

EL RECURSO SUELO EN COLOMBIA - Inventario y Problemática -

por

Dimas Malagón Castro (*)

Resumen

Malagón Castro, D.: El recurso suelo en Colombia -Inventario y Problemática-. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **22**(82): 13-52. 1998. ISSN 0370-3908.

El Recurso Suelo ha sido inventariado en el país a través de los Levantamientos de Suelos, realizados durante cinco décadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

La naturaleza holística de los Levantamientos de Suelos, al integrar aspectos geomorfológicos, petrográficos-sedimentológicos, climáticos, pedológicos y de cobertura y uso actual permite caracterizar las tierras del país y utilizar clasificaciones técnicas con el fin de establecer sus capacidades, potencialidades, limitaciones, conflictos de uso y sostenibilidad.

En el artículo se describe el contexto histórico de esta disciplina en Colombia, así como su marco actual de referencia (conocimiento del recurso y sus aplicaciones), la problemática nacional del recurso (sus diferentes causas y consecuencias) y su prospectiva de desarrollo, tanto a nivel mundial como nacional.

Palabras claves: Recurso Suelo, Colombia, degradación, inventario, uso, conflictos, prospectiva.

Abstract

Soil Survey studies as performed in Colombia, synthetize geographical knowledge both of the Natural Resource and the land as such. This hollistic approach integrates geomorphology, climate, petrography-sedimentology, soils, land cover and land use. The Colombian Geographic Institute has performed these studies for the last five decades.

This article initially summarizes the historical development of colombian soil survey, continues with the colombian soil resource knowledge and its application through land interpretative classifications, land use conflicts, soil degradation aspects and colombian land zonifications. The final discussion emphasize soil survey issues and perspective.

Key words: Colombian Soil Resource, Colombia, Soil degradation, Soil survey, land use conflicts, soil surveys, prospective.

* Subdirector. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Carrera 30 48-51. Santa Fe de Bogotá
Profesor Titular, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, Bogotá

Introducción

Hace 40 años Pérez Arbeláez, mi profesor en la cátedra de Recursos Naturales de Colombia, escribió en su introducción a la obra del mismo nombre: "Los diez y seis hombres que navegaban en "La Pinta" dormían todavía entre el cansancio y la desesperanza y la civilización velaba augural sobre el piélago interminable, cuando el vigía, disipadas las dudas del amanecer, de las nubes, del mar y de sus propias pupilas, lanzó un grito de "Tierra". Nuevo mundo para la humanidad, suelo para mil cultivos, pan para millones de menesterosos, actividad para infinitos brazos. ! Voz de Rodrigo de Triana!" (Pérez Arbeláez, 1959, página 7).

Cómo son, dónde están y en qué estado se encuentran estos "suelos"? Qué ha pasado con el pan para los menesterosos? Con la "actividad para infinitos brazos"? Hemos hecho realidad estas expectativas? Algunas respuestas a estos interrogantes constituyen el tema de esta presentación.

Los trabajos asociados con el inventario, levantamiento de suelos, en el país están en su sexta década de actividades (IGAC, 1983, 1989). Ellos se relacionan con el desarrollo de la pedología (pedos: Gr. suelo), tanto mundial como nacional, y con el del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en particular, dado que allí se iniciaron y se han continuado ininterrumpidamente. Lo que a continuación se presenta, en consecuencia, rinde tributo y tiene el sello institucional de la Entidad, en cuyo seno se originaron, evolucionaron tecnológicamente y han llegado al estado actual en que se encuentran.

Su razón de ser en esta Institución se debe a un doble objetivo, en primer lugar a conformar parte del conocimiento de la Geografía Física del país y, en segundo, a su vinculación con el Catastro rural nacional, una de sus aplicaciones en Colombia. Todo ello es afortunado puesto que en el Instituto Geográfico se genera la cartografía del país, documento básico para la representación temática de estos estudios y, asociados a la misma, la mayor experiencia en Colombia en cuanto a la interpretación de imágenes de sensores remotos, base sobre la cual se adelantan estos trabajos. Su estudio e investigación, por parte del CIAF (Centro de Investigación en Percepción Remota), permite capacitar a los reconocedores de suelos en estos temas y, en los más recientes, de los sistemas de información georeferenciados y del **seguimiento** de la calidad de los recursos, a través de la interpretación de imágenes de percepción remota.

El concepto **suelo** hace referencia a la colección de cuerpos naturales en la superficie de la corteza terrestre, con vida o capaz de tenerla, resultante de la acción de eventos simples o complejos (llamados **procesos de formación**) generados por la acción de factores, externos a él, dentro de los cuales se destacan el **clima** y los **organismos**, los cuales al actuar sobre los materiales **geológicos** los transforman en función del **tiempo** de actuación. Los suelos, en consecuencia, no pueden **explicarse** ni **entenderse** independientemente del ambiente en que se forman ni de las dimensiones temporal y espacial.

La **tierra** es un concepto más amplio ya que integra tanto los suelos como su contexto biofísico global; éste se expresa en las **leyendas** que acompañan los Levantamientos de Suelos.

El levantamiento de **suelos** o, en otras palabras, el inventario de **tierras** tiene por objetivo conocer su distribución espacial, es decir su geografía, a diferentes niveles de detalle, de acuerdo con los propósitos buscados y el nivel jerárquico taxonómico de su clasificación.

Esta diferencia es importante de ser resaltada dado que desde el punto de vista práctico, aplicaciones de los levantamientos, tanto las evaluaciones, predicciones, normas de manejo e interpretaciones varias, como las zonificaciones biofísicas y ambientales, cuya finalidad es el manejo integrado del recurso, se llevan a cabo en relación con las tierras; ambos aspectos se consideran en esta presentación. El tema seleccionado, al cual se circunscribe, es el del conocimiento de los suelos y de las tierras del país mediante su levantamiento a diferentes niveles de detalle (escalas). No incluye, en consecuencia, la discusión sobre el estado actual de las diferentes subdisciplinas que conforman la así llamada Ciencia del Suelo, vale decir por ejemplo, química, física, biología, fertilidad, etc. Otras, íntimamente relacionadas con el tema tratado (génesis y taxonomía de suelos) o que ayudan a entenderlo (climatología, geomorfología, geología, biología) y a explicar su distribución geográfica, se comentan conjuntamente con el tema central, ya que lo sustentan, explican y permiten su aplicación práctica.

Dado que el **conocimiento de los suelos, a través de los Levantamientos**, se constituye en la **expresión** fundamental del Recurso, a partir de la cual se derivan, fundamentan y tienen explicación y aplicación las subdisciplinas temáticas, la interpretación y extrapolación de resultados investigativos y la transferencia agrotécnológica, éste se establece como el **objetivo primario** de esta presentación y define su alcance. La estructura

de la misma está apoyada en la experiencia obtenida en la dirección del programa de Reconocimiento de Suelos de Colombia, durante casi tres lustros, en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. El **objetivo derivado** radica en comentar la **problemática del Recurso**, haciendo intervenir la dinámica antrópica.

El **desarrollo** de la presentación parte del **contexto histórico** mundial y nacional sobre el tema, analiza y establece el marco de referencia actual sobre el **conocimiento** del Recurso Suelo y de las **aplicaciones** derivadas de éste; y, concluye, con la **problemática** del Recurso y su **prospectiva**.

Contexto histórico

El contexto histórico que se presenta a continuación hace referencia al desarrollo de la pedología a nivel mundial y, dentro de éste, al colombiano en particular.

Mundial

La Pedología no es una ciencia fundamental como la física, la química o la matemática; constituye una disciplina relacionada con el suelo como colección de cuerpos naturales presentes en la superficie de la corteza terrestre, con vida o capaz de sustentarla, producto de la interacción de factores y procesos que definen su origen, evolución, morfología, taxonomía y cartografía (distribución geográfica o espacial).

Su origen se remonta y centraliza en Dokuchaiev (1846-1903) quien, a través de sus investigaciones geológicas en la Universidad de San Petersburgo, tuvo la oportunidad de realizar en 1878 un estudio geomorfológico sobre los "Procesos de Formación de los Valles en la Rusia Europea" y con él interesarse en las tierras asociadas con ellos. La sequía que se presentó en el sur de Rusia entre 1873 y 1875 constituyó la oportunidad para conformar una comisión de estudio sobre las tierras negras (Chernozem) bajo la dirección de dos investigadores, uno de ellos Dokuchaiev.

En 1883 y como un resultado de lo anterior se publica el libro "El Chernozem Ruso", símbolo del comienzo de la Pedología, como piedra angular de la disciplina de los suelos, al definirse éstos como "cuerpos naturales", es decir como cuerpos independientes en la naturaleza, formados mediante procesos específicos, con morfología propia y susceptibles de ser clasificados taxonómicamente.

Actualmente, para algunos investigadores (FitzPatrick, 1997), surge la duda si un "continuo" (colección de

cuerpos naturales), característica geográfica de muchos suelos, al igual que la influencia de varios materiales que los generan, permite establecer taxonomías jerárquicas. Para otros, entre ellos Haskett (1995), este "continuo" de percepción debe ser partido y organizado en piezas integrables, función llevada a cabo por el lenguaje; éste crea las categorías de percepción y, en este sentido, la realidad literalmente estaría formada por nuestro lenguaje.

El **desarrollo** posterior de las ideas de Dokuchaiev y sus discípulos, a nivel mundial, de acuerdo con **Simmonson** (1985 a 1985a), se presenta resumido en la Figura 1 (IGAC, 1995). No obstante que el objetivo del presente estudio se centraliza en Colombia, de ninguna manera puede, para su entendimiento, desligarse del desarrollo histórico de la disciplina como tal. Un hecho que debe resaltarse es la "correspondencia", similaridad e influencia de las clasificaciones taxonómicas entre la Escuela Rusa, establecida por Dokuchaiev y sus discípulos, y la Norteamericana, a través de Marbut (1863-1935), científico norteamericano que impulsó y aplicó en los Estados Unidos las ideas pedológicas rusas y quien es considerado el mayor inspirador de la ciencia del suelo en América.

Posterior a la muerte de Marbut, causada por pulmonía al viajar en el tren transiberiano hacia China, con el fin de organizar allí el programa de reconocimiento de suelos, lo sucede Kellogg quien junto con Baldwin y Thorp modifican el sistema de Marbut, tres años después de su publicación; este sistema se utilizó en la década siguiente (**Simmonson**, 1985), hasta que en la Conferencia Anual de Suelos, en 1950, se recomendó su revisión total, con lo cual empezó a gestarse el sistema actual: Soil Taxonomy (**Soil Survey Staff**, 1975), mediante aproximaciones sucesivas, de las cuales la más famosa fue la Séptima.

Nacional

En Colombia el hilo histórico mundial continúa y se asocia con la creación, en el Instituto Geográfico Militar y Catastral, en 1940, de la primera oficina de suelos encargada de establecer un sistema de clasificación y valoración de tierras con fines catastrales. En palabras de **Lafaurie Acosta** (1944), quien en nuestra opinión representa el Marbut colombiano, "cuando en mayo de 1941 llegué al Instituto (Geográfico Militar y Catastral), se me suministró una carpeta que contenía los intentos hechos hasta ese momento para darle al Instituto un Sistema de Clasificación y Valoración de Tierras con fines Catastrales" en las páginas 979-1001 de Soil and Men

(1938), presentan Baldwin, Kellogg y Thorp, bajo el título de "Soil Classification" (Grandes Grupos) lo que yo (Lafaurie, 1944), he seguido en Colombia". Queda establecido, de esta manera, que fue Lafaurie quien organizó, definió y aplicó el Sistema de Clasificación anotado para ser utilizado en el país; de esta forma la relación de ideas presentes en la Figura 1 se continúa, para la época, con las expresadas en la primera parte de la Figura 2.

De acuerdo con Lafaurie (s.f.), "el primer trabajo en Colombia sobre Sistemática de Suelos se inició en el municipio de Cota, Cundinamarca el 2 de mayo de 1941, donde se encontraron 3 series"

Hechos a resaltar, al interior de la Figura 2, son los siguientes:

- a. La venida al país de asesores científicos y norteamericanos, entre ellos Storie en 1944, y Jenny en 1948, 1949, 1950, suscitándose, con el primero, controversias sobre la clasificación taxonómica de los suelos y su aplicación práctica y, con Jenny, la descripción de los Grandes Grupos de Suelos en las Regiones Ecuatoriales de Colombia y la comparación de los contenidos de M. O. y Nitrógeno total en suelos del trópico americano con aquellos de la zona templada (Jenny et al, 1961).

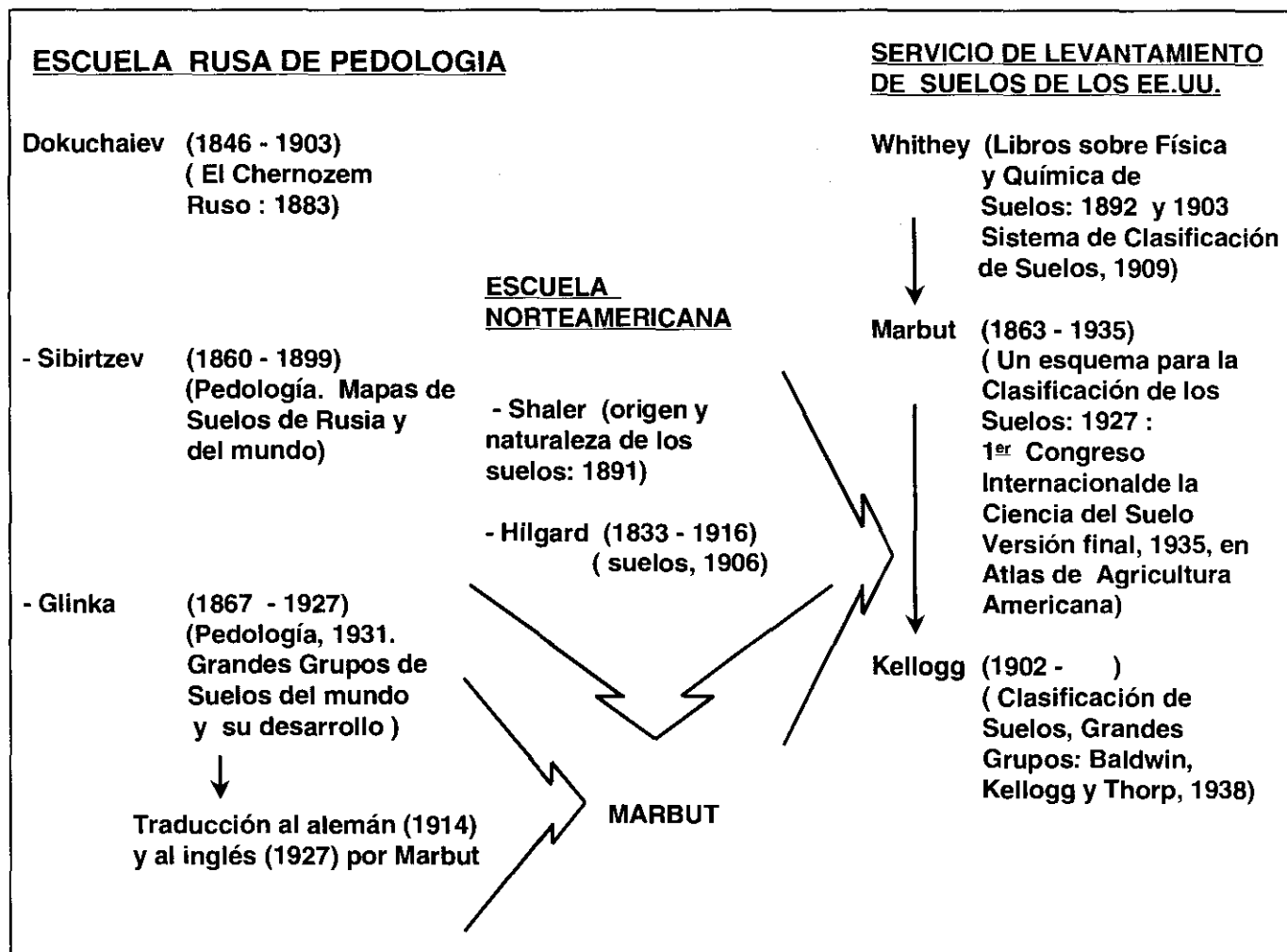


Figura 1. La Escuela Rusa de Pedología, sus exponentes y la proyección de sus conceptos a Norteamérica (IGAC, 1995).

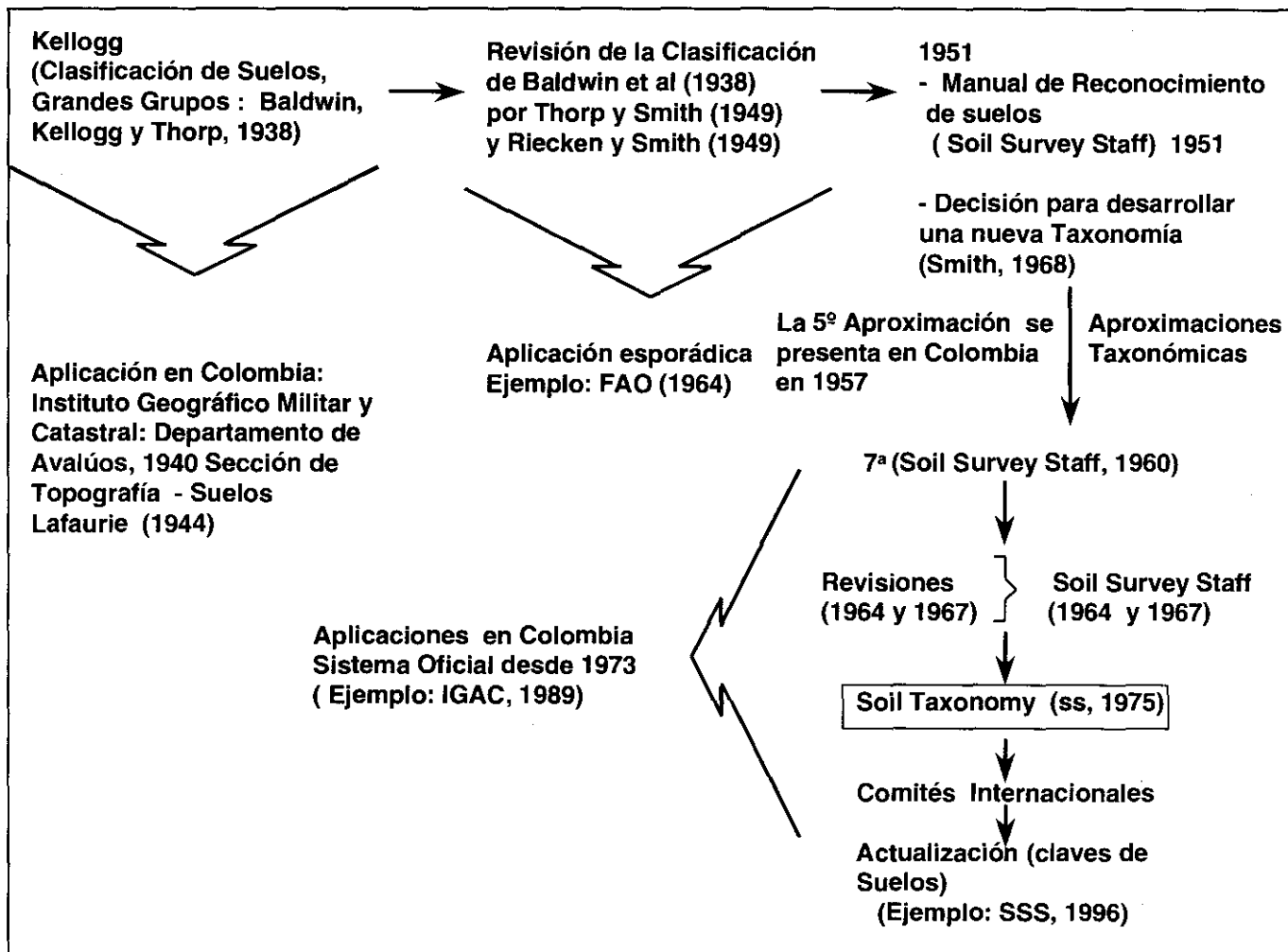


Figura 2. Desarrollo de conceptos sobre Taxonomía de Suelos y sus Aplicaciones en Colombia.

b. En la **década de los años 50** la publicación del Soil Survey Manual (Soil Survey Staff, 1951) en los Estados Unidos, relacionada con la definición de términos, normas y especificaciones para adelantar los Levantamientos de Suelos, marca un hito fundamental para llevar a cabo las labores del Inventario de Tierras en el país; su aplicación en Colombia empieza en esta década.

En estos años se iniciaron las publicaciones sobre Levantamientos de Suelos en el país, la primera de ellas "Estudio de Suelos del Distrito de Irrigación del Río Coello" (1954) recibió el premio Alejandro Angel Escobar.

c. **Del Llano** propone la Clasificación Filogenética y Ecológica de los Suelos del Mundo, presentada en la Sexta Conferencia Internacional de Suelos reunida en París en 1956 y **Shaufelberger** publica en 1944, 1955 y complementa en 1962 un sistema para la clasificación de los suelos de Colombia.

d. Al iniciarse la **década de los años sesenta** la publicación de la Séptima Aproximación determina un cambio profundo en los Levantamientos de Suelos, ya que la cartografía de los mismos parte de su conocimiento estructurado ajustado a una taxonomía jerárquica. La aplicación de dicha taxonomía se dió en forma paulatina durante esta década y sólo en la

siguiente se estableció con carácter "oficial" en el país.

A partir de 1968 los estudios de suelos presentan la clasificación de tierras de acuerdo con su capacidad de uso, originalmente propuesta por **Klingebiel y Montgomery** (1961), adaptada a las condiciones colombianas por el **IGAC** (1973, 1975, 1986, 1991, 1994 y 1996).

e. En la época de los años **setenta y hasta nuestros días** los Levantamientos de Suelos alcanzan su mayor expresión, tanto en calidad como en número de realizaciones. Hechos notables son los siguientes:

- En la década de los años setenta se evolucionó de estudios descriptivos a **descriptivos-interpretativos**. El avance del conocimiento permitió superar esta barrera; con ello el país y los usuarios de los mismos tuvieron la posibilidad de tener acceso fácil a esta información y de aplicarla a múltiples campos (ing. agrícola, civil, sanitaria, etc.)

- En las últimas dos décadas la tendencia marcada en el punto anterior se complementa con estudios de **síntesis del medio biofísico**, derivados del conocimiento inherente a los Levantamientos de Suelos. Ello permite trascender lo descriptivo-interpretativo hacia la constitución de **unidades cartográficas de tierras** que integran la información propia de los Levantamientos de Suelos con aquella de cobertura vegetal, uso de la tierra y amenazas naturales, con lo cual se apoyan procesos de planificación y ordenamiento del territorio; lo anterior es factible de realizarse dado que la información no se presenta en forma temática (suelos) sino integrada en un **contexto ambiental**.

- A partir de los levantamientos de suelos y, estrechamente relacionados con ellos, sea por los problemas detectados al realizarlos, por las interpretaciones que de ellos se hacen o por la necesidad de aplicarlos a disciplinas íntimamente asociadas con los mismos, se ha hecho necesario el estudio, caracterización e inventario de **recursos naturales asociados al Recurso Suelo** o que forman parte de su problemática, entre ellos se destacan, por vía de ejemplo, los Mapas de Zonificación Agroecológica (**IGAC, ICA, 1985**), de Bosques (**IGAC-INDERENA, 1984**), de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso (**IGAC, 1975, 1986, 1991, 1996**), de Uso Actual de las Tierras de Colombia (**IGAC-ICA, 1987**), de Zonas de Vida (**IGAC, 1977**), los Programas de Inves-

tigación en la Orinoquia (Vichada), (**IGAC, 1986**), en el Darién (Pacífico), (**IGAC, 1980**) y en la Amazonia Colombiana tendientes a su inventario global (**IGAC, CIAF, CONIF, 1979**) y, al estudio de Aspectos Ambientales para el Ordenamiento Territorial en los departamentos de Caquetá (**IGAC, 1993**), Vaupés (**IGAC, 1996**) y Amazonas (**IGAC, 1997**).

- El Museo de Suelos colombianos, con sede en el IGAC, y desarrollado en las últimas tres décadas, muestra la distribución del Recurso en el país, a través de sus regiones naturales, presentado en cada una de ellas los factores ambientales (clima, geología, uso de la tierra, hombre) que definen y explican su potencialidad y limitaciones (**IGAC, 1990a**).

- Los laboratorios de suelos en el país han evolucionado paulatinamente siguiendo, en general, el desarrollo nacional de la ciencia del suelo, su apoyo a las labores del inventario de suelos ha sido imprescindible para llegar al estado actual de conocimiento.

Marco actual de referencia

Los aspectos que a continuación se enuncian y comentan, en forma resumida, hacen referencia al **conocimiento** del Recurso Suelo, mediante los Levantamientos del mismo, y a su **aplicación** en Colombia.

Conocimiento del Recurso

Introducción

El Recurso Suelo, entendido como la **colección** de estos **cuerpos naturales** en el paisaje, se origina y evoluciona como consecuencia de la acción de factores **bioclimáticos** (clima y sus organismos asociados) al actuar sobre **materiales geológicos** (rocas o formaciones superficiales: sedimentos o productos de alteración) presentes en las diferentes geformas (formas de la tierra en la superficie de la corteza), obviamente influenciados por el **tiempo** de actuación. Ello determina horizontes que permiten su clasificación y, mediante ésta, su representación cartográfica (Figura 3).

La **evolución** de los suelos puede sucederse por efecto de un mismo clima, con sus organismos asociados, que actúa sobre un material parental (**monogénesis**) o estar supeditada a cambios en éstos (**poligénesis**); a su vez, puede ser **progresiva** (tendiente al climax pedológico) o **regresiva** (generalmente por efecto de erosión o aporte de nuevos materiales).

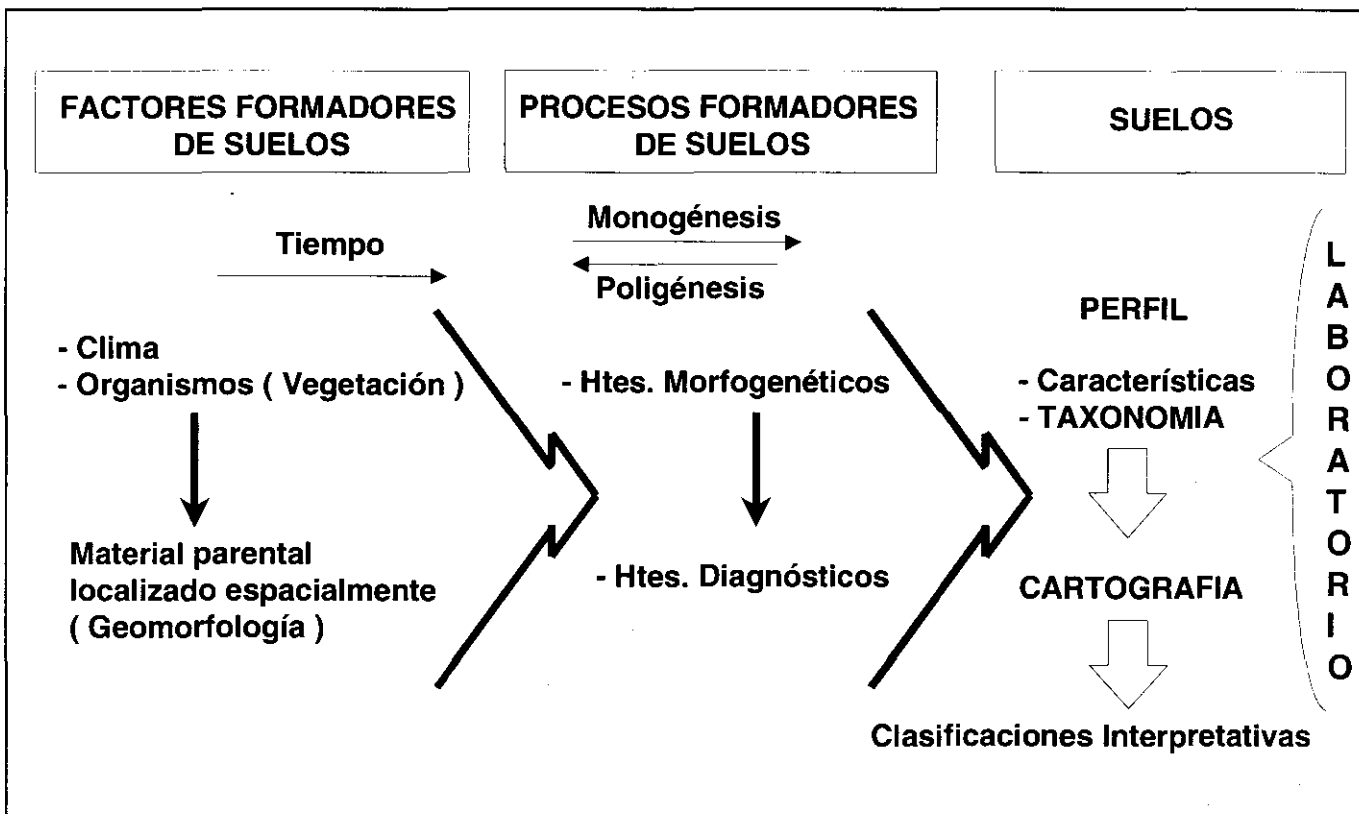


Figura 3. Origen y evolución del Recurso Suelo; secuencias inductivas (poligénesis) o deductivas (monogénesis)

Génesis y Evolución de Suelos

Durante la *génesis y evolución* los **materiales** originales se van **transformando** (meteorizando, mineralizando, humificando) de acuerdo con las condiciones bioclimáticas imperantes y su susceptibilidad inherente, ciertas partículas o sustancias cambian de posición (**translocan**) al interior del suelo y algunas de ellas, elementos y compuestos, se **pierden**, de acuerdo con su solubilidad o mediante procesos erosivos, o **permanecen** (si son poco solubles o si no hay agua para movilizarlos). Partículas minerales (sedimentos, cenizas volcánicas) o compuestos orgánicos (residuos de plantas y organismos) pueden **adicionarse** e integrarse al suelo.

Todos estos eventos, sencillos o complejos, conducen a **diferenciar** los materiales subyacentes, **originar** los horizontes (zonas de espesor variable donde es mayor la manifestación de su actuación) y **generar el suelo**: son los llamados **procesos generales** de **formación** de los **suelos** (Figura 4).

Los horizontes y perfiles de los suelos

Los **horizontes**, así entendidos, tienen una causa u origen (**génesis**) y una **morfología** (formas y características), por ello se denominan **morfogénéticos** y se definen mediante una **nomenclatura** que indica el (los) **tipo (s) de evento (s)** predominante (s) (Horizontes Maestros, ejemplo O: acumulación de materiales orgánicos, A: mezcla orgánico-mineral, en la superficie; B: transformación a suelo del material parental o acumulación, iluviación, de materiales translocados, etc.) y la **clase** o causa adicional que los **tipifica** (ejemplo: t: iluviación de arcillas, h: de humus, s: de sesquióxidos; v: plintita, etc.).

La unión de letras mayúsculas (horizontes maestros) y minúsculas (características subordinadas de ellos) expresa la **opinión** sobre la evolución de quien **describe** la **entidad básica** (**perfil**, si bidimensional, **pedón**, si ridimensional); es decir **sintetiza** su **evolución** de manera **cualitativa**. Cuando interviene la **cuantificación**, ya sea por

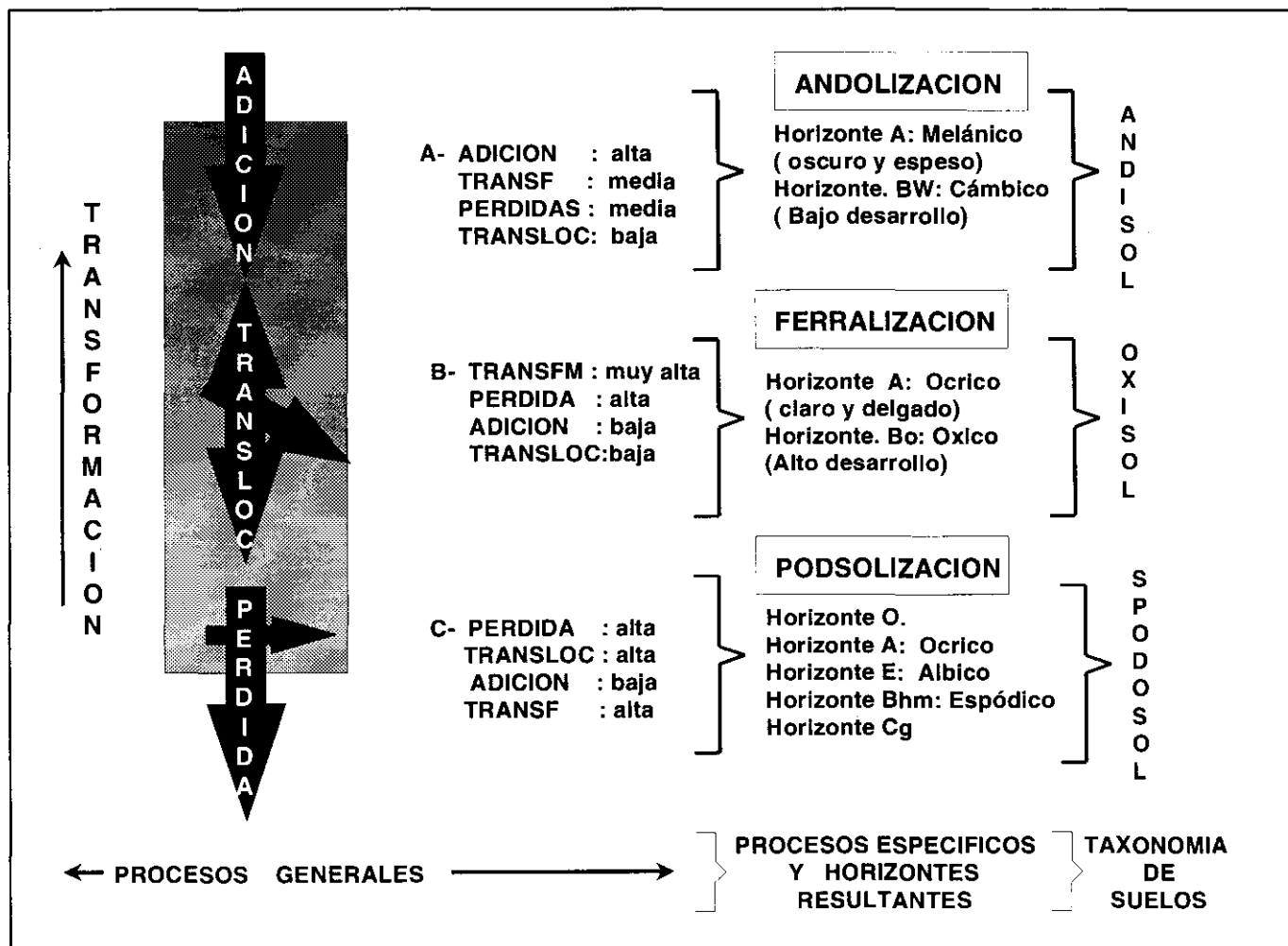


Figura 4. Procesos generales y específicos de formación de suelos, horizontes morfo genéticos, diagnósticos y suelos resultantes. Ejemplo de aplicación en la Zona Cafetera Central (A), en la Altillanura de los Llanos Orientales (B) y en las arenas blancas (caatingas) Vaupés, Amazonia (C).

información de **laboratorio** (física, química, mineralógica, micromorfológica) o de **campo** (espesor, color mediante códigos universales, estructura, consistencia, etc) los horizontes **morfo genéticos** pasan a constituir los horizontes **diagnósticos**, es decir aquellos que **diagnostican** la **taxonomía** de los suelos; se establece, así, el **nexo génesis-evolución-taxonomía de suelos**.

Los horizontes **diagnósticos** se subdividen en **Epipedones**, localizados en la parte superior del suelo y **Endopedones**, es decir los que caracterizan su parte inferior. Como ejemplos de ellos pueden mencionarse, para los primeros, el **Mólico** (L. mollis, blando) característico de suelos fértiles condiciones físicas favorables y alta producción. Cuando todo ello es similar, pero su fertilidad es baja, generalmente asociada con acidez y de lo que de

ella se deriva (lavado de nutrientes, posibilidad de toxicidad de aluminio) se establece el horizonte **Umbrico** (L. umbra; sombra). Si en los horizontes mencionados el contenido de fósforo es muy alto, se connota como **Antrópico** (Gr. anthropikos, humano).

Si la abundancia de materiales orgánicos excede límites preestablecidos de carbón orgánico, el horizonte se define como **Hístico** (Gr. histos, tejido) y si no cumple con estas características y generalmente es poco espeso y bajo en materiales orgánicos se designa como **Ocrico** (Gr. ochros, pálido).

Dentro de los **Endopedones** se destaca el **Cámbico** (L. cambiare, cambio) asociado a etapas incipientes de evolución (cambio de roca a suelo pero con más

características de éste que de aquella); el **Oxico** (Fr. oxyde, óxido), en el que se concentran in situ oxihidróxidos (Fe y/o Al) asociados con procesos de máxima evolución (transformación y lavado), el **Argílico** (L. argila, arcilla) indicativo de altas concentraciones de arcillas iluviales y el **Espódico** (Gr. spodos, color ceníceo) donde la concentración es de materiales orgánicos con Al y Fe, etc.

Los horizontes diagnósticos, solos o combinados (epi y endopedones) reflejan los procesos de evolución, no ya en forma hipotética sino como **marcas** (morfología) dejadas por ellos y cuantificadas. Dichas combinaciones corresponden a **evidencias de procesos específicos** (combinaciones de procesos generales) en suelos de evolución **moderada o alta** o a su **ausencia** o pobre manifestación en aquellos de bajo desarrollo. Estos horizontes constituyen una pieza maestra para clasificar taxonómicamente los suelos, vinculando dicha taxonomía con la morfología y características propias derivadas de los procesos evolutivos. En la Tabla 1 se presentan

ejemplos de ello, relacionando horizontes diagnósticos con las clases de suelos al nivel categórico del **Orden** e indicando sus características más sobresalientes y su fertilidad.

Taxonomía de Suelos

La taxonomía de los suelos tiende a dilucidar los patrones existentes en la naturaleza y hacerlos asequibles a nuestro entendimiento (**Haskett, 1995**).

La **taxonomía** de suelos, así establecida, integra el **conocimiento** de los suelos (su génesis-evolución) con sus **características** y **propiedades** resultantes; no podría ser de otra manera, pues para clasificar hay que **conocer** y **entender** el cuerpo que se clasifica.

La taxonomía de suelos comentada y aplicada en Colombia es la Soil Taxonomy (**Soil Survey Staff, 1975, 1996**). En la Figura 5 se sintetiza su estructura jerárquica, categorías, clases, relaciones de escala, homogeneidad-heterogeneidad, niveles de abstracción, etc. Las razones

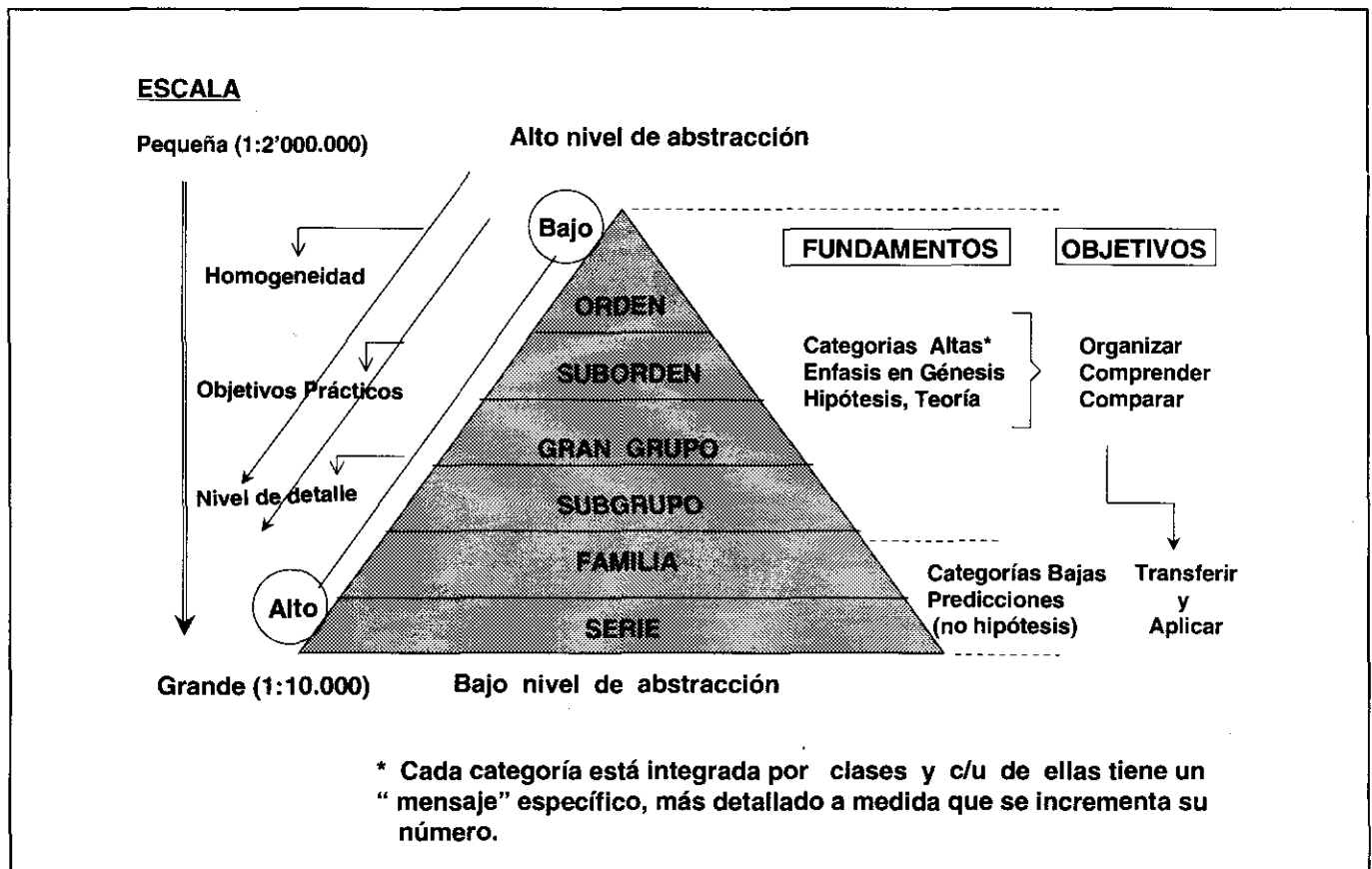


Figura 5. Sistema multicategorico de la taxonomía norteamericana de suelos (IGAC, 1995).

Tabla 1. Clases de suelos en la categoría Orden, características, horizontes diagnósticos y aplicaciones en relación con su fertilidad en Colombia (IGAC, 1995).

ORDEN	CARACTERISTICAS GENERALES SOBRE EVOLUCION, HORIZONTES DIAGNOSTICOS Y MINERALOGIA	FERTILIDAD GENERAL
OXISOL	Muy alta evolución; arcillas y óxidos de Al-Fe alto contenido en cuarzo (arenas). Horizonte Oxico, en algunos casos Cándico.	Muy baja. Alta acidez. Altos contenidos de Al de cambio. Alto poder fijador de fosfatos. Fertilidad potencial (mineral) nula, actual muy baja (excepción de ecosistemas bajo selvas).
ULTISOL	Alta evolución; arcillas 1:1 y algunas 2:1 sesquióxidos con predominio de Fe. Horizonte Argílico o Cándico; Ocrico o Umbrico.	Baja. Acidos. Alto contenido de Al de cambio, Procesos de fijación generalmente importantes. Fertilidad potencial baja pero mayor que en Oxisoles.
ESPODOSOL	Alta evolución, seaquíóxidos, ácidos fúlvicos y precursores. Migraciones orgánicas y minerales. Micas y minerales interestratificados. Cuarzo. Horizonte Espódico.	Muy baja. Alta acidez, baja saturación de cationes, baja cementación estructural en superficie, compactación en profundidad. Aporte de nutrientes bajo, a partir de la Materia Orgánica.
VERTISOL	Alto contenido en arcillas 2:1 baja Materia Orgánica, abundancia de Acidos Húmicos evolucionados. Grietas, lustre estructuras rotadas. Propiedades vérticas.	pH con tendencia a neutralidad. Bajo porcentaje de M.O. de débil mineralización. Complejos arcilla 2:1. Acidos húmicos. Fertilidad actual y potencial medianas.
ALFISOL	Arcillas integradas por mezclas de 2:1 - 1:1 Micas y minerales primarios generalmente presentes. Evolución moderada a alta. Horizontes: Argílico, Nátrico, Cándico, Ocrico o Umbrico.	Fertilidad variable, generalmente moderada, acidez ausente o no muy pronunciada en la mayoría de los casos. Excepto en algunos horizontes superficiales.
MOLISOL	Evolución moderada, alta humificación Arcillas 2:1, ácidos húmicos, minerales primarios abundantes. Horizonte Mólico.	Alta fertilidad tanto Potencial como Actual. Neutralidad, ligera acidez o basicidad. Condiciones físicas y químicas generalmente adecuadas.
ARIDISOL	Evolución variable: moderada en general. Micas y arcillas 2:1 predominantes. Poca M.O., Sales en varios casos al igual que Na. Horizontes: Ocrico, Antrópico, Argílico, Sáfico, Cálculo, Cábico, Nátrico, Gípsico.	pH neutros a básicos, fertilidad en general moderada, con excepción de N, pueden presentarse problemas de sales y Na. Baja M.O.
INCEPTISOL	Evolución baja y media. Presencia de minerales primarios, arcillas mezcladas. Contenidos variables de M.O. Horizontes: Umbrico y/o Cábico.	pH y fertilidad variables, dependiente de la zona: alta en zonas aluviales y baja en sedimentos antiguos y lavados sobre los cuales evoluciona el suelo. Materia Orgánica variable.
ENTISOL	Muy baja evolución. Presencia de minerales primarios, mezclas de arcillas de diferentes tipos. Horizonte Ocrico.	Variable de acuerdo con las zonas como en el caso anterior. En los Orthents generalmente alta erosión.
HISTOSOL	Suelos orgánicos de evolución variable. Horizonte Hístico.	pH en general ácido. Fertilidad y Productividad variables de acuerdo con la adecuación de la zona y el grado de evolución del material orgánico.
ANDISOL	Evolución media, constituyentes amorfos, complejos de adsorción y de Al-humus. Abundancia en Plagioclasas y anfíboles, menores contenidos en vidrio y piroxenos, dependiendo de su evolución. Propiedades ándicas.	Valores altos en C.O., CIC, carga variable y capacidad reguladora. Alta fijación de P, mineralización lenta. Fertilidad variable dependiendo de la zona.

para seleccionarla y aplicarla en el país se basaron en sus características: cuantificación, utilización de horizontes y características diagnósticas, nomenclatura basada en raíces griegas y latinas, categorías asociadas a niveles jerárquicos de abstracción fácilmente equiparables y utilizables con los niveles y escalas de los levantamientos de suelos, métodos analíticos definidos y claramente establecidos (**National Soil Survey Laboratory Staff**, 1995 y 1996), etc.

La aplicación del Sistema Taxonómico Norteamericano de Suelos (**Soil Survey Staff**, 1975) ha permitido definir y cartografiar los suelos colombianos.

Un ejemplo, muy general, se presenta en la Figura 6, en la cual se consignan los Grandes Grupos de suelos representativos de amplias regiones fisiográficas del país.

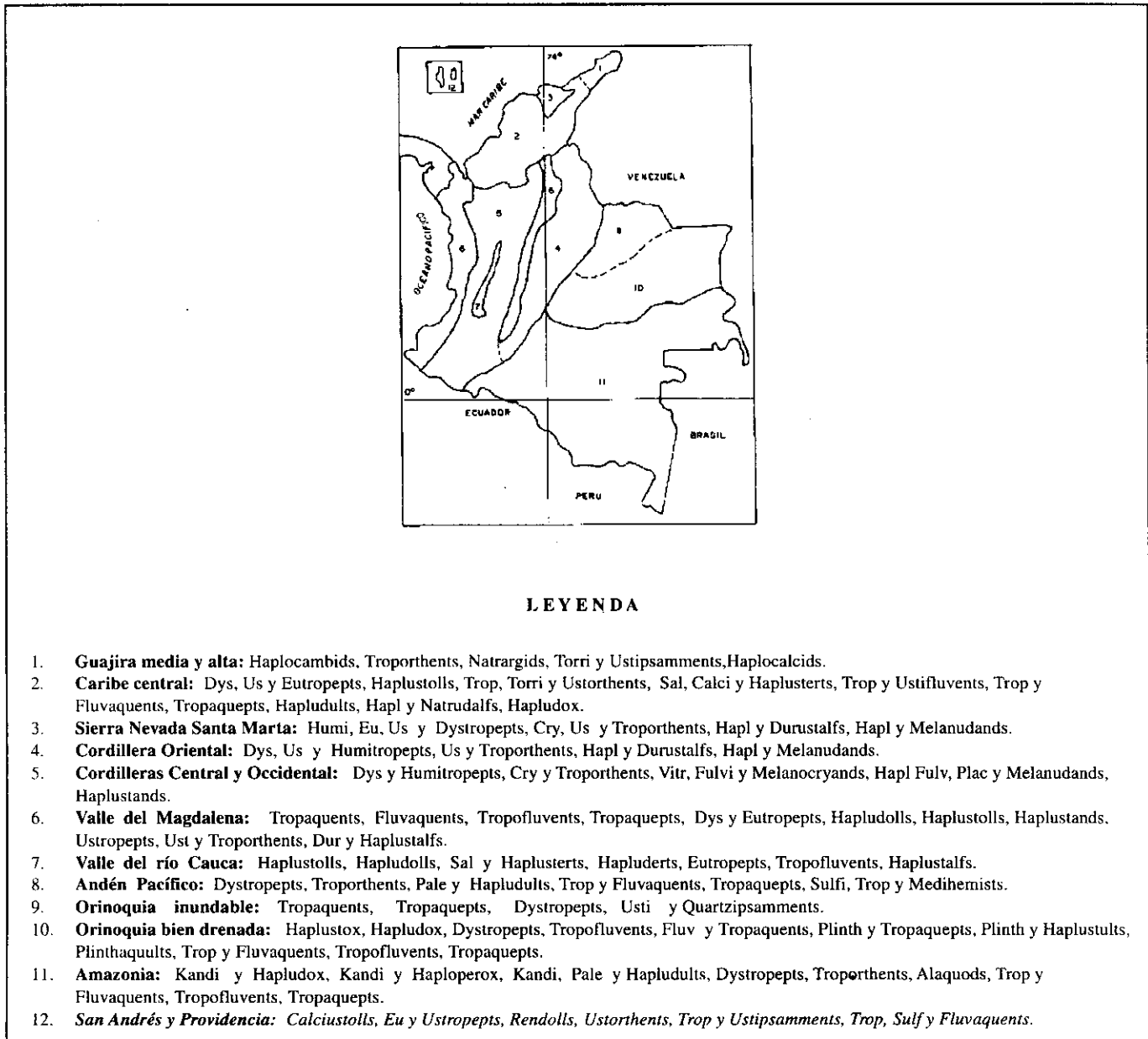


Figura 6. Grandes Grupos de Suelos Representativos de Colombia.

La cartografía de suelos

Después de conocer la génesis y evolución de los suelos, sus horizontes y perfiles resultantes y compendiar, todo ello, en un sistema taxonómico, el aspecto siguiente consiste en utilizar esta **taxonomía** (síntesis del conocimiento del suelo, dependiente del nivel de detalle requerido) como medio para adelantar su **cartografía** (elaboración de mapas de suelos que muestren la repartición geográfica del Recurso). Para ello se utilizan fotografías aéreas e imágenes de sensores remotos (radar, satélite) con el fin de identificar y **separar geoformas** (formas de la superficie terrestre) a diferentes niveles de detalle, partiendo del concepto de que su evolución, a su vez, responde a causas que también afectan la de los suelos presentes en ellas, ya no como cuerpos naturales independientes sino como una **colección** de ellos (polipedones) y que, por consiguiente, permite inferir que en geoformas diferentes o en diferentes posiciones a su interior, en la mayoría de los casos se presentan suelos también diferentes. El trabajo de **campo**, obviamente complementado con la información proporcionada por el laboratorio, acepta o rechaza estas hipótesis.

El mapa de suelos está conformado por estas **delineaciones** y por las **unidades cartográficas** que éstas definen (agrupación de delineaciones con un mismo símbolo). El símbolo representa, al interior de cada delineación, la geoforma, el clima, los suelos contenidos en ella y la información que afecte su manejo (**fases taxonómicas** de los suelos: pendiente, pedregosidad, erosión, etc.).

La **Leyenda** que acompaña y explica los mapas de suelos generalmente tiene una "entrada" geomorfológica o climática, en ella se especifican las geoformas separadas y sus procesos superficiales, las condiciones del clima y sus características y, obviamente, los suelos presentes con su información resumida. La información adicional comprende la cobertura vegetal y el uso de la tierra en cada delineación. El símbolo identifica cada unidad y sus componentes; además, en la leyenda se presenta la extensión total que abarca cada unidad.

La leyenda, así conformada (Figura 7) **implementa el conocimiento nacional** a través de **clasificaciones taxonómicas** jerarquizadas de geomorfología (Zinck,

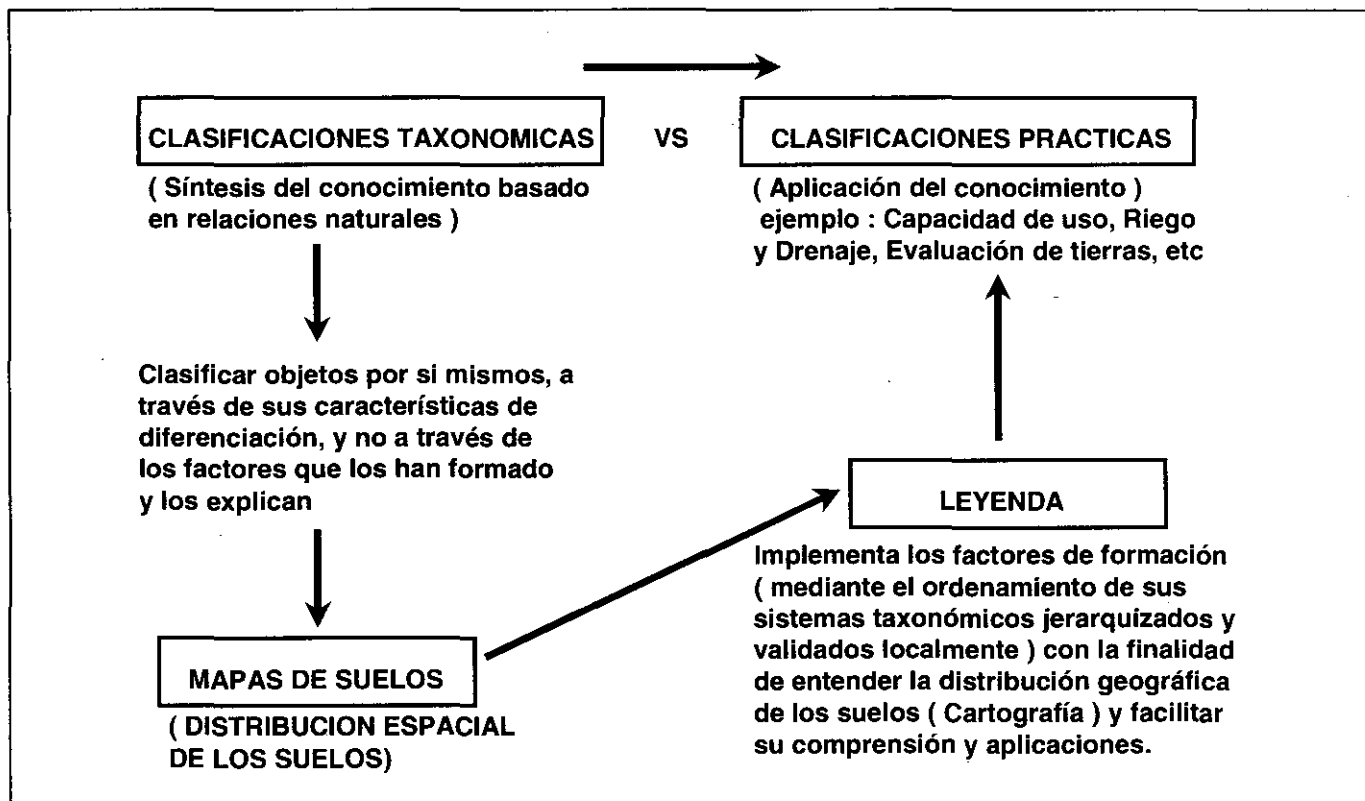


Figura 7. Relaciones entre el conocimiento de los suelos, su cartografía y las aplicaciones prácticas a través de las leyendas de los levantamientos del Recurso.

1988), geología (petrográficas) y clima (IGAC, 1995) y suelos (Soil Survey Staff, 1975, 1996), en función del objetivo buscado: el **conocimiento** de los suelos y el de sus **factores formadores**.

Este **nuevo contexto** (el suelo y los factores que lo generan) integra el concepto "**tierra**"; sus unidades cartográficas constituyen las bases fundamentales para la interpretación, aplicación, zonificación y manejo del Recurso.

Los **modelos** y las **bases de datos** del Instituto Geográfico (IGAC, 1995b, 1996c) siguen la estructura conceptual previamente comentada; las observaciones de campo están localizadas geográficamente mediante GPS.

En **resumen**, los levantamientos de suelos, como síntesis del conocimiento aquí comentado, se llevan a cabo mediante una aproximación deductiva-inductiva entre los **factores** que los generan (causas) y los **procesos** (efectos) que los explican y definen sus características, propiedades y cualidades. El entendimiento del Recurso permite utilizarlo de acuerdo con sus potencialidades-limitaciones y apoyar los procesos de planificación y ordenamiento del territorio, objetivos finales del inventario de las tierras colombianas. Estos aspectos se tratan a continuación.

Aplicación del conocimiento

Tipos de levantamientos y sus objetivos

Los levantamientos de suelos se llevan a cabo a diferentes **escalas** (niveles de detalle) acordes con los objetivos buscados. Las **normas** y **especificaciones** establecidas por el Instituto Geográfico (IGAC, 1981) conforman el marco a seguir en cada tipo de Levantamiento.

De acuerdo con los **objetivos** varía el nivel (escala) de los levantamientos; así un **Levantamiento general** (escalas 1:100 - 250.000), realizado para un departamento cumplirá con los objetivos de definir sus áreas con **vocación agrícola, pecuaria, forestal** (protección, protección-producción, producción), de **conservación** (parques y reservas naturales), etc. En otras palabras permitirá establecer el **mejor uso de sus tierras**, el cual, al ser contrastado con su cobertura y uso actual, generará las **zonas de conflicto de uso**, para las cuales los planificadores deberán programar las estrategias posibles de ser implementadas. Todo lo comentado apoyará una **zonificación** con fines de **ordenamiento territorial**. El nivel del Levantamiento y su escala cumplen así los

objetivos para los cuales fue realizado el estudio y cuya estructura de presentación (mapas) fue establecida en la Figura 7.

Levantamientos a escalas 1:25.000-1:10.000 (**semidetallados-detallados**) generalmente son requeridos para las etapas de prefactibilidad y factibilidad de **Distritos de Riego y Drenaje**. Con ellos se busca conocer la **respuesta económica** de las tierras **regadas o drenadas**, obviamente bajo el criterio de su **sostenibilidad**. Se persigue, además, tener un documento básico que permita realizar el **seguimiento** de su calidad a medida que avancen dichas labores. Los objetivos son muy diferentes de los asociados con los levantamientos generales, previamente comentados.

Documentos cartográficos a escalas 1:50.000-1:25.000, útiles para la **planificación a nivel municipal**, se producen con **finés catastrales**. Para ello la información de los mapas de suelos (1:100.000) y las delineaciones presentes en las fotografías aéreas (1:40-60.000) es afinada (incrementada en detalle) y comprobada en campo, para ser presentada a escala 1:25.000, con la finalidad de establecer **zonas homogéneas de tierras** para la formación y uso catastrales. En ellas se hace énfasis en **geoformas, clima y condiciones agronómicas**.

Estas zonas homogéneas son, a su vez, complementadas con información sobre vías, disponibilidad de aguas e infraestructura, para conformar **zonas homogéneas físicas**, las cuales, mediante encuestas sobre precios de la tierra, definen las **Zonas Homogéneas Geoeconómicas**. Estas últimas son utilizadas por los Consejos Municipales con fines fiscales (establecer las tarifas del impuesto predial, Ley 44 de 1990); no obstante la información que contienen las hace útiles para ayudar a la Planificación Municipal.

Los comentarios previos permiten comprender cuan diferentes son los objetivos de los diferentes tipos de Levantamientos de Suelos. Además, la información proporcionada con todos ellos, aunque varíen sus objetivos específicos, puede **generalizarse** (1:500.000) con la finalidad de establecer criterios sólidos que permitan definir **políticas nacionales** sobre el Recurso.

La consolidación de estos documentos y de aquellos relacionados con recursos asociados al de las tierras como tales hacen de la obra Suelos y Bosques de Colombia (IGAC, 1988) una referencia valiosa y de consulta obligatoria a nivel nacional.

Las aplicaciones de los Levantamientos de Suelos

Las clasificaciones técnicas o prácticas, no taxonómicas, tienen por objetivo la **aplicación del conocimiento** con fines claramente identificados y, obviamente, referidos a un contexto espacial o geográfico (zonas, áreas, delineaciones, unidades cartográficas, etc.); estas zonas homogéneas para el manejo del recurso son las **unidades de tierras**, cuya concepción y relación con los levantamientos de suelos se presenta en la Figura 8.

Las aplicaciones de los levantamientos de suelos (tierras) son innumerables. A continuación se enuncian y comentan brevemente las más utilizadas, o con mayor potencialidad de utilización, en el país.

- Las clasificaciones sobre la **capacidad de uso de las tierras, zonificación agroecológica, uso actual y cobertura vegetal** se comentan en el tema: Los **conflictos de uso** de las tierras colombianas; por esta razón no se presentan en este aparte y sólo se enumeran sus aplicaciones derivadas :

Conocer y zonificar las tierras del país con base en sus **potencialidades, limitaciones**, vocaciones de uso y manejo general.

Definir **aptitudes** agrícolas, pecuarias, forestales, de conservación, preservación y manejo especiales.

La **zonificación agroecológica** a la vez que complementa la clasificación por capacidad de uso, al incluir aspectos geomorfológicos, climáticos, pedológicos y agronómicos, permite establecer criterios generales para la localización de **centros experimentales** (representatividad geográfica), localizar **sitios de investigación** en área representativas y **extrapolar resultados** de investigación a zonas similares.

La información sobre **cobertura vegetal** y **uso de las tierras** permite definir **conflictos de uso** al comparar la capacidad de uso de una delineación con su uso y cobertura actual. La **superpo-**

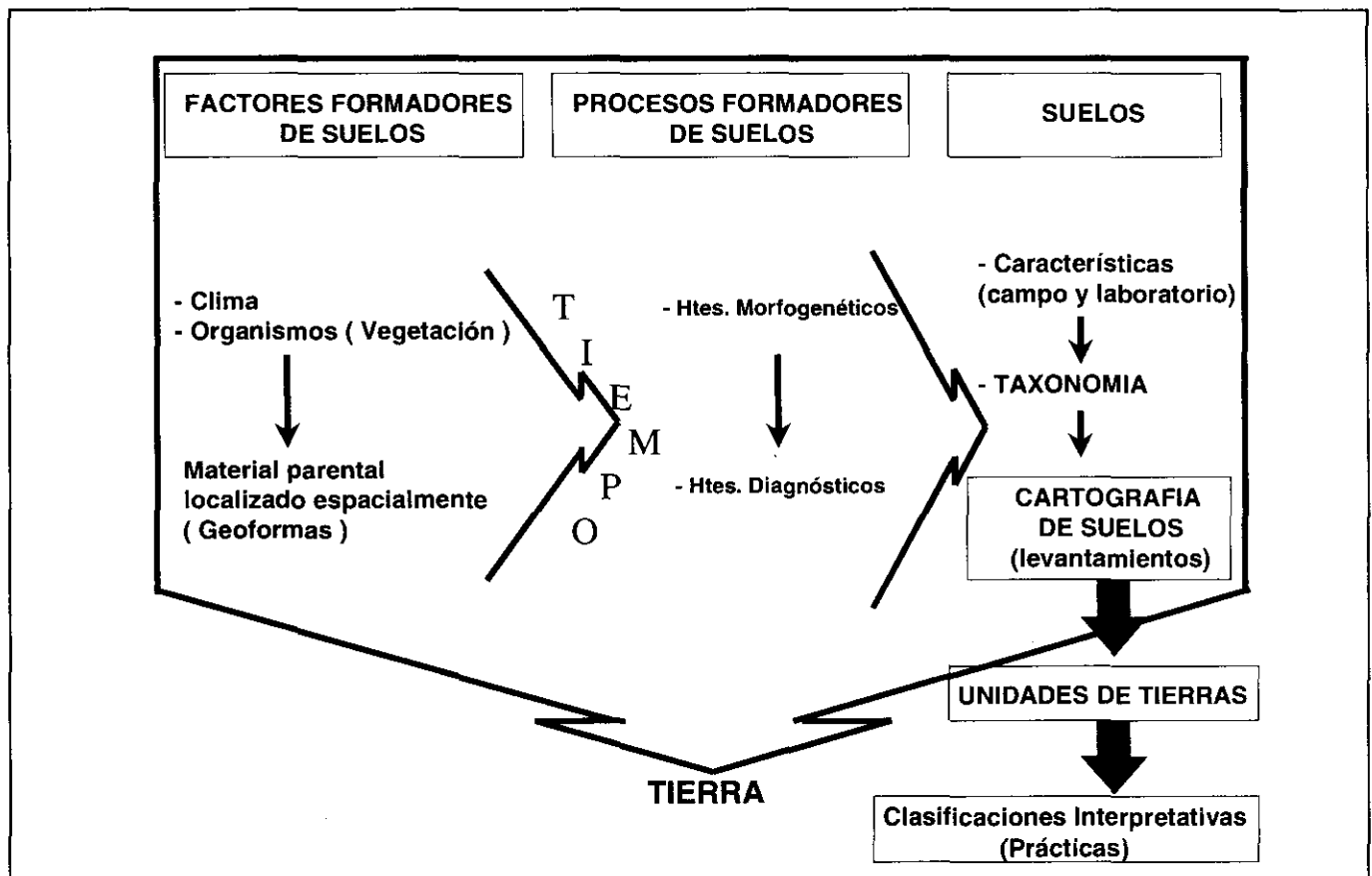


Figura 8. Conceptos de génesis de suelos, suelo, tierra, su cartografía y aplicaciones.

sición de los **mapas digitalizados** correspondientes, mediante utilización de SIG, facilita dicha definición.

Si sólo se aplicaran en el país estas interpretaciones de los levantamientos y se ejerciera su **control** o se establecieran los conflictos de uso y se tuviera la voluntad política y los medios para solucionarlos, bien valdrían la pena el esfuerzo y el costo de los levantamientos de suelos.

b. Clasificación de tierras con fines de riego y drenaje

Esta clasificación técnica tiene por objetivo seleccionar las tierras que mejor respondan a estas prácticas y caracterizar sus principales aspectos de manejo. El punto de vista del concepto "tierra", para estos propósitos, es el de un Recurso que puede ser modificado, ajustándose a criterios de respuesta económica y sostenibilidad.

Los principios de esta clasificación se dirigen a conocer el **comportamiento** (niveles freáticos, salinidad, sodicidad), y su **predicción** al aplicarse estas prácticas, correlaciones **económicas** (costos, capacidad de pago, intereses, retornos, umbrales, etc.), dentro de un nivel de vida esperado, **cambios permanentes** y **transitorios** de las tierras y definición de **tierras arables e irrigables** con base en sus características agronómicas y económicas (Maletic, Hutchings, 1967; U. S. Dep. Interior, 1951).

Esta clasificación es **imprescindible** para los proyectos de **riego y drenaje** en el país y para establecer las condiciones iniciales que permitan el **seguimiento** tanto del Recurso como de la calidad de las aguas y de la productividad bajo estas prácticas, con la finalidad de evitar costos ambientales y económicos derivados de un mal manejo. No obstante poco o nada se lleva a cabo en Colombia en este aspecto.

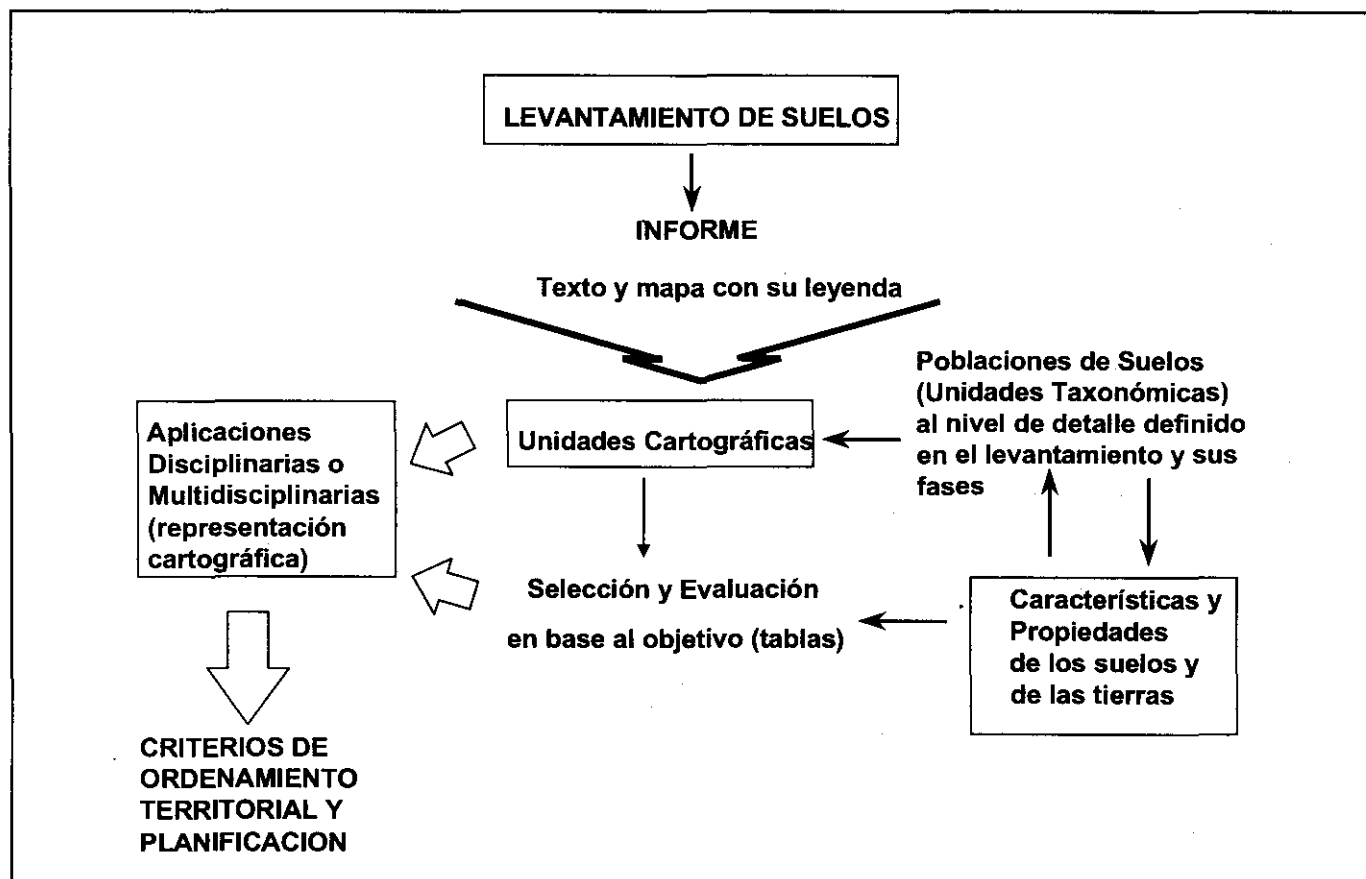


Figura 9. Etapas conceptuales seguidas en las aplicaciones de los levantamientos de suelos (Tierras).

c. **Zonas homogéneas de tierras con fines catastrales**

La evaluación de tierras con fines catastrales (IGAC, 1997) fue comentada al tratar la aplicación de los levantamientos a nivel municipal.

d. **Aplicaciones Multidisciplinarias de los Levantamientos de Suelos**

Las aplicaciones multidisciplinarias de los levantamientos de suelos son muy amplias y variadas e incluyen los campos de las **ingenierías** (civil, sanitaria y ambiental), **agropecuarias**, **forestales**, **turísticos** y **ambientales**.

La **validez** de las aplicaciones es mayor para los levantamientos semi y detallados, ya que en ellos las unidades cartográficas son homogéneas en su contenido pedológico (**consociaciones** de suelos: predominio de un suelo en un alto porcentaje y opuesto al que se presenta en los levantamientos generales, **asociaciones** de suelos, en los cuales las unidades están integradas por 2 ó 3 suelos).

La metodología básica en estas aplicaciones consiste en **evaluar cada unidad de mapeo** presente en un mapa de suelos (de preferencia a escala 1:25.000 o mayor) e interpretarla directamente para un uso dado. El resultado es la evaluación de la aptitud para ese uso, basado en el grado de severidad de las limitaciones relativamente permanentes. Las etapas seguidas para llevar a cabo estas aplicaciones se presentan en la Figura 9; básicamente se trata de establecer el grado de correspondencia entre la oferta de la unidad y los requerimientos del uso a evaluar. La oferta está consignada en los levantamientos (informes), mientras que los requerimientos se pueden encontrar como tablas, en Cortés y Malagón (1984), IGAC (1990b) y en el Manual de Suelos de los Estados Unidos (USDA, 1983).

Los informes de los levantamientos modernos de suelos incluyen un capítulo para estas evaluaciones, presentados en forma de tablas; en ellos se colocan columnas con las unidades cartográficas, sus suelos, tierras y los temas a evaluar y, en filas, las evaluaciones correspondientes, con especial énfasis en las **ingenieriles**. Las **agrícolas** se discuten a continuación.

e. **Evaluación de tierras con fines agrícolas y forestales**

La evaluación de tierras con fines agrícolas y forestales más utilizada en Colombia es la de la FAO en

sus diferentes aplicaciones (1976, 1984, 1990a y 1990b), no obstante existen metodologías diferentes Rossiter (1994), que incluyen valores potenciales de la tierra, índices de productividad, etc. para aplicaciones específicas y con fundamentos teóricos variables (ejemplo: utilización o no de criterios paramétricos).

Las características sobresalientes de la metodología (Figura 10) de evaluación de tierras de la FAO (1976, 1984) radican en:

- Evaluar usos específicos.
- Confrontar la oferta ambiental de las unidades de tierra con los requerimientos específicos del uso a evaluar.
- Incluir aspectos socioeconómicos.
- Evaluar los usos actuales y los posibles usos futuros (usos promisorios).
- Fundamentar la evaluación en la **sostenibilidad** de las unidades evaluadas.

Las diferencias entre la metodología FAO y la concepción de la clasificación por capacidad de uso de las tierras son obvias; esta última evalúa la capacidad global de las unidades de tierra, con base en sus potencialidades, manejo y limitaciones, la primera evalúa usos específicos. Por ello en algunos casos no existen correspondencias entre ellas; así, por ejemplo, una clase III por capacidad de uso debido a limitaciones químicas y físicas (textura, pedregosidad, bajo contenido en materiales orgánicos) puede ser ideal para viñedos y clasificarse como tal.

En el país esta metodología se ha aplicado a partir de levantamientos semi o detallados (IGAC, 1991, 1997a), Figura 11. Sus perspectivas son muy promisorias; se recomienda su aplicación automatizada (programa ALES, por ejemplo, Rossiter, 1995).

f. **Zonificación de tierras con fines de Planificación y Ordenamiento del Territorio**

El objetivo de esta zonificación de tierras radica en presentarle a los encargados de la **Planificación** y el **Ordenamiento del territorio** un documento que sintetice el **medio biofísico**, a través de los aspectos y temas inherentes a los levantamientos de suelos. El **mapa** correspondiente debe ser integral y sin sesgos temáticos y en él se deben **identificar** claramente

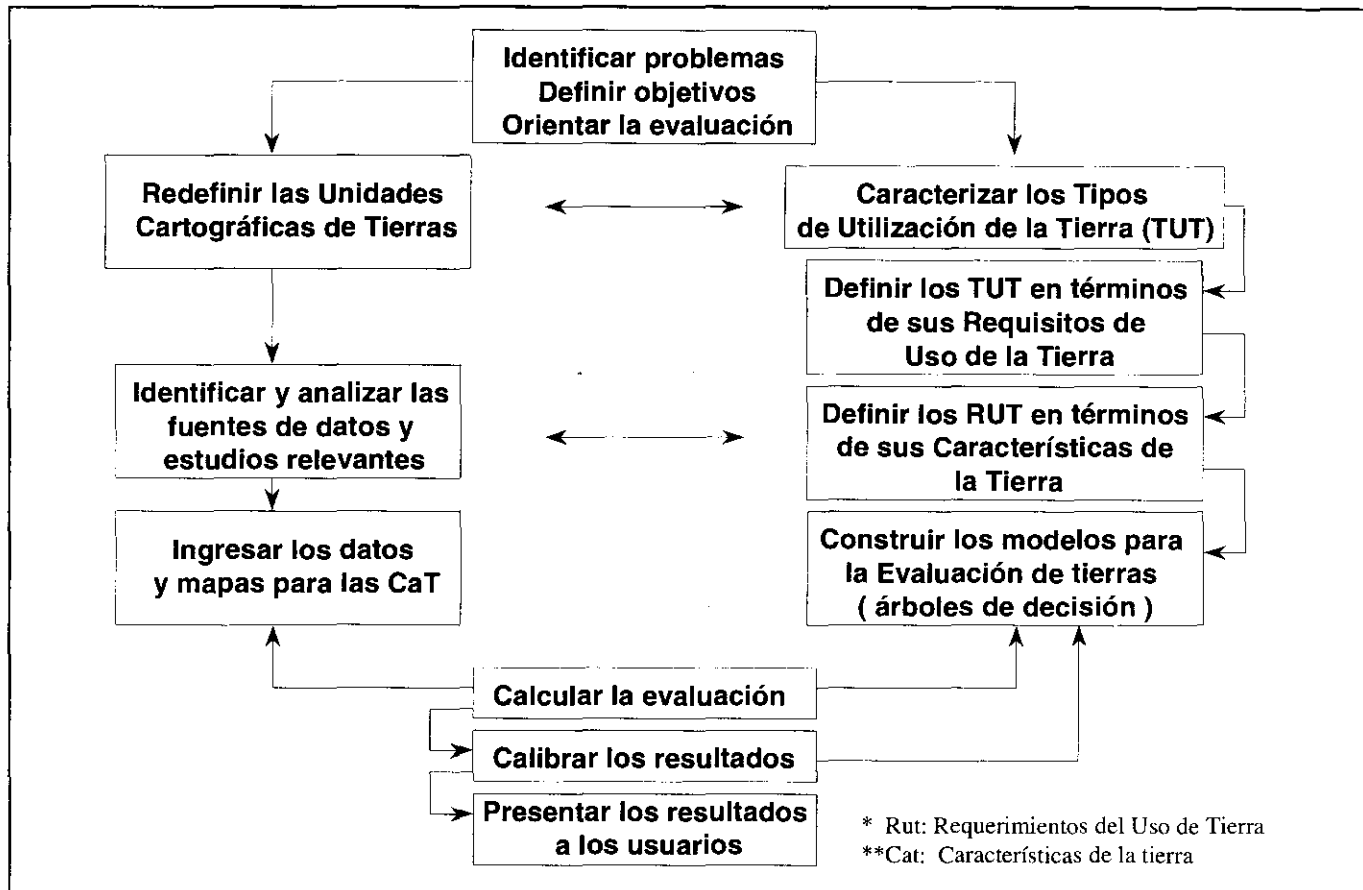


Figura 10. Esquema de Evaluación de Tierras de la FAO (1983).

los diferentes tipos de uso y manejo al **interior** de las zonas definidas como agrícolas, pecuarias, forestales, protectoras de conservación, reservas indígenas, uso restringido, santuarios de flora y fauna, etc. ; a la vez que el manejo general y las áreas de **amenazas naturales** (deslizamientos y otros movimientos en masa, inundaciones, volcánicas, sísmicas, etc.). La **superposición** de mapas digitalizados, mediante los SIG, ayuda a complementar la zonificación al generar por ejemplo, mapas de **zonas de conflictos de uso** de las tierras (capacidad - vs - uso actual), **amenazas naturales** para la **población** (amenazas naturales - vs - densidad de población), etc.

Cuando estas actividades se realizan a niveles de mayor detalle, la evaluación multidisciplinaria de tierras, por unidades cartográficas, proporciona información muy valiosa sobre la aptitud específica de uso.

En **síntesis**, las aplicaciones de los levantamientos de suelos son muy amplias y sobrepasan aquellas tradicionales (agrícolas) para contemplar varios aspectos de la ingeniería y, en especial, la posibilidad de ser integradas en la zonificación territorial para apoyar procesos de planificación y ordenamiento espacial.

Problemática del recurso

En el foro «Balance nacional del cumplimiento de la Agenda 2: qué ha pasado en 5 años» adelantado a mediados de este año para **evaluar** la Agenda 21, adoptada por el país y acordada por 140 países que participaron en la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, se concluyó que, salvo excepciones, Colombia no está encaminando sus modelos de desarrollo hacia aquellos que incluyan la sostenibilidad de sus Recursos Naturales.

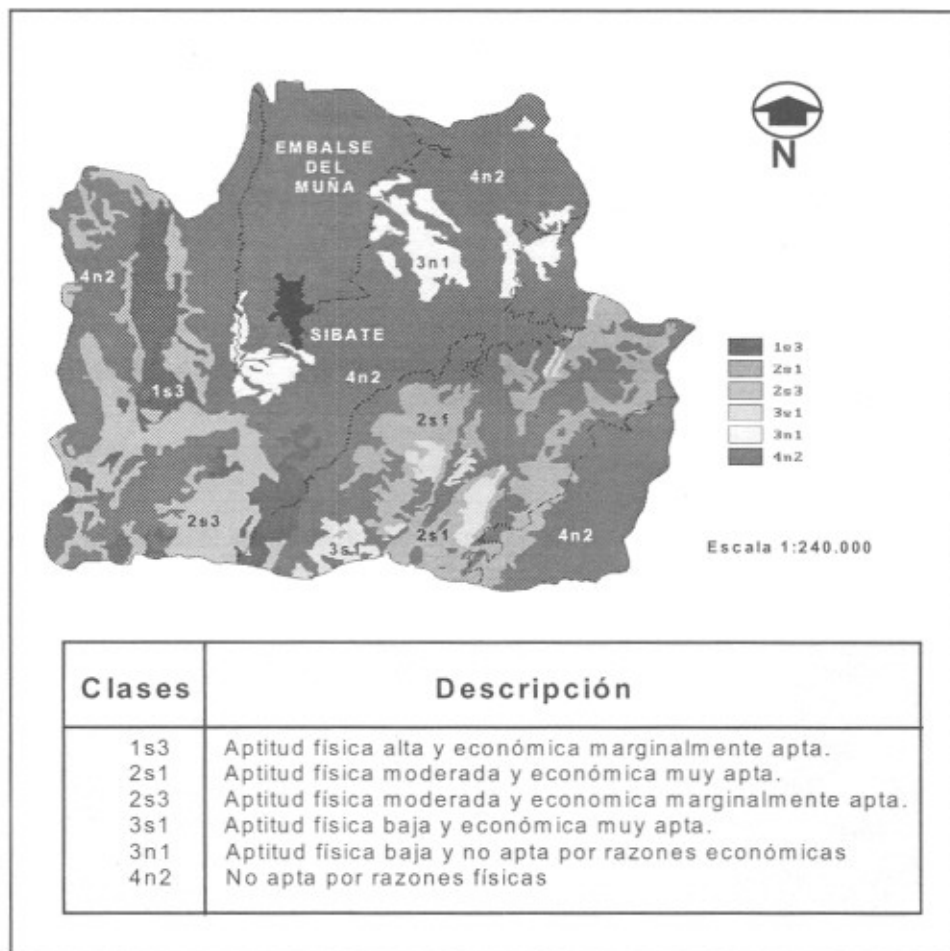


Figura 11. Ejemplo de clases de aptitud físico económica para el cultivo de papa en la cuenca del embalse del Muña (IGAC, 1997).

El modelo **neoliberal** en boga ha sido cuestionado como **incompatible** con el **desarrollo sostenible**, ya que se basa en las leyes del mercado, con sus parámetros comerciales y orientación hacia el consumo (Zinck, 1990). De igual manera debe evaluarse críticamente el **capitalismo** en el sentido de cómo puede conducir al desarrollo sin poner en peligro los Recursos Naturales.

Una de las **causas** detectadas en el foro comentado radica en resaltar que la pérdida de Recursos Naturales es **estructural y política** y no solamente **ambiental**. La sostenibilidad de los recursos no se soluciona, únicamente, con el conocimiento y estudio de ellos, sino que es necesario enmarcarlos en un contexto que incluya aspectos socioeconómicos y culturales, tales como su relación con el nivel de pobreza, educación, tenencia de tierras, sensibilidad social, inequidad, compromiso político, apoyos financieros y tecnológicos, cumplimiento de normas internacionales y de soberanía sobre los Recursos.

La problemática del Recurso Suelo (tierra) en Colombia es el resultado de aspectos socioeconómicos, culturales y de conflictos en su uso. Todos ellos, enmarcados en un contexto histórico, explican gran parte de la degradación de las tierras del país. Otros aspectos, tales como el manejo dado a la tierra, la contaminación, salinización y prácticas culturales tradicionales complementan y explican el estado actual de la calidad de este recurso.

Aspectos socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos que afectan el Recurso Tierra se han centralizado alrededor de la **tenencia** de la misma y del **uso** que la caracteriza. A continuación se discuten.

La tenencia de la tierra y sus implicaciones sobre el Recurso

La **tenencia de la tierra** en Colombia tiene claras relaciones con la calidad del Recurso, con su uso y con

los conflictos generados. Al interior de la frontera agrícola, fundamentalmente, sus características en forma muy resumida son:

1. La **tenencia** de la tierra en Colombia se caracteriza por ser una de las de mayor concentración, en el mundo, en pocas personas (**Iragorri** y **Santacruz**, 1987):
 - 4255 terratenientes en 9.978.214 ha.
 - 765.684 minifundistas en 243.843 ha.
 - A finales de 1995 el INCORA reconoce que el 1.3% de los propietarios controlan el 48% de las mejores tierras, mientras que el 67% sólo posee el 5.2% de ellas.
2. La relación entre los **predios** y su **superficie** se caracteriza, según estadísticas del Catastro Nacional del IGAC (1996), Tabla 2 y las presentadas por **Urrego** (1985) y por el **DANE** (1996) por:

Urrego (1985) estableció que el 33% de los predios en el país tenían menos de 1 ha de extensión y representaban el 0.6% de su superficie. El IGAC (1996) señala que el 65% de los predios del país tienen menos de 5 ha y ocupan el 3% de su superficie. Si bien los predios con menos de 1 ha caracterizan el **mini-fundio** aquellos entre 1 y 5 ha pueden o no representarlo, dependiendo de las regiones donde se encuentren, el nivel tecnológico de quienes los utilizan y

las facilidades de crédito, mercadeo y nivel sociocultural de sus usuarios.

Urrego (1985) estableció que el 0.2% de los predios tenían más de 1000 ha y representaban el 26% de la superficie patria. El **IGAC** (1996) concluye que el 0.3% de los predios con más de 500 ha, ocupan el 61% del país. El **DANE** (1996) sintetiza estas relaciones al afirmar que el 87% de las fincas tienen extensiones menores de 50 has y representan el 27% de la superficie agrícola, mientras que el 13% de las fincas con extensión entre 50 y 1200 has concentran el 73% de la superficie agrícola de Colombia.

3. La **Reforma Agraria** no ha modificado significativamente las cifras sobre la tenencia de la tierra en el país y, según lo anota **Urrego** (1985), en el lapso 1960-1984 éstas permanecen inmodificadas; los datos del **IGAC** (1996) ratifican, hasta el presente, esta tendencia.

En resumen la **tenencia de la tierra** en Colombia, como indicativa de las relaciones complejas e interdependientes de la problemática social con el riesgo de deterioro ambiental, constituye un problema estructural y político, que se **sintetiza** en tres comentarios:

- La tendencia tradicional de la clase dirigente del país de considerar la tierra más como un **activo de acumulación** de riqueza que como un **activo de producción** de la misma (**Echavarría**, 1985).

Tabla 2. Distribución de predios rurales por extensión y porcentaje en Colombia (IGAC, 1996, Catastro Nacional). Las cifras se asocian, esencialmente, con el interior de la frontera agrícola actual.

Rangos (ha)	Predios (No.)	Superficie (ha)	Predios (%)	Superficie (%)
1 - 5	1.655.099	2.179.603	65.16	3.02
5 - 10	259.613	1.812.045	10.22	2.51
10 - 20	192.198	2.680.322	7.57	3.71
20 - 60	179.140	5.621.017	7.05	7.79
60 - 100	79.375	5.427.292	3.13	7.52
100 - 500	56.739	10.656.828	2.23	14.77
+ 500	8.086	43.789.844	0.32	60.68
Otros	109.704	3.437	4.32	0.005
Total	2.539.964	72.170.388	100	100

La expansión del **liberalismo económico** tiende a favorecer el control del mercado de la ocupación del suelo en detrimento de la planificación estatal del uso del mismo (Zinck, 1990).

De acuerdo con Sunkel (1983) «la apropiación de la tierra por parte de unos pocos significa la existencia de población sin acceso a esa tierra y, por consiguiente, su supervivencia en otras de inferior calidad, o en caso de agotamiento de la frontera agrícola, la existencia de campesinos sin tierra. En el primer caso se produce el fenómeno de la **renta diferencial**, que favorece a los propietarios de las mejores tierras, por una parte, mientras que la presión demográfica obliga a la población restante a sobreexplotar las de menor calidad y a incorporar y sobreexplotar otras, cada vez más marginales, de frontera agropecuaria. Esto entraña, habitualmente, la destrucción de los bosques y la degradación de los suelos y de sus ecosistemas correspondientes».

4. La relación entre los comentarios previos y el tema central, factores que afectan la calidad del Recurso, se establece al correlacionar los **latifundios** con la **subutilización** de la tierra y los **minifundios** con su **sobreutilización**, esta última conduce a su degradación al no existir, o ser mínimos, los niveles tecnológicos, la asistencia técnica adecuada y, por supuesto, la conciencia ambiental o las condiciones socioeconómicas propicias para su conservación.
5. La tenencia de la tierra genera otra serie de problemas que afectan negativamente, al menos bajo los niveles actuales de tecnología, la calidad del Recurso: la **colonización del bosque húmedo tropical**. En este aspecto vale la pena recordar las conclusiones del seminario sobre colonización (Min. Agric., INCORA, 1987), especialmente aplicables a estos ecosistemas, «Colombia no cuenta hasta la fecha con ninguna experiencia de colonización dirigida exitosa y mucho menos en lo que hace referencia a los movimientos espontáneos de los últimos 25 años».

Las investigaciones del estudio sobre los Aspectos Ambientales para el Ordenamiento Territorial del occidente del departamento de Caquetá (IGAC, 1993) prueban, con lujo de detalles, esta aseveración, tanto en lo biofísico como en lo social. Resalta el hecho de **reproducir la tenencia de la tierra**, ya comentada, al interior de estas zonas.

6. Es evidente, como síntesis de lo precedente, que la línea de acción a seguir se deba fundamentar en el

incremento de la productividad actual de las tierras con vocación agrícola y ganadera, y que se limite la transformación de las tierras forestales en agrícolas.

El uso de las tierras colombianas

La tenencia de la tierra, discutida previamente, repercute en el **uso de las tierras del país**; en otras palabras se presenta una relación tenencia - uso. Alameda (1994, p. 22) establece «el uso de la tierra como factor esencial de producción agropecuaria depende de quien la posea y del tamaño de las explotaciones. En Colombia latifundio y minifundio actúan, pese a su polaridad, como limitantes de la economía agraria».

Como ejemplos del uso de la tierra en Colombia se discuten, a continuación, los estudios adelantados por IGAC-ICA (1988) y por el DANE (1996), ambos dirigidos, en su momento, a la investigación del uso actual de la tierra en Colombia.

En el estudio del IGAC-ICA (1988) se concluye lo siguiente (Tabla 3):

A. Con base en la síntesis expresada en la Tabla 3, referida a todo el país, se establece que:

- Las tierras en uso agrícola representan el 4.7% del país.
- Las tierras en pastos (ganadería) representan un 35.1% de Colombia.
- Las tierras en bosque primario constituyen el 44.9% del país y en unión con el intervenido (4.1%), el 49.0% del territorio.
- El 10.7% del país está fundamentalmente representado por pantanos, ciénagas, rastrojos, pajonales, páramos y nieves perpetuas.
- El 1.3% corresponde a zonas urbanas y aguas.

Si bien estos son los datos globales hay que resaltar aspectos que influyen sobre el Recurso Tierra, en especial.

- La **subutilización** de las tierras con vocación agrícola que tiene el país (12.7%). Sólo se presentan bajo este uso el 4.7%; en consecuencia, no están siendo utilizadas el 8% (913.398 has) del país. Estas tierras no cumplen su función socioeconómica.
- Las tierras en **pastos** ocupan el 35.1% del país, de ellas sólo 4.54% corresponden a pastos mane-

Tabla 3 Síntesis del Uso de la Tierra en Colombia (IGAC, 1988).

Cobertura y Uso	Superficie (has)	Porcentaje
Tierras en agricultura	5.317.862	4.66
Tierras en pastos	40.083.171	35.10
. Manejados	5.187.603	4.54
. Naturales o introducidos	26.381.383	23.10
. Con rastrojo	8.514.185	7.46
Tierras en bosques	55.939.533	49.00
. Primario	51.221.802	44.87
. Intervenido	4.717.731	4.13
Coberturas especiales	2.914.528	2.55
. Sabana arbustiva	1.458.800	1.28
. Veg. Xerofítica	1.455.728	1.27
Tierras sin uso agropecuario o forestal	8.489.894	7.43
. Pantanos, ciénagas		
. Pajonales, rastrojos	1.854.355	1.62
. Páramos y nieves perp.	5.479.211	4.80
	1.156.328	1.01
Aguas y zonas urbanas	1.429.812	1.27

gados técnicamente. Si se estima (IGAC, 1988), que las limitaciones severas del suelo afectan el 4.26% bajo este uso, en el país quedan 26.3% (30.027.972 has) sin utilizar técnicamente.

De las tierras en **bosques** (49% del país) la gran mayoría corresponde a bosques primarios (45%) y sólo un 4 del territorio las presentan en forma intervenida.

Cerca del 10% del territorio colombiano está bajo usos diferentes a los anotados, se destacan aquellos sin uso agropecuario o forestal (7.4%) asociados con pantanos, rastrojos, páramos, pero de inmensa riqueza e importancia en otros aspectos: conservación, vida silvestre, fuentes de agua

para ciudades o ecosistemas únicos y de gran diversidad biológica. Las sabanas arbustivas y las zonas con vegetación xerofítica integran el 2.6% restante.

B. La Encuesta Nacional Agropecuaria realizada por el Departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE, 1996) en el 45.4% del país y con especial énfasis al interior de la frontera agrícola, destaca los datos que se presentan en la Tabla 4.

Resultados a resaltar en dicha encuesta son los siguientes:

Al interior de la frontera agrícola las tierras en pastos y malezas ocupan el 68.5% de la superfi-

Tabla 4. Cobertura y Uso de la Tierra en Colombia (DANE, 1996)

Cobertura y Uso	Superficie (has)	Porcentaje*
Tierras en agricultura	4.430.018	8.5
. Cultivos permanentes	2.501.290	4.8
. Cultivos transitorios, barbechos, descanso	1.928.727	3.7
Tierras en pastos y malezas	35.527.873	68.5
Tierras en bosques	10.088.071	19.5
Tierras improductivas y otros usos	1.820.034	3.5

* Referido a la superficie estudiada: 51.865.996 has (45.4% del país)

cie. Dado que de este porcentaje el 78% corresponde a pastos (27.7 millones de has) y que el país cuenta aproximadamente con 26.4 millones de cabezas de gran ganado, el **promedio** está muy cercano a **1 cabeza por hectárea**. Ello corresponde a ganadería extensiva y de bajo nivel de manejo; un indicador de ello es la baja extensión fertilizada (1.7 millones de has: 6.1% de la extensión bajo pastos). El Congreso Nacional de Ganaderos en su evento anual (1996) atribuye a la **violencia** y a la **inseguridad rurales** el bajo nivel de desarrollo de esta actividad. La **ocupación ganadera**, en las condiciones comentadas, ocupa tierras de **vocación agrícola y forestal**; en el primer caso el Recurso Tierra no se degrada, pero no cumple su función socioeconómica, en el segundo sí causa degradación física. Las tierras en uso agrícola en Colombia ocupan 4.4 millones de hectáreas (8.5% al interior de la frontera agrícola); como bien lo señala la encuesta el país, al interior de su frontera agrícola, **no es agrícola sino ganadero**.

Las áreas con **bosques** ocupan el 19.5% (10.088.071 ha). Si este porcentaje se interpreta al interior de la frontera agrícola y ésta, en gran extensión, está relacionada con la Cordillera de

los Andes y sus estribaciones, se deduce que el proceso de **deforestación** ha sido muy significativo en ecosistemas frágiles (altas pendientes y precipitaciones). Salvo las zonas cafeteras bajo sombrío, la deforestación induce, en estas condiciones, **erosión** y **movimientos en masa**, con el consiguiente deterioro no sólo de sus suelos, sino determinando amenazas naturales, inundaciones en las zonas bajas y, en muchos casos, pérdida de vidas humanas.

Como **síntesis de la encuesta comentada** puede afirmarse que el uso de la tierra al interior de la frontera agrícola se caracteriza, en general, por ser **incoherente** con su vocación, generar **conflictos de uso**, físicos y socioeconómicos, y por una **tenencia inequitativa y concentrada**. Todo ello afecta negativamente la población que allí, todavía, se encuentra (aprox. 10 millones de personas) como a los Recursos Naturales. La **Reforma Agraria no ha sido efectiva** y, al integrar estos aspectos, desafortunadamente se concluye que el sector agropecuario en la actualidad constituye una actividad marginal en cuanto a su desarrollo, representa un 19% del PBI y semeja actividades del pasado, tanto en lo social como en lo económico; su repercusión es indudable en cuanto al manejo del Recurso Tierra y a los habitantes que moran en él.

Los conflictos de uso de las tierras colombianas

En las discusiones previas se han comentado los aspectos socioeconómicos y físicos asociados al uso de la tierra en el país. A continuación se analizan las tierras de Colombia desde el punto de vista de su **capacidad, vocación y oferta ambiental** que ofrecen para ser utilizadas racionalmente, buscando que sean sostenibles y cumplan una función acorde con las expectativas de una sociedad consciente de su valor. En primer lugar se comenta la clasificación técnica sobre la **Capacidad de Uso de las Tierras** y, en segundo, la **Zonificación Agroecológica** de las mismas.

Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras

Generalidades

Las tierras del país, concepto que incluye los diferentes suelos y su entorno, tienen una capacidad o vocación para ser utilizadas de manera sostenible, en función de sus características y propiedades; entre ellas sus condiciones topográficas y de relieve, climatológicas y aquellas propias de sus suelos, todas ellas evaluadas bajo los niveles tecnológicos y las condiciones socio-económicas y culturales actuales del país.

Las **clasificaciones técnicas**, derivadas de las científicas, buscan cumplir objetivos prácticos específicos, en este caso conocer la **capacidad de uso de las tierras**, mediante la evaluación de las limitaciones que presentan para definir el marco global de su manejo, buscando siempre que el Recurso sea sostenible, como productor de bienes y servicios.

La clasificación por Capacidad de Uso, utilizada y aplicada en el país, se ha venido adaptando a las condiciones colombianas, mediante los criterios que se sustentan y discuten en este aparte.

Capacidad de uso de las tierras

El propósito fundamental de la clasificación por Capacidad de Uso es el de **evaluar las características y propiedades permanentes** de las tierras y conocer el grado de sus **limitaciones**, para conformar **clases** acerca de las cuales se puedan definir sus **usos más adecuados**, de tal manera que el **Recurso** conserve o incremente su **calidad** en el tiempo.

La clasificación está integrada por ocho clases (I a VIII), en las cuales a medida que aumentan las limitaciones o la suma de ellas también lo hace su valor numérico. Las tierras dentro de una **clase por capacidad**

son similares, solamente con respecto al **grado de limitaciones** para el desarrollo de una actividad o por el **riesgo de deterioro** cuando se usan.

La clasificación por capacidad de uso incluye otros factores y aspectos propios de las tierras que las integran; entre ellos están las condiciones de **topografía** (pendiente) y **clima** (suficiencia o deficiencia de lluvias, repartición, balances); la **capacidad global de producción** y los **requerimientos de manejo** se enmarcan en un nivel tecnológico definido y al alcance de los agricultores.

La clasificación no es aplicable a cultivos específicos, para los cuales existen otras metodologías de **evaluación de tierras** (FAO, 1976); no es estática, ya que puede modificarse a medida que se vayan eliminando sus restricciones (de clima, pedregosidad, salinidad, etc.); no incluye distancias a mercados, clases de vías, ni el tamaño y forma de los predios.

Categorías de la clasificación

La clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras, formulada por **Klingebiel y Montgomery** (1961) ha sido adaptada a las condiciones colombianas, en etapas sucesivas, por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1973, 1975, 1986). En la última propuesta (**Burgos, 1994**), la clasificación está integrada por cuatro categorías: Clase, Subclase, Grupo de Manejo y Unidad de Capacidad.

Las **Clases** agrupan suelos y conforman unidades de **tierras** con fines prácticos que presentan el mismo grado relativo de **limitaciones generales** y definen la **aptitud general** para actividades agropecuarias y forestales. Las clases se designan por números, de I a VIII, y su valor numérico, como ya se anotó, se incrementa a medida que lo hacen sus limitaciones (Figura 12).

En términos generales las cuatro primeras clases tienen aptitud agropecuaria y la V está limitada por pedregosidad, rocosidad, drenaje, inundaciones o fuerte salinidad. Las clases VI y VII, debido a limitaciones severas, no son aptas para la mayoría de los cultivos, a menos que semejen condiciones naturales (por ejemplo agroforestería en la zona cafetera); en ellas se aconseja su uso en pastos (clase VI), bajo prácticas intensivas de manejo, cobertura vegetal permanente y bosques (clase VII) y, en algunos casos, vida silvestre; la clase VIII tiene limitaciones tan severas que la hacen recomendable para uso turístico, recreativo, científico, protección de flora y fauna silvestres, etc.

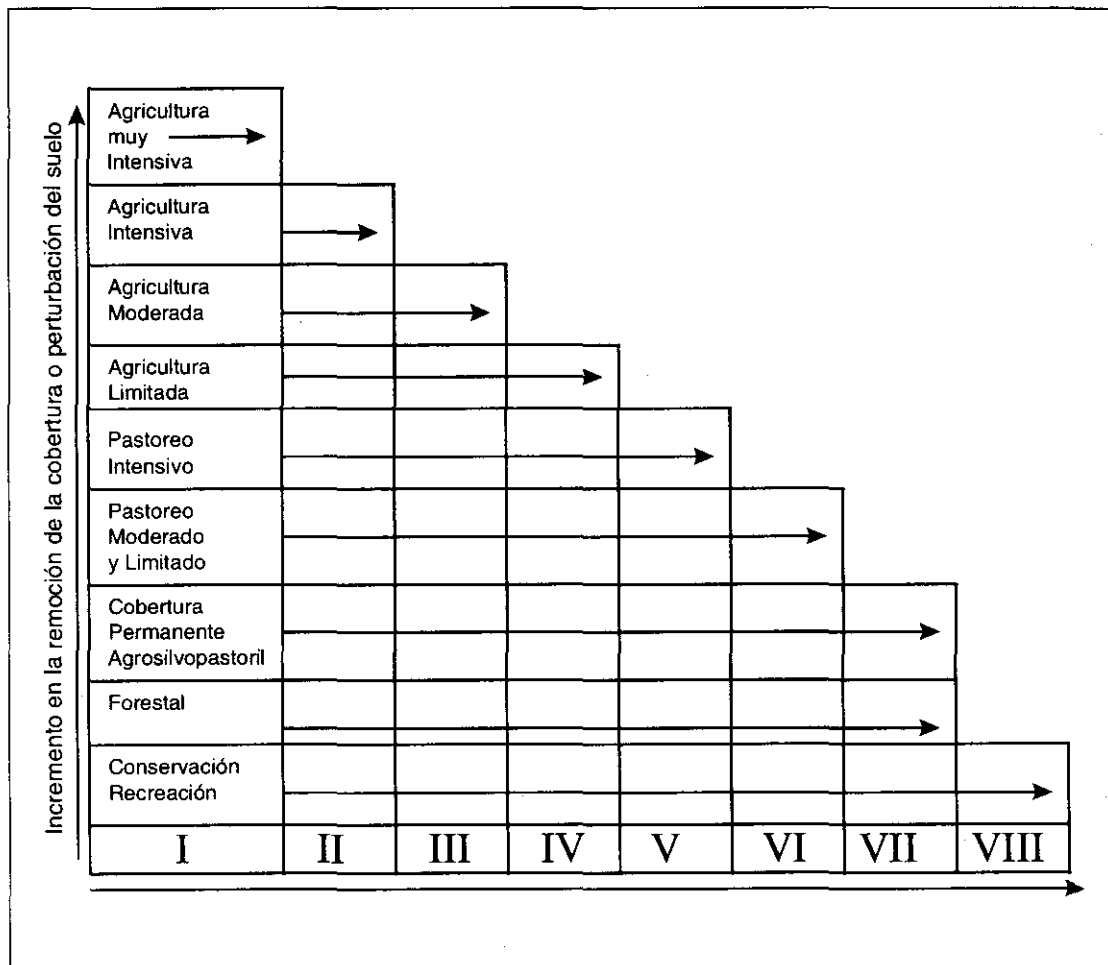


Figura 12. Relaciones entre las clases por capacidad de uso, sus limitaciones, selección de usos y perturbación del suelo.

Las **Subclases** agrupan, dentro de una clase, suelos con limitaciones por suelo (s), topografía (t), drenaje (h), erosión (e) o clima (c). Las subclases se representan por letras minúsculas colocadas a continuación de la clase.

Los **Grupos de Manejo** incluyen suelos que tienen **limitaciones específicas similares** dentro de una subclase.

Las **Unidades de Capacidad** reúnen suelos con **grados** (divisiones de las limitaciones específicas) similares. Los suelos, así agrupados, deben ser suficientemente uniformes en las combinaciones de las características y/o cualidades para tener potencialidades similares y limitaciones continuas.

Las categorías comentadas se aplican a Levantamientos de Suelos de acuerdo con su escala; así, un

levantamiento **exploratorio** sólo presenta clases, uno **general** subclases, uno **semidetallado** grupos de manejo y uno **detallado** unidades de capacidad.

Resultados de la aplicación al país de la Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras.

La aplicación a Colombia de la clasificación comentada ha permitido llegar a las siguientes conclusiones (IGAC, 1988, p. 74), Figura 13.

- Las clases de tierras con vocación **agrícola** (I a IV) ocupan solamente el 11.3% del total del país, de las cuales el 1% comprende las clases I y II, de muy buena calidad para la agricultura. El 4.7% pertenece a la clase III y el 5.6% a la clase IV.
- Las tierras de clase V, cuyos principales limitantes son las **inundaciones** o los **encharcamientos** pro-

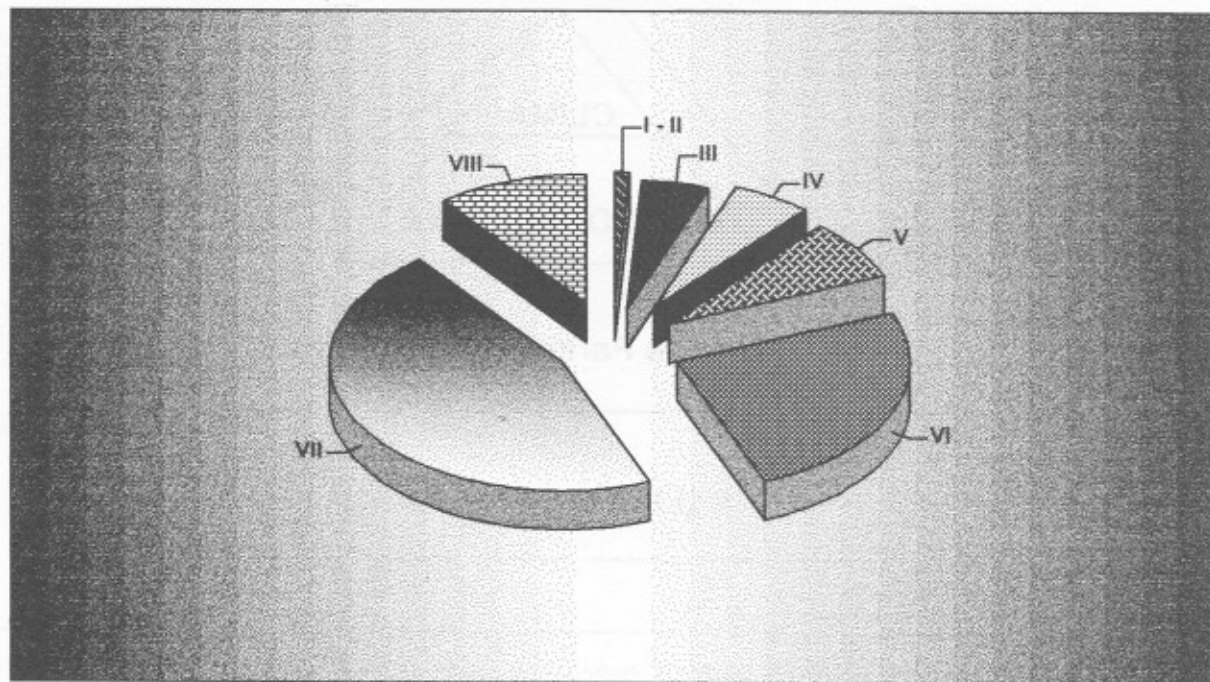


Figura 13. Síntesis de la capacidad de uso de las tierras en Colombia

longados ocupan el 7.5% del territorio nacional. La mayor parte de estas tierras se encuentran en la Orinoquia, la Amazonia y en algunas zonas de la región del Caribe.

La clase VI ocupa el 25.1% del país. El **grado severo de limitaciones** hace que las tierras de esta clase sean inadecuadas para cultivos y limitan su uso a **pastos y bosques**. Sin embargo, algunas áreas con pendientes fuertes, como las de la denominada **Zona Cafetera**, con prácticas especiales de manejo, con el fin de prevenir la erosión, tienen aptitud para cultivos específicos de tipo multiestrata y de alta rentabilidad, tales como el café con sombrero, el cacao, el plátano, etc.

La clase VII ocupa la mayor extensión del país con 45.6%. Sus limitaciones muy severas la hacen **no apta para cultivos y restringen su uso fundamentalmente a bosques**. Algunas zonas, bajo prácticas intensivas de conservación, tienen aptitud para pastos o para cultivos multiestrata.

La clase VIII constituye el 10.5% del país y, al tener limitaciones **muy severas**, margina estas tie-

rras del uso agropecuario, favoreciendo actividades relacionadas con la vida silvestre, la recreación y el turismo.

Zonificación agroecológica

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en convenio con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), adelantó la Zonificación Agroecológica del país en 1985, con la finalidad de identificar y demarcar áreas bajo condiciones ecológicas similares, a escala 1:500.000, y determinar globalmente la localización de zonas aptas para actividades agrícolas, ganaderas o de uso forestal. Las zonas, debido a su **homogeneidad en cuanto a clima, geomorfología, materiales parentales y suelos** (Figura 14), permiten extrapolar globalmente, por razón de escala, resultados investigativos y, además, apoyar planes de zonificación sectorial y ordenamiento del territorio.

La zonificación agroecológica permitió **confrontar** los resultados obtenidos, mediante el estudio por Capacidad de Uso, en lo referido a la vocación de las tierras colombianas.

Las **conclusiones** del estudio, en resumen y referidas al tema, son:

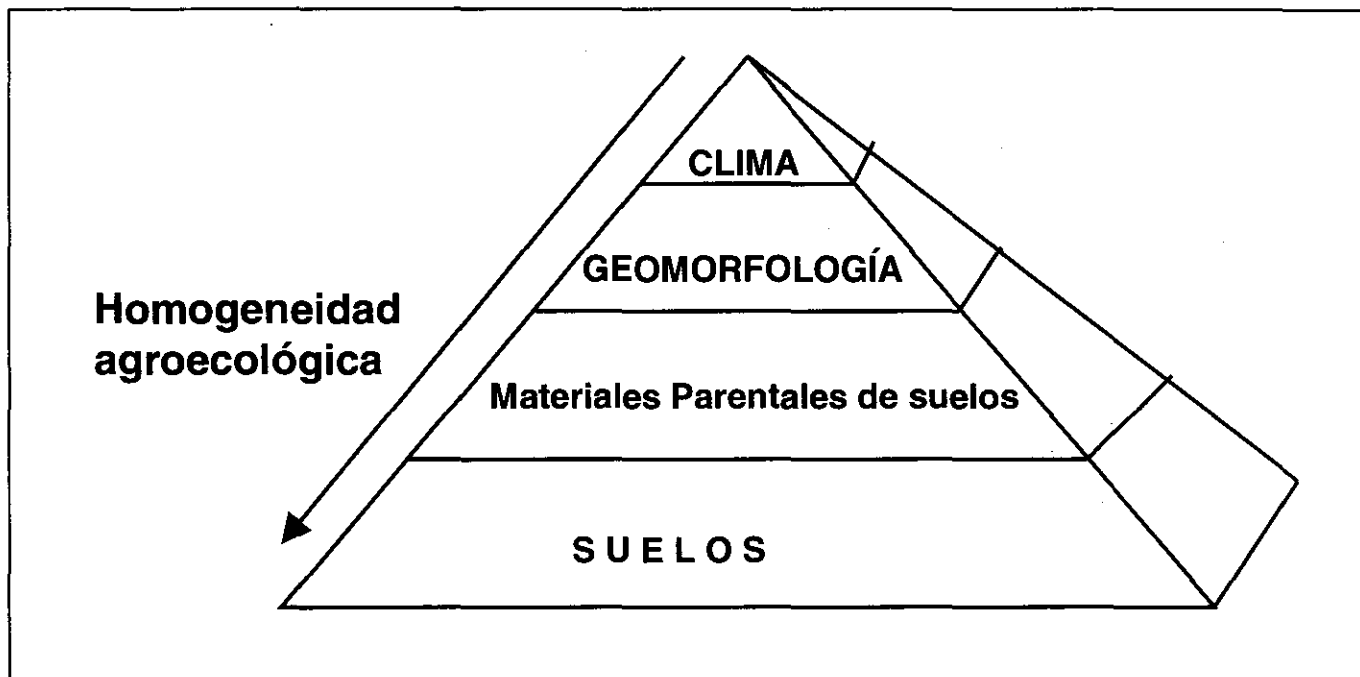


Figura 14. Zonificación Agroecológica : Jerarquización de variables del *medio físico* y su relación con la homogeneidad de las unidades cartográficas. (IGAC, ICA, 1985).

Las áreas con aptitud predominantemente **agrícolas** en el país abarcan 14.362.867 ha. correspondientes al 12.7% de Colombia.

Las áreas con vocación **ganadera** tienen una superficie de 19.251.400 ha, equivalentes al 16.8% del territorio colombiano.

Las áreas con aptitud **forestal** totalizan 78.301.484 ha y representan el 68.5% de Colombia. De estas 11.205.275 ha (9.8%) tienen posibilidades agropecuarias, mientras que el resto 67.093.209 ha, no la tienen y deben destinarse a bosques (protectores - productores, o a protección y/o reforestación).

Conflictos de uso

Los **conflictos del uso de las tierras** colombianas tiene su explicación, en gran parte, en la relación: uso - capacidad (vocación) de uso; éstos se presentan gráficamente en la Figura 15. La información para configurarla se sustentó en los estudios adelantados por IGAC-ICA (1987) en relación con el **uso de las tierras**, mediante la interpretación visual de imágenes de satélite, fotografías aéreas y comprobación de campo. Las

vocaciones de las tierras compendian los estudios sobre su Capacidad de Uso (IGAC, 1988) y Zonificación Agroecológica (IGAC-ICA, 1985, IGAC, 1988).

La **interpretación** de la información contenida en la figura comentada debe hacerse dentro de un marco histórico, los conceptos socioeconómicos (tenencia, uso, reforma agraria, etc.), previamente comentados y de aquellos del medio biofísico, cuya interacción, en el tiempo, definen su dinámica, características y funcionamiento. La Figura 16 ejemplariza estas ideas.

De acuerdo con lo precedente se concluye que existe un **desequilibrio** entre la **oferta ambiental** asociada a las **vocaciones de las tierras** y su **uso** en cerca del 36% de las tierras colombianas. Dada la alta correlación entre la población y los conflictos de uso, se estima que éstos superan el 60% al interior de la frontera agrícola.

En este aspecto sobresalen las siguientes ideas:

De las tierras con **vocación agrícola** en el país (12.7%) sólo se utilizan en estas actividades el 38% de ellas; el porcentaje restante conlleva **sub-utilización**, en la mayoría de los casos. El Recurso

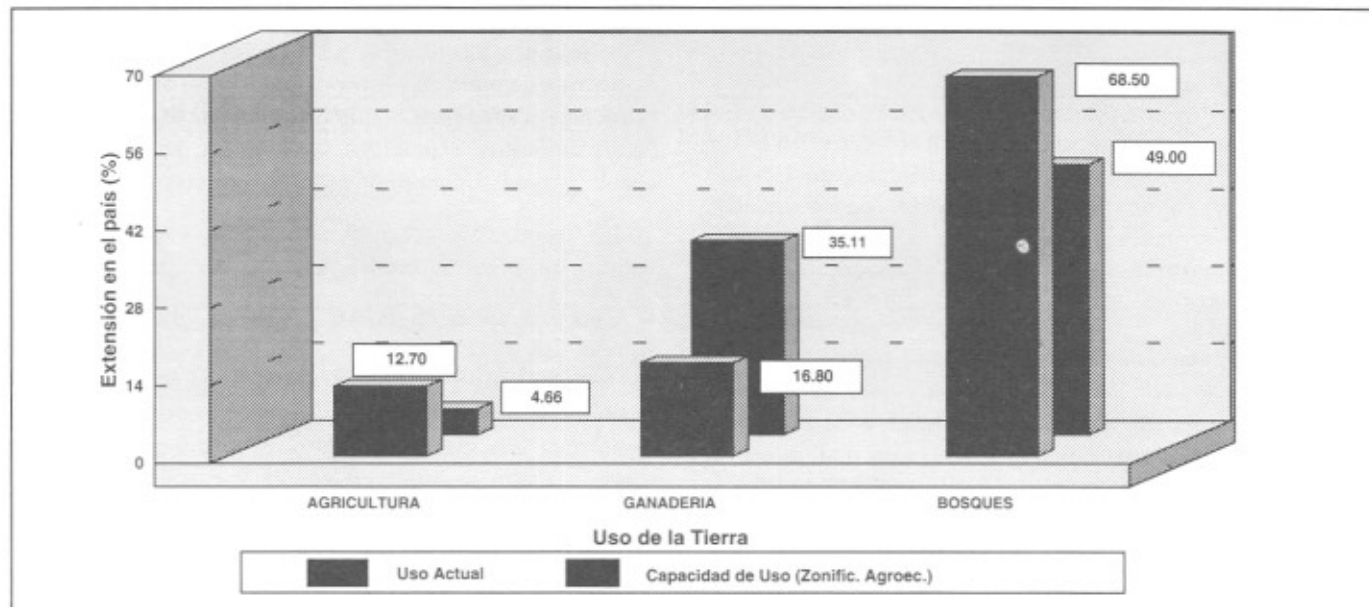


Figura 15. Comparación entre el Uso Actual (IGAC, 1987) y la Capacidad Uso de las Tierras, relacionadas con la Zonificación Agroecológica (IGAC, ICA, 1985), en Colombia (IGAC, 1988).

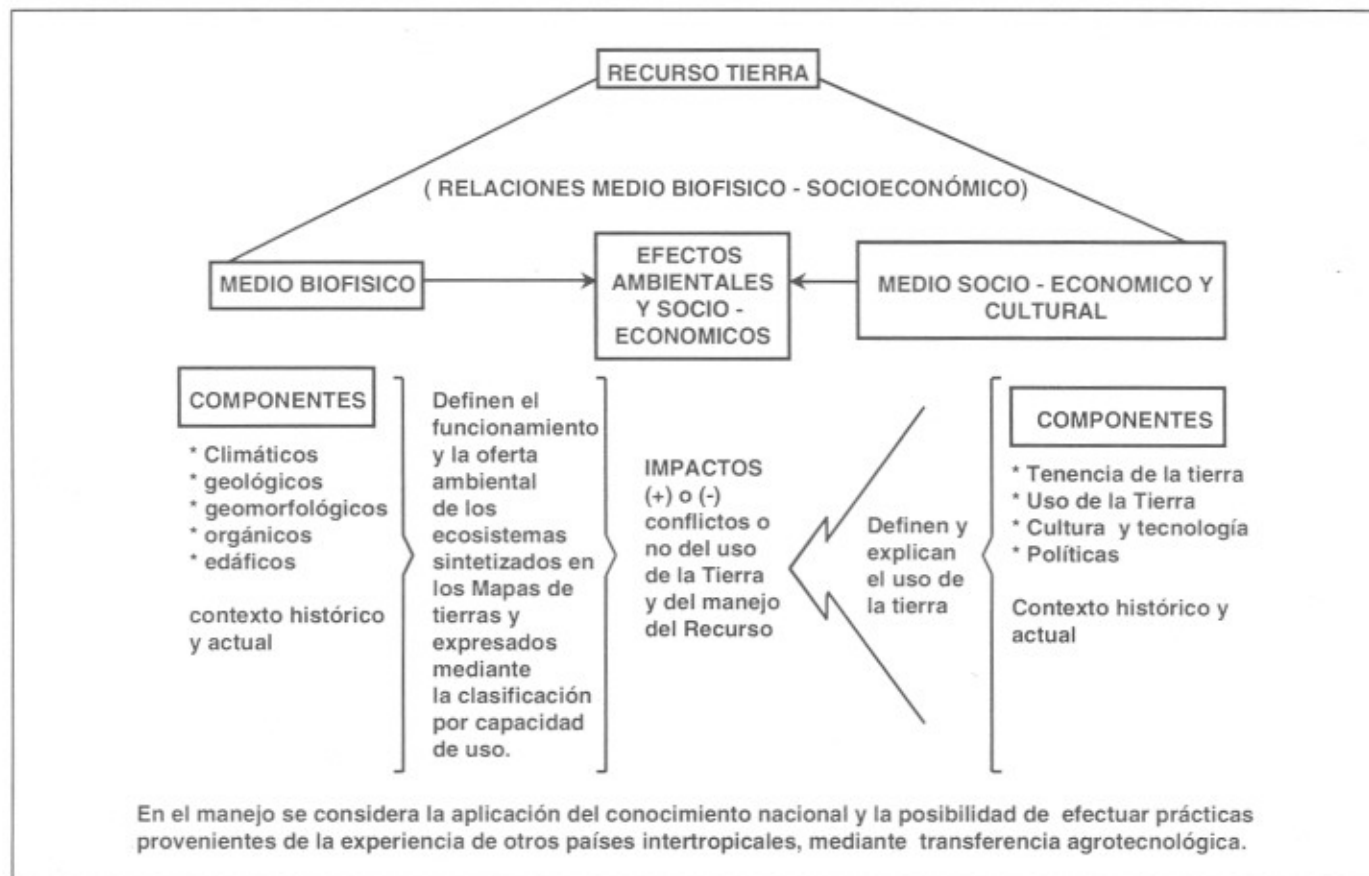


Figura 16. Esquema conceptual para el entendimiento de las relaciones naturaleza - sociedad, aplicado al Recurso Tierra en Colombia.

no se degrada en su calidad biofísica pero no cumple su función social, ni sus objetivos económicos, como ya se ha venido comentando.

Las tierras con **vocación ganadera** abarcan el 16.8% del país; no obstante Colombia contaba, en 1987, con el 35.1% de su territorio en pastos, de los cuales el 87% no recibía prácticas agronómicas para su manejo tecnificado (fertilización, encalado, rotación de potreros, etc.).

El incremento de tierras en pastos se sucede a partir de aquellas con vocación agrícola y que, en consecuencia, generan un «rastroy» social, o de las que tienen aptitud para bosques y que, al ser mal utilizadas en pastos, ponen en grave peligro la **calidad** del Recurso.

Del total de tierras con **vocación forestal** en Colombia (68.5%) en los inventarios llevados a cabo por **IGAC-ICA** (1987) sólo se ha constatado el 49% en bosques primarios.

El potencial del país en cuanto al recurso forestal ha venido decreciendo a causa de la deforestación intensa: cerca de 600.000 ha/año, de las cuales 400.000 son causadas por colonización (**Rico**, 1988, citado por **IGAC**, 1988) y, no evaluadas aún, por actividades relacionadas con plantas psicotrópicas.

De acuerdo con el **IGAC** (1988, p. 81) se puede concluir que «el país presenta un incremento considerable de las tierras dedicadas a pastos, en detrimento de aquellas con aptitud agrícola o forestal». Las últimas encuestas (**DANE**, 1996) confirman, 10 años después, la misma tendencia.

El sustraer tierras con vocación forestal para dedicarlas a la actividad ganadera, degrada los sistemas, causa efectos ambientales negativos, modifica drásticamente los patrones culturales y los de tenencia de la tierra y presenta serias dudas sobre su beneficio económico, especialmente cuando las tecnologías de explotación no han sido evaluadas en toda su complejidad.

Degradación

Las zonas de **discrepancia** entre los usos **actual** y **potencial** o aquellas de **alerta** (en las cuales hay un equilibrio precario), especialmente cuando son de tipo biofísico, debido a que el uso actual no es el más adecuado, en muchos casos, tienden a causar **erosión** y **degradación** de las tierras (**IGAC**, 1988).

La **erosión** se sucede en forma «normal» o geológica y de manera acelerada, por acción del hombre; se manifiesta de múltiples formas: generalizada, concentrada (surcos, cárcavas). Los movimientos en masa (deslizamientos, reptación, solifluxión, etc.), asociados con la gravedad, complementan este marco.

En los procesos erosivos actúan tanto el agua como el viento, con predominio del primero en el país.

Como se anota en **IGAC** (1988, p. 74) «el divorcio entre el uso y la aptitud de la tierra, por cualquier motivo de índole topográfico, climático, edáfico, social, económico o político ha traído como consecuencia la erosión en una gran parte del país, problema que no se soluciona con la búsqueda de la mejor fórmula para calcularla, sino mediante medidas efectivas que permitan prevenirla, evitarla y controlarla».

Los **procesos erosivos** se suceden en las áreas en **conflicto biofísico** especialmente cuando la **erosividad** de la lluvia, entendida como la capacidad que tiene para producir erosión, en función de su energía cinética e intensidad en un período de 30 minutos (**IGAC**, 1988, **IDEAM**, Rey, 1996), es alta o muy alta (Andén Pacífico, Amazonia, parte de la Orinoquia, excepto entre Arauca y el río Vichada, zonas al sur de Magangué, hasta La Dorada, etc.).

La **erosión en Colombia** (**IGAC**, 1988) abarca, en sus diversos grados, el 49.5% del territorio. Las intensidades **severa** y **muy severa** incluyen el 8.5% (9.705.150 ha); mientras que la **moderada** alcanza el 12.9% (14.706.795 ha) y la **ligera** representa el 23.1% (26.337.546 ha); esta última constituye un **estado de alerta** para el país.

La **degradación** de las tierras, como concepto amplio y global, es el proceso o conjunto de procesos que disminuye la calidad del suelo y su capacidad actual y potencial de producción de bienes y servicios (**FAO**, 1980).

En la **degradación** de las tierras, como proceso dinámico, se incluye tanto la **erosión** en sus diversas manifestaciones, como la **salinización**, la **sodización**, la **acidificación**, la **toxicidad**, la **contaminación**, el aumento en la **compactación**, la disminución de la **infiltración** y de la **conductividad hidráulica** y el decrecimiento del **humus**.

En la **degradación** de las tierras colombianas, además del tema de la erosión ya mencionado, se destacan los siguientes aspectos:

- La **salinización** y la **sodificación** como procesos **naturales** se asocian a zonas con deficiente cantidad o distribución de la precipitación anual, la cual limita el lavado de sales solubles, originadas por la alteración de minerales o por materiales parentales altos en ellas. Cuando el hombre interviene, generalmente mediante **prácticas no adecuadas** de riego y drenaje, el proceso tiene origen **antrópico**.

A nivel mundial la producción de cultivos se ha visto afectada, por esta causa, en cerca del 50% del área irrigada (**Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos**, 1997). Si bien sólo se riega el 15% de la tierra cultivada en el mundo ella genera entre el 35 y el 40% de la producción mundial de alimentos. Este aspecto es dramático para los países en vía de desarrollo, los cuales deben incrementar 60% la producción en los próximos 30 años para **mantener el nivel presente** de alimentación en la población proyectada, si se tiene en cuenta que cada año se estima que se pierden 10 millones de hectáreas debido a la salinización de las tierras o a sus inundaciones.

En Colombia la degradación por sales y sodio se ha evaluado recientemente en la Región del Caribe (**IGAC**, 1997). Ella está asociada principalmente a los efectos combinados de clima y materiales de origen y abarca 446.578 ha (3.6%) de tierras afectadas por sales y 933.618 ha (7.9%) por sales y sodio. Dado que esta zona representa la mayor extensión de condiciones **naturales** propicias para estos procesos, puede tomarse como ejemplo crítico de ellas en el país; áreas adicionales son el Valle del Cauca y el valle medio del río Magdalena, ambas representativas de los valles interandinos. Preocupa sí, altamente, la falta de seguimiento de la calidad de las tierras, las aguas y la productividad en los Distritos de Riego y Drenaje, zonas donde el mal manejo puede, por acción **antrópica**, desencadenar estos procesos. El país no cuenta con un inventario al respecto.

La **colonización** es otra causa de múltiples problemas relacionados con la degradación de las tierras colombianas. Un ejemplo típico en el país es el de la colonización de las tierras de los bosques húmedo y muy húmedo tropicales de la Amazonia. En estas zonas tiene sus raíces en los aspectos socio-económicos comentados previamente, en el desplazamiento de campesinos por guerras (la de los Mil Días, por ejemplo) y en la violencia que se inicia a partir del final de la década de los años cuarenta, en la bonanza de ciertos productos (caucho, quina), en

la expansión ganadera y en un desconocimiento de estos ecosistemas.

La **colonización** actúa sobre el Recurso Tierra y ocasiona en él cambios fundamentales que afectan su equilibrio natural; entre ellos:

- a. La **desprotección de las tierras** al eliminarle su cobertura natural afecta negativamente el Recurso, especialmente en zonas donde el clima es agresivo, en esencia su precipitación, sus pendientes son pronunciadas y los paisajes son de montaña o lomerío. Ejemplo claro de ello es la colonización en la zona del Caguán (Caquetá) donde para un área de 453.500 has (sector de los ríos Caguán, Guayas y Ortegua), en el periodo 1969-1988, se deforestaron 304.000 has (16.000 ha/año) (**IGAC**, 1993), con la consecuente degradación del medio, erosión y compactación subsuperficial, la cual disminuye el flujo descendente del agua en el suelo, lo satura (precipitación cercana a 3.500 mm/año) y genera procesos erosivos y de remoción en masa.
- b. La **colonización** de los bosques húmedo y muy húmedo tropicales, sobre suelos altamente evolucionados en paisajes de lomerío, cuya vocación forestal es la predominante, degrada las tierras, elimina gran parte de su biodiversidad y reproduce la tenencia de la tierra al interior de la frontera agrícola, bajo la modalidad ganadera; todo ello constituye un ejemplo claro del mal uso de las tierras. Estas dependen de la parte orgánica para el mantenimiento del bosque, ya que la mineral está altamente meteorizada y no aporta nutrientes (**IGAC**, 1993). Cambiar estos bosques, con toda su biodiversidad, por ganadería (1 cabeza de ganado/ha) es un desacierto inmenso.
- c. La **gran deforestación** en la Cordillera de los Andes y en sus piedemontes causa enormes cantidades de sedimentos; ejemplos de ello son (**HIMAT**, 1984): Alta Orinoquia (piedemonte de los departamentos de Meta, Boyacá y Arauca): 3423 ton/km²/año. En el alto Magdalena (Tolima, Huila, centro y occidente de Cundinamarca): 2352. Alta Amazonia (Putumayo y Caquetá): 2246. Magdalena Medio (Santander, Antioquia, Boyacá): 1673 ton/km²/año. Es obvio que estos sedimentos colmatan los cauces de los ríos (ejemplo: Magdalena), causan inundaciones en las zonas bajas y afectan actividades como la pesca y la agricultura.

d. La **desertización** está íntimamente relacionada con la degradación de las tierras, asociada a la deforestación y a su mala utilización (sobre-explotación, mecanización no técnica) en climas subhúmedos a semiáridos. Como su nombre lo indica estos pseudodesiertos (ejemplo: zonas de Valledupar hacia la Guajira) constituyen otro aspecto de degradación, muchas veces producido por el hombre.

Prácticas inadecuadas de labranza y degradación de las propiedades físicas de los suelos

Muchas prácticas de manejo de tierras, ya sean tradicionales o no adaptadas a las características de los suelos colombianos, son perjudiciales para el Recurso. Entre ellas vale la pena señalar las siguientes:

- a. **Mecanización** excesiva, deficiente o con implementos agrícolas inadecuados (en muchos casos, por ejemplo, el arado de discos); ello ocasiona destrucción de la estructura, compactación y generación de pisos de arado o rastrillo. La mecanización en tierras de alta pendiente favorece la pérdida de suelos.
- b. **Fertilización** inapropiada: excesiva o deficiente. En el primer caso se generan gastos innecesarios, desbalances entre elementos y posibles contaminaciones; en el segundo, rendimientos bajos y, con el tiempo, deterioro o no explotación adecuada del Recurso.
- c. Práctica de **quemar** en terrenos abruptos; ello genera erosión al desprotegerse el suelo de su cobertura, especialmente al comenzar la época de lluvias.
- d. La no **rotación de cultivos** y la no incorporación de **materiales orgánicos** generan, a largo plazo, degradación de tierras.

Aspectos químicos

Colombia tiene en un 77.5% regímenes de humedad údico o perúdico (IGAC, ICA, 1985), vale decir predomina la precipitación sobre la evapotranspiración; ello genera condiciones para el lavado de muchos cationes (Ca, Mg, K, Na) y su empobrecimiento paulativo en ellos. El efecto es la **acidificación del suelo** y el incremento en el **aluminio** intercambiable o activo.

- a. **Acidez**. En el país el 85% de su extensión corresponde a suelos con valores de pH inferiores a

5.5; se destacan las regiones de la Orinoquia, Amazonia y del Pacífico. Los suelos con pH en el rango neutro (6.5 - 7.5) sólo cubren el 3.8% de Colombia, ejemplos de ellos se presentan en la Región del Caribe y en el Valle del Cauca (IGAC, 1988).

- b. El **aluminio de cambio** correlaciona con la acidez; cuando ésta (pH) es menor de 5.5 el elemento incrementa su valor causando toxicidad en plantas no resistentes; no obstante algunas características de los suelos pueden disminuir dicho efecto: materiales parentales, básicos o máficos, contenido de materiales orgánicos, condiciones que favorezcan la precipitación de gibsita, oxidación biológica de compuestos de azufre, etc. En síntesis el aluminio de cambio es un elemento que siempre debe ser considerado en suelos con pH inferior a 5.5.
- c. Los suelos colombianos presentan en un 98% deficiencia en **fósforo** (IGAC, 1988).

Ello se debe a múltiples factores, entre los cuales sobresalen: la influencia del aluminio de intercambio (un miliequivalente es capaz de fijar hasta 100 ppm de fósforo (Sánchez y Uehara, 1977), los compuestos amorfos (alofanas) derivados de la alteración de cenizas volcánicas (en las cordilleras andinas), alto grado de evolución y dinámica de aluminio y hierro (Orinoquia, Amazonia, etc.).

- d. **Humus**.

La **materia orgánica** y el **humus** de los suelos colombianos constituyen aspectos de suma importancia en los ecosistemas colombianos. Su origen, composición, dinámica y aspectos de fertilidad (asociados especialmente al N, P y S) son fundamentales para el entendimiento tanto de los procesos de génesis de suelos, como de su fertilidad y productividad.

Del estudio adelantado en el país por el Instituto Geográfico (IGAC, 1988) sobresalen los siguientes aspectos:

- Los mayores contenidos de materiales orgánicos se asocian con los suelos de páramo, los evolucionados a partir de cenizas volcánicas en climas húmedos, los Histosoles (Sibundoy, San Miguel de Sema, Atrato) y las áreas de manglares.

- Los menores contenidos (inferiores a 0.5% de C.O.) se asocian con climas con fuerte alternancia estacional y en los secos y cálidos (Guajira y amplias zonas de la Región del Caribe, de los valles interandinos y en la altillanura de los llanos del Meta y Vichada).
- En las Regiones de la Amazonia y del Pacífico los materiales orgánicos se acumulan en la superficie (horizonte O) determinando en ella la clave de su fertilidad.
- e. El uso excesivo de **productos agroquímicos** contamina los suelos, las aguas y degrada el medio ambiente. En las regiones agrícolas más tecnificadas (valles interandinos, Región del Caribe, por ejemplo) el uso desmedido y no tecnificado de plaguicidas constituye una amenaza no evaluada en el país. El suelo, lugar de tránsito obligatorio para estas sustancias, puede inmovilizarlas; la biodegradación o no de ellas influye sobre su permanencia en el mismo.

Otros aspectos que influyen sobre la degradación de las tierras colombianas.

En Colombia se presenta un sinnúmero de aspectos que afectan negativamente uno de sus bienes más preciados: sus tierras. A continuación se enuncian y resumen algunos de ellos.

- a. **Los páramos del país** abarcan entre el 1 y el 2% del territorio patrio; sus características, biodiversidad, importancia como fuentes y reguladores del agua, definen que deben protegerse y conservarse. En consecuencia fomentar la ganadería de altura (vacuna, ovina), cultivos (papa, cereales, etc.) deben desestimularse como política de Estado. La explotación regulada de algunas plantas (quinua, por ejemplo) y animales precolombinos, rescatando su manejo ancestral y en áreas restringidas, podría ser una alternativa de uso controlado.
- b. **Humedades** y zonas con **inundaciones** periódicas.

La destrucción de humedales con fines de explotación agrícola afecta y degrada el ambiente y la calidad de las tierras. Las zonas sometidas a inundaciones periódicas limitan la utilización de las tierras bajo el criterio tradicional de productividad agrícola; no obstante, en algunas circunstan-

cias, constituyen fuentes adicionales de otros productos, de materiales y nutrientes, especialmente importantes en sistemas de agricultura de subsistencia en la Orinoquia, Amazonia y en la Región del Pacífico.

- c. La **minería**, bajo condiciones no controladas, afecta negativamente las tierras, al incidir en su contaminación (explotación de oro, por ejemplo), pérdida de su productividad y valor estético (minas de carbón, canteras, etc.).
- d. La **expansión acelerada** de ciudades sobre zonas de alto potencial agrícola, como en la Sabana de Bogotá y en el Valle del Cauca, disminuye la extensión de las mejores tierras del país. La aplicación de políticas y reglamentos del uso de las tierras en la transición urbana-rural, definiría su adecuada utilización y evitaría aspectos negativos.
- e. Las **vías de comunicación**, construidas sin un conocimiento claro de su impacto ambiental, pueden ocasionar la desestabilización de zonas de vertiente, generando movimientos en masa y degradando las tierras. La construcción de vías en zonas de protección ambiental facilitan su colonización y acarrear consecuencias negativas.

Como lo resume el IGAC (1988, p. 132) «En el país los efectos de la utilización irracional del suelo se manifiestan en su degradación, desertización, erosión y contaminación, fenómeno éste que incluye la salinización, principalmente de las tierras bajo riego». La intervención descontrolada del hombre, bien sea por desconocimiento, necesidad o por falta de control estatal, complementa el marco negativo que afecta las tierras colombianas.

Prospectiva

La prospectiva de los levantamientos de suelos a nivel mundial y la de Colombia, en particular, son aspectos que se tratan a continuación. Estos temas son de especial importancia puesto que se vinculan con el futuro (probable y/o deseable) del inventario del Recurso y, obviamente, con las aplicaciones derivadas del mismo, y con el seguimiento de la calidad de las tierras del país.

Mundial

A finales de 1992 se celebró en Enschede (Holanda) un Taller Internacional, organizado por el ITC (Internacional

tional Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences), con la participación de los directores nacionales encargados de dirigir los Levantamientos de Suelos de los países en vía de desarrollo (Zinck, 1995, Malagón, Olmos, 1995).

El temario del evento y los resultados obtenidos reflejan el **estado actual** y las **tendencias** de estos países, de los cuales Colombia no es la excepción.

A continuación se presentan, en forma resumida y para su comparación, las **tendencias** de los países **desarrollados** y de los que están en **vía de desarrollo**.

Países desarrollados

1. Gran parte del territorio está inventariado a escalas apropiadas. Las tendencias futuras son las siguientes:

- **Seguimiento** de la calidad del Recurso (erosión, desertización, contaminación).

- Estudios sobre **variabilidad espacial**, generación de información estadística, datos continuos e isoclinas de atributos. Evaluación cuantitativa de atributos en función del cambio (espacio y tiempo) en el uso de los suelos.

- Conformación de equipos **multidisciplinarios** orientados a resolver problemas (contaminación, desertización), directamente asociados con aspectos y necesidades de la Sociedad (Beek, 1997).

2. Amplia utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Sistemas de Información de Suelos (SIS), Sensores Remotos Avanzados (GPR, por ejemplo), Modelos de Elevación del Terreno (MDE) y **alta tecnología**.
3. En Europa Occidental la tendencia es hacia el cambio de investigación **agrícola** a investigación **ambiental** (por ejemplo sobre sus relaciones con el cambio global).
4. Cada día la **brecha tecnológica y científica** es **mayor** con relación a los países en vía de desarrollo.

Países en vía de desarrollo

1. Gran parte de su territorio está **inventariado a escalas pequeñas** (<1:250.000), no aptas para planificación y operación de proyectos. Deben priorizarse levantamientos a escalas 50 - 25.000 y mayores. En Colombia aproximadamente el 6%, de los Levantamientos está a estas escalas; no obstante, hay un conocimiento prácticamente total a escalas pequeñas, Figura 17.

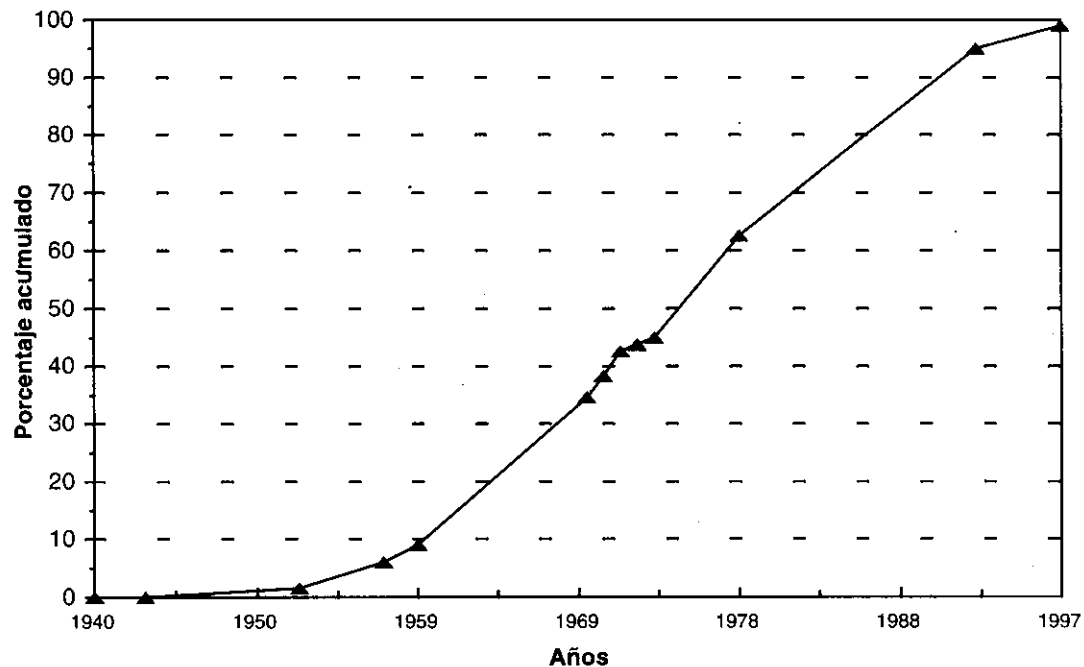


Figura 17. Desarrollo del porcentaje de la extensión del país con levantamientos de suelos, sin especificar por escalas o niveles de éstos.

2. Deben incrementarse las **aplicaciones multidisciplinares** de los Levantamientos de Suelos (multipropósito), acordes con las necesidades de los clientes. Ello, además, eleva su **valor agregado** y repercute favorablemente en la evaluación: costo/beneficio. Es evidente la necesidad de integrar **equipos multidisciplinarios** (Beek, 1997).
3. Los Levantamientos de Suelos deben ser más **flexibles y diversificados** en su aplicación (evaluación de tierras, conservación y manejo de suelos, sostenibilidad, etc.). Además sus resultados deben ser **accesibles e inteligibles** por los no especialistas.
4. En el **futuro** los levantamientos de suelos deberán estar más dirigidos a **resolver problemas** y a participar en proyectos de **investigación aplicada** que al mapeo sistemático.
5. **Nueva tecnología - Nuevas ideas.** La tecnología existe, falta su utilización plena en los levantamientos de suelos. No obstante surgen 2 **peligros**:
 - a. Utilizar tecnología sofisticada con **datos de baja calidad**; ello afecta la validez de **modelos** relacionados con el Recurso.
 - b. Se presenta un sesgo comercial en relación con el hardware y el software; debe constituirse, en consecuencia, un «control ético» al respecto.
6. Los requerimientos en capacitación según encuesta del ITC en 47 países (1987 - 1990), (Zinck, 1995) siguen el siguiente orden de prioridades: Aplicaciones multipropósitos de los levantamientos de suelos, génesis y relación suelos - geoformas (conocer para mapear y manejar), los aspectos tecnológicos, según la encuesta, tienen menor prioridad.
7. Las apropiaciones **presupuestales**, en opinión de los países consultados, tienen tendencia a incrementarse (54% de los encuestados), a disminuir (36%) o a permanecer sin cambio (10%). En Colombia el presupuesto de inversión **para estas labores**, relacionado con la Institución que las adelanta (IGAC), registra un decrecimiento gradual si se comparan las décadas de los años setenta, ochenta y noventa (IGAC, 1997b), tal como se puede apreciar en la Figura 18.
8. Los levantamientos de suelos, en síntesis, constituyen una disciplina científica aplicada (interdisciplina)

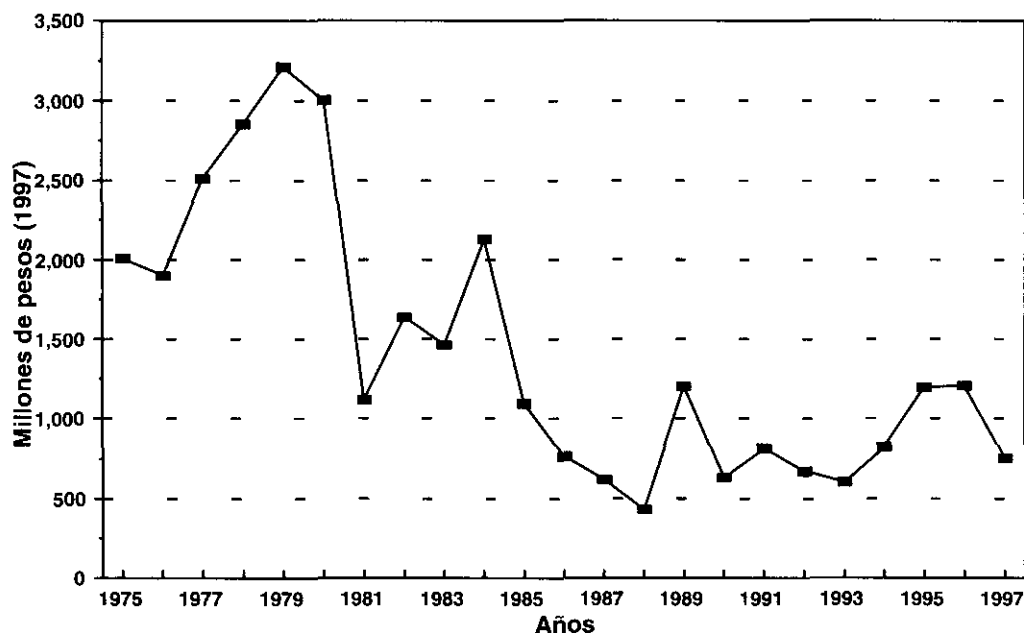


Figura 18. Presupuesto anual de inversión del área de Agrología del IGAC (Pesos de 1997), IGAC (1997 b).

que debe **asimilar** los avances tecnológicos y **desarrollar** metodologías creativas, multidisciplinarias e innovadoras para que se ajusten a los requisitos de la **sociedad**.

9. La **cooperación internacional** constituye un medio importante de transferencia tecnológica en levantamiento de suelos a los países en vía de desarrollo (ejemplo: Proyecto Soter, World Soil and Terrain digital data base).

Nacional

Si bien en la discusión previa Colombia participa de muchos de los comentarios comunes a los países del tercer mundo, resaltan diferencias **significativas y positivas**, entre ellas:

- La **continuidad**, durante 5 décadas, de labores ininterrumpidas en Levantamientos de Suelos, centralizadas en un Instituto (IGAC) con una infraestructura completa para realizarlas (disponibilidad de cartografía, fotos aéreas e imágenes de otros sensores remotos, sistemas de información geográfica unificados, laboratorios, etc.). Ello implica una experiencia **acumulada** significativa.
- Los informes de los levantamientos de suelos han **trascendido el aspecto temático** para conformar estudios integrales de las tierras del país y de su zonificación biofísica. Sus características descriptivo-interpretativas y de síntesis ambiental constituyen verdaderos aportes al conocimiento del **inventario** de sus **Recursos Naturales**.
- La **síntesis** de cerca de 300 informes municipales y departamentales (IGAC, 1989) se han compendiado en la obra Suelos y Bosques de Colombia (IGAC, 1988), con lo cual se facilita la **visión integral del país** en estos aspectos; vale decir en su geomorfología-fisiografía, zonas de vida, bosques, suelos, temas específicos de suelos (regímenes de temperatura, mineralogía de arenas y arcillas, contenido de M.O., indicativos de su fertilidad, etc.), erosividad, uso actual, capacidad y conflictos de uso, erosión, zonificación agroecológica y factores que afectan ambos Recursos.
- El soporte **académico** y las **normas y procedimientos** relacionadas con el estudio del Recurso están claramente definidos y adaptados al país; ejemplos de ello son las publicaciones Suelos de Colombia (IGAC, 1995), Métodos Analíticos del Laboratorio

de Suelos (IGAC, 1990); Metodologías Nacionales sobre Cobertura y Uso de las Tierras (IGAC, 1996b), Zonificación Agroecológica (IGAC, 1995), Capacidad de Uso (Burgos, 1994) Zonas Homogéneas de Tierras con fines catastrales, etc.

- La **Base de Datos** de Suelos y Tierras y los Sistemas de Información Georreferenciados sintetizan el **conocimiento nacional** sobre estos temas.
 - El **Museo de los Suelos** de Colombia, presentado dentro de un contexto ambiental y por Regionales Naturales, como producto del programa nacional de Reconocimiento de Suelos del IGAC (IGAC, 1990a), constituye un importante aporte al conocimiento y a la enseñanza de este Recurso.
 - Los **problemas** vinculados con la utilización tanto del Recurso como de sus asociados, es motivo de investigaciones específicas; ejemplos de ellas son los programas en las regiones del Pacífico y de la Amazonia (IGAC, 1993, 1996, 1997).
 - El **Laboratorio de Suelos**, aguas para riego y tejidos vegetales del IGAC es uno de los más modernos y completos en latinoamérica; vale la pena señalar que, a diferencia de muchos otros, no sólo es un laboratorio de análisis químicos sino de los físicos, mineralógicos y micromorfológicos. En consecuencia no hay limitaciones en cuanto al apoyo analítico para adelantar estas labores.
 - Los **informes de los Levantamientos de Suelos** a nivel departamental que abarcarán cerca de la mitad de los departamentos del país en 1998, constituyen un verdadero aporte al conocimiento de estos recursos, a su problemática y al apoyo a la planificación y a la zonificación de las tierras colombianas (Figura 19).
- La **estructura de estos informes** se ha venido adaptando a las condiciones de los usuarios-clientes, mediante la utilización de un lenguaje más fácil de entender. La concentración de la descripción de perfiles y los datos pormenorizados de los análisis de laboratorio se presentan en los anexos (diskettes); los mapas de los informes comienzan con aquellos que generan el **conocimiento básico**, continúan con su **interpretación** para los diferentes usuarios y finalizan con la **zonificación** de las tierras (Figura 20).
- El **Catastro rural** nacional, tradicionalmente apoyado en la aplicación del inventario de tierras, ha

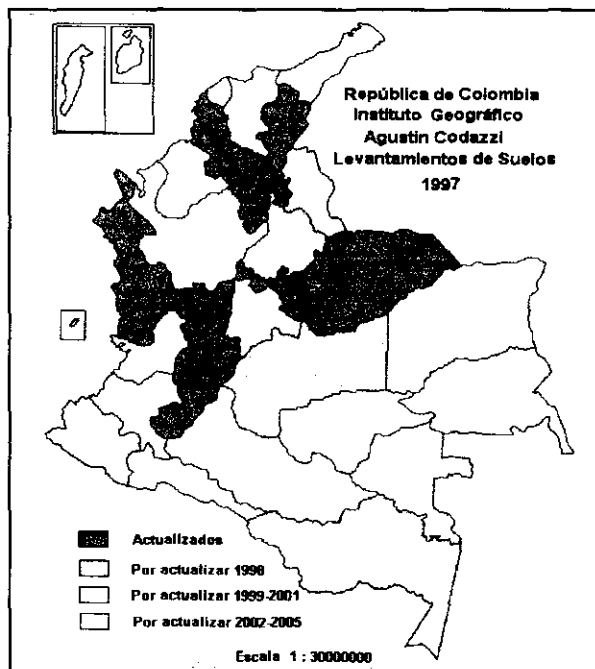


Figura 19. Levantamientos de suelos actualizados y por actualizar a nivel departamental.

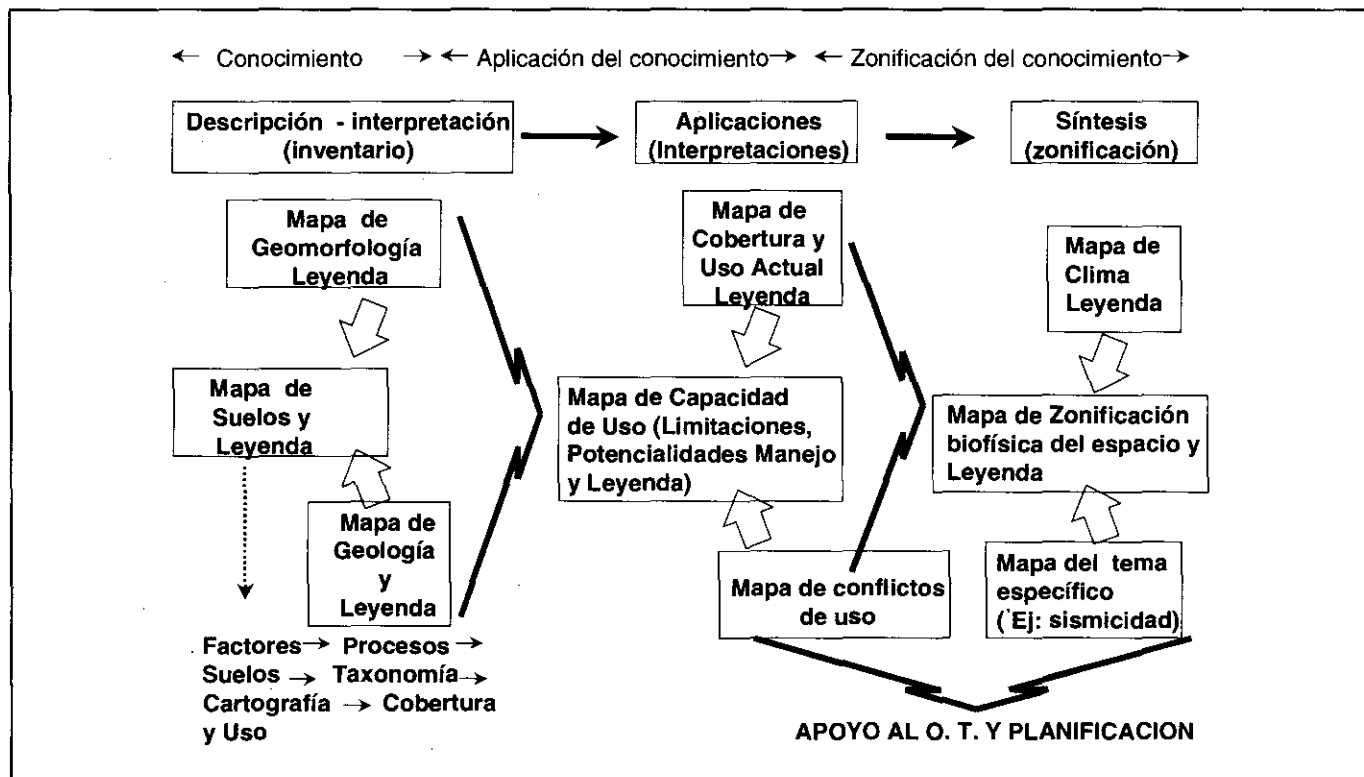


Figura 20. Secuencia seguida en la presentación de los mapas de los levantamientos de suelos a nivel departamental en el Instituto Geográfico.

tenido un sólido aporte a través de la conformación de las denominadas Zonas Homogéneas de Tierras, a partir de las cuales y por su escala (1:25.000) se genera gran parte de la información sobre ellas, útil para su aplicación en procesos de planificación municipal.

Si bien todo ello ha sido **positivo** para el país y permite que sobresalga en el contexto latinoamericano, se presentan también **aspectos preocupantes**, entre ellos y en síntesis, se comentan los siguientes:

- La **estructuración académica** de los profesionales que trabajan en estas disciplinas, tanto en el Levantamiento de Suelos como en los laboratorios especializados (mineralogía, bioquímica del humus y micromorfología de suelos, por ejemplo) y en sus investigaciones, aplicaciones y evaluaciones, etc., constituyen seria preocupación al no contarse, o ser extremadamente reducidos, los centros o universidades que las adelanten con suficiente profundidad. Los posgrados existentes, en la actualidad y salvo algunas excepciones no las contemplan al nivel requerido.
- Los Levantamientos de Suelos a **escalas grandes** (semidetallados y detallados) integran un porcentaje bajo del país (6%). Ello limita la intervención directa en aspectos aplicados relacionados con la planeación y operación de proyectos.
- La **poca comercialización** de estos estudios, calificados como muy especializados y técnicos, asociada con la falta de conocimiento general para aplicarlos en toda su potencialidad, constituye otra limitación y círculo vicioso: se limita su publicación masiva, se difunden poco y, en consecuencia, su aplicación se reduce, con lo cual baja su demanda.
- Los **presupuestos de inversión** y las tendencias en relación con los presupuestos totales de las Entidades que realizan estos trabajos, como indicadores de su importancia relativa, muestran tendencias preocupantes dado que, por ejemplo, en el IGAC, encargado tradicionalmente de estas labores, en la década de los años setenta representaba el 10.3%, en la de los 80 el 6.6% y en la de los años 90 el 3.3%.

La **prospectiva**, a nivel nacional, en relación con los temas que se vienen tratando, está resumida gráficamente en los conceptos presentados en la Figura 21.

- La **prospectiva** parte del **estado actual** del conocimiento y de sus aplicaciones; vale decir del inventa-

rio de suelos y recursos asociados y de la evaluación y aplicaciones del potencial de las tierras, fundamentado en un **marco conceptual: el medio biofísico y su sostenibilidad**.

- Los **conflictos de uso** de las tierras, sus consecuencias y soluciones, y las estrategias en el corto plazo conforman los aspectos a tratar en la **segunda fase de la perspectiva**, bajo un marco base que incluye: investigación, validación y aplicación tecnológica, ordenamiento del territorio y planificación del desarrollo.
- Las **políticas de Estado**, claramente definidas y aplicadas, constituyen el requisito para asegurar el futuro del Recurso.

Muchos de los conceptos presentes en la Figura 21 han sido ya comentados. Vale la pena, ahora, hacer énfasis en otros; entre ellos:

- a. **Normalización y estandarización** de las bases de datos y sistemas de información georreferenciados para que, a la vez que plasmen el conocimiento nacional sobre el Recurso Suelo y sus asociados, permitan intercambiar información, de manera compatible, tanto entre las Entidades vinculadas al tema como con los usuarios.
- b. El **seguimiento** del Recurso Suelo en sus múltiples aspectos (por ejemplo: erosión, uso de la tierra, degradación física, contaminación, etc.), y aquellos vinculados al mismo (por ejemplo: cobertura vegetal), debe ocupar especial lugar en estas políticas.

El no adelantar este seguimiento en términos definidos, trae por consecuencia el desconocimiento de la evolución de su **calidad** en el tiempo.
- c. La aplicación de los Levantamientos de Suelos a la **planificación** y al **ordenamiento del territorio** debe establecerse mediante la discusión de metodologías, obviamente dependientes del propósito y escala de los mismos. El no hacerlo trae por resultado la duplicación de esfuerzos, dinero y la confusión en los entes encargados de tales labores.

Con la finalidad de asegurar la calidad y el uso racional y sostenible del Recurso Suelo es urgente que el país **defina y reglamente** la **política nacional** al respecto; en otras palabras debe **reglamentarse** el **Código de Recursos Naturales (INDERENA, 1984)**, en lo que a Suelos y Tierras se refiere.

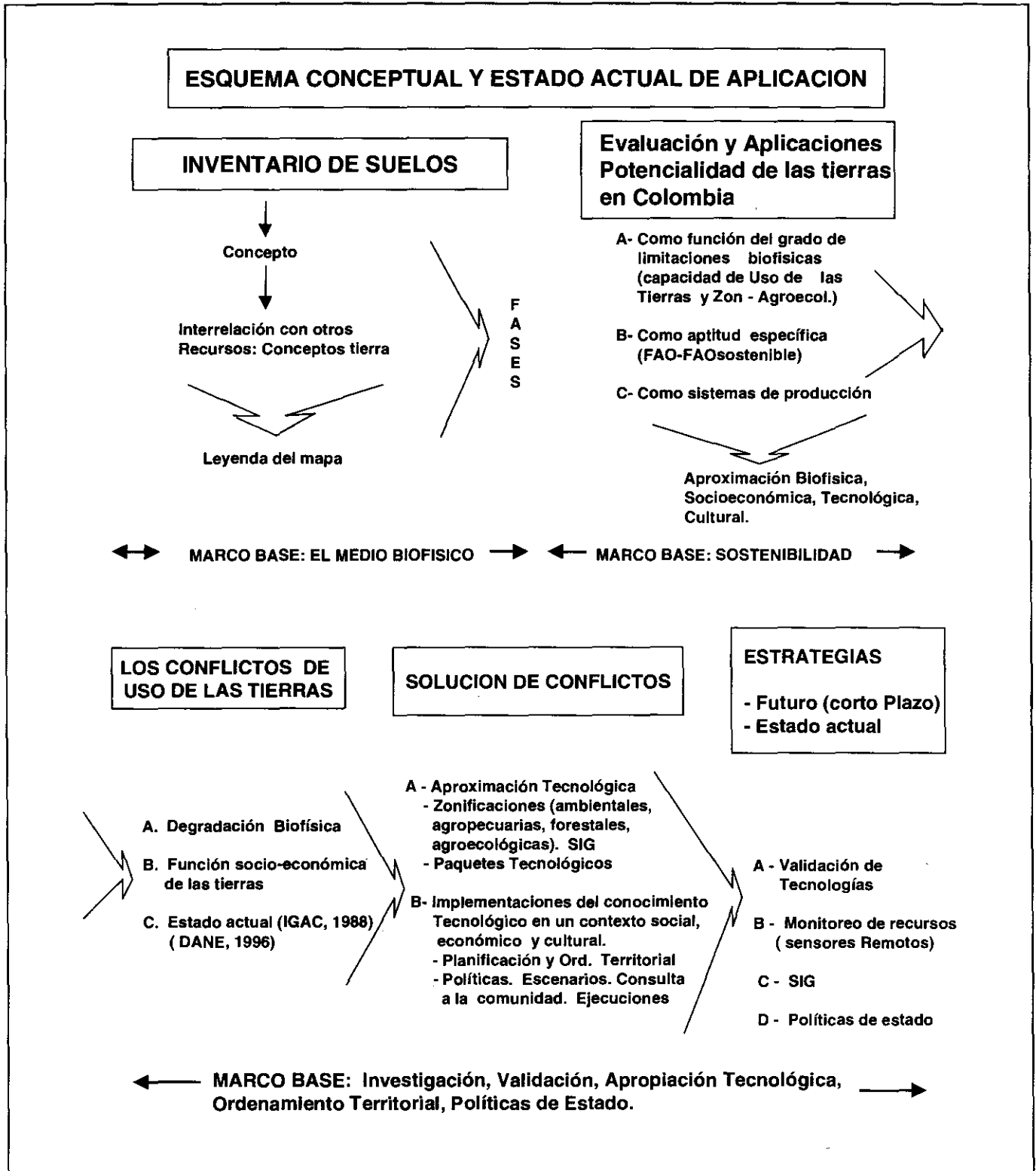


Figura 21. Esquema conceptual y estado actual de aplicación del Inventario de Suelos en Colombia: se incluyen las evaluaciones de tierras, los conflictos en el uso de las mismas y las estrategias para la solución de los conflictos resultantes (IGAC, 1995).

Aspectos a resaltar en estas políticas deberían ser:

- Definición y establecimiento de **estrategias educativas** y de **investigación**, a todo nivel, para estudiar, investigar, divulgar, aplicar y manejar correctamente los suelos colombianos.
- **Coordinación** entre los diversos **organismos**, de acuerdo con funciones claramente establecidas, tendiente a optimizar recursos, tanto humanos como financieros, y evitar la duplicación de esfuerzos.
- Definición de criterios para la **transferencia de tecnología** a nivel internacional y nacional, desarrollo de paquetes tecnológicos para el manejo de tierras y asistencia técnica para su utilización por parte de los usuarios de ellas, quienes, en última instancia, son los responsables de la utilización y manejo del Recurso.
- **Definición y normas de manejo** de tierras con la finalidad de asegurar su uso y manejo sostenible. En este aspecto las zonificaciones de las tierras (ejemplos: capacidad de uso, zonificación agroecológica, zonificaciones biofísicas a nivel departamental, zonificaciones por «vocaciones» de las tierras, zonificaciones basadas en evaluaciones multidisciplinarias de las tierras mediante aplicación de Metodologías como la de la **FAO**, 1984, etc.), tienen un valor muy importante puesto que generan el marco espacial para la aplicación de las políticas.
- **Definición de áreas y normas** que conduzcan a la conservación y protección de los suelos.
- **Definición y normas de manejo** de suelos hidromórficos, humedales, suelos orgánicos y de aquellos sometidos a actividades de riego y drenaje.
- Definición de áreas en **conflicto de uso** y asignar responsabilidades para resolverlos.
- Definición de **estándares y normalización de los Levantamientos de Suelos** y de los **Métodos Analíticos** (Laboratorio) para evaluar tanto su fertilidad como los relacionados con su manejo físico y su taxonomía.

Bibliografía

Ahrens, R. J. ; R. J. Engel. 1994. Soil Taxonomy-The Changes and their rationale. In Vol. 6a : Commission V : Poster Sessions. Transactions. 15 Congr. Mundial de la Ciencia del Suelo. Acapulco, México. p. 352-353.

- Alameda, O. R. 1994. Breve análisis de la evolución histórica de la propiedad rural y de la producción agrícola. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Económicas. (29) : p. 22 - 24.
- Beek, J. K. 1997. Opening Address. Conference on Geo-Information for Sustainable Land Management. Enschede. The Netherlands. 7 p.
- Burgos, L. 1994. Clasificación de tierras por su capacidad de uso. Inst. Geog. Ag. Codazzi. Subd. Agrol. Bogotá (comunicación personal).
- Cortés, L. A. ; C. D. Malagón. 1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombiana de Impresos Ltda. Bogotá. 360 p.
- Del Llano, B. M. 1956. Phylogenetic classification of the soils of the world. C. R. 6e. Congr. Intern. Sci. Sol. Paris. p : 275-278.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 1996. Encuesta Nacional Agropecuaria. Bogotá.
- Echavarría, O. H. 1985. El sentido común en la reforma agraria. Ed. Andes. Bogotá. 194 p.
- FAO. 1976. A framework for Land Evaluation. Soils Bulletin. 32. Rome.
- _____. 1976. Esquemas para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos 32. Servicio de recursos, fomento y conservación de suelos. Dirección de fomento de tierras y aguas.
- _____. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma. 86 p.
- _____. 1983. Directivas : Evaluación de tierras para la agricultura en Secano. Boletín de Suelos. (52) :. Roma. 237 p.
- FAO. 1984. A framework for land evaluation. Soils Bulletin 32. Wageningen. 87 p.
- _____. 1990 a. Directivas : Evaluación de tierras para usos forestales. Boletín de Montes 48. Roma.
- _____. 1990 b. Evaluación de tierras para la agricultura en regadío. Directivas. Boletín de Suelos 55. Roma. 289 p.
- Farshad, A. ; J. A. Zinck. 1993. Seeking agricultural sustainability. Agriculture, Ecosystems and Environment 47, Elsevier Sci. Publ. Amsterdam. p. 1 - 12.
- Fitzpatrick, S. 1997. Reunión Internacional del WRB. Suelos pampeanos. Mesas de discusión durante la reunión. Argentina.
- Haskett, D. J. 1995. The philosophical basis of soil classification and its evolution. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 59. p. 179-184.
- HIMAT. 1984. Aporte de sedimentos (mapa escala 1 : 1.500.000). Informe preliminar no publicado.
- INDERENA. 1984. Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente. Ed.. Univ. Pedag. y Tecnol. de Colombia. Tunja. 140 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 1996. Manual para el diagnóstico y monitoreo de la erosión. Elaborado por Jaime Rey. Proyecto Erosión.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1954. Estudio de suelos del distrito de irrigación del río Coello, departamento del Tolima. Bogotá. 198 p. Dos mapas.
- _____. 1973. Clasificación de tierras por su capacidad de uso. Subd. Agrol. Bogotá. 18 p.

- _____. 1975. Clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Subd. Agról. Bogotá. 21 p.
- _____. 1977. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa del mapa ecológico. Subd. Agról. Bogotá. 238 p.
- _____. 1980. Estudio general de suelos de la región del Darién. Bogotá. Subd. Agról. 654 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi.** 1981. Normas y especificaciones para los estudios de tipo general y semidetallado. 37 p.
- _____. 1983. Mapa de suelos de Colombia. Subd. Agról. Bogotá. 86 p.
- _____. 1986. Clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Bogotá, D. E. Subd. Agról. 36 p.
- _____. 1986. Diagnóstico geográfico de la Orinoquia colombiana. Proyecto de investigación en la Orinoquia. Programa Segunda Expedición Botánica. Subd. de Geografía. Bogotá. 6 volúmenes. Mapas.
- _____. 1987. Mapa de uso actual de la tierra en Colombia. Bogotá. 43 p.
- _____. 1988. Suelos y bosques de Colombia. Subd. Agról. Bogotá. 135 p.
- _____. 1989. Actividades y realizaciones de la Subdirección de Agrología. 2a. Ed. Bogotá. 40 p.
- _____. 1990. Métodos analíticos del Laboratorio de Suelos. V Edición. Subd. Agról. Bogotá. 502 p.
- _____. 1990 a. Plegable Museo de Suelos de Colombia. Laboratorio de Suelos. Subd. de Agrología. Bogotá, D. E.
- _____. 1990 b. Propiedades físicas de los suelos. Subd. Agról. Bogotá. 813 p.
- _____. 1991. Estudio semidetallado de suelos del sector Carimagua-Gaviotas. (Dptos del Meta y Vichada). Subd. Agról. Bogotá. 336 p. y mapas.
- _____. 1993. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento de Caquetá. Programa Investigaciones para la Amazonia-INPA. Ed. Tercer Mundo. Tres tomos y mapas. Bogotá. 1641 p.
- _____. 1995. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Subd. Agról. Bogotá. 632 p.
- _____. 1995 a. Conceptos básicos sobre sistemas de información geográfica y aplicaciones en Latinoamérica. Subd. de Cartografía. Bogotá. 100 p.
- _____. 1995 b. Modelo de datos. Catálogo de objetos CO-25. Versión 2.0. Subd. de Cartografía. Publ. Cultural. Bogotá. 115 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi.** 1995 c. Clasificación agroecológica. Subd. Agról. (documento interno). 23 p.
- _____. 1996. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del municipio de Mitú (Dpto de Vaupés). Subd. Agról. Ed. Linotipia Bolívar y Cía. Bogotá. 3 Tomos. Anexos y mapas. 1261 p.
- _____. 1996 a. Catastro Nacional. Subd. Catastro. (comunicación personal).
- _____. 1996 b. Cobertura y uso : Clasificación del uso actual de las tierras. Subd. Agról. Santa Fe de Bogotá. 52 p.
- _____. 1996 c. Manual codificado para levantamientos de suelos. Subd. de Agrología. Bogotá.
- _____. 1996 d. Modelo de datos urbano. Catálogo de objetos CO-U y Catálogo de símbolos CS-2000. Subd. de Cartografía. Ed. Gráficas Colorama. Bogotá. 112 p.
- _____. 1997. Areas homogéneas de tierras con fines catastrales. Elaborado por Hipólito Chaves B. Subd. Agrología. Bogotá (sin publicar). Bogotá. 51 p.
- _____. 1997 a. Evaluación de tierras por su aptitud de uso con aplicación del Programa ALES. Estudio de caso : Cuenca del Embalse del Muña. Depto de Cundinamarca. Elaborado por Edna Margarita Garzón G. Subd. de Agról. Doc. interno. Bogotá.
- _____. 1997 b. Historia Presupuestal del IGAC. Oficina de Planeación y Evaluación de Operaciones. Bogotá. 11 p.
- _____. 1997 c. Investigaciones para la Amazonia, INPA III. Estudio diagnóstico sobre los medios biofísico y socioeconómico como base para el ordenamiento territorial del Trapecio Amazónico (Leticia, Puerto Nariño y Tarapacá) depto de Amazonas. Segundo informe de avance. Bogotá. 204 p.
- _____. 1997 d. Los suelos de la región Caribe. Subd. Agról. Bogotá. 113 p.
- _____. **Instituto Colombiano Agropecuario.** 1985. Zonificación agroecológica (Memoria explicativa). Bogotá, D. E. Subd. Agról. 86 p.
- _____. **Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente.** 1984. Mapa de Bosques de Colombia (Memoria explicativa). Bogotá, D. E. 206 p.
- Iragorri, J. A. ; Santacruz, F.** 1987. Problemas significativos de la estructura agraria colombiana. Fondo de Publicaciones del Senado. Ed. Elocuencia. Bogotá. 354 p.
- Jenny, H.** 1948. Grandes grupos de suelos en las regiones ecuatoriales de Colombia, Suramérica. Trad. Soil Sci : Vol. 66. No. 1. Julio/48.
- _____.; **F. Bingham ; S. B. Padilla.** 1948. Nitrogen and organic matter contents of equatorial soils of Colombia, S. América. Soil Sci. 66(3) : 173-186.
- _____. 1949. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. Soil Science. Vol. 68 (6) : 419-432.
- _____. 1950. Causes of the high nitrogen and organic matter content of certain tropical forest soils. Soil Sci. Vol. 69 :63-69.
- _____. 1961. Comparison of soil nitrogen and carbon in tropical and temperate regions. Missouri Agr. Exp. Stat. Res. Bull. 765 :5-31.
- Klingebiel, A. A. ; Montgomery, P. H.** 1961. Land capability classification. USDA. Agr. Handbook 210. Soil Conserv. Serv. Print Office. Washington. 21 p.
- Lafaurie Acosta, Jose V.** 1946. Clasificación y valorización de tierras. Inst. Geogr. A. Codazzi. Ed. Centro. Bogotá. 320 p.
- Malagón, C. D. ; E. Olmos M.** 1995. Colombia (Country Report). In Soil Survey : Perspectives and strategies for the 21st century. Ed. J. A.

- Zinck. Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands. p. 69 - 77.
- Maletic, J. T. ; T. B. Hutchings.** 1967. Selection and classifications of irrigable land. *In Irrigation of agriculture lands* : Hagan, R. M. Haise, H. R. ; T. W. Edminster Ed. Madison. Amer. Soc. Agron. P. 125-173.
- Ministerio de Agricultura. INCORA.** 1987. Seminario sobre colonización. Paipa, Boyacá.
- National Soil Survey Laboratory Staff.** 1995. Soil Survey Laboratory Information Manual. USDA. NRCS. Soil Survey Inv. Report. No. 45. Versión 1.0. Nat. Soil Survey Lab. Lincoln. Nebraska 305 p.
- _____. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. USDA. NRCS. Soil Survey Inv. Report. No. 42. Versión 3.0. Nat. Soil Survey Center. Washington. 693 p
- Pérez Arbeláez, E.** 1959. Recursos Naturales de Colombia. Quinta entrega. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Depto. de Investigaciones. Sección de Investigaciones Geoeconómicas. Vol. II Imprenta del Banco de la República. Bogotá. 74 p.
- Proyecto Radargrametrico del Amazonas (PRORADAM).** 1979. La Amazonia colombiana y sus recursos. 5 Tomos. Bogotá. IGAC, CIAF. 590 p.
- Rossiter, G. D.** 1994. Non-FAO land classification methods. Cornell University. [http:// www.scas.cit.cornell.edu/landeval/lenotes/s491.chzhm](http://www.scas.cit.cornell.edu/landeval/lenotes/s491.chzhm).
- Rossiter, D.; Jiménez, A. y Van Wambeke, A.** 1995. Sistema automatizado para la evaluación de tierras (ALES). Versión 4.5 en español : Manual para usuarios. Revisión 5. Ithaca, USA : Cornell, University. Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences. SCAS. 222 p.
- Ruiz, J. I. ; García Espinel.** 1952. Plan de diez años para la Clasificación de los Suelos de Colombia. Inst. Geogr. Ag. Codazzi. Sección de Suelos. Pub. Especial No. 8. Ed. Colombia. Bogotá. 37 p.
- U. S. Department of Agriculture. SCS.** 1983. National Soils Handbook. Washington. U. S. Gov. Print. Office.
- U.S. Department of the Interior.** 1951. Irrigated land use. Part 2 : Land Classifications. Bureau of Reclamation Manual. Vol. 5. Washington. U. S. Gov. Print. Office.
- Salinity Laboratory. USSL.** 1997. Why do we irrigate ? What happen when you irrigate ?. Internet :www.usss.ars.usda.gov.
- Sánchez, P. A.; Huehara.** 1977. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. *In The role of phosphorus in agriculture.* Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wis. p.417-514.
- Schaufelberger, P.** 1944. Apuntes geológicos y pedológicos de la zona cafetera de Colombia. Tomo I. Imprenta Nal. Manizales.
- _____. 1955. Un sistema para la clasificación de los suelos de Colombia. Bol. Inf. Centro Nal. Inv. Café. Chinchiná. Vol. VI. No. 63. 83 p.
- Simmonson, W. R.** 1985. Historical aspects of soil survey and soil classification. Part IV: 1931-1940. Soil Taxonomy News No. 10 :16-17.
- Simmonson, W. R.,** 1985 a. Historical aspects of soil survey and soil classification. Part VI : 1951-1960. Agrot. Transfer. (1) : 9-11.
- Smyth, A. J. ; Dumanski.** 1993. FESLM: an international framework for evaluating sustainable land management. FAO, World Soil Resource Reports 73, Rome.
- Soil Survey Division Staff.** 1993. Soil Survey Manual. USDA. Handbook 18. Washington. 437 p.
- Soil Survey Staff.** 1951. Soil Survey Manual. USDA. Handbook. 18. U. S. Govt. Print. Office. Wash. D. C.
- _____. 1975. Soil Taxonomy. Agric. Handbook 436. SCS-USDA. 744 p.
- _____. 1983. Guide for interpreting engineering uses of soils. Soil Conservation Service. USDA. Nat. Soils Handbook. P. 603.
- _____. 1996. Keys to Soil Taxonomy. Seventh Ed. USDA. NRCS. 644 p.
- Sunkel, O.** 1983. La interacción entre los estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina. *En Ecodesarrollo, el pensamiento del decenio.* INDERENA, PNUMA. P. 179-240.
- Urrego, M. G.** 1985. La distribución de la tierra en Colombia. Comportamiento en el período 1960-1984. Revista ICA (20) : p. 76-82.
- Valenzuela, C. R.** 1988. ILWIS overview. ITC Journal 1988. P. 45-50.
- Zinck, J. A.** 1988. Physiography and Soils. Soil Survey Courses. Subject matter: KG 1988/89. Chapter 2. ITC. Holanda. 156 p.
- Zinck, J. A.** 1990. Soil Survey-Epistemology of a vital discipline. Internat. Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands. 40 p
- Zinck, J. A. (Ed).** 1995. Soil Survey : Perspectives and Strategies for the 21st. Century. Internat. Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands. 132 p.