Magdalena; la dirección predominante de las cordilleras es en sentido Sur - Norte con una leve vergencia hacia el este en la cordillera oriental y hacia el oeste en la cordillera occidental. Las alturas máximas en estas unidades están entre los 4700 y los 5400 msnm.

La cordillera Occidental es la menos elevada y limita al oeste con la llanura del pacífico; al este limita con el valle del río Cauca. La cordillera Central está conformada por una serie de volcanes alineados en su eje que le dan a esta unidad las alturas más conspicuas de este sistema montañoso en el país; está limitada por los ríos Cauca al oeste y Magdalena al este. La cordillera Oriental por su parte está limitada por el río Magdalena al oeste y por las llanuras del Orinoco y Amazonas al oriente - sus alturas llegan hasta los 5380 msnm en la Sierra Nevada del Cocuy.

Al norte se localiza la región Atlántica o Caribe formada por una serie de serranías bajas, relieve colinado bajo y por extensas llanuras aluviales, destacándose la del río Magdalena en donde se encuentran los mayores complejos de humedales del país como la depresión Momposina y la Mojana. En esta región se destaca la Sierra Nevada de Santa Marta que corresponde a un macizo montañoso aislado de las cordilleras, en donde se encuentran las mayores alturas del país que corresponden a los picos Colón y Bolívar de 5780 y 5775 msnm respectivamente. Al norte de la Sierra se encuentra la península de la Guajira que corresponde a la parte más septentrional del país conformada por una serie de colinas bajas de origen marino, llanuras extensas y, en el extremo norte, un relieve más destacado con alturas de hasta 864 msnm en la serranía de Macuira.

En el oriente de Colombia, del borde oriental de la cordillera oriental hasta el límite con Venezuela y Brasil se encuentran dos grandes ecoregiones que drenan a las cuencas de los ríos Orinoco al norte y Amazonas al sur. La primera región corresponde a una extensa zona predominantemente plana, conformada por las llanuras del río Meta y otros afluentes del río Orinoco y antiguas altiplanuras. En la cuenca del río Amazonas se presenta un relieve colinado bajo, amplias llanuras de ríos que drenan al río Amazonas entre las que se destacan la del Caquetá, Putumayo, Apaporis, entre otros, y se encuentran algunas serranías de forma aterrazada como la Serranía de Chiribiquete que se destacan alrededor de 200 m sobre la llanura amazónica. En el extremo oriental del país hacia los límites con Venezuela y Brasil se encuentran algunos cerros aislados tipo inselbergs de rocas ígneas que han sido meteorizados y erodados.

Como última ecoregión que tiene características morfológicas y fisiográficas destacables se encuentra la región pacífica que limita al este con la cordillera occidental y al oeste con el océano pacífico; esta región presenta un relieve bajo y está conformado en su gran mayoría por amplios valles aluviales, zonas inundables, manglares, colinas bajas y algunas zonas montañosas como la Serranía del Baudó.

El archipiélago de San Andrés y Providencia presenta características particulares definidas por su posición geográfica, como son su origen calcáreo y volcánico y diferentes ambientes marinos y terrestres. La isla de San Andrés presenta una planicie litoral conformada por una plataforma emergida hasta los 10 m de altura, que rodea un relieve de colinas suaves. El ancho de esta plataforma varía de un sitio a otro; es así como al norte de la isla tiene hasta 600 m mientras que en la parte sur alcanza 1.5 km aproximadamente; el sector oriental es estrecho y cenagoso y el occidental es más quebrado y los terrenos planos se reducen al valle del Cove (INVEMAR, 2003).

La costa del Pacífico se divide en dos regiones fisiográficamente diferentes: La zona norte, entre Panamá y cabo Corrientes, de aproximadamente 375 km de longitud, está constituida por costas altas muy accidentadas, de acantilados sobre rocas terciarias de la serranía del Baudó que alcanzan hasta 100 m de altura a poca distancia de la costa, en tanto que hacia el sur de cabo Corrientes hasta el límite con el Ecuador, la costa es baja, aluvial, con planos inundables cubiertos por manglares y sólo interrumpidos por pequeños tramos de acantilados en las bahías de Málaga, Buenaventura y Tumaco.

## 1.2.2 Clima

El clima de Colombia está determinado por la posición del país en la zona tropical y por otros aspectos geográficos y atmosféricos como precipitación, intensidad de radiación solar, temperatura, sistemas de vientos, altitud, continentalidad y humedad atmosférica. Estos factores desarrollan un amplio mosaico de climas y microclimas en Colombia que van desde los más calurosos en las costas y llanuras hasta lo más frío en los picos de las montañas de la Cordillera de los Andes y la Sierra Nevada de Santa Marta.

A continuación, se presenta de manera resumida una descripción de la precipitación y la temperatura en el país y en el capítulo 4 se detallarán los principales fenómenos asociados al cambio climático.

### 1.2.2.1 Precipitación

La zona de confluencia intertropical (ZCIT) está definida como una estrecha banda zonal de vigorosa convección que se manifiesta por el desarrollo de cúmulos y señala la convergencia entre el aire de los hemisferios norte y sur. En la ZCIT los vientos Alisios del noreste, originados como un flujo alrededor de la alta del Atlántico Norte, se reúnen con los vientos Alisios del sureste, formados como un flujo alrededor de las altas del Pacífico Sur y Atlántico Sur. El flujo proveniente de la alta del Pacífico Sur rutinariamente cruza el Ecuador y se recurva hacia el Oriente, en tales casos se conocen como los suroestes u oestes ecuatoriales, tal como se aprecia frecuentemente sobre la costa pacífica colombiana. La penetración de este aire depende de la época del año y de la localización de la alta del Pacífico Sur. Debido al flujo convergente, la ZCIT es una zona de máxima nubosidad y lluvia (Ideam, 2005).

Teniendo en cuenta el diagnóstico elaborado para la Política Nacional del Recurso Hídrico (MAVDT, 2010) con base en estimaciones del Ideam *et al.* (2004), en promedio en Colombia la precipitación media anual es de 3.000 mm con una evapotranspiración real de 1.180 mm y una escorrentía media anual de 1.830 mm.

Las menores lluvias, teniendo en cuenta los promedios, se presentan en la alta Guajira, con totales anuales de 500 mm o menos. Los núcleos máximos se registran en la región Pacífica con valores de más de 10.000 mm al año.

La región Caribe presenta lluvias con 500 y 2.000 mm con un gradiente muy definido en dirección sur. La región Andina posee una gran complejidad pluviométrica, con lluvias relativamente escasas (menos de 2.000 mm) a lo largo de la cordillera oriental y en los valles del Alto Magdalena y Alto Cauca, además de núcleos máximos de 3.000 a 5.000 mm en la zona media de los valles de los ríos Magdalena y Cauca.

En la Orinoquia generalmente predominan las lluvias de 2.000 a 3.000 mm anuales en la parte central, mientras en el piedemonte pueden observarse registros hasta de 6.000 mm, incrementándose tales valores en algunas cuencas hacia las partes medias de la cordillera. En el extremo norte de Arauca se registra un comportamiento diferente, con lluvias menores a 1.500 mm.

Por su parte, la mayor proporción de la Amazonia recibe lluvias de entre 3.000 y 4.500 mm por año mientras que la región Pacífica se ubica entre los 3.000 y 12.000 mm anuales (Ideam *et al.*, 2004).

En San Andrés la precipitación anual es de alrededor de 2000 mm por año con los mayores valores de alrededor de 300 mm/año en los meses de octubre y noviembre y meses más secos en febrero y marzo.

### 1.2.2.2 Temperatura

En vista de que gran parte del territorio continental son zonas bajas (llanuras del Caribe, la Orinoquia, Amazonia y la costa Pacífica), las temperaturas medias anuales que están por encima de 24°C cubren cerca de 70% del área total del país.

La variación de la temperatura en la medida que se avanza con la altura en la región montañosa tiene un promedio de 5,53°C cada kilómetro (Eslava, 1994), sin embargo, este descenso no es homogéneo en todo el territorio colombiano; en el Pacífico es de 4,62 °C/km, encontrándose variaciones en la región Andina del 6,13 °C/km y un poco mayor en la región Caribe, particularmente en La Guajira (Ideam & UNAL, 2005).

En la región Caribe, los mayores valores de la temperatura media del aire están entre 28 °C y 32 °C, los cuales se presentan en la alta y media Guajira, centro de los departamentos del Cesar y Bolívar, y en el sur de los departamentos del Magdalena, Atlántico y Sucre. En el resto de la región, exceptuando la Sierra Nevada de Santa Marta, las temperaturas medias oscilan entre 24 y 28 °C.

La región Andina, además del gradiente mencionado, se particulariza por presentar los altiplanos localizados en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, la zona montañosa del centro de Antioquia, Cauca y el viejo Caldas, con rangos del 12 a 16 °C. En las áreas con presencia de nevados y regiones de páramos, se presentan valores mínimos inferiores a 4 °C.

En el norte y centro de la región Pacífica, partes bajas de los departamentos de Chocó y Valle, se registran temperaturas medias anuales entre 24 y 28 °C. En los litorales de Nariño y Cauca, las temperaturas medias se ubican entre 20 y 24 °C.

Debido a la homogeneidad del relieve conformado por sabanas cubiertas de pastos y bosques de galería en la región de la Orinoquia, los valores medios oscilan entre 24 y 28 °C. El piedemonte muestra una mayor variedad y complejidad con valores oscilando dentro de los 18 y 20 °C debido a las condiciones fisiográficas.

La región Amazónica presenta un régimen térmico regulado principalmente por su gran cobertura boscosa, con valores que oscilan entre 24 y 28 °C. El comportamiento de la temperatura en el piedemonte está controlado por la presencia de la vertiente oriental de la cordillera oriental y los vientos alisios del sudeste.

Para ampliar la comprensión de algunos conceptos claves, puede verse el Cuadro 1.1, del clima, tiempo atmosférico y factores climáticos.

Cuadro 1.1 Clima, tiempo atmosférico y factores climáticos

Es importante establecer las diferencias entre tiempo y clima. El tiempo se refiere específicamente a la determinación del comportamiento y evolución de los procesos que gobiernan la atmósfera en las horas subsiguientes (12, 24, 48 y 72 horas). El tiempo es la manifestación de la dinámica de la atmósfera en un lugar y momento determinados. Por su parte, el clima está más relacionado con el concepto de permanencia y los procesos atmosféricos alrededor de sus valores promedio, los cuales son producto de la evaluación de observaciones de largos periodos de tiempo, generalmente no inferiores a 30 años, conocidos como Normales Climatológicas. También se define como el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, el cual se caracteriza por los estados y evoluciones del tiempo en un lugar o región determinada o en el planeta entero, durante un periodo de tiempo relativamente largo. Para describir el clima se recurre al uso de diversas técnicas y herramientas matemáticas y estadísticas, como por ejemplo: uso de valores medios, extremos, análisis de frecuencias dentro de diferentes intervalos de tiempo y valor de los elementos meteorológicos que llevan asociados.

La meteorología deriva su nombre de las palabras griegas meteoros, alto y elevado y logos, tratado. Comprende el estudio del tiempo y el clima, ocupándose del estado físico, dinámico y químico de la atmósfera, así como de las interacciones mutuas entre la atmósfera y la superficie terrestre en el ámbito ya mencionado.

Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, éste se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura, humedad relativa, nubosidad, vientos, radiación, presión atmosférica y la precipitación, denominados elementos climáticos. El clima de una localidad está determinado igualmente por factores como: latitud geográfica, posición relativa con respecto a los continentes y océanos, situación con respecto a las estructuras de circulación general a gran escala, altura sobre el nivel del mar y características geográficas locales.

A través de la historia, se han presentado fluctuaciones del clima en escalas de tiempo que van desde años (variabilidad climática interanual) a milenios (cambios climáticos globales). Estas variaciones se han originado por cambios en la forma de interacción entre los diferentes componentes del sistema climático y en los factores forzantes.

Fuente: Adaptado de Ideam (s.f.b) y Alemany (1986).

### 1.2.3 Características hídricas

La riqueza hídrica colombiana está representada por la extensa red fluvial superficial (ambientes lóticos), las favorables condiciones de almacenamiento de aguas subterráneas y la existencia de grandes extensiones de humedales (cuerpos lénticos) que están distribuidos en buena parte de la superficie.

Según el Ideam *et al.* (2004), en el panorama mundial se han registrado 900 mm de lluvia promedio anual, la cual genera una escorrentía de 47.000 km<sup>3</sup>/año, equivalente a un rendimiento de 10 l/s/m<sup>2</sup>; sin embargo, esta cantidad se ve insuficiente para atender la creciente población mundial con sus necesidades alimentarias. En Latinoamérica, los valores de precipitación anual están en el orden de los 1.600 mm, generando una escorrentía de 11.668 km<sup>3</sup> anuales (21 l/s/km<sup>2</sup>), condición que es muy variable dado que se encuentran desde regiones como el desierto de Atacama en Chile catalogada como la región más seca del mundo, hasta zonas con las más altas precipitaciones en el mundo como la que se encuentra en el departamento del Chocó en Colombia con valores mayores a 12.000 mm/año<sup>7</sup>.

7 Dicha cifra en Lloró, Chocó, corresponde a la más alta en América, y de las más lluviosas del mundo (Eslava, 1994).

### 1.2.3.1 Cambios en las principales cuencas

A través del tiempo el recurso hídrico experimenta variaciones alrededor de su valor promedio. Estas variaciones pueden quedar reflejadas en la magnitud del coeficiente de variación de las series de tiempo de los caudales, cuyos valores pueden ser transformados para mejorar los análisis.

Una pendiente negativa es el reflejo de un periodo de baja humedad, mientras que una positiva indica la presencia de un intervalo de alta humedad (Druzhini *et al.*, 1996 citado por Ideam *et al.*, 2004). De esa forma, el análisis de las curvas de diferencias integrales (CDI) para el río Magdalena presenta fases alternadas de alta y baja humedad con una duración cercana entre los 7 y 11 años. Por su parte, la CDI del río Cauca muestra que esta cuenca se mantuvo en un largo intervalo de baja humedad hasta el año 1994, periodo desde el cual se mantuvo en ascenso según los análisis adelantados hasta 2004 (Ideam *et al.* 2004).

En el sector oriental del país, con base en los registros del río Meta, no se observa tendencia evidente al descenso o ascenso de caudales, sin embargo, las características de las fases de alta y baja humedad tienen una duración aproximada entre 5 y 9 años; presentándose en las fases de alta humedad desde 1985 hasta 1992 (Ideam *et al.* 2004).

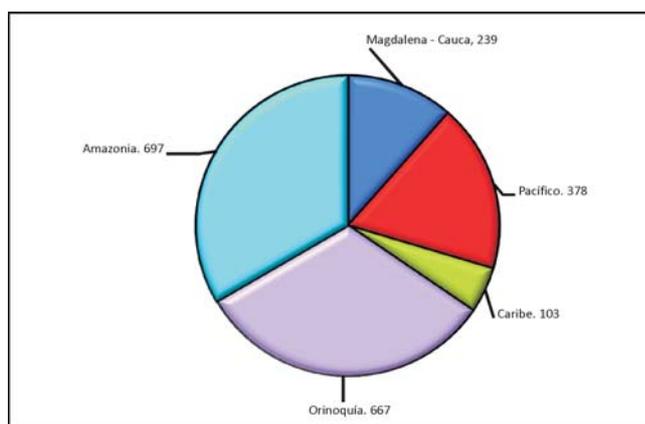
Las cuencas del río Atrato y San Juan presentan un régimen de caudales bastante coincidentes. Para ambas cuencas es evidente una fase de baja humedad con duración de 12 a 16 años. Esta fase culminó en las postrimerías de 1988 para la cuenca del río Atrato y en 1990 para la cuenca del río San Juan. Hacia el año 2004, estas cuencas se encontraban en la fase de alta humedad con un periodo transcurrido de 10 a 14 años para el río Atrato y 8 a 12 años para el río San Juan (Ideam *et al.*, 2004).

### 1.2.3.2 Oferta y disponibilidad

Por su localización geográfica, orografía y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia es uno de los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo, sin embargo la distribución de la población y las actividades socioeconómicas se localizan en regiones con baja oferta hídrica en donde existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas naturales y en donde es cada vez mayor la demanda hídrica de los sectores productivos por lo que la disponibilidad del recurso es cada vez menor. Tomando en cuenta lo anterior, se tiene como ejemplo las cuencas donde los rendimientos hídricos son menores comparativamente, como son Magdalena, Cauca y la del Caribe.

Teniendo en cuenta lo mencionado sobre la precipitación, evapotranspiración y escorrentía promedio anual para Colombia (3.000 mm, 1.180 mm y 1.830 mm respectivamente), del volumen de precipitación anual 61% se convierte en escorrentía superficial generando un caudal medio de 67.000 m<sup>3</sup>/seg, equivalente a un volumen anual, de 2.084 km<sup>3</sup> que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio nacional continental, de la siguiente forma: 11% en la región Magdalena - Cauca; 5% en la región del Caribe; 18% para la región del Pacífico; 34% por la región de la Amazonia; y 32% por la región de la Orinoquia (Ideam *et al.* 2004). (Figura 1.3).

Figura 1.3 Volumen de agua en áreas hidrográficas representativas, Km<sup>3</sup>



Fuente: IDEAM *et al.*, 2004.

- Aguas Superficiales

Estimaciones realizadas por el IDEAM en sus diferentes publicaciones<sup>8</sup>, registran que la escorrentía superficial per cápita total del país es de 57.000 m<sup>3</sup> anuales por habitante. En cuanto a la oferta neta, se alcanza apenas los 1.260 km<sup>3</sup>, que corresponden a una disponibilidad de 34.000 m<sup>3</sup> por habitante al año. Esta oferta neta considera las reducciones por alteración de la calidad y por regulación natural. Considerando condiciones de año seco, esta disponibilidad se reduce a 26.700 m<sup>3</sup> al año por persona.

8 IDEAM *et al.*, 2004

La abundancia hídrica colombiana puede ser cuantificada mediante valores de escorrentía y rendimientos (Tabla 1.1) y se manifiesta mediante una densa red fluvial superficial (con una oferta de 2.084 Km<sup>3</sup> de escorrentía anual que equivale a un caudal de 67.000 m<sup>3</sup>/s) que dependiendo de determinadas condiciones es favorable para el almacenamiento de aguas subterráneas. Adicionalmente se han estimado 38 Km<sup>3</sup> almacenados en ciénagas, lagunas, lagos y embalses. (IDEAM, SIAC, 2001).

Tabla 1.1 Valores de escorrentía y rendimiento para Colombia por regiones hidrográficas

Región Hidrológica	Corriente	Escorrentía (mm)	Rendimiento (l/s*km <sup>2</sup> )	Región Hidrológica	Corriente	Escorrentía (mm)	Rendimiento (l/s*km <sup>2</sup> )
Andina	Magdalena	854	27	Caribe	Ranchería	300	10
	Páez	1.180	37		Sinú	1.010	32
	Saldaña	1.170	37		Atrato	3.350	106
	Bogotá	320	10	Orinoquia	Catatumbo	1.550	49
	La Miel	2.900	92		Zulia	890	28
	Carare	1.480	47		Arauca	3.020	96
	Sogamoso	890	28		Meta	1.520	48
	Lebrija	950	30		Guaviare	1.720	55
	Cauca	1.684	53	Amazonia	Vichada	1.540	49
	La Vieja	1.220	39		Caquetá	2.420	77
	Palo	770	24		Ortegaaza	3.110	99
	Risaralda	1.170	37		Caguán	2.350	75
	San Juan	1.100	35		Yarí	1.850	59
	Taraza	3.570	113		Apaporis	2.270	72
Otún	1.160	37	Putumayo		2.700	86	
Nechí	1.830	58	Pacífico	San Juan	4.550	144	
				San Juan de Micay	5.320	169	
				Patía	2.110	67	

Fuente: IDEAM *et al.*, 2004.

La riqueza hídrica colombiana también se manifiesta en la favorable condición de almacenamiento superficial, representada por la existencia de cuerpos de agua lénticos, distribuidos en buena parte de la superficie total y por la gran extensión de ecosistemas de humedales. Del volumen total, 1,81% de la escorrentía anual se almacena superficial y temporalmente de la siguiente manera: 0,47% en pantanos, 1,30% en lagos naturales y, 0,04% en los páramos, constituyéndose en la oferta de almacenamiento ambiental que bajo ciertas condiciones racionales es utilizada, bien para otros usos productivos o para el funcionamiento de los sistemas naturales. (IDEAM, SIAC, 2001).

En Colombia la oferta natural no se distribuye homogéneamente entre regiones debido a la alta variabilidad espacial y temporal; dicho contraste se evidencia en la distribución de la escorrentía promedio anual para las diferentes regiones (Figura 1.4). De esta manera es claro el contraste entre la región Pacífica donde la escorrentía oscila entre los 2.000 mm hasta los 6.000 mm al año; mientras que para la región Caribe se presentan valores que van desde menos de 100 mm hasta los 1.500 mm/año.

Haciendo un breve análisis por regiones de la variabilidad espacial de la escorrentía en el país tenemos:

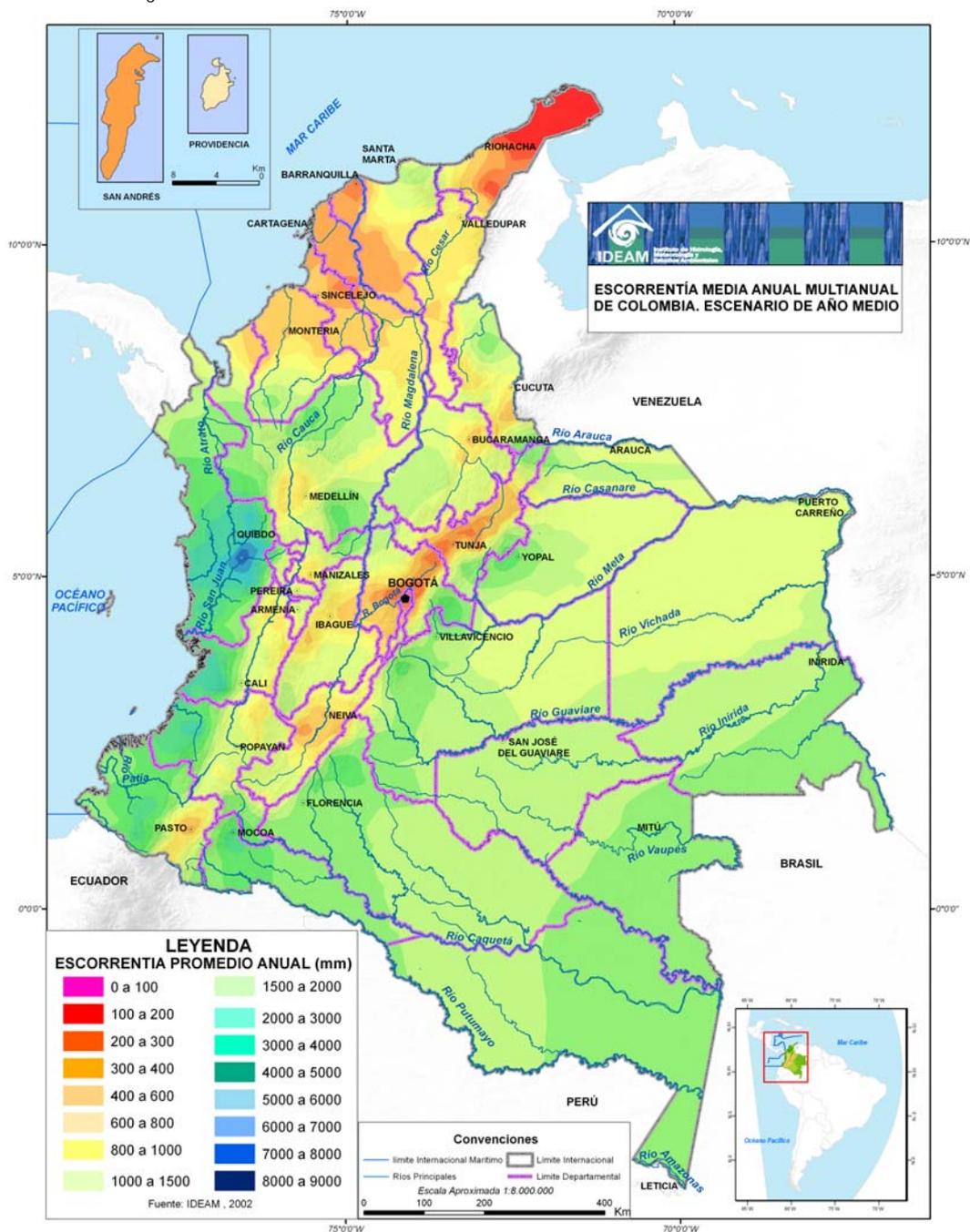
- La Región Magdalena – Cauca se caracteriza por presentar valores de escorrentía media de 1.000 mm/año. Se destaca en esta región la Sabana de Bogotá pues presenta una baja oferta hídrica que oscila entre 400 y 700 mm/año, en la cual está Bogotá D.C. y en donde se presenta la mayor presión antrópica del país. De otro lado el medio y bajo Magdalena alcanzan valores medios de escorrentía de 1.100 mm y 450 mm, respectivamente. El alto Cauca presenta valores medios de escorrentía de 1.000 mm/año, el medio Cauca alcanza 1.500 mm y el bajo Cauca en su desembocadura en el río Magdalena llega a los 1.700 mm. Los rendimientos hídricos en la cuenca varían entre 10 y 92 lt/seg/km<sup>2</sup>, comparativamente bajos frente a los estimados en las demás regiones del País.
- La región de Caribe se caracteriza por la heterogeneidad en su relieve, allí se encuentra la Sierra Nevada de Santa Marta con valores de escorrentía de 1.000 mm; la planicie de la Guajira en contraste presenta valores que van desde los 25 mm (en la media y alta Guajira) hasta 200 mm en el piedemonte de la Sierra Nevada. Al sur, en la cuenca hidrográfica del Catatumbo se reconocen valores de escorrentía que oscilan entre 750 mm para la parte alta de la cuenca y 2.700 mm en la parte media de ésta.
- La región de la Orinoquia representada por las cuencas altas de los ríos Arauca y Casanare registran escorrentías medias en la parte alta de 4.400 mm mientras que en la sabana Araucana desciende a los 1.400 mm, en la zona central (sabanas de los Llanos Orientales y cuenca altas de los ríos Meta y Guaviare) alcanza valores entre los 2.200 mm y 2400 mm y en las laderas de la cordillera Oriental presenta valores entre 1.400 mm y 1.700 mm.
- La región Amazónica abarca las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo, Vaupés y Guainía. La escorrentía media en la zona de piedemonte oscila entre los 3.000 y 4.200 mm, mientras que en el área selvática presenta 1.500 y 3.000 mm/año; en las zonas fronterizas de del oriente colombiano fluctúa entre 1.700 y 1.900 mm.

- La Región del Pacífico, conformada principalmente por las cuencas de los ríos: Patía, San Juan, Micay, Baudó y Atrato, donde la escorrentía varía entre los 3.000 y 5.200 mm/año. El río Patía que presenta en la parte alta 1.100 mm y en la baja 2.500 mm.

De lo anterior se tiene que para la alta y baja Guajira, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y Sabana de Bogotá, las condiciones de escorrentía son las más desfavorables, en contraste con las regiones de la Orinoquía, Amazonia y la mayor parte del Pacífico que presentan condiciones favorables de escorrentía.

De otro lado, es necesario destacar que la distribución heterogénea de la oferta de agua, de la población y de las actividades económicas en las diferentes regiones del país, hace que la relación oferta-demanda sea menos favorable en aquellas zonas donde son menores los rendimientos hídricos y mayores las concentraciones de demanda. Esta situación unida a que más del 80% de los asentamientos urbanos de los municipios se abastecen de fuentes muy pequeñas, de alta vulnerabilidad como: arroyos, quebradas, riachuelos, etc., sin sistemas de almacenamiento, hacen que una buena parte de la población y su abastecimiento de agua sea altamente vulnerable (Ideam, 2002).

Figura 1.4 Escorrentía media anual multianual de Colombia Escenario de año medio



- Aguas Subterráneas

Los estudios hidrogeológicos realizados por Ingeominas y el Ideam, entidades encargadas de la investigación, planeamiento, manejo y aprovechamiento de las aguas subterráneas (Mapa Hidrogeológico de Colombia de 1986, Atlas Hidrogeológico de 2004 y otros documentos) estiman preliminarmente que el área total del país con posibilidades de contener almacenamientos de aguas subterráneas es de una extensión de 415.000 km<sup>2</sup> (36% del área del país) que equivale a 70 veces el total de aguas superficiales del territorio, de la cual se ha estudiado algo más de 15%<sup>9</sup>.

Asimismo, algunas de estas fuentes subterráneas, especialmente las que se encuentran cerca de zonas urbanas, presentan diferentes impactos antrópicos en su calidad y cantidad, lo cual se debe entre otras cosas al manejo inadecuado de los residuos tanto residenciales como industriales, a la precaria infraestructura sanitaria, al uso de agroquímicos y a la minería. El conocimiento y adecuado tratamiento del recurso hídrico es fundamental para hacer frente a sequías y otros fenómenos climáticos extremos que puedan estar asociados al cambio climático y que se puedan incrementar en el futuro.

#### 1.2.4. Características edáficas

De acuerdo con los resultados del estudio de zonificación agroecológica de Colombia elaborado por el Igac y Corpoica en el año 2002, se determinó la vocación de uso actual de las tierras mediante la evaluación de las zonas agroecológicas; la mayor proporción de las tierras con vocación agrícola del país se localizan en las regiones Andina y Caribe, seguidas por las existentes en las depresiones interandina y la Orinoquia, donde predominan las áreas apropiadas para los cultivos transitorios y permanentes bajo sistemas de producción intensivos y extensivos, además de los sistemas silvoagrícolas<sup>10</sup>.

Las tierras con vocación ganadera, incluidas las de usos silvopastoriles<sup>11</sup>, se encuentran en las regiones de la Orinoquia, Caribe, Andina y las depresiones interandinas. Los terrenos recomendados para usos agrosilvopastoriles (vocación agroforestal) se ubican en las regiones de la Amazonia y la Orinoquia, seguidas por la región Andina. Las áreas con vocación forestal, para usos forestales de protección-producción, se encuentran en todas las regiones naturales, en particular en las regiones Andina y Amazónica. Las zonas destinadas para la conservación incluyen en su gran mayoría áreas apropiadas para usos forestales de protección para la conservación y recuperación de los recursos hídricos e hidrobiológicos. En la Tabla 1.2 se resumen los resultados de la zonificación de la vocación de uso de las tierras.

Tabla 1.2 Distribución de la vocación de uso de las tierras en Colombia, 2002

Vocación de uso (*)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Tierras con vocación agrícola	21.493.538	18,9
Tierras con vocación ganadera	14.223.774	12,5
Tierras con vocación agroforestal	6.908.398	6,1
Tierras con vocación forestal	21.591.025	19,0
Tierras para conservación	49.652.300	43,5
<b>Total</b>	<b>113.869.035</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Igac & Corpoica, 2002

Nota: (\*) Este total no incorpora el 0,08% de las tierras con construcciones en zonas urbanas (87.230 ha)

Los resultados del estudio mencionado, determinan que Colombia cuenta dentro de los límites de la actual frontera agrícola con suficiente extensión de tierras apropiadas para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias y forestales, no siendo necesaria la expansión de tales áreas hacia tierras marginales y más aún hacia aquellas cuyas características ecológicas son importantes para el funcionamiento de los ecosistemas ambientales. Es decir, el mayor esfuerzo se debe orientar en una verdadera y efectiva planificación y ordenamiento del territorio (Ideam *et al.*, 2004).

##### 1.2.4.1 Degradación de suelos

A partir de la evaluación cualitativa de la erosión (Pérez, 2001), se determinó que las cuencas que presentan mayor degradación por erosión hídrica con pérdidas de suelo mayores de 25 t/ha/año son: alta y baja Guajira, río Cesar, norte de la Sierra Nevada, río Catatumbo, alto y bajo Patía, río Micay, medio Cauca, río Sogamoso, alto Meta, alto y medio Magdalena. La pérdida de suelo estimada fue de 429 millones de t/ha/año. Dicho estudio tomó como modelo

9 Con respecto a los recursos y reservas del Atlas Hidrogeológico de Colombia, escala 1:500.000, estima recursos de 4,3 km<sup>3</sup>/año y reservas pasivas correspondientes a 3.118 Km<sup>3</sup>, correspondientes a algunos acuíferos, ya que la mayoría no presenta dicha información.

10 Referidos como la asociación entre cultivos y árboles

11 Corresponden a la asociación árboles con sistemas de pasturas.

la ecuación universal de pérdida del suelo; la erosividad fue estimada a través de los índices de Fournier. Las coberturas vegetales fueron obtenidas de imágenes Landsat del año 1998 y calificadas de acuerdo con la protección del suelo por su follaje.

En el estudio de susceptibilidad de los suelos a la erosión (Ideam, 2001), se identificó 48% de la superficie susceptible a este proceso.

Por su parte, estudios sobre erosión realizados por Gómez (2001 citado por Ideam *et al.*, 2004), establecen que el 35% del territorio nacional presenta algún grado de erosión hídrica, con más de 4.300.000 ha erosionadas en forma severa y muy severa, y 12.916.000 ha, en grado moderado de erosión.

- Degradación por salinización

Con base en el modelo de susceptibilidad a la salinización (Ideam *et al.*, 2004), el 90% del área continental, o sea 1.012.048 km<sup>2</sup>, presenta baja o nula degradación por este proceso, mientras que el 5% de los suelos presentan susceptibilidad a procesos de salinización y sodización; de éstos, el 56% presentan alta susceptibilidad y el restante (44%) es moderada. Véase Cuadro 1.2.

Cuadro 1.2 La salinización de los suelos

La salinización se define como la concentración de sales solubles del suelo que interfieren de manera negativa en el crecimiento de las plantas y degradan el suelo. El proceso se manifiesta con la presencia en el suelo de altas concentraciones de sales solubles como cloruros, bicarbonatos, sulfatos, carbonatos, sodio y magnesio intercambiables dominando el complejo catiónico.

El diagnóstico de la susceptibilidad de los suelos a la degradación por salinización se presenta según el modelo propuesto por el Ideam, el cual incluye variables intrínsecas relacionadas con la litología y formaciones superficiales, en especial de materiales de origen clástico y químico con altos contenidos de bases, intrusiones marítimas, fluctuaciones de niveles freáticos y, finalmente, las derivadas de las variables intrínsecas como el clima y el uso actual de las tierras relacionadas con alta utilización de riego y su relación con otros procesos de degradación como la desertificación.

Fuente: Ideam *et al.*, 2004.

- Degradación por desertificación

En relación con la degradación de suelo por desertificación, en Colombia existen 245.342 km<sup>2</sup> en zonas secas (áridas, semiáridas y subhúmedas secas), es decir, aproximadamente 22% del país. El área afectada por algún grado de desertificación tiene un cubrimiento de 193.510 km<sup>2</sup>, los cuales corresponden a 17% del territorio nacional. Véase el Cuadro 1.3 sobre los aspectos de la desertificación.

Tal panorama requiere atención tanto por la importancia del ecosistema en sí como por la superficie que se puede ver comprometida por los efectos del cambio climático. Al respecto, el 79% de las zonas secas presenta algún nivel de degradación derivado del proceso de erosión y salinización. Asimismo, es importante resaltar que de ellas, 56% presenta niveles de degradación altos a muy altos, originados por procesos asociados como la erosión, salinización, compactación y la pérdida de materia orgánica, entre otros procesos.

En la región Caribe se localiza 42% de las zonas con desertificación donde los lomeríos y las sabanas son las más afectadas, con 77% del área con una alta intensidad del proceso; le sigue la llanura inundable del Caribe con 16%. Posteriormente, se encuentra la región de la Orinoquia la cual se encuentra con 32% en proceso de desertificación, sobre 96,5% en el área de la altillanura, seguido del piedemonte, con 3%. La región Andina se encuentra afectada en 24%, donde la media y baja montaña contienen 49%, seguidas por los valles intramontanos del Magdalena y Cauca. La Amazonia expone 1%, donde la plataforma es el sistema más afectado por extensión e intensidad de dicho proceso. En el capítulo de Vulnerabilidad se retoma el análisis e interrelación con otras variables.

Cuadro 1.3 Aspectos de la desertificación

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (1994), define el proceso como la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Las causas de la desertificación están asociadas con el clima, la pobreza, el uso de tecnologías no adecuadas y la escasez de alimentos entre otras.

Para la determinación de las zonas secas del país se consideraron indicadores climáticos como el índice de aridez de la Unesco (1997), donde la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,02 y 0,75; indicadores bióticos como las coberturas vegetales xerofíticas e indicadores edáficos como los suelos con deficiencia de humedad (ústicos y arídicos).

Fuente: Tomado de las referencias citadas.

## 1.2.5. Ecosistemas

De acuerdo con el mapa oficial de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (Ideam *et al.*, 2007), el territorio está constituido por tres grandes biomas: Gran Bioma del Desierto Tropical, en el departamento de la Guajira; Gran Bioma del Bosque Seco Tropical, en la región Caribe, alto Magdalena y Valle del Cauca; y el Gran Bioma

del Bosque Húmedo Tropical, que abarca el resto del territorio nacional continental. Cada uno de estos posee sus respectivos tipos de biomas, ya sea zonobioma, orobioma o pedobioma. Dentro de los tres grandes biomas y los 32 tipos de biomas identificados, se presentan 311 ecosistemas continentales y costeros. En la tabla 1.3 se relacionan los grandes biomas y biomas definidos.

Tabla 1.3 Grandes biomas y biomas continentales

Gran bioma	Bioma
1. Desierto tropical	Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta
	Helobioma de La Guajira
2. Bosque seco tropical del Caribe	Zonobioma seco tropical del Caribe
	Halobioma del Caribe
	Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
	Zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
	Helobioma del Valle del Cauca
3. Bosque húmedo tropical	Helobioma Amazonia – Orinoquia
	Peinobioma de la Amazonia – Orinoquia
	Litobioma de la Amazonia – Orinoquia
	Zonobioma húmedo tropical del Pacífico – Atrato
	Helobioma Pacífico – Atrato
	Halobioma del Pacífico
	Zonobioma húmedo tropical del Magdalena – Caribe
	Helobioma Magdalena – Caribe
	Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
	Helobioma del río Zulia
	Orobioma bajo de los Andes
	Orobioma medio de los Andes
	Orobioma alto de los Andes
	Orobioma azonal de Cúcuta
	Orobioma azonal del río Dagua
	Orobioma azonal del río Sogamoso
	Orobioma azonal del Valle del Patía
	Helobiosmas andinos
	Orobioma de San Lucas
	Orobioma de la Macarena
	Orobioma del Baudó - Darién
	Orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y La Macuira
	Orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta
Orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	

Fuente: Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, 2007

**Nota:** **Zonobioma:** Son biomas zonales delimitados por unos amplios y peculiares caracteres climáticos, edáficos y de vegetación zonal. **Helobioma:** Lugar con mal drenaje, encharcamiento permanente o con prolongado periodo de inundación. **Halobioma:** Zona con suelos anegados con influencia salina. **Peinobioma:** Formado bajo diversas condiciones climáticas y elevaciones en las que pueden presentarse afloramientos rocosos donde ocurren procesos de meteorización de las rocas y una lenta formación de suelos que los recubre. **Litobioma:** Lugar con suelo incipiente sobre roca dura. **Orobioma:** Son biomas definidos por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación de acuerdo con su incremento en altitud y la respectiva disminución de la temperatura.

A nivel nacional, el ecosistema continental con mayor área es el Bosque natural del zonobioma húmedo tropical de la Amazonia-Orinoquia (29´388.782 ha), seguido por los Herbazales del peinobioma de la Amazonia-Orinoquia (6´972.311 ha), Bosques naturales del litobioma de la Amazonia-Orinoquia (6´545.016 ha), Bosques naturales del heliobioma de la Amazonia-Orinoquia (6´167.279 ha) y Bosques naturales del orobioma bajo de los Andes (5´188.863 ha).

Los cuatro ecosistemas marinos identificados están distribuidos a lo largo del litoral en los dos océanos, incluyendo los sistemas insulares, los cuales son: las lagunas costeras y los manglares, como ecosistemas costeros; y las praderas de pastos marinos y las áreas coralinas, como ecosistemas bénticos marinos (Ideam *et al.*, 2007).

Según Ideam *et al.* (2007) y Romero *et al.* (2008), el territorio nacional está constituido por 68,8% de ecosistemas naturales, como vegetación natural de bosques, arbustales, herbazales y cuerpos de agua naturales; 23,6% de áreas transformadas en pastos, cultivos, áreas urbanas y cuerpos de agua artificiales; 7,2% de vegetación secundaria o rastrojos; y 0,2% de plantaciones forestales.

Del 68,8% del territorio correspondiente a ecosistemas naturales: 37,35% son bosques que se ubican principalmente en las regiones de la Amazonia y del Pacífico y los bosques subandinos, andinos y altoandinos de la región andina; 14,52% constituyen herbazales que incluyen las sabanas de la Orinoquia y el Caribe y las áreas de páramos; 2,61% está cubierto por arbustales de la región Amazónica y algunos enclaves secos de la cordillera Andina; 0,36% son manglares de la costa Atlántica y Pacífica; 0,90% son áreas de vegetación de pantano; 10,76% corresponden a áreas

naturales desprovistas de vegetación como los glaciares y nieves perpetuas, afloramientos rocosos y zonas desnudas, principalmente a lo largo de los ríos; y 1,61% son lagunas y cuerpos de aguas naturales.

Por otra parte, dentro del porcentaje del territorio transformado, seminatural y con plantaciones: 15,20% está constituido por pastos manejados y no manejados; 4,37% áreas agrícolas heterogéneas; 2,92% son cultivos anuales o transitorios; 0,93% cultivos semipermanentes y permanentes; 0,25% áreas urbanas; 0,01% áreas mayores alteradas, principalmente de áreas para minería; 7,16% corresponde a vegetación secundaria; 0,2% plantaciones; y 0,05% son cuerpos de agua artificiales.

Respecto a biodiversidad de especies, Colombia está considerada en el mundo como el país con mayor diversidad de aves y anfibios, con 1.815 y 583 especies respectivamente, y el segundo más rico en peces de agua dulce, registrando 1.435 especies reconocidas (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2008), que representan casi 30% de la ictiofauna suramericana. Adicionalmente, presenta una gran variedad de especies de reptiles (con 520 especies), mamíferos (456), mariposas diurnas (3.019) e himenópteros (4.800); estos últimos incluyen hormigas, abejorros, abejas y avispa (Renjifo *et al.*, 2002). Además, se han registrado aproximadamente 50.000 especies de flora, dentro de las cuales 26.000 son especies de plantas vasculares (Calderón *et al.*, 2002), y posee el 15% de las orquídeas hasta ahora identificadas en el mundo (Ideam *et al.*, 2001).

Adicionalmente, se destaca la megadiversidad de servicios ecosistémicos que posee el país y de los cuales depende la sostenibilidad de su población. No obstante lo anterior, la sociedad no ha consolidado su visión, sus acciones y demás comportamientos hacia la conservación de aquellos procesos que mantienen los servicios ambientales de los que el hombre vive y que son esenciales para su subsistencia. Los servicios de polinización, dispersión de semillas, depredación, entre otros, son la clave de la permanencia y mantenimiento del socio-ecosistema a lo largo del tiempo y el espacio. Por ejemplo, de las frutas que Colombia exporta a la Unión Europea -segundo lugar como destino de las exportaciones del país- (MCIT s.f, ICA *et al.* 2009), según un análisis del Instituto Humboldt el 82% de estas especies frutales dependen de la polinización para su reproducción, en especial de insectos, aves y mamíferos. A su vez, algunas especies maderables de Colombia se dispersan gracias a la fauna vertebrada de los bosques naturales del país, tal como ocurre con la caoba (*Swietenia macrophylla*) que se dispersa gracias a un número de especies de roedores y aves. También los grandes árboles de los corredores boscosos del Amazonas y el Orinoco dependen para su supervivencia de los peces frugívoros como las cachamas, los cuales han coevolucionado con estos ecosistemas.

En consecuencia, el país consciente de la importancia de su biodiversidad para el desarrollo sostenible, no sólo por el número de especies de fauna y flora, sino en ecosistemas, paisajes y servicios ambientales, de los cuales depende la sociedad para su sostenimiento en el corto, mediano y largo plazo, busca reducir su vulnerabilidad frente al cambio climático.

En este sentido, es necesario tener en cuenta que la biodiversidad colombiana está constantemente amenazada por actividades como deforestación, cambio de uso del suelo, el uso indiscriminado de insumos químicos, introducción de especies exóticas, entre otros, que sumado a los cambios en los regímenes de precipitación y temperatura, aumentará la velocidad con que se modifique la composición y estructura biótica y por ende, el funcionamiento de los socio-ecosistemas de los cuales hace parte y depende la población colombiana.

Ahora bien, desde la perspectiva del cambio climático, es prioritario evaluar y mantener en constante seguimiento el proceso de la degradación de suelos y tierras, que se da en el país y que tiende a incrementarse, tanto en intensidad como en extensión. Dentro de sus principales impactos están la pérdida irreversible del suelo y la degradación de los suelos más aptos para la agricultura, que disminuye su productividad y que generan pobreza, violencia, inseguridad alimentaria y migraciones de la población rural hacia las ciudades o hacia zonas más productivas. El territorio también se ve amenazado por crecientes súbitas, inundaciones y deslizamientos de tierra (Ideam *et al.*, 2007).

El Ideam *et al.* (2001), el IPCC (2002) y otros organismos relacionados con los recursos naturales y el ambiente, han señalado diferentes efectos del cambio climático actual sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos. El IPCC (2002) ha enfatizado que independientemente del cambio climático la biodiversidad puede disminuir en el futuro por las múltiples presiones que sufre. No obstante, el cambio climático va a añadirse y formará sinergias con los otros factores tensionantes sobre la biodiversidad, aumentando así su vulnerabilidad para la persistencia en el tiempo y en el espacio. Para Colombia, en su condición de país megadiverso, tales efectos adversos se determinaron como muy altos como se presentan en el Capítulo de Vulnerabilidad y deben ser evaluados detalladamente, dada la alta exposición a los fenómenos asociados al cambio climático, tanto en lo que tiene que ver con los recursos naturales como en su efecto a largo plazo en su desarrollo y procesos productivos.

A continuación, se describirán algunos de los ecosistemas colombianos que están ligados de una u otra forma al tema de cambio climático, y se tendrán en cuenta en el desarrollo de los capítulos de mitigación, vulnerabilidad y adaptación.

### 1.2.5.1 Bosques naturales

La extensión de bosques naturales en Colombia es de 61 7246.659 ha equivalentes a 53,64% de la superficie continental del país y a 88,26% de la superficie total de bosques<sup>12</sup>. Los bosques naturales en este contexto se definen como comunidades vegetales dominadas por árboles de altura promedio superior a 5 m, con densidad de copas superior al 70% y con una extensión superior a las 50 ha; incluyendo bosques densos, fragmentados, de galería o riparios, y manglares (Ideam *et al.*, 2007).

- Deforestación

Los bosques colombianos se enfrentan a una amenaza antrópica que unida a los efectos del cambio climático podrían llevarlos a diferentes condiciones de vulnerabilidad aún sin esclarecer, con significativas repercusiones en la biodiversidad y demás relaciones hídricas asociadas con la cobertura vegetal. Ello sin contar con los cambios en microclimas generados por el incremento de la temperatura del aire y del suelo, ampliación en las fluctuaciones diarias de temperatura y modificaciones en los balances hidrológicos como lo han demostrado diferentes autores (Tragsa *et al.*, 1998).

Con base en los estudios del Ideam *et al.* (2004), la cobertura boscosa del país ha venido disminuyendo según los valores encontrados en los cambios de coberturas vegetales, mientras la tasa anual de deforestación de la superficie boscosa se aumentó en los últimos años. Para los periodos 1986 -1994 y 1994 - 2001, se identificó que en el primero de los lapsos mencionados se perdieron 622.364 ha de cobertura boscosa, lo que representa una pérdida de 76.921 ha/año, equivalente a una tasa promedio anual de 0,14%. Esta pérdida se incrementó para el segundo periodo a 667.285 ha, a una tasa promedio anual de 0,18% (0,04 puntos porcentuales más que en el periodo anterior).

Las anteriores cifras de deforestación, al ser relacionadas con las superficies y porcentajes de la cobertura nacional, dan una aproximación del impacto sobre la composición, conexión (por sus arreglos proximales de bosques con áreas productivas) y servicios ambientales (regulación hídrica, control de erosión, etc.).

Recientemente Colombia a través del Ideam y con el apoyo de la Fundación Gordon and Betty Moore, inició el proyecto “Capacidad Institucional Técnica Científica” para apoyar Proyectos REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación en Colombia<sup>13</sup> en el cual se realizó una estimación preliminar de la deforestación a escala nacional usando sensores remotos para el periodo 2000 a 2007. El estudio utilizó las unidades del mapa de uso y cobertura de CORINE<sup>14</sup> Land Cover correspondientes a Bosque denso, Bosque abierto, Bosque de galería o ripario, y Bosque fragmentado.

Se usaron imágenes MODIS<sup>15</sup> con resolución espacial de 250m y una resolución espectral de 7 bandas (Productos MOD09A1 y MOD09Q1), para el periodo 2000-2007 con la herramienta de interpretación CLASlite®, desarrollada por el Instituto Carnegie. Los resultados se ajustaron modificando los umbrales de detección de bosque y no bosque para mejorar la detección de bosques diferentes a tropicales de tierras bajas y se eliminaron falsas detecciones con base en el mapa de coberturas de la tierra escala 1:100.000 año 2000 (Igac *et al.*, sin publicar).

Los resultados muestran que en el país se perdieron más de dos millones de hectáreas de bosque entre el año 2000 y el 2007, especialmente en la región amazónica, seguida de la región andina. La deforestación promedio anual alcanza un poco más de 300.000 hectáreas año. En términos relativos, la región Caribe perdió una mayor proporción del área de bosque en el periodo señalado.

Este ejercicio preliminar permitió un acercamiento general al estado de los bosques del país a nivel nacional y regional y es un buen indicativo de las zonas con mayores problemas que deben ser estudiadas con mayor detalle y sobre las cuales es necesario generar acciones de intervención institucional para controlar la deforestación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la resolución espacial de las imágenes utilizadas es de 250m y por lo tanto, el nivel de detalle debe ser mejorado en procesos posteriores de validación de los resultados, bien sea referidos a datos de campo o a datos de sensores con mayor resolución.

12 Cifras generadas por el Ideam (2008), con base al mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Ideam *et al.* (2007).

13 Proyecto Financiado por la Fundación Gordon y Betty Moore: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Fundación Natura, Fundación Gordon and Betty Moore.

14 Coordination of Information on the Environment.

15 Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer.

### 1.2.5.2 Bosques plantados

El Ideam con base en información del SNIF<sup>16</sup>, identificaron que en Colombia existen 130.687,51 ha de plantaciones productoras, 41.223 ha de protectoras y 5.907,9 ha de protectoras-productoras.

Una plantación productora<sup>17</sup> es un cultivo forestal originado con la intervención directa del hombre con fines comerciales y que está en condiciones de producir madera y subproductos, de carácter industrial o comercial.

Una plantación protectora<sup>18</sup>, por su parte, es aquella que se establece en áreas forestales destinadas a proteger o recuperar algún recurso natural renovable y en las cuales se puede realizar aprovechamiento de productos secundarios como frutos, látex, resinas y semillas entre otros, asegurando la persistencia del recurso.

Las plantaciones forestales protectoras-productoras<sup>19</sup> corresponden a las que se establecen en un área forestal protectora y en las que el aprovechamiento directo o indirecto de la plantación está condicionado al mantenimiento de su efecto de protección del recurso.

Sean del tipo que sean las plantaciones forestales aportan beneficios ambientales como, por ejemplo, la recuperación de los suelos degradados, la prevención de la erosión y la regulación hídrica. Además, si tienen un buen manejo pueden cumplir una función fundamental en la conservación de los ecosistemas, así como en la biodiversidad asociada, y aportar beneficios sociales, como la generación de nuevos empleos, contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales.

### 1.2.5.3 Glaciares

Por su ubicación latitudinal, los glaciares de la zona ecuatorial han sido considerados excelentes laboratorios para estudiar el calentamiento de la baja atmósfera, debido a la variabilidad climática de esta franja y a la consecuente susceptibilidad de masas de hielo ante estas variaciones.

Según el Ideam (2009), en Colombia los glaciares ocupan un área de aproximadamente 48 Km<sup>2</sup>, lo que corresponde entre el 2 y 3% de los glaciares tropicales en Suramérica. El límite inferior de estos ecosistemas se encuentra desde los 4.700 a los 4800 m.s.n.m dependiendo de las características topográficas y climáticas locales. Actualmente se tienen seis masas glaciares o nevados, como se suelen llamar localmente, que están distribuidos en las cordilleras Central (volcánica), Oriental (rocas sedimentarias) y en la sierra nevada de Santa Marta, esta última presenta las masas de hielo más septentrionales del país (Tabla 1.4).

Tabla 1.4 Área actual de los glaciares en Colombia

Nombre del glaciar	Altura máxima m.s.n.m	Año de Actualización	porcentaje de área glaciar	Área km <sup>2</sup>
Sierra Nevada de Santa Marta	5775	2007	16 %	7.7
Sierra Nevada de El Cocuy	5330	2009	37 %	17.4
Volcán Nevado del Ruiz	5320	2007	18 %	8.8
Volcán Nevado Santa Isabel	5110	2007	5 %	2.6
Volcán Nevado del Tolima	5280	2007	2 %	0.93
Volcán Nevado del Huila	5655	2007	22 %	10.8
<b>Área glaciar total en Colombia km<sup>2</sup></b>				<b>48,23</b>

Fuente: Ideam, 2009.

Los datos de cambio de área glaciar en Colombia indican una rápida deglaciación especialmente en las tres últimas décadas (Tabla 1.5), con pérdidas de 3 a 5% de cobertura por año y retroceso del frente glaciar de 20 a 25 metros por año. De persistir el calentamiento atmosférico y las tendencias actuales de derretimiento, es probable que en tres o cuatro décadas los nevados colombianos estén extintos o tan solo exista una muy pequeña masa glaciar en los picos más altos (Ideam, 2009).

16 Sistema Nacional de Información Forestal.

17 Definida por el Decreto 1498 de 2008.

18 Definida por el Decreto 2811 de 1974 y retomada por el Decreto 1791 de 1996.

19 Definida por los Decretos 2811 de 1974 y 1791 de 1996.

Tabla 1.5 Evolución glaciar en Colombia por décadas.

Periodo	1930-1950	1950-1980	1980-2007/09
Glaciar	porcentaje de pérdida entre periodos		
Volcán nevado Santa Isabel	24	31	64
Sierra nevada Santa Marta	27	20	60
Volcán nevado del Ruiz	17	17	54
Volcán nevado del Tolima	27	37	50
Sierra nevada de El Cocuy	32	25	46
Volcán nevado del Huila	14	17	32

Fuente: Ideam, 2009.

#### 1.2.5.4 Ecosistema de páramo

El ecosistema de páramo presenta una vegetación abierta, semiabierto, arbustiva y boscosa baja, que se extiende por encima del límite altitudinal del bosque andino o bosque montano alto, a partir de los 3.300 - 3.800 m.s.n.m aproximadamente. Sin embargo, definir el límite exacto entre bosque y páramo es difícil ya que en muchas zonas el bosque superior ha desaparecido por la acción del hombre lo que ha permitido que la vegetación del páramo se extienda, reemplazando al bosque nativo; efecto conocido como paramización (Morales *et al.*, 2007).

Respecto a la vegetación, según Rangel-Ch (2000 citado por Morales *et al.*, 2000), en toda la región de páramos debe haber alrededor de 124 familias, 644 géneros y 4.700 especies. Con relación a las especies se presenta un alto endemismo dado el aislamiento geográfico de estas áreas, donde se destaca el de frailejones (Morales *et al.*, 2007), con alrededor de 42 especies en Colombia. Algunos investigadores afirman que cerca del 60% de la flora paramuna es endémica a este ecosistema (Rodríguez *et al.* 2006).

En cuanto a fauna de páramo en Colombia se han registrado 70 especies de mamíferos, entre los que se destacan el puma (*Puma concolor*) y el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), 11 especies de lagartos, 4 de serpientes, 87 de anfibios, 154 de aves y 130 de mariposas (Rangel-Ch, 2000; Van der Hammen, 1998 citados por Morales *et al.*, 2007).

Los páramos se caracterizan por ser reguladores del recurso hídrico, aportan al país buena parte de su agua potable, pues la mayoría de los ríos tienen sus cabeceras en ellos; muchos de estos ríos también son esenciales para generar energía eléctrica. Esto se debe a que los suelos de los páramos formados luego del retiro de los glaciares tienen capacidad de recibir y almacenar una importante cantidad de agua, que pueden soltar poco a poco hacia las quebradas, los ríos, las lagunas y hacia el subsuelo (Chaves y Arango, 1998; Rodríguez *et al.*, 2006). Un ejemplo de este servicio ambiental es el Parque Nacional Natural Chingaza, compuesto principalmente de páramos y subpáramos, donde la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) abastece de agua potable al 70% de Bogotá: 4'745.083 personas (DANE, 2005).

#### 1.2.5.5 Ecosistemas marinos y costeros

Colombia posee una línea costera de 3.513 km, de los cuales 1.937 corresponden a la región Caribe y 1.576 a la del Pacífico. Cuenta con un área emergida<sup>20</sup> de zona marina y costera de 15.232 km<sup>2</sup>, 7.037 km<sup>2</sup> en la zona Caribe y 8.195 km<sup>2</sup> en la del Pacífico (INVEMAR, 2009).

En esta zona del territorio colombiano se ubican diferentes tipos de ecosistemas de gran importancia por su alta diversidad y oferta de servicios ambientales. Dentro de estos ecosistemas se destacan los arrecifes de coral, los manglares, las praderas de pastos marinos, los litorales rocosos y los fondos blandos.

El Invemar desde la conformación del SINA, ha venido desarrollando valiosos estudios e investigaciones de estos ecosistemas, generando anualmente un informe sobre el estado de los ambientes y recursos marinos y costeros.

A continuación se presenta la caracterización de los ecosistemas marinos más importantes de Colombia; el análisis de los efectos del cambio climático sobre las zonas costeras, la susceptibilidad y vulnerabilidad serán tratados en el Capítulo de Vulnerabilidad.

20 Corresponde a la subzona terrestre-costera o franja de tierra adentro que se define como la banda comprendida desde la Línea de Marea Alta Promedio (LMAP), hasta una línea paralela localizada a 2 km de distancia tierra adentro, y la subzona insular emergida que abarca todo el territorio isleño emergido (islas y cayos), utilizando como referente la Línea de Marea Alta Promedio (Tomado de la Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia; citado en INVEMAR 2009).

- Arrecifes coralinos

Los arrecifes coralinos son de los ecosistemas más apreciados e importantes del planeta, ya que constituyen una de las mayores fuentes potenciales de bienestar para la humanidad (Wells & Hanna, 1992 citado por Invemar, 2009). Debido a la presencia de grandes ríos y a la predominancia de ambientes sedimentarios, los arrecifes coralinos son escasos en las costas colombianas, razón adicional por la cual se consideran uno de sus recursos más preciados del país.

Colombia posee cerca de 2.900 km<sup>2</sup> de áreas coralinas (Díaz *et al.*, 2000 citado por INVEMAR 2009), lo que representa menos del 0,4% de los arrecifes que existen en el mundo (Spalding *et al.*, 2001 citado por INVEMAR 2009). De estas áreas coralinas solo 15km<sup>2</sup> se encuentran en la costa del Pacífico, concentradas en cuatro localidades específicas: Isla Gorgona, Ensenada de Utría, Punta Tebada e Isla Malpelo (Prah & Edhardt, 1985 y Díaz *et al.*, 2000 citados por INVEMAR, 2007). En el Caribe el 77% de estas áreas se hallan en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, donde además se encuentran los arrecifes más complejos y desarrollados (INVEMAR, 2007). El resto se encuentran distribuidas en numerosas localidades a lo largo de la costa continental, destacándose las formaciones de las Islas de San Bernardo, Islas del Rosario-Barú, Isla Fuerte, así como de los bajos aledaños; bajo Tortugas, Santa Marta-Parque Tayrona y Urabá chocono.

Por otra parte, además de que la zona Caribe presenta mayor extensión de arrecifes de coral, ésta alberga una diversidad de especies coralinas más alta (20-53 especies) en comparación a la del Pacífico (10-21 especies) (Díaz *et al.*, 2000 citado por INVEMAR 2007).

Aunque para el 2007 las áreas coralinas de nuestro país tuvieron baja incidencia de enfermedades, leve disminución de tejido vivo coralino y cobertura algal con respecto a estudios anteriores (Navas y Rodríguez, 2007), en el año 2005 se presentó un evento de blanqueamiento masivo a causa de un aumento de la temperatura media mensual de entre 3 y 4°C por encima de la media mensual para el Pacífico y de entre 1.5 y 2.5°C para el Caribe; se registraron porcentajes de afectación de hasta un 90% en diversos puntos de muestreo aunque la mortalidad por lo general fue baja (INVEMAR, 2005). Según modelos de simulación (Montealegre, 2002), para un escenario con un aumento de temperatura de 0.3°C por década, las formaciones coralinas de San Bernardo estarían en un relativo buen estado hasta el 2060, año desde el cual se aceleraría el proceso de fragmentación el cual afectaría las formaciones coralinas tanto que para el año 2100 se esperaría la desaparición del total de las especies.

- Manglares

Los manglares son ecosistemas estratégicos dado a su aporte de materia y energía a otros sistemas, su valor como evapotranspiradores, como agentes detoxificadores y amortiguadores de inundaciones y protectores de la erosión de la línea costera por efecto del viento y las olas (Field, 1997 y Sánchez-Páez *et al.*, 2000 citados en INVEMAR 2009).

Según el INVEMAR (2009), los manglares en Colombia cubren una superficie aproximada de 300.907 ha, ubicados principalmente en el litoral Pacífico (233.403 ha) y el resto en el Caribe (67.504 ha). En los manglares colombianos se han identificado nueve especies de mangle, de las cuales solo cinco se encuentran en el litoral Caribe. Los rangos de precipitación de los manglares se hallan desde los 150 mm anuales en La Guajira, hasta los 8.000 mm en los departamentos del Valle del Cauca y Chocó, donde se encuentra el mayor desarrollo estructural.

En la costa Pacífica los manglares se distribuyen en una franja casi continua, desde el río Mataje (Nariño) hasta las cercanías de Cabo Corrientes (Chocó), donde se interrumpe para continuar con pequeñas franjas en el Golfo de Tribugá, Ensenada de Utría y en Juradó, en límites con Panamá (Von Prah, 1989 citado por INVEMAR, 2009).

Debido a la poca penetración de la marea en el litoral Caribe, los manglares en esta zona se limitan a estrechas franjas inundadas a lo largo de la línea intermareal, formando parches dentro de lagunas, ciénagas, estuarios y desembocaduras de ríos y quebradas. Las mayores extensiones se encuentran en la ciénaga Grande de Santa Marta, el canal del Dique y los deltas de los ríos Sinú y Atrato (INVEMAR, 2009). Pequeñas áreas se ubican en las desembocaduras de los ríos Palomino y Don Diego en La Guajira, en el Parque Nacional Natural Tayrona en el Magdalena y en el territorio insular, en los archipiélagos del Rosario y San Bernardo en el departamento de Bolívar, además de las islas de San Andrés y Providencia (Sánchez-Páez *et al.*, 2000 citado por Ideam *et al.*, 2004).

Ante un ascenso rápido en el nivel del mar (ARNM), todas las áreas de manglar se encontrarían potencialmente en riesgo de desplazamiento hacia la zona de tierra firme, si existen las geoformas y espacios propicios, o lateralmente a áreas de mayor elevación; esto generaría modificación de hidroperiodos, alteración de sedimentos y toxicidad del suelo, así como cambio de los patrones de distribución (Gilman *et al.*, 2008). El agua salada puede adentrarse en los ríos y acuíferos, contaminando los sistemas de agua dulce y aguas subterráneas, lo que potencialmente podría ocasionar que los manglares invadieran sistemas de agua dulce conocidos en la actualidad. Según Montealegre (2002) en San Bernardo, para un escenario de aumento del nivel del mar de 8.8 mm/año el deterioro de este ecosistema será excesivamente rápido; para 2030 la cobertura de manglar habrá disminuido considerablemente y

para 2090-2100 habrá perdido el 68.2% de su cobertura inicial. Estos ecosistemas según mediciones realizadas, son capaces de fijar alrededor de 1,5 tonC/ha/año lo cual es equivalente a la cantidad de emisiones de carbono de un vehículo a la atmósfera cada año, lo que los convierte en herramientas potenciales para la mitigación del cambio climático (Ong, 2002).

- Pastos marinos

Los pastos marinos conforman el único grupo representante de las angiospermas marinas que ha evolucionado de tierra firme al mar y se ha adaptado al medio marino. Como ecosistema cumplen varias funciones importantes, tales como la producción de fuentes directas e indirectas de alimento, suministro de sustrato para la fijación de epífitos, contribución en la recirculación de nutrientes y estabilización de sedimentos, refugio y sala cuna de vertebrados e invertebrados de importancia ecológica y comercial, y amortiguación y protección de la línea de costa al oleaje y la marea (INVENMAR, 2009).

La extensión total de las praderas de pastos marinos en Colombia equivale a 43.223ha; de las cuales 41.218ha (95,4%) están distribuidas en aguas someras a lo largo de la costa continental y alrededor de las islas sobre la plataforma continental; y el 4,6% restante se encuentra presente hacia la parte insular del Caribe colombiano (Gómez, 2007).

Por efecto del cambio climático, un aumento en el nivel del mar podría conllevar a cambios en la profundidad de estos ecosistemas y, a su vez, en cambios de presión hidrostática e intensidad lumínica, que influyen en la fotosíntesis y en el funcionamiento de estos organismos. Esto ocasionaría una pérdida de la función del hábitat y variación en la composición de especies de algas marinas, por potenciar el crecimiento de las especies con menores requerimientos de luz. Estudios realizados indican que un aumento en el nivel del mar de 50 cm podría reducir la disponibilidad de luz en un 50%, lo que podría causar la reducción de 50 a 40% de los pastos marinos (Short y Neckles, 1999). Por otro lado, en cuanto a un incremento de CO<sub>2</sub>, algunas especies podrían verse beneficiadas en función del aumento de la cobertura foliar mientras que otras podrían disminuir sus tasas fotosintéticas, lo que favorecería la competencia interespecífica (INVENMAR, 2003).

## 1.3 CARACTERÍSTICAS SOCIALES

### 1.3.1 Población

Según proyecciones del DANE (s.f.), la población en Colombia para el año 2008 era de 44.450.260 habitantes, siendo el segundo país más poblado de Suramérica y el cuarto de América. La densidad demográfica calculada en 38 habitantes por km<sup>2</sup>, está distribuida de manera irregular en el territorio; posee zonas urbanas con 3.500 habitantes por km<sup>2</sup> en ciudades como Bogotá o Medellín, contrastando con zonas selváticas, especialmente al sur y otras al occidente del país con menos de 1 habitante por km<sup>2</sup>. En la región Andina se asienta 75% de la población, mientras la región Caribe alberga 21%. Las siete ciudades más grandes del país poseen 34% de la población con una tasa de crecimiento demográfico más alta que la del resto del país, lo cual es reflejo de un proceso de urbanización acelerado.

La esperanza de vida al nacer se ha incrementado gradualmente desde 71.52% para mujeres y 64.64% para hombres en 1985, hasta 76.31% y 69% en el año 2005, respectivamente. La tasa de mortalidad infantil muestra una tendencia a disminuir, este indicador para ambos sexos pasa de 45,82 defunciones infantiles por mil nacidos vivos en el año 1985 a 22,25 en el año 2005 (DANE, 2007a).

El nivel de la fecundidad de la población colombiana ha venido registrando una reducción, al pasar de 3,42 hijos por mujer en 1985 a 3,15 en 1993 y 2,48 en el año 2005 lo cual significa que la fecundidad en Colombia se ha reducido 27,5% en los últimos 20 años (DANE, 2007b). La evolución de los indicadores vitales en el país ha evidenciado un incremento en la calidad de vida para los últimos años.

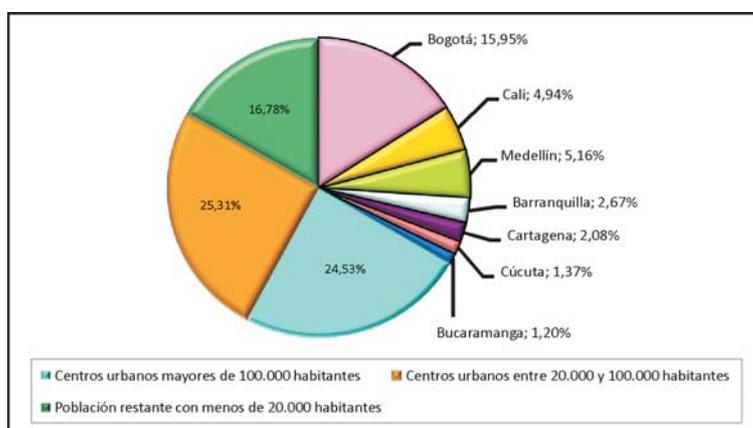
En relación con los servicios públicos, el servicio de energía eléctrica aumentó su cobertura a nivel nacional en 1,4 puntos porcentuales entre 2003 y 2008. En cuanto a salud, para el 2008, 86,0% de la población colombiana estaba cubierta por el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), logrando un incremento de 24,4 puntos porcentuales entre el 2003 y 2008 (DANE, 2009).

Para el 2008, el porcentaje de hogares que consideraron que sus condiciones de vida habían mejorado con respecto a las que tenían cinco años atrás pasó de 36,2% en 2003 a 45,9% en el año mencionado (DANE, 2009).

En Colombia alrededor del 58% de la población se asienta en centros urbanos mayores de 100.000 habitantes; de este valor el 33% corresponde a las siete principales ciudades del país y el 25% a los centros urbanos mayores de 100.000 habitantes diferentes a estas ciudades. Adicionalmente se tiene un 25% de la población que habita en

centros urbanos con población entre 20.000 y 100.000 habitantes. El restante 17% corresponde a los centros urbanos menores de 20.000 habitantes y a la población rural de los municipios. Ver Figura 1.5.

Figura 1.5 % población de Colombia, año 2005



Fuente: DANE, Colombia. Proyecciones de población municipales: por área 2005 - 2009. [http://www.dane.gov.co/index.php?Itemid=995&id=497&option=com\\_content&sectionid=16&task=category](http://www.dane.gov.co/index.php?Itemid=995&id=497&option=com_content&sectionid=16&task=category)

La población colombiana se caracteriza por mezclar tres grupos étnicos principales indígenas, africanos y europeos. Así, la estructura poblacional se compone de: mestizos 51%, blancos 35%, negros 10,6% e indígenas 3,4% (DANE, 2005).

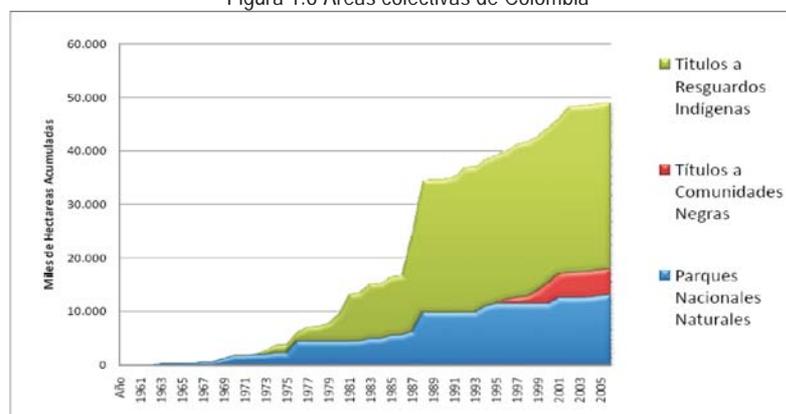
### 1.3.1.1 Minorías étnicas

En el Artículo 7 de la Constitución de 1991 se estableció el carácter pluriétnico y diverso de la conformación cultural, étnica y organizativa que ha venido configurando los distintos territorios y regiones del país. Colombia cuenta con una normativa robusta que busca definir y regular las relaciones políticas, sociales y culturales entre los diferentes grupos étnicos, la institucionalidad pública y los actores del sector privado; por ejemplo, la Ley 21 de 1991 por la cual se adopta para el territorio colombiano el Convenio 169 de OIT<sup>21</sup>, la Ley 70 de 1993 la cual reconoce la ocupación de tierras baldías por parte de comunidades afrocolombianas, el Decreto 1397 por el cual se crean la Comisión Nacional de territorios Indígenas y la Mesa permanente de concertación con los Pueblos y Organizaciones Indígenas. Estas instancias han servido como instrumentos de legitimación, socialización e intercambio de los diferentes valores e intereses de las minorías étnicas presentes en el país.

En términos generales, hablar de las comunidades étnicas de Colombia es tarea difícil debido a su complejidad y variedad, ya que debido a las diversas condiciones del paisaje, los múltiples procesos de colonización y los abusos cometidos en pro del esclavismo, se generó una diversidad cultural y humana tan singular que hasta ahora la nación está empezando a comprender su riqueza y variedad.

En los últimos 50 años las titulaciones colectivas legales en Colombia, tanto para resguardos indígenas como para consejos comunitarios de comunidades negras, han aumentado significativamente como se evidencia en la Figura 1.6.

Figura 1.6 Áreas colectivas de Colombia



Fuente: Cárdenas, s.f.

- Territorios indígenas

De acuerdo con información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2007), en Colombia existen 710 resguardos<sup>22</sup> titulados, ubicados en 27 departamentos y en 228 municipios, que ocupan una extensión aproximada de 34 millones de hectáreas (29,8% del territorio nacional). Los departamentos con mayor porcentaje de comunidades indígenas son: Guainía, Vaupés, Amazonas, Vichada, La Guajira, Cauca y Nariño; en los tres últimos departamentos se concentra alrededor de la mitad de la población indígena del país. El censo general del DANE (2005), reporta un total de 1.392.623 indígenas, que corresponden a 3,4% de la población.

Su desarrollo cultural, el cual incluye modelos y mecanismos de apropiación y visión del territorio, ritos y ceremonias, engloba e integra los diferentes elementos ecosistémicos y espirituales que sustentan la cosmovisión de cada una de las etnias indígenas presentes en el país. También se constituyen gracias a actividades extractivas y de intercambio como lo son la agricultura, la caza, la pesca y la elaboración de artesanías.

Frente al uso y manejo de los recursos naturales, vale la pena anotar que no conocen la propiedad privada como se define en las leyes, sino que comprenden la tierra como un organismo vivo y a sus diferentes componentes como partes irremplazables de este todo. El agua es vista como la fuente de la vida y el lugar en donde se manifiestan muchos espíritus de sus antepasados y de esa forma la herencia y el saber ancestral se perpetua fortaleciendo la identidad que les es propia.

Su organización social es estructurada con base a roles y funciones que son atribuidos conforme a condiciones de nacimiento, herencia o capacidades de cada individuo, generalmente están bien definidas las actividades que son para las mujeres, los niños, los hombres y los ancianos. Todas estas actividades se encuentran ligadas a una forma de vida colectiva en donde se articulan y se reciben sus frutos también de manera colectiva.

El conocimiento ancestral, su capacidad de adaptación y el manejo de las condiciones naturales, es sin duda uno de los mayores valores a rescatar como estrategia de adaptación frente al cambio climático dentro de sus territorios.

- Población afrocolombiana

Los cuatro grupos de mayor representatividad de esta población se ubican en el Pacífico colombiano, en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, en la comunidad de San Basilio de Palenque y en las cabeceras municipales o en las grandes ciudades (DANE, 2007).

Los departamentos con mayor porcentaje de afrocolombianos son: Chocó, Archipiélago de San Andrés y Providencia y Santa Catalina, Valle del Cauca, Bolívar y Cauca (DANE, 2007). Según el DANE (2005), en Colombia fueron censados 4.311.757 afrocolombianos equivalentes a 10,6% de la población colombiana.

En Colombia estos grupos han creado una identidad cultural que mantiene sus raíces africanas y a la cual se le han ido agregando una serie de matices propios de esta nación. Hoy por hoy encontramos diversos géneros musicales, bailes, ritos, modos de apropiación y uso de los recursos naturales llenos de color y sonido que enriquecen la diversidad cultural del país.

### 1.3.2 Educación

La formulación y puesta en marcha del Plan Decenal de Educación<sup>23</sup> ha incrementado la cobertura del sistema educativo básico de 9.994.404 alumnos en el año 2002, a 11.043.845 alumnos en el año 2007, representando un incremento de 5 puntos porcentuales en la tasa de cobertura neta que ha alcanzado 89,3% para el año 2007. De acuerdo con las cifras del Ministerio de Educación Nacional, en el nivel de primaria 9.170.199 estudiantes fueron atendidos en establecimientos oficiales y 1.873.646 en establecimientos no oficiales en el año 2007. La tasa de cobertura en educación superior también se ha incrementado pasando de 20,6% en 2002 a 31,8% en el año 2007 (Ministerio de Educación Nacional, 2008).

La tasa de analfabetismo a nivel nacional para personas mayores de 15 años alcanzó 6,9% en el año 2008, mostrando una disminución de 0,8 puntos porcentuales en comparación con el año 2003 (7,7%). En la cabecera, esta tasa fue de 4,7%, es decir 0,1 puntos porcentuales por encima de la registrada en el 2003 (4,6%). Las mayores tasas de analfabetismo se presentaron en el "resto", con 18,0% en el 2003 y 14,8% en el 2008. Véase la Figura 1.7.

22 Es un territorio con límites establecidos por la ley, ocupado por uno o más pueblos indígenas, con organización social propia y con títulos de propiedad colectiva, inembargable e intransferible (DANE, 2007).

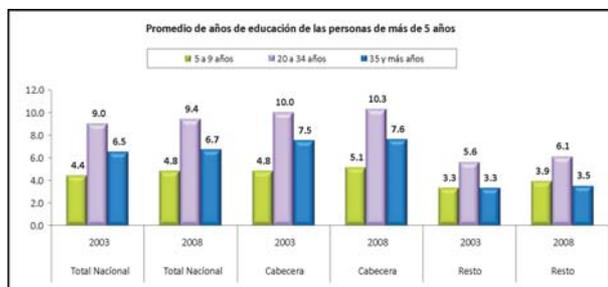
23 Es el conjunto de propuestas, acciones y metas que expresan la voluntad educativa del país de cara a los siguientes 10 años: 2006-2016 (Ministerio de Educación Nacional, s.f.)

En referencia al número de años de educación, en el conjunto nacional, cabecera y resto, se encuentra que en el grupo de 20 a 34 años se alcanza el mayor número de años de educación, mostrando, además, incrementos en todos ellos entre los años 2003 y 2008. Ver la Figura 1.8.

Figura 1.7 Tasa de analfabetismo total nacional, cabecera y resto



Figura 1.8 Años de educación de las personas



Fuente: Construido con datos de DANE, 2009.

### 1.3.2.1 Educación de alto nivel, investigación, ciencia y tecnología

Según la clasificación internacional normalizada de la educación (CINE, 1997 citado por UNAL, 2009), los niveles educativos se clasifican en: (0) educación preescolar; (1) educación primaria o primer ciclo de la educación básica; (2) primer ciclo de la educación secundaria o segundo ciclo de la educación básica; (3) segundo ciclo de la educación secundaria; (4) educación postsecundaria no terciaria; (5) primer ciclo de la educación terciaria, que incluye especializaciones y maestrías; (6) segundo ciclo de la educación terciaria que conduce a una calificación de investigación avanzada en la que están los doctorados.

De dicha estructura se pueden asociar los retos de la investigación y avances frente a las encrucijadas de la sociedad, pues los estudiosos del nivel 5 y especialmente el nivel 6 son los encargados de investigar los temas más complejos e interdisciplinarios como por ejemplo la problemática del cambio climático.

De acuerdo con el Iesalc<sup>24</sup> (citado en UNAL, 2009), entre 2005 y 2006 en América Latina y el Caribe se contaban 17.017.198 estudiantes matriculados en 8.910 instituciones de educación superior, de las cuales 1.231 eran universidades y centros universitarios; cifras que contrastan con 37.184.726 personas analfabetas. El posgrado participó con 4,2% del promedio total de matrículas en la región (674.215). En las tablas 1.6 y 1.7, se muestran las principales estadísticas compiladas por la Universidad Nacional de Colombia (2009).

Tabla 1.6 Posgrados en Colombia, América Latina y el Caribe 2005 - 2006

Descripción	México	Brasil	Argentina	Venezuela	Perú	Colombia	Cuba	Chile
Núm. matrículas de posgraduados	183.572	125.426	89.639	68.203	59.989	56.901	38.061	26.085
Núm. matrículas de doctorados	13.458	44.466	11.548	3.085	5.334	484		2.617
Núm. de titulación doctoral	611 (5%)	9.366 (21%)	685 (6%)	386 (13%)		39 (8%)		

Fuente: Construido con información de la UNAL (2009).

Las cifras indican que en el 2008, la oferta de programas de posgrado de la educación superior nacional ascendió a 1.934, equivalente a 31,54% del total de carreras ofrecidas por la educación superior. El nivel de pregrado ofreció 6.133 programas, equivalente a 68,46%. En la Tabla 1.7, se muestra la evolución de los programas desde el año 2002.

Tabla 1.7 Número de programas de posgrado por nivel de formación entre 2002 y 2008

Descripción	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Especialización	1.793	1.992	1.845	1.002	1.012	1.379	1.477
Maestría	244	307	316	237	239	334	373
Doctorado	32	42	43	40	49	72	84
<b>Total</b>	<b>2.069</b>	<b>2.341</b>	<b>2.204</b>	<b>1.279</b>	<b>1.300</b>	<b>1.785</b>	<b>1.934</b>

Fuente: Ministerio de Educación Nacional - SINIES en UNAL (2009).

En materia de formación de alto nivel o científica y técnica, se encuentra un mayor número de graduados en el nivel de maestría y doctorados, no obstante, a pesar de mejorar la situación, el número de personas que se graduaron en las diferentes áreas de 2000 al 2007 se considera bajo. En las conclusiones positivas del estudio adelantado por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, los autores de los "Indicadores de ciencia y tecnología: Colombia 2008", destacan el incremento de los programas nacionales de doctorado, que pasaron de 43 a 73 en el periodo de referencia, pese a mantenerse con un incremento de un programa entre 2000 y 2003; condición que se superó significativamente a partir de 2004, llegando a 22 programas en tres años hasta 2007 (Salazar, 2008 citado por UNAL, 2009).

De acuerdo con Colciencias<sup>25</sup> (citado por UNAL, 2009), con la aprobación de la Ley 1286 de 2009 se contribuirá a darle forma a una política de formación de recursos humanos debido a que el país busca incrementar el número de investigadores, para lo cual se están tomando medidas. Actualmente, el gobierno trabaja en la construcción de un programa de formación de nuevos investigadores que tendrá como fin incrementar el número de estudiantes de doctorado anualmente a 500 por un periodo de cinco años. Sin embargo, se considera insuficiente ya que la inversión requerida para alcanzar estándares similares a los de países vecinos en investigación y desarrollo debe ser cercana a 1% del PIB (Salazar, 2008 citado por UNAL, 2009). A pesar de esto Colombia en los últimos 6 años ha presentado un inversión del PIB menor al 1% en investigación y desarrollo: 2004 (0,158%), 2005 y 2006 (0,160%), 2007(0,161%), 2008 (0,152%) y 2009 (0,161%) (Lucio *et al.*, 2009).

### 1.3.3 Calidad de vida

Con el fin de identificar las condiciones socioeconómicas de los hogares colombianos, se toman los resultados de las encuestas de calidad de vida<sup>26</sup> 2003-2008, realizadas por el DANE (2009); se presentan a continuación los indicadores más sobresalientes.

#### 1.3.3.1 Número de hogares por vivienda

El número de hogares por vivienda en el país para el período de la encuesta se redujo de 1,1 a 1,0. Este cambio se observa en la cabecera municipal, no así en el resto del municipio donde este indicador no varió durante el periodo. En número de personas por hogar en Colombia pasó de 3,9 personas en el año 2003 a 3,7 en el año 2008, diferenciándose las cabeceras municipales con 3,8 (2003) a 3,6 (2008), mientras en el resto de los municipios se redujo de 4,2 (2003) a 4,0 personas por hogar (2008).

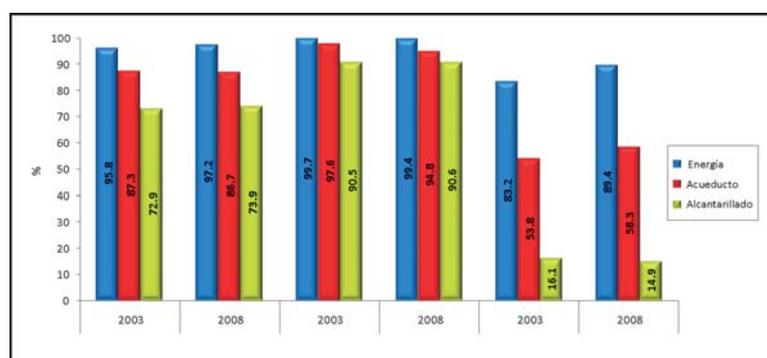
#### 1.3.3.2 Acceso a servicios públicos, privados o comunales

La encuesta sobre calidad de vida mencionada también revela que el servicio de energía eléctrica registró un aumento de la cobertura a nivel nacional de 1,4% en los cinco años producto del aumento del cubrimiento del servicio en las zonas rurales de los municipios, pasando de 83,2 % en 2003 a 89,4% en 2008.

El gas natural, como servicio público de los hogares, incrementa su cobertura a nivel nacional tanto en las cabeceras como en el resto de los municipios, pasando de 35,3% en el 2003 a 47,4% en el 2008. En la cabecera, el incremento es de 14,2 puntos porcentuales con respecto al 2003, y representa una cobertura del 59,8% de los hogares, mientras que en el resto el incremento alcanza 1,4 puntos porcentuales, representando una cobertura de 3,4% de los hogares.

En la Figura 1.9 se puede observar el comportamiento del acceso a los servicios públicos en unidades porcentuales durante los años 2003 a 2008.

Figura 1.9 Acceso a energía, acueducto y alcantarillado



Fuente: Construido con datos de DANE, 2009.

25 Actualmente "Departamento administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación"

26 La metodología aplicada por el DANE se basó en una encuesta de muestreo probabilístico, estratificada de conglomerados y polietápico, sobre 14.000 hogares aproximadamente. La unidad de muestreo, segmento o conglomerado, conformado en promedio por diez hogares, correspondiendo la unidad de análisis a viviendas, hogares y personas. La información obtenida fue expandida con proyección de la población, con base en los resultados del Censo 2005 (DANE, 2009).

La encuesta de calidad de vida 2008 (DANE, 2009), arroja una reducción de la tenencia del servicio telefónico fijo y muestra un aumento significativo de hogares que disponen de teléfono celular, tanto a nivel nacional, como cabecera y resto de los hogares del país con respecto a 2003. El 83,8% de los hogares menciona que algún miembro del hogar cuenta con teléfono celular para uso personal o del hogar, mientras que en el 2003 era de 17,7%.

### 1.3.3.3 Tendencia de bienes y servicios

La encuesta de calidad de vida (DANE, 2009) muestra que en el país se han dado cambios importantes en la posesión de algunos bienes y servicios, como son:

- La televisión por suscripción aumentó 12,8 puntos porcentuales, pasando de 35,5% en el año 2003 a 48,3% en el año 2008.
- El acceso a Internet registró un incremento significativo en los registros nacionales y cabecera, al pasar de 5,5% en el año 2003 a 12,8 en el año 2008 en el nivel nacional, mientras en las cabeceras se incrementó 9,3 puntos porcentuales, para alcanzar la cifra de 16,4% en el año 2008.
- El computador, que inicialmente registró 11,2% en 2003, incrementó su participación a 22,8% en 2008. Véase la Figura 1.10.

Las anteriores condiciones reflejan, de manera proporcional, la forma como las campañas, programas y otros instrumentos de capacitación van logrando una mayor penetración en los diferentes espacios y formas de comunicación. Tal referente deberá ser considerado en el diseño de los medios a usar para comunicar al público en general la información sobre el cambio climático. En últimas, la televisión guarda una diferencia significativa con respecto al computador y el canal más utilizado de difusión como es el Internet.

En la Figura 1.11 (Der.) se destaca el aumento del carro particular y motocicletas en los hogares que pasaron de 8,5% del año 2003 a 15,1% en el 2008.

Figura 1.10 Distribución porcentual de computador, Tv a color, Tv por suscripción e Internet

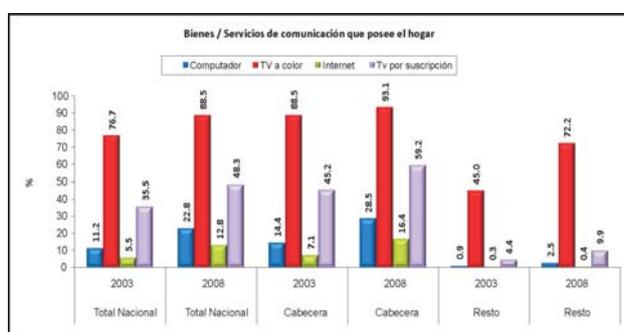
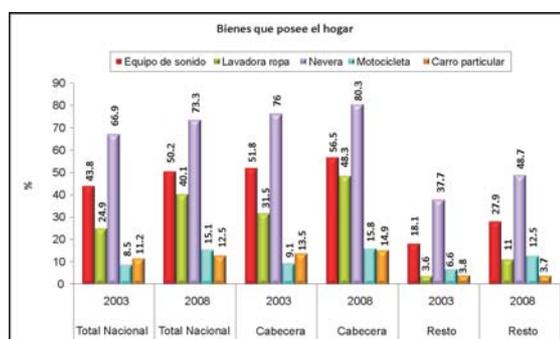


Figura 1.11 Distribución porcentual de bienes que posee el hogar



Fuente: Construido con datos DANE, 2009.

### 1.3.3.4 Pobreza

La opinión de los jefes de hogar o su conyugue sobre “el nivel de vida actual” comparado con el que tenía cinco años atrás, es más optimista que la expresada en la encuesta de calidad de vida del año 2003. A nivel nacional, los hogares que consideran que sus condiciones de vida mejoraron con respecto a las que tenían cinco años atrás, se incrementan al pasar de 36,2% en 2003 a 45,9% en 2008. De manera complementaria, los hogares que opinan que sus condiciones de vida actual son peores comparadas con las de cinco años atrás, muestran una reducción al pasar de 30,3% en 2003 a 15,9% en 2008 (DANE, 2009).

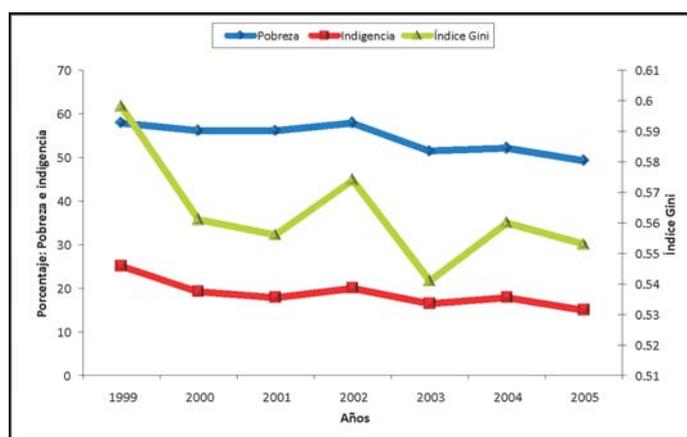
La percepción optimista de los jefes de hogar o su cónyuge se mantiene en la cabecera y el resto, donde 47,9% y 38,8% respectivamente, declaran que sus condiciones de vida mejoraron en 2008.

En la Figura 1.12 el Departamento Nacional de Planeación DNP (2009) establece que la pobreza e indigencia tienden a disminuir en el período analizado de 1999 a 2005; Asimismo se observa que no obstante Colombia presenta un índice Gini<sup>27</sup> muy bajo en el contexto internacional, estando entre los 10 países con mayor desigualdad en el mundo<sup>28</sup>, este índice ha mejorado en los últimos años.

27 El coeficiente Gini mide el grado de desigualdad en la distribución del ingreso en una sociedad determinada

28 World Bank (2009d). “World Development Indicators”. Washington DC: World Bank. Recuperado de <http://hdrstats.undp.org/es/indicators/161.html>

Figura 1.12 Pobreza, indigencia y Gini



Fuente: DNP, 2006. ENH sept. (1992-2000), ENH 3er Trim. (2001-2005). Las cifras 2002-2005 se ajustaron a cuentas nacionales de las cuentas nacionales definitivas 2002 y en las reestimaciones del PIB para 2003 y 2004, publicadas en enero de 2006; el dato de 2005 es provisional.

### 1.3.4 Salud pública

En los inicios de la década de 1990, la Ley 100 de 1993 respaldó por medio de una decisión política aumentar los recursos financieros para cumplir los objetivos para la cobertura universal de un mecanismo de seguro que garantizara el acceso, la eficiencia y la calidad en los servicios del país (Barón, 2007).

Durante el periodo de 1993 - 1999 aumentó la cobertura de 6.2% a 9.5%; para el periodo 2000 - 2003 disminuyó, manteniendo un promedio de 7,7% (Barón, 2007).

Según el DANE (2009), el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) ha logrado un incremento de 24,4% entre 2003 y 2008, alcanzando este último año una cobertura nacional de 86,0%.

## 1.4 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

### 1.4.1 Producto interno bruto

En términos estructurales, el Producto Interno Colombiano está representado en buena medida por el sector servicios en el que se ha observado un crecimiento constante desde la década de los cincuenta, impulsado primordialmente por los servicios financieros y la ampliación en la cobertura de los servicios públicos. En tal sentido, la participación de la producción primaria y manufacturera se han disminuido y estabilizado dentro de la estructura de generación de valor en Colombia (Ortíz *et al.*, 2009).

La producción de bienes primarios provenientes de la agricultura, silvicultura, caza y pesca han perdido su peso relativo dentro de la estructura del PIB de manera sostenida, mientras que las actividades mineras, aunque marginales en dicha estructura, han crecido sostenidamente durante las dos últimas décadas debido a las ventajas comparativas del país para la extracción de carbón y petróleo, y las más abiertas características comerciales que facilitan su exportación. En cuanto a su industria manufacturera, el país vivió un importante periodo de industrialización hasta la década de los años setenta que posteriormente disminuyó y se congeló (años ochenta) debido a la falta de exposición a la competencia internacional. La apertura económica evidenció una industria nacional poco competitiva que sin mayores herramientas para competir vió como su participación en el PIB disminuyó ante el incremento de las importaciones en la década de los noventa. (Ver Figuras 1.13 y 1.14).

Figura 1.13 Participación sectorial en el PIB 1970

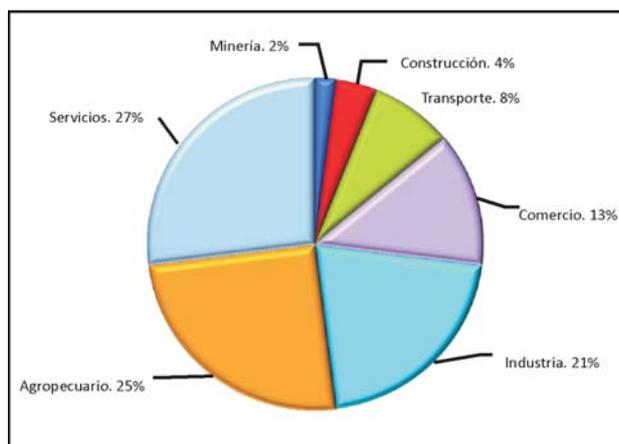
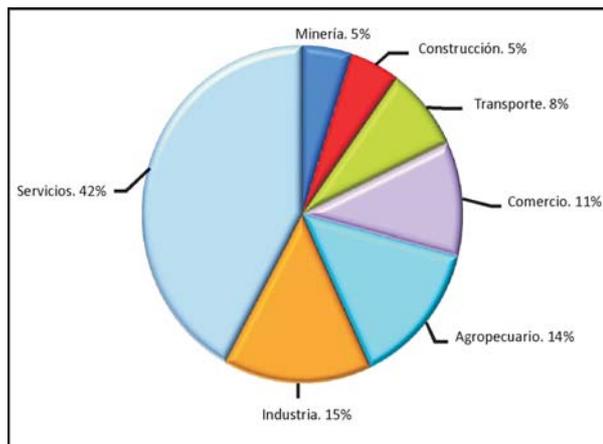


Figura 1.14 Participación sectorial en el PIB 2003



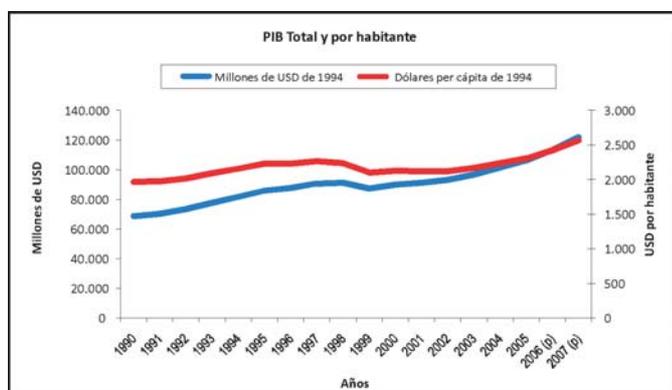
Fuente: Cárdenas, 2007.

En la primera década del siglo XXI (hasta el 2008), el país vivió un crecimiento económico sostenido que permitió su recuperación de la crisis alcanzada en 1999, causada, entre otros factores, por la desaceleración de la demanda interna, motivada por la liberalización de la economía, un desbalance en las cuentas fiscal y corriente, y los efectos de la crisis regional y mundial. Después de presentar en 1999 una variación anual negativa en 4,2%, el PIB inició una lenta recuperación desde el año 2000, presentando en el año 2001 el mismo valor del PIB registrado en 1998. En el año 2006 se presentó un crecimiento de 6,84% que evidencia una fase expansiva impulsada entre otros factores por las exportaciones a pesar de la revaluación de la moneda (DNP, 2006).

Los ajustes financieros realizados a partir de la crisis de 1999, permitieron la reactivación paulatina de la demanda interna y, a su vez, el crecimiento del comercio, la industria y el sector agropecuario. En 2001, el sector de la construcción que fue el más afectado por la crisis, debido al colapso de su esquema de financiación, inició su recuperación y durante el periodo 2000 a 2006 fue fundamental para el crecimiento de la economía en general.

Con base en las estadísticas preparadas por el DANE y Banco de la República (s.f.), la economía del país ha mostrado una recuperación de su producto interno bruto a partir del año 2000, al pasar de \$89.968 millones de pesos (constantes de 1994) a \$121.924 millones de pesos en el año 2007; que corresponde a un incremento del PIB per cápita (en dólares a precios de 1994) de \$2.126 (2000) a USD \$2.566 (2007<sup>29</sup>). La Figura 1.15 muestra el PIB total y el PIB per cápita a precios constantes de 1994.

Figura 1.15 Producto interno bruto total y por habitante a precios constantes de 1994



Fuente: DANE & Banco de la República, s.f.

Nota: PIB en dólares de 1994 = PIB en millones de pesos de 1994 sobre la tasa de cambio nominal promedio de 1994.

No obstante, el año 2009 se caracterizó por la disminución del crecimiento luego de un importante periodo de expansión económica, haciendo de éste posiblemente el primer año de un ciclo de desaceleración ocasionado por la crisis económica mundial. Si bien el crecimiento del PIB colombiano es relativamente sensible a la aversión global al riesgo, no es de esperarse que dicho impacto sea significativo en la economía nacional por las siguientes razones (Universidad Sergio Arboleda, 2009): la economía ha crecido más rápido que el déficit en el balance entre exportaciones e importaciones; los análisis realizados por el Banco de la República mencionan que no existe evidencia de que la actual tasa de cambio con respecto al dólar se encuentre sobrevalorada; y, por último, la productividad del país ha crecido significativamente luego de la crisis de los noventa.

## 1.4.2 Análisis sectorial

Los sectores que se presentan a continuación están relacionados de manera general con la organización de los módulos del inventario de los gases de efecto invernadero para los años 2000 y 2004, por lo tanto, como contexto del inventario el periodo de análisis sectorial corresponde al periodo 2000 al 2005.

### 1.4.2.1 Industrial

El PIB creció 5,7% durante el primer semestre de 2006, 54 puntos básicos (pb) por encima del crecimiento registrado en el mismo período un año atrás. Para lograr este significativo aumento, la producción industrial nacional registró un crecimiento de 8,32% durante el primer semestre de 2006 y de 13,61% entre julio de 2005 y julio de 2006 (Banco de la República & Proexport Colombia, s.f.).

Según la encuesta nacional manufacturera (DANE, 2009a), la producción industrial presentó la siguiente participación: fabricación de productos de la refinación del petróleo (12,5%); otros productos químicos (7,7%); elaboración de bebidas (5,8%); industrias básicas de hierro y acero (5,4%); molinería, alimentos, almidones y derivados del almidón y alimentos preparados para animales (5,0%); productos minerales no metálicos (4,7%); sustancias químicas básicas (4,3%); productos plásticos (4,2%); vehículos automotores (4,0%), papel y cartón (4,0%).

En términos generales, desde mediados de la década de 1970, la composición de la estructura industrial colombiana ha evolucionado muy lentamente, concentrándose en actividades intensivas en recursos naturales, las cuales presentan los mayores niveles de producción y empleo (Garay, 1998:457-461 citado por Amézquita, 2008).

De otra parte, con base en la metodología empleada por la CEPAL (Cimoli *et al.*, 2005 citado por Amézquita, 2008) expone la forma como el valor agregado industrial se ha concentrado en más de 50% en las actividades intensivas en recursos naturales durante el periodo 1990-2005. Véase la Tabla 1.8.

Tabla 1.8 Participación de los distintos tipos de actividades en el valor agregado industrial (VAI) y empleo industrial (EI)

Actividades intensivas en recursos naturales	Sectores CIUU que comprende	VAI	EI	VAI	EI	VAI	EI	VAI	EI
		1990 (%)	1990 (%)	1995 (%)	1995 (%)	2000 (%)	2000 (%)	2005 (%)	2005 (%)
Recursos naturales	Industrias de alimentos y bebidas, productos de la refinación del petróleo, metales y sus productos, productos minerales no metálicos, papel, cartón y productos de papel y cartón, productos de tabaco, madera y sus productos	51,68	41,28	54,25	40,74	57,33	41,68	60,06	38,51
Mano de obra	Textiles, confecciones, impresión, edición y artes gráficas, industrias manufactureras cuero, calzado, marroquinería y muebles	19,58	31,67	16,43	31,67	16,38	33,67	14,68	34,67
Conocimientos y tecnología	Industrias de químicos y plásticos, maquinaria y equipos	28,72	25,41	29,31	26,28	26,27	24,64	25,24	26,81

Fuente: Amézquita (2008) con base en datos del DANE y CEPAL.

De la Tabla 1.8 se destaca la reducción de más de tres puntos porcentuales desde 1995, las actividades intensivas en mano de obra y en conocimientos y tecnología.

Asimismo, según Garay (1998 citado por Amézquita 2008) el empleo industrial constituye una importante fuente de ocupación dentro de la economía nacional, aportando cerca de 20% del total de los puestos de trabajo. A su vez, durante el periodo 1990-2005, cerca de 40% del empleo industrial se concentró en las actividades intensivas en recursos naturales.

### 1.4.2.2 Energía

Para el periodo 2000 - 2006, la producción total de energía primaria creció a una tasa promedio de 1,6%, explicado por el crecimiento en la producción de carbón (8,1%), gas natural (1,8%) y la generación hidroeléctrica (4,6%) (Ideam *et al.*, 2009). Por su parte el consumo interno presentó un promedio anual de crecimiento de 1,9%, pasando de 222.271 a 231.603 teracalorías<sup>30</sup> para el periodo en mención. De éste, el consumo industrial es responsable por 26,6% del consumo energético final, después del sector transporte. Igualmente, la composición de las fuentes de energía ha cambiado, dando una mayor participación al gas natural como resultado de los programas de gestión racional de energía, acompañadas de políticas para incrementar su uso en los sectores residencial, industrial y de transporte, pasando de 18,6% de participación, al inicio del periodo, a 29,7% para el último año del mismo.

30 Véase el Glosario y Siglas, acrónimos y conversiones.

La repotenciación de vehículos de transporte público y los precios de los combustibles modificaron la dinámica del sector. Se destaca el incremento en la participación del aceite combustible para motores - ACPM - y la disminución en el consumo de gasolina.

### 1.4.2.3 Agropecuario

Según cifras del MADR (2005), en Colombia se utilizaron cerca de cuatro millones de hectáreas (ha) en la actividad agrícola, con alrededor de 44% en cultivos transitorios o de economía campesina (algodón, arroz total, papa, tabaco rubio, cebada, frijol, maíz total, sorgo y trigo), el 39% en cultivos comerciales (banano de exportación, cacao, caña de azúcar, tabaco negro de consumo interno y exportación, palma africana, caña panelera, cocotero, plátano, yuca, frutales y cacao), y el 17% al cultivo de café (Ideam *et al.*, 2009a).

Entre los años 2000 y 2005 se registró un incremento de 38.855 ha de la superficie cosechada en cultivos permanentes y transitorios. Los años 2002, 2003 y 2004 fueron los de mayor incremento (MADR, 2005). La dinámica de crecimiento se interrumpió en el 2005 por la depreciación del peso frente al dólar, las bajas cotizaciones internacionales y el aumento del precio sostenido de los agroquímicos (SAC, 2006).

Para el periodo 2000-2005 se presentó un crecimiento de 10,2% en la producción agrícola incluyendo la producción de los cultivos transitorios y permanentes; es decir, un aumento de 2.282.357 (t), que corresponde a una producción absoluta de 24.700.803 t en 2005. Entre los años 2000 y 2003 el crecimiento anual sostenido fue de 2,3%, mientras que en el año 2004 alcanzó su mayor crecimiento 4,1%, por ser el año de mayor cosecha y producción. Para el año 2005, se observa una caída en el área cosechada, que representa una disminución en la producción nacional de 1,32% con respecto al año 2004.

Del total de la producción, los cultivos transitorios aportaron en promedio 35,5% y los cultivos permanentes 64,5%. Es decir, los cultivos de ciclo largo presentaron una producción promedio anual de 15.303.709 (t), y los cultivos transitorios llegaron a 8.440.333 toneladas (Ideam *et al.*, 2009a).

Dentro de los cultivos transitorios o de economía campesina se encuentra el algodón, el arroz, la papa, el tabaco, la cebada, el frijol, el maíz, el sorgo y el trigo; los cuales son de gran importancia ya que están ligados a la seguridad alimentaria y en el Capítulo de Vulnerabilidad se analizarán los efectos del cambio climático sobre éstos.

Igualmente, de acuerdo a la encuesta nacional agropecuaria del año 2001, en Colombia, alrededor de 74% de la superficie que se destinó al uso agropecuario (37.609.795 ha), se encontraba en pastos, superando en nueve veces el área dedicada a la agricultura (8,15%). Al área agrícola correspondió una superficie de 4.135.021 hectáreas del total del área en uso agropecuario a nivel nacional (DANE, 2001).

Con respecto a la producción de leche, se presentó un aumento continuo a una tasa promedio de 2,5% para el periodo 2000-2003, mientras que para el siguiente año la tasa de crecimiento de la producción no fue mayor a 0,57%. En promedio la producción anual fue de 6.369 millones de litros<sup>31</sup>.

Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que los sistemas ganaderos bovinos incluyen una inmensa variedad de arreglos productivos manejados por distintas etnias y grupos sociales con variados niveles de inserción en la economía de mercado, situados en distintos biomas terrestres y, por lo tanto, enmarcados en diferentes regímenes climáticos, tipos de suelos y formaciones vegetales (Murgueitio & Calle, 1999). Existen dos finalidades en estas actividades: 1) una relacionada con un propósito económico comercial derivado de la explotación ganadera y 2), una actividad ganadera como estrategia de ocupación del territorio.

- Economía campesina

Las agriculturas campesinas alternativas surgen como reacción a las agriculturas químicas (revolución verde); las de tipo empresarial son certificadas y las de enfoque comunitario tienen como fundamento los postulados de salud con base en alimento sano y alimento sano para todos como derecho humano (Mejía, 2004 citado por Moreno, 2009), no obstante, este tipo de agricultura no ha contado con los suficientes recursos y apoyo que permita una mayor presencia en el territorio nacional; el enfoque cultural, económico y ecológico planteado en este tipo de agricultura resulta fundamental para efecto de implementar medidas de adaptación al cambio climático que permitan atender las necesidades de alimento y nutrición de las poblaciones campesinas.

<sup>31</sup> Este comportamiento obedece a las políticas sobre las licencias previas de importación de leche (leche y nata-crema, concentradas, o con adición de azúcar u otro edulcorante), con la finalidad de mantener la estabilidad del mercado interno de la leche y frenar las importaciones de leche en polvo. Estas políticas se establecieron a través de los Decretos: 1310 de 2003 y 1963 de 2004.

La sociedad que hace parte de las agriculturas campesinas son propietarios de pequeñas áreas o arrendatarios, aparceros y/o colonos, o campesinos sin tierra (quedando como jornaleros o como desplazados hacia zonas marginales urbanas por lo regular).

Desde el punto de vista de la formación de capital, existen tres diferentes tipos de unidades productivas (Machado, 1991 citado por Moreno, 2009): a) Economía campesina plena: utiliza mano de obra familiar que obtiene los alimentos básicos para autoconsumo, quedando un excedente que se comercializa, con saldos financieros muy bajos para acumular; b) Economía campesina con excedentes: presenta las mismas características de la anterior, pero con escalas de producción para el mercado que aunque pequeñas les permite acumular y utilizar trabajo asalariado. Su principal objetivo es cubrir costos y mejorar la productividad y c) Productores semi-jornaleros: campesinos con pequeñas parcelas que no permiten sostener a su familia, por lo tanto, deben ocuparse además como asalariados temporales (Moreno, 2009).

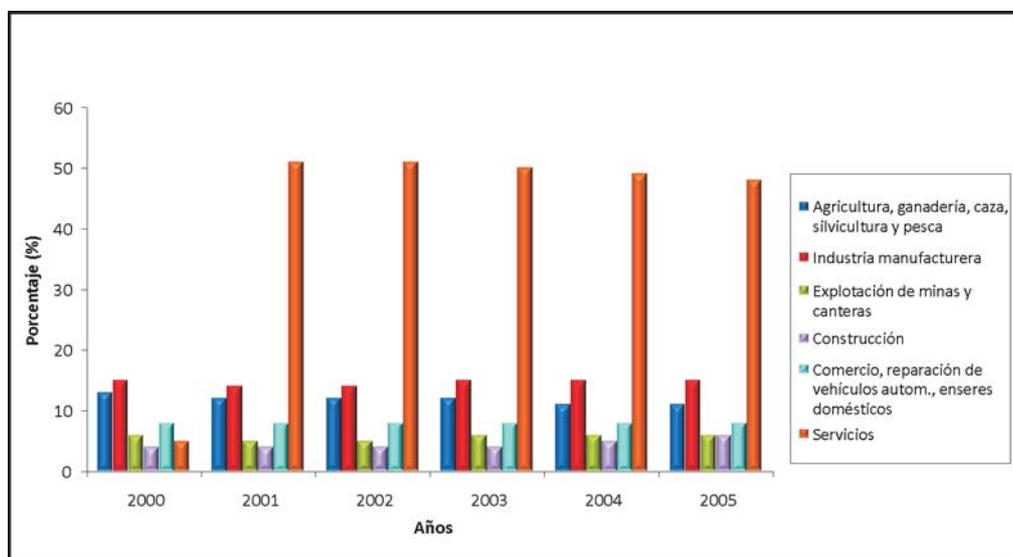
La producción de las agriculturas campesinas tiende a ser mixta y rotatoria: policultivos o cultivos asociados y ganadería que genera alimentos y energía para transporte y labranza del suelo; lo cual es un buen precedente de sostenibilidad; además, a pesar de la presión política y el desplazamiento forzado sustentan la seguridad, diversidad y soberanía alimentaria del país. Más de 90% de lo que producen los campesinos va al mercado y menos de 10% al autoconsumo. Según investigaciones realizadas por Forero (2004 citado por Moreno, 2009), Colombia debería contar con 17 millones de hectáreas sembradas en alimentos para seres humanos, sin embargo, sólo se cuentan con cinco millones sembradas para ese propósito (Forero, 2002 citado por Moreno, 2009), y más de 50% de la población colombiana se encuentra en niveles de inseguridad alimentaria.

#### 1.4.2.4 Construcción

El sector de la construcción ascendió en la participación del PIB desde el año 2000 y alcanzó en el año 2005 un valor por encima del 6%. Véase la Figura 1.16.

En el cuarto trimestre de 2008, el PIB del sector de la construcción (serie desestacionalizada) sólo representó el 5,0% del PIB a precios del 2000, explicado por el decrecimiento de los subsectores de obras civiles y edificaciones en 12,6% y en 0,6%, respectivamente.

Figura 1.16 Participación de las ramas de la actividad económica en el PIB 2000-2005



Fuente: Cifras Banco de la República y Cuentas Nacionales del DANE compiladas por Amézquita (2008).

#### 1.4.4.5 Generación de residuos

La Tabla 1.9, tomada del informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales en Colombia, presenta la generación total y per cápita de residuos sólidos ordinarios en las cabeceras municipales de Colombia.

Tabla 1.9 Generación de residuos sólidos ordinarios

Año	Generación de residuos sólidos	
	t/año	kg · hab <sup>-1</sup> · día <sup>-1</sup>
1998	7.263.420	0,69
1999	7.884.203	0,73
2000 <sup>32</sup>	7.921.034	0,72
2001	8.015.854	0,71
2004 <sup>33</sup>	8.558.981	0,72

Fuente: Ideam *et al.*, 2004 con base en datos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).

La cobertura en el país del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos para el año 2001, alcanzó 98% en los grandes centros urbanos, 91% en los medianos y 95% en los municipios pequeños, para un promedio nacional de 94,6%. Para el año 2003, la cobertura en transporte y recolección a nivel nacional, alcanzó 95% (SSPD, 2002 citado por Ideam *et al.*, 2004).

## BIBLIOGRAFÍA

- Alemaný, C. (1986). Diccionario de meteorología. (Autor, Ed.) Madrid: Alhambra.
- Amézquita, C. (2008). La industria manufacturera en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Rev. Fac. Ciencias económicas. Vol. 25 (2). 2008. p. 61-78. Recuperado en octubre 2009, de <http://www.umng.edu.co/www/resources/art-04.pdf>
- Banco de la República & Proexport Colombia. (s.f.). Colombia un vistazo a la economía - Segundo semestre de 2006. Recuperado en junio de 2009, de [http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/vistazo/2006/proexport\\_II\\_06\\_espanol.pdf](http://www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/vistazo/2006/proexport_II_06_espanol.pdf)
- Banco Mundial & Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento [BIRF]. (2008). Informe sobre el crecimiento. Estrategias para crecimiento sostenido y el desarrollo incluyente. Comisión sobre el crecimiento y desarrollo. Bogotá: Banco Mundial y Mayol ediciones S.A. p. 160.
- Barón, G. (2007). Cuentas de salud de Colombia 1993 -2003 - El gasto nacional en salud y su financiamiento. Bogotá: Ministerio de la Protección Social y Programa de Apoyo a la Reforma de Salud.
- Calderón, E., Galeano, G., García, N. (2002). Eds. Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. p. 218.
- Cárdenas, J. C. (s.f.). Territorios Colectivos en Colombia. Universidad de los Andes. Recuperado en diciembre de 2009, de <https://egresados.uniandes.edu.co/volver3/documentos/territorios-colectivos.pdf>.
- Cárdenas, M. (2007). Introducción a la Economía Colombiana. Primera Edición. Bogotá: Ed. Alfaomega, Fedesarrollo.
- Convenio de Diversidad Biológica [CDB]. (2007). Cambio Climático y Diversidad Biológica. Recuperado en agosto de 2009, de <http://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-es.pdf>
- Chaves M.E. & Arango N. Eds. (1998). Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad 1997-Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE]. (2001) Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE]. (2005). Censo Nacional de Colombia. (DANE, Ed.) Bogotá: Colombia. Documento digital, recuperado en junio de 2009, de [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE]. (2007). Colombia: Una Nación multicultural su diversidad étnica. Dirección de Censos y demografía. [DANE, Ed.] Bogotá: DANE. p. 45. Recuperado en septiembre de 2009, de [http://www.dane.gov.co/files/censo2005/etnia/sys/colombia\\_nacion.pdf](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/etnia/sys/colombia_nacion.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE]. (2007a) Proyecciones de población. Proyecciones nacionales y departamentales de población. 2006-2020. Recuperado en septiembre de 2009, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06\\_20/7Proyecciones\\_poblacion.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/7Proyecciones_poblacion.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE]. (2007b). Conciliación censal 1985-2005 - Colombia estimación de la fecundidad 1985-2005. Recuperado en junio de 2009, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/conciliacenso/4Fecundidad85\\_05.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/conciliacenso/4Fecundidad85_05.pdf)

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2009). Encuesta de calidad de vida 2008. Boletín de prensa del 18 de marzo de 2009. Recuperado en junio de 2009, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/calidad\\_vida/Boletin\\_Prensa\\_ECV\\_2008.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Boletin_Prensa_ECV_2008.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2009a). Encuesta anual manufacturera - EAM 2007. Boletín de prensa 4 de septiembre de 2009. Bogotá. Recuperado en octubre de 2009, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/bolet\\_eam\\_2007.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/bolet_eam_2007.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE]. (s.f.). Información estadística Colombia: estimaciones 1985-2005 y Proyecciones 2006-2020 anualizadas por sexo y edad. Recuperado en septiembre de 2009, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/seriesps85\\_20/EstimacionesProyecciones1985\\_\\_020.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/seriesps85_20/EstimacionesProyecciones1985__020.xls)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE]. (s.f.a). Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIIU Revisión 3.4 adaptada para Colombia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia. [DANE] y Banco de la República. (s.f.). Producto interno bruto total y por habitante a precios constantes de 1994. Recuperado en mayo de 2009, de [www.banrep.gov.co/estad/dsbb/srea1\\_008a.xls](http://www.banrep.gov.co/estad/dsbb/srea1_008a.xls)
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia [DNP]. (2006). Misión para el diseño de una estrategia para la reducción de la pobreza y la desigualdad. Departamento Nacional de Planeación, Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia [DNP]. (2009). Misión para el empalme de las series de empleo, pobreza y desigualdad (MESEP). Resultados fase I - Empalme de las series de mercado laboral, pobreza y desigualdad (2002-2008). Resumen Ejecutivo. Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/LinkClick.aspx?fileticket=0vZIGUqDrMU%3d&tabid=36%20>
- Díaz, J.M., L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. Zapata y S. Zea. (2000). Áreas coralinas de Colombia. Serie Publicaciones Especiales. INVEMAR. 5. p 176.
- Eslava, J. (1994). Climatología del Pacífico colombiano. Academia colombiana de ciencias geofísicas [ACCG]. Colección Eratóstenes. Bogotá: ACCG. p. 79
- FAO. (2005). Evaluación de los recursos forestales mundiales.
- FAO. (2009). Entrevista a: Mette Lojyche Wilkie, oficial superior del departamento forestal de la FAO. En: Boletín electrónico de la FAO. Recuperado en abril de 2009, de [www.fao.org/climatechange/newsletter/es](http://www.fao.org/climatechange/newsletter/es)
- Gilman, E.L, J. Ellison, N.C. Duke and C. Field. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. *Aquatic Botany* 89. p. 237-250
- Gómez, D. (Ed.). (2007). Estado de las praderas de pastos marinos. Pp. (99-105). En: INVEMAR. 2007. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2007. Serie de Publicaciones Periódicas No. 9. En prensa. Santa Marta.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos [Invima] & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2009). Medidas sanitarias y fitosanitarias en la Unión Europea. Proexport Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. República de Colombia. Recuperado en agosto de 2009, de <http://www.proexport.com.co/VBeContent/library/documents/DocNewsNo10429DocumentNo8468.PDF>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2001). Indicadores relacionados con los suelos - Degradación de los suelos por erosión, remoción en masa y sedimentación. Recuperado en junio de 2009, de <http://www.ideam.gov.co/indicadores/suelos2.htm>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2002). Estudio Nacional del Agua. Recuperado en enero de 2010, de <http://www2.ideam.gov.co/publica/ena/enacuadros.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2005). Atlas climatológico de Colombia. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2009). Glaciares colombianos. Sin publicar. Documento interno del Ideam.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (s.f.). Presentación - SINA. Recuperado en octubre de 2009, de <http://www.ideam.gov.co/sina/index4.htm>

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (s.f.a) Contextualización - Normatividad sobre Cambio Climático. Recuperado en octubre de 2009 de <http://www.cambioclimatico.gov.co/normatividad.html#colombia>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (s.f.b). El clima - Factores climáticos. Recuperado en octubre 2009, de <http://www.cambioclimatico.gov.co/cambio.html>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2008). Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia - Estudio nacional del agua - Relaciones de demanda de agua y oferta hídrica. Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar], Instituto de Investigación de Recursos Biológicos [IAvH], Instituto Amazónico de Investigaciones [Sinchi], Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann [IIAP], Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales [UAESPNN], Instituto geográfico Agustín Codazzi [Igac] & Asocar. (2004). Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. Bogotá: Autores, Ed.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam] & Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2005). Informe de evaluación del cambio climático en Colombia. Documento digital elaborado en el marco del contrato firmado entre Conservación Internacional [CI] Colombia y la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Depto. de Geografía para el Ideam. Bogotá: Ideam. p. 62.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Instituto de Investigación de Recursos Biológicos [IAvH], Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann [IIAP], Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés [Invemar], Instituto Amazónico de Investigaciones [Sinchi], Instituto geográfico Agustín Codazzi [Igac]. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá: Autores, Ed.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT] & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2001). Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Inventario Nacional de GEI 1990 y 1994. Trade Link Ltda. Bogotá: Autores. 221 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT] & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2009). Inventario Nacional de fuentes y sumideros de GEI. Módulo de energía. Capítulo 2. p. 80. <http://www.cambioclimatico.gov.co/documentos%5CInventarioGasesEfectoInvernadero/IDEAM%202.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT] & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2009a). Inventario Nacional de fuentes y sumideros de GEI. Módulo de agricultura. Capítulo 4. p. 184. <http://www.cambioclimatico.gov.co/documentos%5CInventarioGasesEfectoInvernadero/CAPITULO%204%20-%20AGRICULTURA.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. (2009b). Glaciares colombianos. (Sin publicar). Documento interno del Ideam. Subdirección de ecosistemas.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [Igac]. (1987). Cartografía básica a escala 1:500.000 del año 1987. Bogotá: Igac.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [Igac]. (1992). Atlas de Colombia. Cuarta Edición. Santafé de Bogotá: Editorial Laser Ltda. P 106.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [Igac]. (2003). Atlas de Colombia. (Igac, Ed.) Bogotá: Igac. Recuperado en mayo de 2009, de [http://www.igac.gov.co:8080/igac\\_web/contenidos/plantilla\\_general\\_titulo\\_contenido.jsp?idMenu=212](http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/contenidos/plantilla_general_titulo_contenido.jsp?idMenu=212)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [Igac] & Corpoica. (2002). Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. CD. Bogotá, Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [Igac], Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], Instituto de Investigación de Recursos Biológicos [IAvH], Instituto Amazónico de Investigaciones [Sinchi], & Cormagdalena. (sin publicar). Mapa de coberturas de la tierra para Colombia a escala 1: 100.000 del año 2000.
- INVEMAR. 2003. Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático: Colombia. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su

- adaptación., in Programa para Investigación Marina y Costera - GEZ, M.P. Vides, Editor. Santa Marta, Colombia. p. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD Atlas digital.
- INVEMAR. 2005. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2005. Serie de publicaciones periódicas/INVEMAR; No.8 Santa Marta. p. 360.
- INVEMAR 2007. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2006. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. p. 378.
- INVEMAR 2009. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2008. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. p. 244.
- IPCC. (2002). Cambio climático y biodiversidad. Documento Técnico. P 93.
- Maldonado-Ocampo, J., R. Vari y J. S. Usma. (2008). Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2): 143-237.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2005). Anuario estadístico del sector agropecuario. Bogotá.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo [MCIT]. (s.f). Acuerdo Comercial entre la unión Europea y Países Andinos. Relaciones Comerciales y de Inversión. Colombia-Unión Europea. República de Colombia. 5 p. Recuperado en agosto de 2009, de <http://www.mincomercio.gov.co/eContent/documentos/RelacionesComerciales/UnionEuropea/UEPerfil.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). Educación básica y media - Cobertura nacional 2002-2008. Recuperado en junio de 2009, de [http://menweb.mineducacion.gov.co/infosector/estadisticas/excel/resume\\_basica.htm](http://menweb.mineducacion.gov.co/infosector/estadisticas/excel/resume_basica.htm)
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). Plan Decenal de Educación 2006-2016. Recuperado en junio de 2009, de <http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/article-158430.html>
- Ministerio del Medio Ambiente [MMA]. (2001). Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Panamericana Formas e Impresos S.A. Bogotá: MMA, p. 95
- Mittermeier, R., Goettsch de M, C., & Robles P (1997). Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo. México: Agrupación Sierra Madre, S.C y Cemex.
- Montealegre, O.P. 2002. Consideraciones sobre la susceptibilidad de las formaciones coralinas y los manglares al ascenso en el nivel del mar, golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. Trabajo de grado presentado para optar al título de Biologo Marino. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. p.116.
- Montoya, G. (2008). Lecciones de meteorología dinámica y modelamiento atmosférico. Colección notas de clase. Departamento de Geociencias, Fac. Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Bogotá: Universidad Nacional. p. 322.
- Montoya, G. (2009). Principios físicos e incertidumbre en el calentamiento global y el cambio climático. En: Revista La Tadeo. Calentamiento global. Más ciencia, mejores políticas. Núm. 74. 2009. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. p. 33-48.
- Morales M., Otero J., Van Der Hammen T., Torres A., Cadena C., Pedraza C., Rodríguez N., Franco C., Betancourth J.C., Olaya E., Posada E. Y Cárdenas L. (2007). Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. p. 208.
- Moreno, G. (2009). Vulnerabilidad y estrategias de adaptación para la agricultura en Colombia. Documento interno sin publicar en formato digital, como aportes a la SCN. Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam. Bogotá: Ideam. p. 21.
- Murgueitio, E y Calle Z. (1999). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Cipav, Cali.
- Navas, R. y A. Rodríguez (Eds). 2007. Estado de los Arrecifes Coralinos. Pp. (59-71). En: INVEMAR. 2007. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2007. Serie de Publicaciones Periódicas No. 9. En prensa. Santa Marta.
- Lucio J., Usgame D., Usgame G., Arenas G., Bernal E., Daza S., Guerrero J., Pardo M. (2009). Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2009. Edición de Bolsillo. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. p. 132.

- Ong, J.E. 2002. The Hidden Costs of Mangrove Services, Use of Mangroves for Shrimp Aquaculture Intl. Science Roundtable for the Media, 2002.
- Ortíz, C.H., Uribe, J.I., & Vivas, H. (2009). Transformación industrial, autonomía tecnológica y crecimiento económico: Colombia 1925-2005. En: Archivos de Economía. Departamento Nacional de Planeación. Documento 352. 15 de enero de 2009. Recuperado en junio de 2009, de <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/LinkClick.aspx?fileticket=%2bMfnGFpPNoc%3d&tabid=897>
- Pérez, S.J. (2001). Modelo para evaluar la erosión hídrica en Colombia utilizando sistemas de información geográfica. Tesis de grado para optar al título de especialista en Ingeniería Ambiental. Universidad Industrial de Santander - Escuela de Ingeniería Química.
- Renjifo, L M., Franco-Mata, AM., Amaya-Espinel, JD., Kattán, GH., López-Lanús, B. (2002). Eds. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá. CO. p. 562.
- República de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia de 1991. Recuperado en mayo de 2009, de <http://web.presidencia.gov.co/constitucion/index.pdf> documento digital actualizado en mayo de 2008.
- Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., Romero, M. (2006). Ecosistemas de los Andes Colombianos. Segunda Edición. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, DC. CO. p. 154.
- Roldán, G. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. (Autor, Ed.) Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia: 2006-2007. (IAvH, Ed.) Bogotá, Colombia: IAvH.
- Short F.T. and H.A. Neckles. 1999. The effects of global climate change on seagrasses. *Aquatic Botany* 63 169±196
- Sociedad de Agricultores de Colombia [SAC]. (2006). El desempeño del sector agropecuario 2002-2005. En: Revista Nacional de Agricultura SAC. Agosto de 2006: 946.
- Sistema de Información Ambiental [SIAC]. (2002). Perfil del estado de los recursos naturales y el medio ambiente en Colombia 2001. Tomo 3. Colombia: Trade Link Ltda.
- Spalding, M.D., Ravilious C. & Green E.P. (2001). World atlas of coral reefs. Univ. Berkeley, USA: California Press. P 424.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios [SSPD]. (s.f.). Sistema único de información SIU - Aseo/Técnico-operativo/Sitios de disposición final. Recuperado en junio de 2009, de [http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase\\_tec\\_054](http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_tec_054)
- Tragsa, Tragsatec & Ministerio del Medio Ambiente de España. (1998). Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de erosión. Ingeniería medioambiental. 2ª Ed. Madrid: Ediciones Mundi-prensa. p. 13-19
- Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2009). Claves para el debate público. Mayo 2009. Vol. 25. Núm. 25. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Unimedios.
- Universidad Sergio Arboleda. (2009). La Economía Colombiana. Observatorio económico, financiero y empresarial. Recuperado en octubre de 2009, de [http://www.usergioarboleda.edu.co/observatorio\\_economico/reporte\\_macroeconomico/enero/enero\\_%20andres.html](http://www.usergioarboleda.edu.co/observatorio_economico/reporte_macroeconomico/enero/enero_%20andres.html)
- Van der Hammen, T. (s.f.). La conservación de la biodiversidad: hacia una estructura ecológica de soporte de la nación colombiana. En: Palimpsestos V: Tolerancia, diversidad, pluralismo. Publicación de la Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia. P 286-291.
- Vargas, G. (1999). Guía técnica para la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza por movimientos en masa. (GTZ & Autor Ed.) Villavicencio, Meta: Proyecto Río Guatiquía - GTZ. p. 30-33, 55-74 y 174.
- Wilches-Chaux, G. (2009). Ese océano de aire en que vivimos. Origen, evolución, estado actual y futuros posibles de la atmósfera terrestre. Ideam, Pnud & MAVDT (Unidad técnico de ozono [UTO], Dirección Desarrollo Sectorial Sostenible), [Rev. Técnica]. Bogotá: MAVDT. p. 76.

