

VEGETACIÓN, POBLACIÓN Y HUELLA ECOLÓGICA COMO INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN COLOMBIA¹

Por: Germán Márquez Calle²

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| ABSTRACT | 1 |
| INTRODUCCION..... | 2 |
| 1. ASPECTOS METODOLOGICOS..... | 2 |
| 1.1. Información básica..... | 2 |
| 1.2. Índice de Vegetación Remanente IVR..... | 3 |
| 1.3. Índice de Huella Ecológica IHE | 3 |
| 1.4. Índice de Presión Demográfica IPD..... | 3 |
| 1.5. Índice de Criticidad Ambiental ICA | 4 |
| 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 6 |
| 2.1. Sostenibilidad por unidades biogeográficas | 6 |
| 2.2. Sostenibilidad de los principales tipos de ecosistemas (biomas)..... | 10 |
| 2.3. Transformación y sostenibilidad de cuencas hidrográficas | 12 |
| 2.4. Transformación, población y sostenibilidad por departamentos y municipios | 13 |
| 2.4.1 Análisis a través del Índice de Vegetación Remanente IVR | 13 |
| 2.4.2 Análisis a través del Índice de Huella Ecológica IHE | 14 |
| 2.4.3 Análisis a través del Índice de Presión Demográfica IPD | 15 |
| 2.4.4 Análisis a través del Índice de Criticidad Ambiental ICA..... | 15 |
| COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES | 18 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 20 |

¹ Márquez, G. Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia. Gestión y ambiente 5: 33-49. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2000.

² Biólogo; Profesor Departamento de Biología; Director Instituto de Estudios Ambientales IDEA/UN. E-mail: gmarquez@ciencias.unal.edu.co.

RESUMEN

Se explora la sostenibilidad biofísica en Colombia, esto es la capacidad de la naturaleza y sus ecosistemas para satisfacer demandas ambientales de la sociedad (de clima, suelos, agua, madera, pesca, etc.). Para ello se usan indicadores basados en cobertura de vegetación y demografía, aplicados a unidades biogeográficas, cuencas, departamentos y municipios. El Índice de Vegetación Remanente IVR usa la conservación de la vegetación como indicador de la capacidad de las unidades analizadas para sostener funciones ecológicas y servicios ambientales para la sociedad. El Índice de Presión Demográfica IPD aplica la densidad poblacional al análisis del estado y tendencias del sistema. El Índice de Huella Ecológica (IHE), relaciona el inverso de la densidad poblacional con sostenibilidad, a partir de la noción de “huella ecológica” según la cual un humano requiere un área dada para sostenerse, función de la oferta ecosistémica y de las demandas humanas. El Índice de Criticidad Ambiental (ICA) combina IVR con IPD; valores críticos de ICA reúnen IVR bajos con IPD altos. Los resultados sugieren que algunas regiones del país habrían superado sus umbrales de sostenibilidad, a pesar de que el estado del país es bueno en su conjunto, por comparación con otros países. Se plantea que el ambiente y en especial su deterioro, guarda relaciones significativas con las condiciones de vida y con muchos de los males económicos, sociales y políticos que afectan al país.

ABSTRACT

Biophysical sustainability, namely natural capabilities to sustain human development in Colombia, are explored through environmental indicators based on land cover and demographic variables. Remnant Vegetation Index (IVR in Spanish), uses cover as a measure of ecosystem functionality. Population Pressure Index (IPD) applies population density to environmental demand analysis. Footprint Index (IHE) relates the inverse of density with sustainability. Environmental Criticality Index combines IVR and IPD to detect offer/demand unbalances. Results suggest Colombia is a sustainable although many places in it could be in danger; this could be related with social and economical features of the country.

INTRODUCCION

La sostenibilidad biofísica, como se la analiza en este artículo, se refiere a la capacidad de el medio y los ecosistemas, para atender la demanda de bienes y servicios ambientales para satisfacción de necesidades básicas, soporte de procesos productivos, prevención de riesgos (Márquez, 1996), entre otros requeridos por la sociedad para mantener condiciones básicas de bienestar y desarrollo. Ya que es difícil una medición directa de esta sostenibilidad, se la estima a partir de indicadores de su estado y tendencias. Los indicadores son (Winograd, 1995) medidas o parámetros, y sus valores derivados, que proveen información acerca del estado de un fenómeno y cuyo significado va más allá del valor que se asocia de manera directa al parámetro. Aquí se usan valores de cobertura de vegetación natural, población humana y combinaciones de ambos, como indicadores de la sostenibilidad biofísica del país y de algunas de sus unidades territoriales (regiones biogeográficas, cuencas, departamentos y municipios).

El Programa Internacional para la Geosfera y la Biosfera (IGBP, 1997) señala que “desde la perspectiva de los ecosistemas terrestres, el componente más importante del cambio global... podría ser el cambio en el uso y cobertura de la tierra”. La transformación de la cobertura en un ecosistema es inversamente proporcional a su capacidad para cumplir sus funciones ecológicas; la cobertura de vegetación es un indicador del estado del ambiente, pues su transformación cambia la biomasa, la abundancia de especies e individuos, los intercambios de materia y energía y la capacidad del ambiente para mantener bienestar y desarrollo humanos, al afectar la regularidad de los ciclos climáticos e hidrológicos y la oferta de recursos (madera, leña, suelos, pesca) demandados por la sociedad. La población humana, por su parte, demanda servicios ambientales y es factor de presión sobre el medio; por lo tanto, también su densidad es un indicador del estado y tendencias de este. Estos indicadores siguen la línea propuesta por Winograd (1995); para interpretarlos se proponen valores de referencia a partir de trabajos sobre situaciones similares (Hannah *et al.*, 1994; Dinnerstein *et al.*, 1995; Rees, 1996). Se concluye que Colombia es aún sostenible en su conjunto, pero que tiene áreas críticas que es probable que ya no lo sean.

1. ASPECTOS METODOLOGICOS

1.1. INFORMACIÓN BÁSICA

El trabajo parte de análisis mediante SIG (Sistema de Información Geográfica) ILWIS, de los siguientes mapas: Bosques de Colombia, escala de 1:1.500.000 (IGAC, 1984), que representa la cobertura de vegetación del país, Regiones Biogeográficas (Hernández *et al.*, 1992), Cuencas Hidrográficas (IDEAM, 1994) y Municipios (IGAC, 1996). Por superposición de los últimos con el primero se obtienen mapas y tablas con coberturas de vegetación en cada una de estas unidades; el [Mapa 1](#). Estado de unidades biogeográficas, ilustra el tipo de análisis. Los resultados se consignan en una base de datos en Excel donde se incluye, además, información hidrológica sobre cuencas (IDEAM, 1994) y demográfica por municipios, resultado de los censos 1985 y 1993 (DANE, 1996). También se analizan los resultados de Etter (1993) sobre el estado de los biomas. En los resultados se incorporan dos modificaciones; la primera en el sentido de que en Orinoquia se conserva el 50% de las coberturas originales, y no sólo el 18% que indica el Mapa de Bosques, que no incluye sabanas, ni tanto como 92,9% de Etter (1993), que no considera otras transformaciones; el área se estima con base en población y se asigna a los municipios menos densos. La segunda incorpora humedales en planos de inundación de los ríos Magdalena-Cauca, donde se reportan 7.000Km² de áreas inundables permanentes (Welcomme, 1985), en buen estado de conservación; para ello se asignó un área estimada a los municipios con mayores ciénagas, con base en información de IGAC (1998).

Hay tres aspectos que es muy importante destacar y deben tenerse presentes al analizar este trabajo. Uno, la escala 1:1.500.000 permite un análisis general del país o de unidades grandes, pero pierde precisión en unidades menores. Dos, el Mapa de Bosques es de 1984, lo cual implica

cambios en la cobertura hasta el presente; IDEAM (1998) señala que en hasta 1996 se habían deforestado otras 145.000ha, mientras 3.000.0000 se habrían recubierto de vegetación secundaria; así, puede asegurarse que la transformación de vegetación natural no está exagerada. Tres, al hablar de transformación se hace referencia a cambio de las vegetaciones naturales densas originales de Colombia (86% bosques de diverso tipo), por vegetaciones menos densas, en especial potreros y rastrojos (87% de la superficie transformada del país). Así, transformación no equivale a destrucción, ya que esta vegetación, aunque menos que los bosques, cumple funciones ecológicas importantes.

1.2. ÍNDICE DE VEGETACIÓN REMANENTE IVR

El Índice de Vegetación Remanente *IVR* expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje del total de la misma, así:

$$IVR = \left(AVR / A_t \right) \times 100$$

donde *AVR* es área de vegetación remanente y *A_t* es área total de la unidad, en kilómetros cuadrados. Se consideran 4 categorías de transformación, por modificación de la propuesta de Hannah *et al.* (*op. cit*), sobre una base cuantitativa. Los resultados se relacionan, por comparación con valores de referencia, con su capacidad para sostener funciones ecológicas y servicios para la sociedad y se relacionan con la sostenibilidad, así:

- NT o no transformado, cuando $IVR \geq 70\%$, esto es, al menos 70% de la vegetación primaria permanece en una unidad. NT corresponde a Sostenibilidad Alta (SA)
- PT o parcialmente transformado, cuando $70\% < IVR > 30\%$: Sostenibilidad Media (SM)
- MT o muy transformado, cuando entre $10\% < IVR < 30\%$: Sostenibilidad Baja (SB)
- CT o completamente transformado, para $IVR < 10\%$: Sostenibilidad improbable (NS).

1.3. ÍNDICE DE HUELLA ECOLÓGICA IHE

Es un indicador con base en información demográfica, por lo cual sólo aplica al país, a departamentos y a municipios, para los cuales se cuenta con ella. Relaciona densidad poblacional con sostenibilidad, a partir de la noción de “huella ecológica” (Rees, 1996), según la cual un ser humano requiere un área dada de territorio para satisfacer sus necesidades; dicha área depende tanto de la oferta ecosistémica como de la demanda humana, siendo mayor para quienes consumen más, por lo general población más afluente. El Índice de Huella Ecológica (*IHE*) es inverso de la densidad:

$$IHE = A_t / P$$

A_t es el área total de la unidad, en hectáreas, y *P* su población en número de habitantes. El resultado se interpreta por comparación con Rees (1996); no se intenta un cálculo directo de la huella ecológica de los colombianos, pero se estima un valor conservador de 1,5 hectáreas por colombiano, por referencia a otros países, según se analiza mas adelante.

1.4. ÍNDICE DE PRESIÓN DEMOGRÁFICA IPD

El IPD, usado por Sisk *et al.* (1994) para estimar amenazas a la biodiversidad y conservación de un área dada, mide las tasas de incremento en la densidad de población humana, sobre la base de que a mayor densidad mayor amenaza; en tal sentido es un índice de presión, *sensu* Winograd (*op. cit*). El *IPD* se calcula como:

$$IPD = DP_{1993} \times r$$

donde DP_{1993} es la densidad poblacional en 1993 (población por 100ha) y r es la tasa de incremento poblacional en el período intercensal 1985 - 1993. La $NRPI$ se calculó, para los efectos de este trabajo, a partir de la fórmula de crecimiento poblacional:

$$N_{1993} = N_{1985} \times e^{rt}$$

donde N_{1993} es la población en 1993; N_{1985} es la población en 1985; e es la base de los logaritmos naturales; r es la tasa de crecimiento que interesa obtener ($r = NRPI$) y t es el tiempo transcurrido entre ambos censos. Se propone la siguiente interpretación de los valores del IPD :

- $IPD \leq 1$: la unidad expulsa población y la Sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; habría otros problemas, no por fuerza ambientales, como desplazamientos.
- $1 < IPD < 10$: población y amenazas crecientes pero normales. Sostenibilidad media.
- $10 < IPD < 100$: crecimiento acelerado de la población. Sostenibilidad amenazada.
- $IPD > 100$: crecimiento excesivo. Grave amenaza a la sostenibilidad.

1.5. ÍNDICE DE CRITICIDAD AMBIENTAL ICA

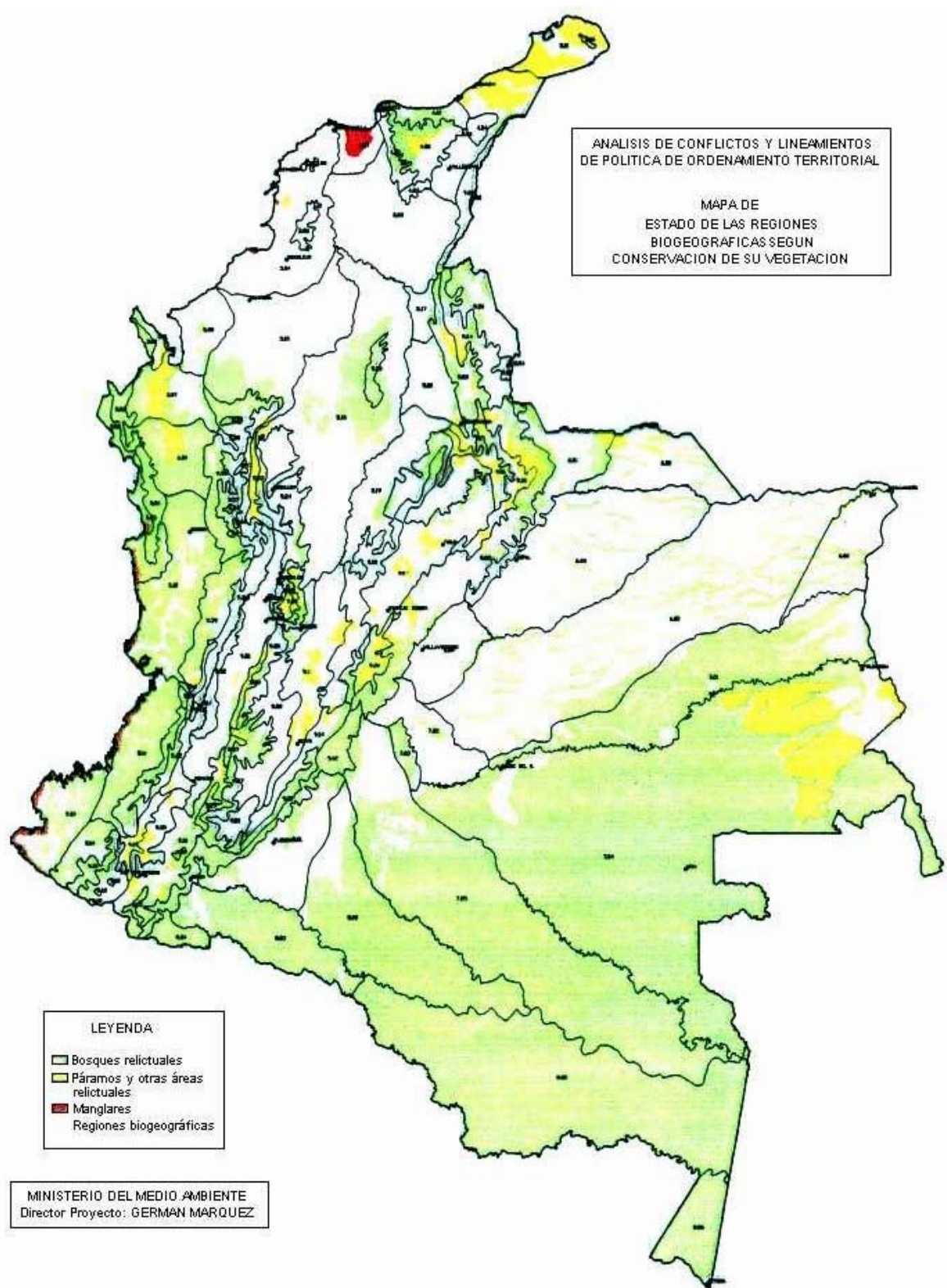
Se genera un índice que combina Índice de Vegetación Remanente IVR con Índice de Presión Demográfica IPD , de donde resulta un índice de estado/presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional; se propone llamarlo Índice de Criticidad Ambiental ICA . Para calificar las áreas se adopta la siguiente matriz:

| IPD IVR | $IPD \leq 1$ | $1 < IPD \leq 10$ | $10 < IPD \leq 100$ | $IPD > 100$ |
|------------|--------------|-------------------|---------------------|-------------|
| NT | I | I | II | II |
| PT | I | I | II | II |
| MT | III | III | IV | IV |
| CT | III | III | IV | V |

Los números romanos indican la criticidad, según propuesta del autor adaptada de los términos aplicados a especies y ecorregiones (*en*: Dinnerstein *et al.*, 1995):

- I: Relativamente Estable o Relativamente Intacto; conservado y sin amenazas inminentes.
- II: Vulnerable. Conservación aceptable y/o amenazas moderadas. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.
- III: En peligro. Baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años.
- IV: Crítico. Conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades de sostenibilidad en los próximos 10 años.
- V: Muy crítico (Extinto). Sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas.

La clasificación de las unidades se hace por filtrados sucesivos, según los criterios, sobre una base de datos en Excel, en este caso la base de datos municipales donde se han incorporado los resultados de IVR . Esta base no se incluye por ser muy extensa.



Mapa 1 Estado de Unidades Biogeográficas

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. SOSTENIBILIDAD POR UNIDADES BIOGEOGRÁFICAS

La sostenibilidad por unidades biogeográficas se relaciona con la de la biodiversidad, muy importante en Colombia, clasificada como uno de los pocos países de la megadiversidad (Mittermeier, 1988), como “hotspot” o punto caliente de biodiversidad de importancia mundial (Myers, 1988) y como área de importancia crítica para la conservación de la diversidad biológica (Sisk *et al.*, 1994). El [Mapa 1](#). Estado de Unidades Biogeográficas, ilustra la situación, expresada en términos cuantitativos en la [Tabla 1](#). Estado de las Provincias Biogeográficas de Colombia y en la [Tabla 2](#). Estado de los Distritos Biogeográficos de Colombia.

Tabla 1 Estado de las provincias biogeográficas de Colombia

| PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA | ÁREA TOTAL (Km ²) | AREA RELICTUAL (Km ²) | IVR (% REL) | TRANSFORMACIÓN | SOSTENIBILIDAD |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|----------------|
| Cinturón árido Pericaribe | 67.634,0 | 9.867,9 | 14,59 | MT | B |
| Sierra Nevada de Santa Marta | 13.867,1 | 4.888,1 | 32,25 | PT | M |
| Choco – Magdalena | 183.624,4 | 87.247,4 | 47,51 | PT | M |
| Orinoquía | 178.650,3 | 89.325,1 | 50,00 | PT | M |
| Guayana | 308.128,0 | 268.293,0 | 87,07 | NT | A |
| Amazonía | 160.004,2 | 139.892,6 | 87,43 | NT | A |
| Norandina | 212.227,1 | 85.266,1 | 40,17 | PT | M |
| TOTAL | 1.124.135,0 | 684.780,0 | 60,91 | PT | M |

NT= no transformado, PT= parcialmente transformado, MT= muy transformado, CT= completamente transformado, A = alta sostenibilidad, M = sostenibilidad media, B = baja sostenibilidad, N = sostenibilidad improbable.

Según estos datos la transformación general del país ha alcanzado el 39,1%, lo cual indica, según el IVR, que Colombia está Parcialmente Transformada (PT) y que su sostenibilidad biofísica es SM o Sostenibilidad Media, una situación relativamente buena en su conjunto, si se considera que el nivel promedio de transformación a nivel planetario es de 51% y de 72% si se consideran sólo las áreas con vegetaciones densas (Hannah *et al.*, 1994).

De las 7 Provincias Biogeográficas del país, sólo 2 (28%), en los bosques húmedos, están sin transformar; en el bosque seco, una está completamente transformada, y 4 presentan transformación parcialmente, en áreas de los Andes, Pacífico y Orinoquía. La provincia biogeográfica más afectada es el Cinturón Árido Pericaribeño, con ecosistemas de bosque seco, casi extintos, y de matorrales xerófitos, en relativo buen estado. La situación de las Provincias, buena en su conjunto, resulta de que cada una combina varios distritos y ecosistemas, en distintos grados de conservación, en cada una de ellas. El análisis en las Provincias, confirma algunos de los patrones evidentes en el análisis por biomas hecho por Etter (1993), de mayor transformación de la región Andina y Caribe, correspondiente con la de los bosques secos y las sabanas del caribe y con los bosques andinos, respectivamente.

No obstante, el panorama cambia en un análisis por unidades menores. La [Tabla 2](#). Estado de los Distritos Biogeográficos de Colombia, presenta resultados más desglosados, y por ellos es posible establecer algunas situaciones críticas no apreciables a escala más general. Según este análisis las regiones más deterioradas son la Caribe, ya mencionada, y la Norandina, con páramos, bosques andinos y subandinos. De 95 Distritos Biogeográficos en todo el país, 17 (17,9%) están muy transformados y su sostenibilidad es improbable; con excepción de la Provincia de Amazonia,

todas las otras Provincias presentan al menos un distrito en esta condición; algunos de estos carecen de relictos detectables a la escala del estudio, esto es pueden considerarse extintos, en especial para funciones como mantenimiento de la biodiversidad, que requieren áreas conservadas de tamaño significativo. Otros 18 Distritos, correspondientes al 18,9%, sólo tienen sostenibilidad baja.

Tabla 2 Estado de los distritos biogeográficos de Colombia.

| CÓDIGO | PROVINCIAS Y DISTRITOS | ÁREA TOTAL | ÁREA RELICTUAL | IVR | SOSTENIBILIDAD |
|---|------------------------------|------------|----------------|-------|----------------|
| Provincia Cinturón árido Pericaribeño | | | | | |
| 3.01 | Alta Guajira | 7308,4 | 4204,6 | 57,5 | M |
| 3.02 | Baja Guajira y Alto Cesar | 10518,8 | 3848,0 | 36,6 | M |
| 3.03 | Ariguaní-Cesar | 23337,9 | 74,3 | 11,7 | B |
| 3.04 | Cartagena | 20503,7 | 208,0 | 8,3 | N |
| 3.05 | Santa Marta | 262,2 | 74,3 | 28,3 | B |
| | <u>Azonal</u> | | | | |
| 3.06 | Macuira | 175,0 | 89,1 | 51,0 | M |
| 3.07 | Delta Río Magdalena | 3964,3 | 1396,6 | 35,2 | M |
| 3.08 | Montes de María y Piojó | 1563,7 | 0 | 0,0 | N |
| Provincia Sierra Nevada de Santa Marta | | | | | |
| 4.01 | Guachaca | 2891,0 | 1426,3 | 49,3 | M |
| 4.02 | Aracataca | 1932,4 | 416,0 | 21,5 | B |
| 4.03 | Caracolicito | 703,8 | 0 | 0,0 | N |
| 4.04 | Marocaso | 1253,5 | 0 | 0,0 | N |
| 4.05 | Chundua | 5832,9 | 3045,8 | 52,2 | M |
| Provincia Chocó-Magdalena | | | | | |
| 5.01 | Acandí-San Blas | 1257,1 | 549,7 | 43,7 | M |
| 5.02 | Tacarcuna | 657,0 | 624,0 | 95,0 | A |
| 5.03 | Aspave-El Limón-Pirre | 2149,4 | 2149,4 | 100,0 | A |
| 5.04 | Juradó | 1422,3 | 1422,3 | 100,0 | A |
| 5.05 | Utría | 4191,3 | 3640,0 | 86,8 | A |
| 5.06 | Baudó | 3013,1 | 3013,1 | 100,0 | A |
| 5.07 | Río Sucio | 9013,0 | 6017,2 | 66,8 | M |
| 5.08 | Turbo | 6739,3 | 594,3 | 8,8 | B |
| 5.09 | Murrí | 9537,5 | 9479,0 | 99,4 | A |
| 5.10 | Alto Atrato-San Juan | 20312,3 | 15213,9 | 74,9 | M |
| 5.11 | Micay | 11775,9 | 10103,0 | 85,8 | A |
| 5.13 | Tumaco | 11315,0 | 6700,7 | 59,2 | M |
| 5.14 | Barbacoas | 4194,6 | 2778,3 | 66,2 | M |
| 5.15 | Sinú-San Jorge | 26641,0 | 4457,2 | 21,0 | B |
| 5.16 | Nechí (Límite Sur Mariquita) | 47670,1 | 10117,8 | 23,6 | B |
| 5.17 | La Gloria | 2480,1 | 118,9 | 35,0 | M |
| 5.18 | Lebrija | 7235,5 | 371,4 | 10,3 | B |
| 5.19 | Carare | 12188,5 | 609,2 | 5,0 | N |
| 5.20 | Catatumbo | 6791,6 | 2288,0 | 33,7 | M |
| 6.01 | Piedemonte Casanare-Arauca | 11845,6 | 3313,2 | 28,0 | B |
| 6.02 | Arauca-Apure | 14565,9 | 3179,5 | 44,0 | M |
| 6.03 | Casanare | 40404,7 | 4590,9 | 45,0 | M |
| 6.04 | Piedemonte Meta | 10407,5 | 326,9 | 3,1 | N |

| | | | | | |
|----------------------------|---|----------|----------|-------|---|
| 6.05 | Altas sabanas | 88840,1 | 18289,4 | 83,0 | A |
| 6.06 | Maipures | 12586,5 | 2496,0 | 97,0 | A |
| Provincia Guayana | | | | | |
| 7.01 | Selva Norte Guaviare | 41254,3 | 31215,2 | 75,7 | A |
| 7.02 | Ariari-Guayabero | 10909,9 | 772,6 | 7,1 | N |
| 7.03 | Macarena | 2342,7 | 1530,3 | 65,3 | M |
| 7.04 | Complejo Vaupés | 174007,0 | 165124,3 | 94,9 | A |
| 7.05 | Yarí-Mirití | 79614,1 | 69651,1 | 87,5 | A |
| Provincia Amazonia | | | | | |
| 8.01 | Florencia | 16253,7 | 3268,6 | 20,1 | B |
| 8.02 | Cagüán | 36268,3 | 31571,8 | 87,1 | A |
| 8.03 | Alto Putumayo | 17759,4 | 15615,0 | 87,9 | A |
| 8.04 | Kofán | 2668,1 | 2659,5 | 99,7 | A |
| 8.05 | Huitoto | 77358,2 | 77358,2 | 100,0 | A |
| 8.06 | Ticuna | 9696,5 | 9419,5 | 97,1 | A |
| Provincia NorAndina | | | | | |
| 9.01 | Perijá | 3016,4 | 297,1 | 9,9 | N |
| 9.02 | Páramos de Perijá | 101,7 | 0 | 0,0 | N |
| 9.03 | Sur Perijá | 6579,6 | 3120,0 | 47,4 | M |
| 9.04 | Montañas Catatumbo | 6604,4 | 2184,0 | 33,1 | M |
| 9.05 | Táchira | 606,6 | 0 | 0,0 | N |
| 9.06 | Cañón del Chicamocha | 3291,0 | 1099,4 | 33,4 | M |
| 9.07 | Andes Orientales | 17231,8 | 3016,0 | 17,5 | B |
| 9.08 | Páramos de la cordillera oriental | 7707,0 | 4278,9 | 55,5 | M |
| 9.09 | Selva nublada de la vertiente oriental de la cordillera oriental | 22801,2 | 10266,4 | 45,0 | |
| 9.10 | Selva nublada vertiente occidental de la cordillera oriental | 17476,2 | 1485,7 | 8,5 | N |
| 9.11 | Tolima | 13230,0 | 2169,2 | 16,4 | B |
| 9.12 | Selva nublada vertiente oriental Caquetá-Cauca-Putumayo-Nariño | 9176,9 | 8320,1 | 90,7 | A |
| 9.13 | Selva Andina Huila-Caquetá | 2167,7 | 1530,3 | 70,6 | M |
| 9.14 | Andalucía | 4320,3 | 846,9 | 19,6 | B |
| 9.15 | Páramos Nariño-Putumayo | 793,9 | 520,0 | 65,5 | M |
| 9.16 | Selva Andina al Oriente de Nariño | 10485,0 | 5660,6 | 54,0 | M |
| 9.17 | Selva Andina Nariño occidental | 2709,1 | 698,3 | 25,8 | B |
| 9.18 | Awa | 2035,7 | 1277,7 | 62,8 | M |
| 9.19 | Alto Patía | 2115,6 | 668,6 | 31,6 | M |
| 9.20 | Subandino alto Patía | 3537,4 | 549,7 | 15,5 | B |
| 9.21 | San Agustín | 2239,0 | 133,7 | 6,0 | N |
| 9.22 | Subandino de las vertientes oriental y suroriental de la cordillera Central | 10064,7 | 817,2 | 8,1 | N |
| 9.23 | Serranía de San Lucas | 1778,0 | 1574,9 | 88,6 | A |
| 9.24 | Selva Subandina del Quindío y Antioquia central | 8997,0 | 1069,7 | 11,9 | B |
| 9.25 | Bosque Andino Quindío | 1171,7 | 520,0 | 44,4 | M |
| 9.26 | "Páramos" Quindío | 559,3 | 371,4 | 66,4 | M |
| 9.27 | Subandino en la cordillera oriental de Cauca-Huila | 5553,2 | 2733,7 | 49,2 | M |
| 9.28 | Bosque Andino Cauca-Huila-Valle-Tolima | 1125,5 | 965,7 | 85,8 | A |

| | | | | | |
|------|--|---------|--------|------|---|
| 9.29 | Páramos Cauca-Huila-Valle-Tolima | 1388,6 | 1188,6 | 85,6 | A |
| 9.30 | Subandino de la cordillera Central Tolima | 2575,9 | 609,2 | 23,6 | B |
| 9.31 | Bosque subandino Cauca-Valle | 13400,8 | 594,3 | 4,4 | N |
| 9.32 | Planos Alto Cauca | 2535,1 | 0 | 0,0 | N |
| 9.33 | Cañón Cauca | 1642,3 | 1129,2 | 68,8 | M |
| 9.34 | Subandino vertiente oriental cordillera Occidental | 9474,2 | 252,6 | 2,7 | N |
| 9.35 | Paramillo del Sinú | 262,8 | 252,6 | 96,1 | A |
| 9.36 | Subandino al norte de la cordillera Occidental | 8705,2 | 5824,1 | 66,9 | M |
| 9.37 | Andino al norte de la cordillera Occidental | 3440,4 | 846,9 | 24,6 | B |
| 9.38 | Dabeiba | 348,2 | 0 | 0,0 | N |
| 9.39 | Bosque nublado Vertientes San Juan | 7158,8 | 5096,1 | 71,2 | M |
| 9.40 | Cañón Dagua | 168,4 | 133,7 | 79,4 | A |
| 9.41 | Bosque Subandino Cauca vertiente Pacífico | 3636,1 | 2882,3 | 79,3 | A |
| 9.42 | Bosque Andino cordillera occidental de Cauca y Valle | 2638,1 | 742,9 | 28,2 | B |
| 9.43 | Farallones de Cali | 178,7 | 0 | 0,0 | N |
| 9.44 | Citará | 287,4 | 118,9 | 41,4 | M |
| 9.45 | Frontino | 140,2 | 0 | 0,0 | N |

NOTA: Los códigos 1 y 2 corresponden a las áreas insulares del Caribe y del Pacífico, no incluidas en este análisis.

Muchos Distritos muy transformados se localizan en Provincias que no lo están tanto y viceversa, ya que la transformación tiene distribución irregular. Este es el caso en el Cinturón Árido de la Provincia Pericaribeña, donde el Distrito de la Alta Guajira muestra IVR = 57,5%, esto es transformación parcial y sostenibilidad media, mientras los Montes de María y de Piojó tienen IVR = 0, es improbable su sostenibilidad y su biodiversidad puede considerarse extinta. Estos casos ilustran cómo los resultados pueden ayudar a establecer prioridades; por ejemplo, en los Montes de María hay un pequeño lugar preservado llamado el Santuario de “Los Colorados”, no incluido por la escala del mapa, pero que amerita especial atención, a pesar de lo pequeño, por su localización en una unidad geográfica muy perturbada.

Un caso similar es el de la Provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta; 2 Distritos (Caracolicito y Morocaso) de los 5 de la Provincia, están completamente transformados; algunas acciones de rescate en estas unidades podrían salvar remanentes significativos de ecosistemas y biotas en vías de extinción. La del Chocó-Magdalena es una gran Provincia también muy variada, con unidades preservadas en un 100% (Baudó, Juradó), mientras otras, como Turbo o el Carare, entre otros, están muy transformadas. Otros ejemplos: en la Provincia de Orinoquia el distrito del Piedemonte del Meta (IVR = 3,1%) contra IVR = 97% en Maipures; en la Provincia de Guayana el distrito Ariari-Guayabero (IVR = 7,1%) contra Vaupés (IVR = 94,9%), y en Amazonia, la Provincia menos alterada, el Distrito de Florencia con un IVR de 20%, contra el Distrito Huitoto, 100% preservado. Una percepción, que debe ser explorada, indica que muchas unidades biogeográficas, en especial las muy transformadas quizá por esta misma razón, han quedado excluidas de los programas de conservación; así, están condenadas a la extinción, de seguir las políticas actuales, que paradójicamente hacen lo opuesto respecto a las especies, donde la atención se concentra en aquellas en vías de extinción. Esta situación no es exclusiva de nuestro país pero amerita una reflexión: ¿no merecen tanta o más atención el Cinturón Árido Pericaribeño y los bosques secos, casi extintos, como la Amazonia y los bosques húmedos?

La Provincia del Norte de los Andes incluye la mayoría de los distritos fuertemente transformados: Perijá, Páramos de Perijá, Táchira, Bosque nublado del costado occidental de la cordillera Oriental, Bosque Subandino suroriental de la cordillera Central, Bosque Subandino de los Departamentos

del Cauca y Valle, valles del Alto Cauca, bosque Subandino de la vertiente oriental de la cordillera Occidental, Farallones de Cali, Dabeiba y Frontino. Muy importante es el pequeño tamaño y fuerte perturbación de los distritos en esta provincia en extremo diversa, donde ecosistemas escasos, su biota y recursos, están muy amenazados. Los Distritos con Bosque Subandino aparecen como muy transformados, como en efecto lo están; los de Bosque Andino y Bosque Nublado se muestran en mejor estado. En su estudio por biomas, Etter (1993) analiza todos los bosques de montaña bajo el nombre de bosques andinos; sus resultados indican la ya grave situación de transformación en que estos se encuentran; al desagregarlos en bosques andinos y bosques subandinos, como puede hacerse a partir de los distritos biogeográficos, se corrobora el mal estado general pero se evidencia, además, que los bosques montanos más perturbados pertenecen al Subandino, lo cual es explicable por su distribución coincidente con la del café. La situación respecto a estos distritos y ecosistemas es más acuciante porque pocos de ellos pueden considerarse no perturbados, y aún estas están en peligro; tal es el caso de la Serranía de San Lucas, donde pueden quedar algunos de los últimos Bosques Subandinos del país, o, en general, de las unidades de Bosque Andino, expuestas a colonización y plantaciones de amapola, aunque algunas de ellas están incluidas en Parques Nacionales.

La gestión de la diversidad biológica está ligada a la de los ecosistemas y en consecuencia a la del clima, la topografía y la hidrografía. La conjugación de estos factores genera en Colombia un mosaico muy complejo de unas pocas grandes y muchas pequeñas unidades biogeográficas y ecológicas; allí, la conservación de las unidades mayores, por ejemplo el bosque húmedo tropical o la región de Amazonia, no obstante su enorme importancia, no se compadece con la complejidad total. Esto confiere especial fragilidad a la biodiversidad colombiana, cuya gestión es muy difícil, como lo revela la limitada capacidad del sistema de Parques Nacionales para cubrirla, a pesar del gran esfuerzo realizado.

2.2. SOSTENIBILIDAD DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE ECOSISTEMAS (BIOMAS)

Para complementar el análisis anterior se revisan los resultados de Etter (1993), quien adelantó un estudio pionero, de gran importancia, del estado de los biomas de Colombia; para ello se asimila el concepto de Bioma al de Tipo de Ecosistemas, según se lo utiliza en este artículo. El análisis es responsabilidad exclusiva del autor del presente artículo. En la [Tabla 3](#). Estado actual de los Biomas de Colombia, se presentan los resultados del trabajo en mención, con una modificación relativa a las sabanas orientales.

Se presenta el cálculo de las áreas ocupadas, antes y después de su transformación por el hombre, para los principales biomas (tipos de ecosistemas). A ello se añade, para los efectos del presente trabajo, la calificación de su estado de transformación y de sostenibilidad, según los criterios expuestos. El territorio de Colombia estaba en su mayoría (85,65%) cubierto de bosques y vegetaciones densas; el 14,6% eran sabanas, páramos y vegetaciones arbustivas. La transformación del país habría alcanzado el 36,8% (contra 39,1% en los análisis propios), lo que permite calificar su transformación como parcial y su sostenibilidad como media.

La transformación de ecosistemas está desigualmente distribuida. Siete (53%) de los trece tipos de ecosistemas pueden considerarse no transformados, mientras cinco (37%) más están parcialmente perturbados. Hay dos (sabanas caribes y bosques andinos) muy transformados y uno, el bosque seco tropical, que está completamente transformado, cuya sostenibilidad es improbable. Estaría en vías de extinción en Colombia, pues su extensión no es suficiente para garantizar la conservación de grandes especies, la sostenibilidad de procesos ecológicos ni para proveer germoplasma para recuperación. El bosque seco tropical estaba localizado principalmente en la región Caribe, Provincia Biogeográfica del Cinturón Árido Pericaribeño y en el Distrito Sinú – San Jorge de la Provincia Chocó Magdalena, muy transformadas. El bosque seco fue temprana y extensivamente ocupado, aún antes de la llegada de los españoles, explotado para leña, extracción de maderas finas y tintóreas y luego para expandir la ganadería, que también afectó a las sabanas caribes. Respecto a los bosques andinos, como ya se indicó, la cifra aportada por Etter refleja más el estado de los bosques altoandinos, que el de los subandinos, más transformados y todavía bajo presión, en especial por el cultivo de café y por crecimiento poblacional.

Algunos datos de ecosistemas que aparecen como no deteriorados ameritan un análisis adicional. Así, los páramos y los ecosistemas xerofíticos, cuya fisonomía se recupera después de alteraciones, aunque no su estructura, y en el estudio con sensores remotos aparecen como 100% conservados; al considerar estos ecosistemas, debe tenerse en cuenta que muchos de ellos han sido sometidos a tala, quema y pastoreo. Las sabanas también se recuperan de las quemaduras y es difícil establecer la perturbación, pues el fuego es uno de sus factores naturales de formación; no obstante, las presiones humanas han sido muy fuertes, a través de quema repetida, levante de ganado y ahora por introducción del pasto *Brachiaria*. Así, la cifra de 92,9% de conservación en Orinoquia parece muy alta; como se señaló, esta cifra fue modificada para efectos analíticos en este trabajo.

Tabla 3 Estado actual de los biomas de Colombia (modificado de Etter, 1993)

| BIOMA | AREA ACTUAL (Km ²) | AREA ORIGINAL (Km ²) | IVR | TRANSFORMACIÓN | SOSTENIBILIDAD |
|--|--------------------------------|----------------------------------|--------|----------------|----------------|
| Páramos | 18.000 | 18.000 | 100.0% | NT | A |
| Selvas amazónicas | 14.000 | 14.0000 | 100.0% | NT | A |
| Vegetación herbácea arbustiva de cerros amazónicos | 7.500 | 7.500 | 100.0% | NT | A |
| Bosques bajos y catingales amazónicos | 36.000 | 36.000 | 100.0% | NT | A |
| Sabanas llaneras | 106.500 | 113.000 | 50.0% | NT | A |
| Matorrales xerofíticos y desiertos | 9.500 | 11.000 | 86.4% | NT | A |
| Bosques aluviales (de vegas) | 95.000 | 118.000 | 80.5% | NT | A |
| Bosques húmedos tropicales | 378.000 | 550.000 | 68.7% | PT | M |
| Bosques de manglar | 3.300 | 6.000 | 55.0% | PT | M |
| Bosques y otra vegetación de pantano | 6.500 | 13.000 | 50.0% | PT | M |
| Sabanas del Caribe | 1.000 | 3.500 | 28.6% | MT | B |
| Bosques andinos | 45.000 | 170.000 | 26.5% | MT | B |
| Bosques secos o subhúmedos tropicales | 1.200 | 80.000 | 1.5% | CT | N |
| Áreas moderadamente intervenidas | 70.000 | | 6.1% | | |
| Áreas fuertemente intervenidas | 350.000 | | 30.7% | | |
| TOTAL | 1.140.000 | 720.000 | 63.2% | PT | M |

NT = No transformado PT = Parcialmente transformado MT = muy transformado CT = completamente transformado A = alta sostenibilidad M = Sostenibilidad media B = Baja sostenibilidad N = sostenibilidad improbable.

Los ecosistemas menos deteriorados se localizan en lugares inaccesibles y/o tienen muy baja oferta ambiental; la minería es, quizás, la única actividad humana que los amenaza. Otros, parcialmente transformados, muchos de ellos bosques con una substancial oferta de recursos, están mucho más amenazados; su destrucción es cuestión de tiempo, de seguir las tendencias actuales. La colonización de la selva húmeda es muy fuerte, inducida por la pobreza e inequidad, y ahora sostenida por plantaciones de coca y empeorada por fumigaciones. Las drogas ilícitas también fortalecen las presiones en los ecosistemas de montaña: la amapola se cultiva en climas fríos, de bosque andino. Tala, artesanal e industrial, y extracción de leña para la producción de carbón, son también factores muy importantes de deterioro.

2.3. TRANSFORMACIÓN Y SOSTENIBILIDAD DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El análisis de la transformación en las cuencas hidrográficas, como se muestra en la [Tabla 4](#), revela un rasgo interesante: la transformación no se distribuye de forma tan desigual como en otros análisis.

De 5 Cuencas Mayores, sólo 1 (Caribe Occidental) está completamente transformada por acción humana y otra (Amazonia) no está transformada. De las 22 Cuencas Principales en las cuales se subdividen las anteriores, 2 están por completo transformadas, 2 más están muy transformadas, 10 lo están parcialmente y 8 pueden considerarse no transformadas. Estos resultados significan que la mayoría de las cuencas, que se extienden desde las montañas hasta las tierras bajas, tienen algunas zonas conservadas, probablemente en lo alto de las montañas, en pendientes abruptas y en zonas pantanosas. Ello contribuye a la sostenibilidad de sus funciones ecológicas y sociales, en especial regulación del ciclo hídrico.

Tabla 4 Resumen del estado de las cuencas

| NOMBRE DE LA CUENCA MAYOR Y DE SUS CUENCAS PRINCIPALES | IVR (% REMANENTE) |
|--|-------------------|
| CUENCA CARIBE ORIENTAL | 21,13 |
| Río Ranchería | 52,33 |
| Ciénaga Grande de Santa Marta | 45,30 |
| Río Magdalena | 17,30 |
| Río Cauca | 14,19 |
| CUENCA DEL ORINOCO | 66,78 |
| Río Arauca | 49,86 |
| <i>Río Catatumbo</i> | 34,67 |
| Río Casanare | 47,00 |
| Río Meta | 38,21 |
| Río Vichada | 97,29 |
| Río Guaviare | 65,23 |
| Río Inirida | 94,00 |
| CUENCA AMAZONICA | 92,46 |
| Río Vaupés | 97,95 |
| Río Caquetá | 88,72 |
| Río Putumayo | 99,28 |
| CUENCA CARIBE OCCIDENTAL | 62,01 |
| Río Sinú | 33,62 |
| Río Mulatos | 9,70 |
| Río Atrato | 82,48 |
| CUENCA OCEANO PACIFICO | 56,29 |
| Río San Juan | 72,38 |
| Río San Juan del Micay | 78,77 |
| Río Patía | 39,23 |
| No identificado | 93,90 |
| No identificado | 0,00 |

Nota: el río Catatumbo (en cursiva) pertenece a la cuenca del Lago de Maracaibo.

El estudio de las Cuencas Intermedias (por extensión no se incluye la Tabla correspondiente) muestra, no obstante, muchas cuencas completamente transformadas, al lado de algunas que se preservan en la misma Cuenca Principal. Así, 16 Cuencas Intermedias están completamente

transformadas y otras 34 están muy transformadas, para un total de 45,4% de las cuencas intermedias con baja o improbable sostenibilidad, en especial en la cuenca del Río Magdalena, que es la cuenca social y económicamente más significativa. Esta cuenca drena cerca del 20% de Colombia, en la zona mas poblada. Hay otras 27 Cuencas Intermedias, equivalentes al 24,5% de estas pero al 53% del territorio del país, bien conservadas; no incluyen ninguna cuenca de los Andes o del Caribe, donde se concentra la población. Otras 33 cuencas, en todo el país, están parcialmente transformadas. La transformación de las cuencas indica que muchas áreas pobladas son también las más afectadas, lo que significa que la regulación hídrica puede alterarse, como lo sugieren la escasez de agua durante El Niño 1992 y 1998, y las inundaciones y deslizamientos en los períodos de lluvia.

2.4. TRANSFORMACIÓN, POBLACIÓN Y SOSTENIBILIDAD POR DEPARTAMENTOS Y MUNICIPIOS

2.4.1 ANÁLISIS A TRAVÉS DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN REMANENTE IVR

Colombia se subdivide en 31 departamentos y un Distrito Capital (Santafé de Bogotá). De acuerdo con la [Tabla 5](#). Transformación y densidad poblacional por departamentos, cinco (15,6%) de estas divisiones están completamente transformadas, nueve están muy transformadas, diez están parcialmente transformadas y las ocho restantes (25%), principalmente en la Amazonia, se conservan. La distribución de la perturbación refleja el tamaño desigual de las unidades, relacionado con la historia y el poblamiento humanos: las áreas con mayores densidades de población están más subdivididas y también mas transformadas, aunque hay excepciones importantes. El Distrito Capital es una de ellas, donde la alta densidad poblacional no se refleja en una transformación equivalente, quizá debido a que la población se concentra en áreas urbanas y muchas de sus áreas rurales están en partes altas de las montañas; cuando no así, la transformación es radical, como ocurre en la Sabana de Bogotá, la meseta donde se ubica la ciudad.

El análisis por municipios muestra que 475 municipios, esto es algo más del 45% de los 1.053 municipios del país, están completamente transformados por acción humana; de hecho, la mayoría de ellos no tienen vegetaciones naturales detectables a la escala de trabajo. Otros 252 tienen menos del 30%. En estos municipios viven 22.159.705 personas, esto es el 67,1% de la población en 1993, lo cual significa que la demanda ambiental es muy fuerte en la mayor parte de las áreas más transformadas. En consecuencia, es mayor el riesgo de que el suministro de bienes y servicios ambientales para una porción importante de la población colombiana pueda estar en peligro; su sostenibilidad biofísica es precaria. De estos municipios, 279 (38,4%) disminuyeron en población en el período 1985 - 1993, de acuerdo con el IPD (Índice de Presión Poblacional); esta tendencia, opuesta a la de crecimiento demográfico del país, bien puede relacionarse con su grado de deterioro ambiental, entre otros agentes causales de migraciones internas (inequidad, pobreza, violencia). Otros 241 (20,3%) municipios colombianos, con población de 9.233.809 (27,9%), están parcialmente transformados; la población también decreció en 84 (39,2%) de estos municipios. Por último, sólo 112 (10,6%) de los municipios pueden considerarse conservados; incluyen algunos de los más grandes y menos poblados: cubren 610.580Km², algo más del 50% del área del país, pero abrigan sólo 1.625.171 habitantes, menos del 5% de la población colombiana.

Tabla 5 Transformación y densidad poblacional por departamentos

| DEPARTAMENTO | ÁREA DEL DEPARTAMENTO (KM ²) | | % RELICTUAL | DENSIDAD POBLACIONAL | SOSTENIBILIDAD |
|--------------------|--|------------|-------------|----------------------|----------------|
| | TOTAL | RELICTUAL | | | |
| Antioquia | 64.041,00 | 16.975,10 | 26,50 | 280,10 | B |
| Atlántico | 3.336,00 | 5,10 | 0,10 | 695,20 | N |
| Distrito Capital | 1.617,00 | 891,40 | 55,10 | 3.057,80 | M |
| Bolívar | 26.618,00 | 10.555,00 | 39,60 | 82,30 | M |
| Boyacá | 23.059,00 | 4.457,10 | 19,30 | 72,30 | B |
| Caldas | 7.430,00 | 445,80 | 6,00 | 167,00 | N |
| Caquetá | 90.592,00 | 71.568,10 | 79,00 | 12,40 | A |
| Cauca | 29.942,00 | 14.978,80 | 49,00 | 64,50 | M |
| Cesar | 22.487,00 | 2.084,60 | 9,30 | 38,30 | N |
| Córdoba | 19.184,00 | 1.414,30 | 7,40 | 61,10 | N |
| Cundinamarca | 22.128,00 | 4.096,40 | 18,50 | 102,40 | B |
| Chocó | 47.828,00 | 40.721,40 | 85,10 | 8,90 | A |
| Huila | 18.694,00 | 4.769,30 | 25,50 | 37,10 | B |
| La Guajira | 20.635,00 | 9.850,40 | 47,70 | 29,70 | B |
| Magdalena | 23.147,00 | 5.611,80 | 24,20 | 37,20 | B |
| Meta | 85.343,00 | 35.075,90 | 41,10 | 19,20 | M |
| Nariño | 31.655,00 | 17.590,80 | 55,60 | 82,80 | M |
| Norte de Santander | 21.644,00 | 7.815,10 | 36,10 | 90,50 | M |
| Quindío | 1.979,00 | 44,60 | 2,30 | 285,90 | N |
| Risaralda | 3.620,00 | 1.129,20 | 31,20 | 325,10 | M |
| Santander | 30.484,00 | 5221,50 | 17,10 | 100,60 | B |
| Sucre | 10.765,00 | 1.245,70 | 11,60 | 79,80 | B |
| Tolima | 24.057,00 | 4.561,40 | 18,90 | 55,50 | B |
| Valle del Cauca | 20.794,00 | 7.220,80 | 34,70 | 172,60 | M |
| Arauca | 23.701,00 | 10.028,90 | 42,30 | 8,80 | M |
| Casanare | 44.402,00 | 20.335,20 | 45,80 | 5,40 | M |
| Putumayo | 26.085,00 | 22.761,50 | 87,30 | 18,30 | A |
| Amazonas | 110.034,00 | 109.862,00 | 99,80 | 1,10 | A |
| Guainía | 71.909,00 | 67.599,80 | 94,10 | 0,10 | A |
| Guaviare | 55.670,00 | 52.101,10 | 93,50 | 1,00 | A |
| Vaupés | 53.078,00 | 53.001,80 | 99,80 | 0,20 | A |
| Vichada | 98.903,00 | 96.300,10 | 97,40 | 0,40 | A |

Nota: áreas de acuerdo al SIG; pueden diferir de las cifras oficiales. Otras convenciones como lo ya indicado.

2.4.2 ANÁLISIS A TRAVÉS DEL ÍNDICE DE HUELLA ECOLÓGICA IHE

La huella ecológica es el área que un ser humano requiere para su subsistencia, sumando la necesaria para producir sus alimentos, recibir sus desechos, habitar, disponer de espacios públicos y vías, etc.; dicha área cambia, entonces, dependiendo de las demandas del usuario y de la calidad de las zonas y ecosistemas involucrados. Estudios de Rees (1996) calculan la huella ecológica en países desarrollados, la cual es tan alta como 5 hectáreas por persona en una sociedad con altos niveles de consumo y demanda como los Estados Unidos hasta 2 para países más moderados como Corea o Japón. Dichos países se caracterizan por un déficit ecológico resultante de que sus territorios son, con respecto a sus poblaciones y a su huella ecológica, insuficientes para soportar a sus habitantes, lo cual hacen aprovechando los superávits ecológicos de países más equilibrados o a través del agotamiento del capital natural propio y ajeno. Sobre esta base, Colombia, que posee en promedio algo más de 3 hectáreas por habitante, podría

poseer un superávit ecológico, pues no es de esperar que la huella ecológica de los colombianos pueda superar en promedio la japonesa o la europea (que es en promedio de 2 a 4 hectáreas por persona). Desde este punto de vista puede pensarse que Colombia es sostenible, aunque no debe descartarse que buena parte de su superávit esté siendo aprovechado por otros países.

El análisis a nivel de municipios, y sobre una Huella Ecológica de 1,5ha, estimada por comparación con otros países, indica que 327 municipios del país están por debajo de este límite; estos municipios dependerían de los otros 726 con superávit y de otras partes del mundo. En una aproximación desde esta perspectiva, puede aceptarse que la sostenibilidad del país es posible en sus actuales circunstancias aunque, dada la elevada tasa de crecimiento poblacional y a pesar de la transición demográfica, pero sobre todo por la demanda de otros países sobre nuestro superávit, es probable que la situación esté mucho más cerca de los límites de sostenibilidad.

2.4.3 ANÁLISIS A TRAVÉS DEL ÍNDICE DE PRESIÓN DEMOGRÁFICA IPD

El IPD mide la tasa de densificación de la población, la cual puede utilizarse como indicadora de las tendencias y de la presión sobre la oferta ambiental, en la medida que mayor densidad implica mayor demanda ambiental y mayor presión sobre los ecosistemas y sus funciones. El resultado del análisis de IPD arroja resultados muy interesantes, ya mencionados al analizar el IVR, pues indica que al menos 360 municipios del país están expulsando población, como lo revelan sus crecimientos negativos, sin contar los que puedan estar creciendo por debajo de sus tasas vegetativas. Desde el punto de vista de la sostenibilidad biofísica, esto permite varias interpretaciones, la más polémica de las cuales sería que la población no puede atender sus necesidades básicas; en ello incidiría el deterioro ambiental y la consecuente pérdida de bienes y servicios ecosistémicos (con escasez de agua y leña, por ejemplo).

Una consecuencia de este abandono de los municipios es un eventual proceso de recuperación natural al cual habrían entrado muchas regiones. De ello sería evidencia información, aportada por IDEAM (1998), sobre más de 3 millones de hectáreas en bosques secundarios, que habrían crecido entre 1986 y 1996, lo cual no significa que las áreas sin degradar estén a salvo. De hecho, el mismo estudio de IDEAM señala que mientras se desarrolla bosque secundario en algunas de estas zonas, al menos 145.000ha de bosques primarios han sido derribadas. Los bosques primarios siguen sometidos a fuertes presiones por tala, colonización y narcocultivos, si bien a ritmos menos intensos que en el pasado. Estudios a escalas más detalladas deben permitir una evaluación más precisa de lo que está ocurriendo; aquí se plantea la hipótesis, con base en trabajo de campo en muchas zonas del país, que la destrucción de los remanentes de vegetación natural continúan en todo el territorio, con especial intensidad en áreas muy transformadas o en los relictos más significativos del interior de Colombia, como serían, por ejemplo, las cuencas de los ríos Samaná Norte y Claro, la Serranía de San Lucas y aún en áreas tan estratégicas como las cuencas del Chivor, Chingaza y Guavio. En este último caso hay evidencia de que, aunque los municipios de la cuenca han expulsado población en los últimos años, ello no ha impedido que continúe la transformación paulatina de los últimos remanentes de bosque (IDEA/UN, 1994). IDEAM (1998) incluye un análisis muy interesante de la presión de población sobre los recursos naturales del país, a cuya complementación se espera contribuir con lo planteado.

2.4.4 ANÁLISIS A TRAVÉS DEL ÍNDICE DE CRITICIDAD AMBIENTAL ICA

El ICA clasifica municipios por combinación de vegetación remanente IVR, con presión demográfica IPD. El análisis revela 2 municipios en categoría V, Muy Crítica (Itagüí y Soledad) y 37 más que se clasifican como Críticos (Categoría IV), pues reúnen la doble condición de estar Muy o Completamente Transformados (CT) y de presentar IPD superior a 10, esto es densificación fuerte de la población. Estos municipios ([Tabla 6](#). Municipios muy críticos de Colombia según Índice de Criticidad Ambiental) incluyen a muchos de los más importantes del país y sus áreas metropolitanas: Medellín, Barranquilla, Cúcuta, Pereira, Cali y la zona metropolitana de Bogotá, así esta misma no alcanza a incluirse en esta categoría. Cabe señalar que Bogotá tiene un importante sector de alta montaña, poco transformado, en su jurisdicción, en tanto la Sabana de Bogotá, más alterada, ha sido cedida a numerosos municipios, muchos de ellos en la lista de muy críticos.

Tabla 6 Municipios muy críticos de Colombia

| MUNICIPIO | DEPARTAMENTO | ÁREA (KM ²) | ÁREA RELICTUAL | IPD | DENSIDAD | IVR | CRITICIDAD |
|--------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|-----|----------|-----|------------|
| MEDELLÍN | Antioquia | 380 | 0 | 53 | 4290 | 0 | IV |
| Bello | Antioquia | 87 | 0 | 74 | 3047 | 0 | IV |
| Envigado | Antioquia | 43 | 0 | 69 | 2657 | 0 | IV |
| Itagüí | Antioquia | 13 | 0 | 413 | 13931 | 0 | V |
| La Estrella | Antioquia | 26 | 0 | 44 | 1481 | 0 | IV |
| Sabaneta | Antioquia | 21 | 0 | 46 | 1358 | 0 | IV |
| BARRANQUILLA | Atlántico | 163 | 0 | 72 | 6093 | 0 | IV |
| Malambo | Atlántico | 104 | 0 | 23 | 694 | 0 | IV |
| Pto.Colombia | Atlántico | 67 | 0 | 11 | 373 | 0 | IV |
| Soledad | Atlántico | 67 | 0 | 136 | 3577 | 0 | V |
| CARTAGENA | Bolívar | 612 | 0 | 26 | 1073 | 0 | IV |
| Duitama | Boyacá | 218 | 0 | 23 | 434 | 0 | IV |
| Chinchina | Caldas | 56 | 0 | 39 | 1093 | 0 | IV |
| Pto.Tejada | Cauca | 96 | 0 | 10 | 398 | 0 | IV |
| Cajicá | Cundinamarca | 52 | 0 | 21 | 570 | 0 | IV |
| Chía | Cundinamarca | 81 | 0 | 13 | 4564 | 0 | IV |
| Facatativa | Cundinamarca | 155 | 0 | 14 | 449 | 0 | IV |
| Funza | Cundinamarca | 69 | 0 | 19 | 548 | 0 | IV |
| Fusagasuga | Cundinamarca | 206 | 15 | 11 | 366 | 7 | IV |
| Madrid | Cundinamarca | 121 | 0 | 13 | 324 | 0 | IV |
| Soacha | Cundinamarca | 252 | 15 | 60 | 913 | 6 | IV |
| Ubaté | Cundinamarca | 97 | 15 | 14 | 316 | 15 | IV |
| Ancuyá | Nariño | 63 | 0 | 11 | 229 | 0 | IV |
| Belén | Nariño | 43 | 0 | 15 | 119 | 0 | IV |
| La Unión | Nariño | 140 | 30 | 10 | 224 | 21 | IV |
| S.Bernardo | Nariño | 66 | 0 | 17 | 135 | 0 | IV |
| S.Pedro de Cartago | Nariño | 56 | 0 | 13 | 107 | 0 | IV |
| CÚCUTA | N. de Santander | 1193 | 0 | 11 | 404 | 0 | IV |
| Los Patios | N. de Santander | 125 | 0 | 48 | 382 | 0 | IV |
| Ocaña | N. de Santander | 70 | 15 | 16 | 1070 | 21 | IV |
| ARMENIA | Quindío | 119 | 0 | 38 | 1883 | 0 | IV |
| PEREIRA | Risaralda | 619 | 104 | 13 | 573 | 17 | IV |
| Dosquebradas | Risaralda | 69 | 0 | 69 | 2026 | 0 | IV |
| La Virginia | Risaralda | 33 | 0 | 15 | 858 | 0 | IV |
| BUCARAMANGA | Santander | 153 | 45 | 51 | 2716 | 29 | IV |
| Floridablanca | Santander | 100 | 0 | 61 | 1924 | 0 | IV |
| SINCELEJO | Sucre | 280 | 0 | 17 | 624 | 0 | IV |
| CALI | Valle del Cauca | 574 | 15 | 69 | 2904 | 3 | IV |
| Andalucía | Valle del Cauca | 146 | 0 | 17 | 143 | 0 | IV |

El que las grandes ciudades estén indicadas como críticas amerita análisis complementarios más allá de los alcances del presente trabajo pues, en caso de que este indicador describa en forma adecuada la situación ambiental analizada, querría decir que gran parte de la población del país se encuentra en una situación, si no crítica, al menos de alto riesgo desde el punto de vista de la sostenibilidad de su desarrollo y de la posibilidad de mantener su bienestar. Tal situación, no evidente en condiciones normales, puede convertirse en causa de graves problemas en al menos dos circunstancias imaginables: la primera es la del paulatino deterioro de las condiciones hasta que el fenómeno se torne crónico; la otra, más preocupante en el corto plazo, en caso de una

contingencia grave, bien sea por causas naturales (terremotos, sequías, deslizamientos) o por desórdenes sociales agudos (motines, levantamientos populares, guerra interna). Ciudades muy desprotegidas pueden llegar a ser muy afectadas por fenómenos como falta de agua y alimentos y precipitar una crisis nacional, que sólo puede ser considerada en parte de origen ambiental, pero en la cual las circunstancias ambientales son fundamentales. Bogotá, a pesar de no figurar entre los municipios más críticos, tiene en esta perspectiva un papel crucial.

COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES

Los indicadores aplicados al análisis de la sostenibilidad en Colombia arrojan resultados variados, aunque no contrapuestos, dependiendo de las variables, de las escalas y de los elementos y unidades analizadas. Así, la sostenibilidad de las unidades biogeográficas, muy relacionada con la sostenibilidad de la biodiversidad, indica que aunque la situación general es satisfactoria, hay unidades que se pueden considerar insostenibles o, en otro lenguaje, virtualmente extintas, lo cual exige acciones prioritarias de gestión ambiental; cabe señalar que muchas de estas áreas, quizá por su misma condición, suelen ser excluidas de los proyectos de conservación. Además del bosque seco y las sabanas de la Provincia del Cinturón Árido Pericaribeño, cabe destacar la importancia de los bosques subandinos de la Provincia Norandina, en especial los bosques estacionales correspondientes a la zona cafetera, cuya desaparición es inminente.

Al nivel de los ecosistemas, resulta evidente que 3 de ellos (bosques secos, sabanas caribeñas y bosques andinos) están en especial peligro; su sostenibilidad, por decir lo menos, es precaria. No obstante, tampoco figuran dentro de programas prioritarios de conservación, al menos no equiparables a los destinados a páramos y bosques húmedos, relativamente menos amenazados. Las cuencas revelan una situación similar a la de las unidades biogeográficas, más bien favorable en un contexto general pero con graves problemas a escalas más detalladas; la política ambiental debería tener en consideración esta circunstancia. Las mayores amenazas a la sostenibilidad se dan en cuencas andinas, donde se concentra la mayor parte de la población, que depende de ellas para el abastecimiento de agua y para regular sus caudales. La expulsión de población en numerosos municipios y la creciente incidencia de problemas, cuando no catástrofes, asociadas tanto a sequías (pérdida de cosechas, apagones) como a excesos de agua (inundaciones, deslizamientos) bien puede relacionarse con esta circunstancia.

Al nivel departamental se confirma la importancia de la transformación de las áreas andinas y caribes y lo que ello significa para la población que se concentra en ellas. La mayoría de los municipios parecen mantener una capacidad suficiente, en términos de área, para sostener a su población. No obstante, dado el nivel de transformación y eventual deterioro de sus ecosistemas, es probable que tales áreas puedan resultar inadecuadas pues su relativa amplitud no se está reflejando en bienestar social, como lo revelan las elevadas tasas de migración interna y de concentración en las grandes ciudades. Hay al menos 39 municipios que, desde la perspectiva del ICA (Índice de Criticidad Ambiental) podrían tener un elevado nivel de sensibilidad a perturbaciones naturales o sociales.

En balance, puede afirmarse que el grado de transformación de Colombia es intermedio, está por debajo de los niveles promedio mundiales de transformación y en condiciones equiparables al resto de Sur América, según se deduce por comparación con los datos de Hannah *et al*, 1994. Estos reportan que 52% del área terrestre del Planeta permanece sin disturbar, pero indicando que parte importante de esta área sin disturbar está cubierta de desiertos, hielos y rocas; si se hace referencia tan sólo a áreas previamente cubiertas por vegetaciones densas, el área sin disturbar es del 27% y lo parcialmente disturbado 36,7%. El promedio de Sur América sería del 62,5% sin disturbar y del 22,5% parcialmente disturbado, para dejar sólo 15,1% totalmente dominado por el hombre. Como se indicó, hay una correspondencia general con los datos para Colombia, que son de 63% sin disturbar y 6% parcialmente disturbado, según los datos consignados en la [Tabla 4](#).

Para provincias biogeográficas, el trabajo de Hannah reporta datos que deberán analizarse con más detenimiento antes de una comparación definitiva con los de nuestro estudio. Así, la Provincia Norandina (Northern Andean) presenta un 25% sin disturbar, 7,1% parcialmente disturbado y 67,9% dominado por el hombre; si asumimos que esta provincia coincide con la Norandina de nuestro estudio ([Tablas 1 y 2](#)), la cual está conservada en un 40%, se presenta un desacuerdo cuya significancia interesaría analizar.

Las tendencias generales sugieren fuertes, pero no simples, relaciones entre población y perturbación, dependiendo de las actividades humanas; por ejemplo, cuando el asentamiento

cumple principalmente funciones de administración, como en el Distrito Capital, su impacto puede ser menos perturbador, de los alrededores rurales, que si se trata de un asentamiento minero y este menos, salvo que sea de carbón, que la actividad forestal o la agricultura. No obstante, las enormes concentraciones humanas en grandes ciudades generan demandas que tienen impactos no solo locales sino aún sobre zonas remotas que las proveen de recursos; así, una ciudad puede requerir un equivalente a doscientas veces su extensión (Wackernagel, 1996); sobre la base de 1,5ha por habitante, tan sólo Bogotá requeriría mas de 9.000.000 de hectáreas para sustentarse. En muchos casos, las perturbaciones se efectuaron en el pasado, como en el caso de muchos lugares hace tiempo abandonados. Así, casi siempre, más población significa más perturbación, aunque se requieren posteriores estudios para tener una mejor aproximación de las relaciones causa - efecto entre población y transformación.

El análisis de la transformación por municipios sugiere que las condiciones ambientales pueden ser un factor importante que afecta las condiciones políticas y sociales en Colombia; fuertes transformaciones en la mayoría de los municipio, como se reporta, pueden tener significativas consecuencias. Así, migraciones internas, usualmente atribuidas a la violencia política, pueden ser reforzadas por componentes ambientales, relacionados con la pobreza e incrementados por el agotamiento de los recursos naturales. Con base en el análisis del Índice de Presión Demográfica IPD, se puede plantear la hipótesis de que hay por lo menos dos fenómenos diferentes que inducen a las migraciones internas en Colombia: uno es la violencia, cuyos migrantes pueden considerarse como refugiados políticos; otro es la pobreza, relacionada con la degradación del ambiente, cuyos migrantes son refugiados económicos, sociales y ambientales. La violencia, cuando está presente, acelera la emigración de la población pobre; pero la migración es mínima o, por el contrario, hay inmigración hacia lugares ricos, así estos sean más violentos, como ocurre con frecuencia. Este es el caso de las áreas de producción de droga, oro, esmeraldas y otras actividades mineras y zonas de producción de petróleo, tanto como las grandes ciudades, los lugares más violentos y también los lugares hacia donde se dirigen los migrantes. A este respecto resulta muy significativo que la ciudad con la mas elevada tasa de delitos contra la vida y la integridad personal sea Itagüí, con 127 por cada 10.000 habitantes en 1994 (Policía Nacional, 1995), ya que es también la ciudad con mayor IPD (tasa de densificación, que debe atribuirse a inmigración), a pesar de ser ya la mas densa y con el índice de huella ecológica IHE mas bajo del país.

El análisis anterior trata de “plantear la cuestión” acerca del papel del ambiente en procesos sociales, económicos y políticos que desgarran al país, sin pretender negar la importancia de otros factores como la violencia o la pobreza; se pretende, ello sí, prevenir contra ciertos análisis parciales (reduccionistas) del tema, que a veces parecieran querer distraer la atención hacia el problema de la paz y la guerra, como si estas fueran un problema en sí y no el reflejo de situaciones de inequidad y del creciente deterioro de las condiciones de vida de los colombianos causadas, entre otras cosas, por el deterioro de su medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- COLCIENCIAS. 1990. Perfil Ambiental de Colombia. COLCIENCIAS - USAID - Fundación Segunda Expedición Botánica. Bogotá.
- DANE (Departamento Nacional de Estadística). 1996. Datos sobre censos 1985 - 1993. (Archivo magnético). Bogotá.
- Dinnerstein, E; Olson, D.M.; Graham, D. J.; Webster, A.L.; Primm, S.A.; Bookbinder, M.P.; Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Publicado en colaboración entre el Fondo Mundial para la Naturaleza y el Banco Mundial. Washington, D. C.
- Etter, A.1993. Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. In: CEREC - Fundación Alejandro Angel (FAA), 1993. Nuestra diversidad biológica. CEREC -FAA. Bogotá.
- Hannah, L.; Lohse, D.; Hutchinson, Ch.; Carr, J.L. and Lankerani, A. 1994. A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *AMBIO* Vol.23 (4-5): 246 - 250.
- Hernández, J. 1992. Ensayo sobre los biomas de Colombia. En: Halffter, G. y Ezcurra, E. (eds.)1992. La diversidad biológica de Iberoamérica. *Acta Zoológica Mexicana*. Volumen Especial 1992.
- Hernández-Camacho, J.; Hurtado-Guerra, A.; Ortiz-Quijano, R. & Walschburger, T. 1992. Unidades Biogeográficas de Colombia. En: Halffter, G. (ed.), 1992. La Diversidad Biológica de Iberoamérica. *Acta Zoológica Mexicana*, Volumen Especial. Xalapa, Mexico.
- IDEA-UN (Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional). 1994. Ecosistemas estratégicos colombianos. Report técnico no publicado, presentado a IDEAM Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.
- IDEAM. 1994. Mapa Hidrológico de Colombia y Base de Datos sobre Hidrología. Subdirección de Hidrología. Instituto de Estudios Ambientales, Meteorológicos e Hidrológicos del Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. Bogotá.
- IDEAM. 1998 (Leyva, P; ed.). El Medio Ambiente en Colombia. Instituto de Estudios Ambientales, Meteorológicos e Hidrológicos del Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. Bogotá.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 1984. Mapa de bosques de Colombia. IGAC. Bogotá.
- . 1997. Mapa básico de Colombia. (Versión electro magnética). IGAC. Bogotá.
- . 1998. Diccionario geográfico de Colombia (Versión en CD). IGAC. Bogotá.
- IGBP. 1997. A Synthesis of Global Changes and Terrestrial Ecosystems (GCTE) Core Project and Related Research. IGBP Science No. 1. The International Geosphere-Biosphere Program (IGBP: A Study of Global Change of the International Council of Scientific Unions (ICSU). Stockholm, Sweden.
- Márquez, G. 1996. Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental. Fondo FEN Colombia. Bogotá.
- Mittermeier, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from brazil and magadascar and the importance of the megadiversity countries. Pages 145-153 in E. O. Wilson, ed. Biodiversity, National Academy Press, Washington, D.C.
- Myers, N. 1988. Threatened biota: hot spots in tropical forest. *Environmentalists* 8: 1 - 20.
- Policía Nacional. 1995. Criminalidad 1994. Revista de la Policía Nacional #37. Bogotá.
- Rees, W.E. 1996. Indicadores territoriales de sustentabilidad. *Ecología Política* 12: 27 - 41. Icaria Editorial. Barcelona.

Sisk, T., Launer, A.E., Switky, K. R.; Ehrlich, P.R. 1994. Identifying extinction threats. *BioScience* 44 (9): 592-604.

Welcomme, R. L. 1985. River fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 262. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Winograd, M.1995 (con la colaboración de Norberto Fernández y Roberto Messias F.). Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sostenibilidad para toma de decisiones en América Latina y el Caribe. Documento para discusión Taller Regional sobre uso y desarrollo de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad. PNUMA - CIAT. México, D.F.