

ABDÓN CORTÉS LOMBANA

SUELOS COLOMBIANOS

UNA MIRADA
DESDE LA ACADEMIA

COLECCIÓN ESTUDIOS AMBIENTALES



Universidad de Bogotá
JORGE TADEO LOZANO

SUELOS COLOMBIANOS
Una mirada desde la Academia



ABDÓN CORTÉS LOMBANA

Abdón Cortés Lombana

ABDÓN CORTÉS LOMBANA

SUELOS COLOMBIANOS
Una mirada desde la Academia



Universidad de Bogotá
JORGE TADEO LOZANO

BOGOTÁ D.C., 2004

Abdón Cortés Lombana

Suelos colombianos. Una mirada desde la Academia – Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Recursos Naturales, 2004.

198 págs. 17 x 24 cm

ISBN 958-9029-64-7

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO - FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

Carrera 4 No. 22-61 – PBX: 242 7030 – www.utadeo.edu.co

RECTOR: JAIME PINZÓN LÓPEZ

DIRECTOR EDITORIAL: ALFONSO VELASCO ROJAS

ISBN 958-9029-64-7

PRIMERA EDICIÓN: AGOSTO 2004

COLECCIÓN: RECURSOS NATURALES

© ABDÓN CORTÉS LOMBANA

© FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

COORDINACIÓN EDITORIAL: FABIO LOZANO URIBE, ANDRÉS LONDOÑO Y MARY LIDIA MOLINA

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN: PATRICIA CARO MARTÍNEZ (SERVIGRAPHIC LTDA.)

DISEÑO DE CARÁTULA: FELIPE DUQUE RUEDA

CORRECCIÓN DE ESTILO: JULIO MATEUS, ANDRÉS LONDOÑO

IMPRESIÓN: SERVIGRAPHIC LTDA.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA OBRA
POR CUALQUIER MEDIO SIN AUTORIZACIÓN DEL EDITOR

IMPRESO EN COLOMBIA
PRINTED IN COLOMBIA

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	7
Tomás León Sicard	
PRÓLOGO	13
Dimas Malagón Castro	
CAPÍTULO I. COLOMBIA: UNA VISIÓN DESDE LA EDAFODIVERSIDAD	17
El suelo, maravilloso teatro de la vida	19
El suelo y la biodiversidad	23
El suelo, factor clave para el desarrollo y la conservación de las regiones tropicales húmedas	29
El suelo, gran ausente en nuestra agenda ambiental	39
El recurso suelo en el valle del río Magdalena	45
CAPÍTULO II. TIERRAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN EL PAÍS	55
Opciones para la ampliación de la frontera agrícola colombiana	57
La Amazonía colombiana, ¿tierra de promisión?	60
La Orinoquía: presente y futuro	66
Producción de alimentos en clima medio. Realidad sobre la estrecha franja del territorio que ha sido la despensa tradicional de Colombia y generadora de riqueza	76
Disponibilidad de tierra para la agricultura en Colombia. Nueva alternativa a la reforma agraria: la frontera vertical	81

Tierras fecundas para la paz: la llanura del Caribe	89
¿Proceso de formación o destrucción? Los suelos orgánicos en el valle de Sibundoy	97
La agricultura de ladera. Defensa de una fuente de alimentos y de paz	107
El altiplano de Rionegro, una zona agrícola excepcional	110
CAPÍTULO III. PROBLEMAS AMBIENTALES	115
FACTORES QUE DETERIORAN EL SUELO	117
Factores que limitan el desarrollo del recurso tierra. La realidad colombiana sobre nuestros suelos	117
La desertificación en Colombia. Primeros datos comprobados sobre un proceso que amenaza regiones tradicionalmente consideradas con suelos muy ricos. El alto porcentaje de zonas en vía de desertificación y secas	122
Colonización en Orinoquía y Amazonía: desarrollo o destrucción	128
La recuperación de la Amazonía intervenida	137
EL AGUA, UN RECURSO AMENAZADO	145
La cuenca del río Suárez	145
El agua, problema vital en la cuenca alta del río Suárez	152
Conservación de cuencas hidrográficas y producción de agua	159
Ante otra grave amenaza: enseñanzas de un verano	163
Agua, economía campesina y deterioro de cuencas	167
Aguas: el páramo de Sumapaz, fuente amenazada	169
La cuenca del embalse del Muña	174
OTRAS REFLEXIONES AMBIENTALES	179
La biodiversidad: de los genes a la cultura	179
La universidad ante la problemática ecológica colombiana	185
La universidad ante el problema ambiental de Colombia	189

PRESENTACIÓN

Hasta mediados de los años setenta del siglo pasado, los trabajos generales sobre el recurso suelo constituían un cuerpo casi ininteligible de textos escritos en un lenguaje pesado, que hacían honor más a inflexibles cánones técnicos que al deseo de ser útiles para la sociedad, que expresaban más una visión mecanicista de las ciencias que una concepción amplia de sus vinculaciones con la realidad, que confundían más que interpretaban.

Las descripciones del recurso reducían la maravillosa complejidad del suelo a una maraña de datos alfanuméricos, de interpretación cerrada y exclusivista de los incipientes círculos de agrónomos y de agrólogos que por aquella época se ocupaban de describir los suelos del país. Tales documentos eran vedados por su lenguaje para la sociedad colombiana, que no encontraba en ellos mayores significados, que no podía entrever en ellos la importancia de entender de manera integral los innumerables significados de la tierra, tanto para quienes la estudiaban desde la óptica biofísica, como para quienes la utilizaban desde la producción o la especulación económica, la manipulación política o, incluso, desde la apropiación indebida de territorios y recursos naturales.

Hasta que aparecieron los escritos del doctor Abdón Cortés Lombana, pletóricos de expresión, de significados concretos, de llamamientos a la acción, de compromiso con la patria.

El asunto, por supuesto, no fue solamente de sintaxis, de estilo o de forma. Se trataba de una obra que generó innovaciones profundas no solamente en la manera de relatar, de describir o de categorizar el recurso suelo, sino que incluyó una profunda revolución discursiva en torno a él, con repercusiones tanto teóricas como prácticas.

En primer lugar, porque a partir del pensamiento cortesiano el suelo pasó de ser concebido como un material casi inerte, desprovisto de las cualidades de la vida y susceptible de ser analizado principalmente en términos físico-químicos, a un cuerpo natural extremadamente complejo y dinámico, que alberga en su interior la incesante maquinaria biótica, que lo ha hecho acreedor a lo que el doctor Cortés llamó con acierto «el teatro de la vida».

Y no es que antes otros autores no hubiesen tratado el tema. En documentos tan importantes como el *Soil Taxonomy* ya desde los años setenta se reconoce la importancia de la materia orgánica dentro de la definición sistemática del suelo, pero esta concepción, un tanto tibia, un tanto apartada de la máquina de vida que es el medio edáfico, no alcanzaba a permear el pensamiento de los edafólogos de la época, o al menos no con la fuerza con la que el doctor Cortés le imprimió a sus escritos y a su acción.

Porque el suelo tampoco es solamente materia orgánica. Se trata de un medio complejo en el que convergen elementos ecosistémicos vitales, como el cierre y/o el inicio de las cadenas tróficas, la retención de agua y de las bases de intercambio, los procesos de meteorización, la movilización de nutrientes para las plantas, la descomposición de la hojarasca, el sumidero de gases de invernadero o la construcción de hábitat para toda suerte de seres en las distintas escalas taxonómicas, para no mencionar sino unos pocos ejemplos.

Pero el recurso suelo se extiende mucho más allá de estas consideraciones ecosistémicas o agronómicas e incluye innumerables variables que provienen de la orilla de la cultura: es el factor clave de la producción de alimentos y fibras para la humanidad, es la base de los ecosistemas terrestres, un factor esencial de las luchas por el poder político, elemento indispensable en la generación de relaciones sociales y económicas y el eco de acciones tecnológicas enfocadas al uso de los recursos naturales.

Estas interacciones fueron reconocidas, como nunca antes, por la obra cortesiana. En sus más inspirados escritos, en épocas en que todavía predominaba

la visión mecánica sobre el recurso, el doctor Cortés predicaba la visión penta-dimensional del suelo. Y es aquí en donde radica la segunda y tal vez la más importante revolución discursiva de la propuesta cortesiana: concebir al suelo desde una óptica compleja, que superara los enfoques tridimensionales en que hasta el momento se desarrollaban los estudios de suelos y en los que se basaban, en consecuencia, las predicciones y las recomendaciones sobre su manejo.

El largo, el ancho y la profundidad, las tres dimensiones emanadas del pensamiento euclidiano, se anclaban férreamente en las mentes de los estudiosos del recurso suelo, hasta el momento de la ruptura generada por el maestro. El énfasis estaba puesto en categorías físico-químicas, preciso es decirlo, básicas en la comprensión del recurso, pero que eran insuficientes en los análisis holísticos. El doctor Cortés impulsó los estudios de suelos desde las categorías económico-social y espacial-temporal, abriendo la puerta a las complejidades de lo que hoy se considera como la dimensión ambiental del desarrollo. Tremendo aporte visionario concebido en los años setenta, cuando ni siquiera el movimiento ambiental moderno se había hecho las preguntas que en su momento formulara con suficiencia el autor de este libro.

De allí en adelante, el nuevo discurso, claro y fácilmente comprensible para la sociedad, tomó forma en cifras, en interrelaciones analíticas profundas, en realidades concretas. El autor le llamó la atención al país sobre las características del recurso tierra región por región y le planteó las preguntas que incluso todavía no sabe contestar, armado de una enorme capacidad de síntesis y de la autoridad conferida por el conocimiento directo de los suelos de la patria.

Los enunciados discursivos cortesianos se reforzaron con las variables sociales y económicas que señalaban las injusticias en la distribución de la tierra en la geografía de la llanura Caribe, las dificultades de incorporar a la frontera agrícola las extensas superficies del Chocó biogeográfico, los bosques húmedos tropicales de la Amazonía o las tierras situadas al este de la cordillera de los Andes. Planteó por primera vez las relaciones suelo-analfabetismo, suelo-pobreza, suelo-salud, suelo-poder, los colocó en el marco espacial que la historia requiere y los dotó de movimiento evolucionario al introducir en su análisis la dimensión temporal.

Aparecieron entonces en la literatura colombiana textos admirables que señalaban la disminución de los recursos hídricos en el altiplano cundiboyacense,

develaban las interpretaciones incorrectas frente a los suelos y a los ecosistemas amazónicos, establecían correlaciones entre este recurso y la biodiversidad y advertían sobre las consecuencias negativas de las prácticas incorrectas de uso, pero que al mismo tiempo presentaban las soluciones que deberían ser acogidas por un país inteligente, por un Estado previsor.

La obra no solamente enuncia estas interrelaciones, sino que las completa con datos y las coloca a veces en el plan de las premoniciones, advirtiendo al país sobre las consecuencias de los actuales modelos de desarrollo agrario, apelando incluso a los deberes ético y moral.

Nada se escapa de este gran pensador: indica, apelando a la sabiduría de los textos sagrados, de los nativos de América y de científicos de la talla de Enrique Pérez Arbeláez, la indisolubilidad del hombre con la tierra y mantiene en la arcilla de la tierra la base del telar humano. Aprovechando su condición de maestro, salta con seguridad desde el campo espiritual hasta el llamamiento heroico a los hijos de Colombia «... para que tomen conciencia sobre el respeto que deben a la naturaleza y para que se constituyan en ola de presión popular para que se modifiquen fundamentalmente la administración y las políticas de utilización de los recursos de la tierra... Que del surco fértil, sembrado por las manos encallecidas de campesinos honestos, brote para siempre la espiga dorada que es pan en la mesa de los hombres y paz en su espíritu...».

El recorrido que plantea el autor en estas páginas sabiamente recopiladas por la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, es como una gran aventura en donde el lector interesado encontrará, a veces envueltas en poesía, a veces pláticas de realismo y lucidez, a veces acusadoras y enojadas, pero siempre eruditas, justas e intensas, los paisajes de la geografía colombiana vistos desde la perspectiva histórica y la inteligencia de un ser que, atrincherado en el seno de la misma tierra, realiza un paseo visionario sobre este país adolorido pero inmensamente rico, sin olvidar que los conflictos fraticidas tenían su génesis en las disputas mismas sobre esta fértil tierra colombiana.

La obra recoge desde los análisis sobre nuestras cinco grandes regiones Andina, Amazónica, Chocoana, Caribe y Orinocense con sus particularidades geomorfológicas, climáticas y edáficas, hasta el detalle del uso de páramos, humedales, enclaves agrícolas, bosques, sabanas o zonas secas y desérticas. Discute sus aptitudes de uso y revela los conflictos por sobre o subutilización,

señalando causas y soluciones. En ocasiones recoge la complejidad del país en síntesis exitosas que muestran la suficiencia de tierra fértil para la paz y la inutilidad de continuar con políticas de incorporación a la frontera agrícola de tierras no aptas para fines agropecuarios.

Propone escenarios futuristas para el uso de ecosistemas estratégicos y señala los factores biofísicos y culturales que impulsan la contaminación de suelos y aguas, la erosión de la tierra y el retroceso de los bosques. Presenta los problemas de desplazamiento de poblaciones enteras y los liga a la tenencia de la tierra. Señala las áreas que generan los alimentos de los colombianos e insiste en la necesidad de visibilizar políticamente y de acompañar con soluciones de índole social a los campesinos excluidos del acceso a la tecnología y al poder decisorio sobre su futuro. Pasa revista la reforma agraria y a las potencialidades del país en su frontera agrícola vertical y horizontal.

La paz y los suelos colombianos son temas frecuentes en la obra. La agroindustria, la desecación de ciénagas, la agricultura de ladera, los altiplanos, el consumo de agua, la desertificación de las áreas secas, la colonización, la institucionalidad agropecuaria del país, el ordenamiento de cuencas hidrográficas, el papel de la universidad en el análisis y en la propuesta de soluciones o la dimensión ambiental del desarrollo son otros tantos tópicos abordados con la sapiencia y el ardor del visionario, que, por casi tres décadas, se encargó de mostrarnos el ayer y el hoy de Colombia.

De la mano generosa y firme del doctor Abdón Cortés Lombana, inolvidable y apasionado conductor de las generaciones de edafólogos que nacieron bajo su sombra fértil, se escribieron estos textos, cuyos mensajes siempre giraron en torno al amor a la patria, la honradez, la verticalidad de los argumentos y al conocimiento profundo de la tierra y de los agricultores y que sirven como lección de vida para quienes, martillo al cinto, seguirán sus huellas en un intento de permanecer en la memoria colectiva del país, tal como él lo ha hecho.

TOMÁS LEÓN SICARD

Agrología, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Maestría en Ciencias Ambientales, Fundación Universitaria Luxemburguesa (Bélgica). Ph.D. en Tecnologías Agroambientales, Universidad Politécnica de Madrid, España.

PRÓLOGO

«...por sus obras los conoceréis...»

Mateo, VII, 16.

En 1958 varias decenas de estudiantes comenzamos nuestra formación académica en la Facultad Indoamericana de Recursos Naturales, una de las cuatro con que inició actividades universitarias la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Dicha Facultad fue el germen para constituir la de Agrología, cuya primera promoción estuvo integrada por doce compañeros y amigos, entre los cuales Abdón Cortés Lombana fue el primero en graduarse en 1963.

La Facultad de Agrología centralizó sus objetivos en el estudio científico del suelo, uno de los recursos naturales más importantes del país, cuyo conocimiento integra y sintetiza gran parte de los recursos renovables, fuente primigenia de su concepción y origen. Ello reafirmó y consolidó el propósito que creó la Universidad de continuar la obra de la Expedición Botánica, iniciada hace más de doscientos años por José Celestino Mutis.

Baste este preámbulo para enmarcar la obra forjada por el profesor Abdón Cortés en este libro, fruto de su contribución incansable durante veinte años a la revista *La Tadeo*, cuyo sello distintivo gira sobre el pivote de la esencia del recurso en Colombia, conformada por el concepto que acuñó y que denota como la «pentadimensionalidad del suelo», vale decir, su integralidad biofísica, témporo-espacial y social, esta última referida no sólo a sus vínculos económicos sino culturales.

La obra constituye una clara radiografía de gran parte de lo que ha dado en llamarse «la cuestión agraria en Colombia» y de sus repercusiones sobre la realidad actual del país. Expresa, a través de sus capítulos concatenados armónicamente, la geografía de los suelos patrios, sus relaciones con la producción de alimentos y seguridad alimentaria, para concluir en la problemática ambiental, inmersa en su sostenibilidad.

Pasemos ahora, recreándonos conceptualmente, a señalar algunos de sus aspectos más sobresalientes.

- ◆ La diversidad de suelos y tierras de Colombia surge de su localización intertropical y ecuatorial, de su variedad climático-geológica y de la influencia de la cordillera de los Andes.

A través del primer capítulo se presenta la visión edáfica del territorio nacional y de sus diferentes regiones; resalta el amplio conocimiento del autor, fruto de su trasegar académico, científico y bucólico por el país.

La caracterización y descripción de los suelos y su exposición sencilla, pero clara y profunda, de las regiones de la Amazonía, Orinoquía, Caribe, Andina y Pacífica, permite entender claramente el porqué de su presencia y establecer el fundamento de sus relaciones con el entorno, tendiente a su utilización sostenible, tema central del capítulo siguiente.

- ◆ La producción de alimentos, a partir de las tierras que integran el país, constituye el eje conductor de los artículos que componen el segundo capítulo de la obra. En él se desarrollan aspectos sobre la vocación de las tierras, su uso actual, sus conflictos en la utilización y sus repercusiones, no sólo ambientales sino sociales.

Los diferentes aspectos agrarios del país, en su etapa actual de desarrollo, son complejos en su naturaleza, caracterización y solución. El abordarlos desde la perspectiva de la vocación que tienen las tierras en la actualidad, como variable integradora y de Estado, facilita comprender tanto la productividad agrícola como analizar, a través del uso que se les está dando, si el recurso está comprometido en su integralidad y naturaleza o si, por el contrario, está solviente y cumple su función natural: producir sus frutos en forma continuada,

para el bienestar de la población que habita en ellas. Estos son los temas de análisis presentes en el capítulo.

- ♦ La parte final está dirigida a analizar algunos de los problemas ambientales del país desde la perspectiva de sus tierras. El autor hace especial énfasis en los aspectos de colonización, contaminación de suelos y aguas y sus relaciones con la población.

El análisis de los procesos de colonización de la selva húmeda ecuatorial se plantea cuestionando su necesidad, oportunidad, estrategias y conocimiento de estas regiones, que abarcan cerca de la tercera parte del país. Contrastan estas acciones con sus resultados en otras regiones más propicias, como es el caso de la llamada «colonización antioqueña».

De las zonas húmedas del país el autor traslada sus inquietudes a las áreas del páramo, argumentando que tampoco allí está la despensa agropecuaria de Colombia, sino, por el contrario, las reservas y fuentes de agua para la nación entera.

Este tema, el del agua, lo abarca desde su aproximación conceptual, la cuenca hidrográfica, con la finalidad de entender los problemas de contaminación, degradación y disminución del recurso, vinculado al inadecuado manejo de las tierras y políticas equivocadas en cuando a su explotación. Los casos estudiados por el profesor Cortés en Cundinamarca, Boyacá y el Cesar ejemplifican estos aspectos y le dan la oportunidad de adentrarse en los tópicos de la desertización de las tierras de Colombia, problemática degradativa especialmente importante en la región del Caribe colombiano, en algunas zonas de los altiplanos andinos y en amplias áreas de los valles interandinos.

La obra concluye con la tipología de las relaciones entre la tierra y la situación de violencia en el país, derivada en gran parte de la inequidad en su tenencia, de la pobreza, marginamiento y despojo de sus pobladores, la clase campesina colombiana, motivo de su preocupación principal.

Como corolario de su mensaje al país citaremos parte del párrafo final de uno de sus artículos (revista *La Tadeo*, N° 36/1993): «o el país continúa por el camino de la entrega de los principios morales y del arrasamiento de los recur-

«...suelos naturales, o reacciona de una vez por todas, para que del surco fértil surja permanentemente la espiga dorada que es pan en la mesa de los hombres y paz en su espíritu».

DIMAS MALAGÓN CASTRO

Agrología, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Maestría en Ciencias Agrícolas, Universidad de Chapingo (México). Ph.D. en Ciencia del Suelo, Universidad de Nebraska (EEUU).

CAPÍTULO I

Colombia: una visión desde la edafodiversidad

El suelo, maravilloso teatro de la vida

Revista *La Tadeo*, N° 31 de 1991

El concepto de suelo como un sistema biológico no siempre está claro en la mente de quienes, de una u otra forma, tienen que ver con el conocimiento del cuerpo natural y con el diseño e implementación de prácticas de manejo para un desarrollo sustentable del recurso. Con alguna frecuencia se señala al suelo como un componente abiótico de los ecosistemas, y hay quienes mencionan la existencia de suelos infértiles o sea, incapaces de producir plantas. En el primer caso se ignora que el suelo es un teatro de la vida, no solo por la gama casi infinita de organismos que lo habitan temporal o permanentemente, sino porque en él se desarrollan procesos fundamentales para la *edafogénesis** y para el sostenimiento de la vida en el planeta. Afirmar que un suelo puede ser estéril es desconocer que, por definición, para que la capa superficial de la corteza terrestre alcance, mediante complejos procesos de génesis, la condición de suelo, es indispensable que contenga materia viviente y que soporte o sea capaz de soportar plantas. El paisaje lunar tan familiar para el común de las gentes desde que el hombre visitó por primera vez el satélite terrestre en 1969, o los lugares yermos, desolados y hostiles de algunas áreas del planeta tierra en los que, por contaminación con biocidas, por explosiones nucleares, por actividad volcánica o por cualquier otra causa, desapareció la vida edáfica en sus diferentes manifestaciones, no poseen suelo sino un material inanimado, similar a una roca, en el que no pueden crecer las plantas

* Edafogénesis (del gr. *edafos* = suelo): génesis del suelo.

mientras no se creen las condiciones propicias para que la edafobiota pueda retornar al medio.

Un refugio de la vida

El estudio de la biología del suelo, aunque reciente en su desarrollo, ha progresado considerablemente gracias a los sofisticados métodos de que dispone para recolectar muestras representativas de la biota edáfica, para cultivar estos organismos en el laboratorio, medir su biomasa y sus tasas de asimilación de alimento, la respiración y el crecimiento, así como para analizar la dinámica poblacional y para relacionar todos estos parámetros con las características del medio que habitan. Con estos avances hoy se sabe con certeza que en el suelo existen organismos de todos los tamaños: la *microfauna* (protozoos, nemátodos, rotíferos, etc.), la *mesofauna* (ácaros, collembolas, enchitreidos, nemátodos, muchos insectos, etc.), la *macrofauna* (insectos, arácnidos, lumbricidos, insectívoros, quilópodos, moluscos) y la *megafauna* (como los reptiles y algunos mamíferos fosoriales).

Estos organismos tienen diversas costumbres alimenticias; algunos son *saprófagos*, es decir, que se alimentan de tejidos vegetales muertos y de la microflora asociada; otros son *fitófagos* porque consumen tejidos vegetales vivos; o *necrófagos* cuando se alimentan de animales muertos; *coprófagos* en el caso de los que consumen excrementos de otros organismos y *predadores* cuando se alimentan de animales vivos. Algunos de ellos viven permanentemente en el suelo (*geobiontes*) y otros pasan sólo parte de su vida dentro del mismo (*geófilos*); cada suelo tiene su propio abanico de organismos vivos el cual está determinado por las condiciones edáficas y ecológicas del medio; los factores más determinantes para su desarrollo son la presencia o ausencia de oxígeno, la disponibilidad de alimento, el contenido de humedad y la acidez del suelo. Por ejemplo, los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica, con buen contenido de humedad y fertilidad alta son un medio excelente para la vida en todas sus manifestaciones; la fauna edáfica de un suelo bien drenado es muy diferente a la de un suelo con drenaje pobre; así mismo, los suelos de las regiones áridas presentan organismos vivos que difieren en sus características a los de aquellos de los suelos de las zonas húmedas; y así se podrían seguir enumerando medios edáficos contrastantes para enfatizar la diversidad biológica que existe en este maravilloso teatro de la vida.

Los organismos en la génesis del suelo

Los organismos vegetales y animales no solo son parte esencial del suelo sino que juegan un papel fundamental en su formación, no importa que se trate de bacterias microscópicas o de grandes mamíferos, incluido el hombre. En efecto, cada organismo que vive en la superficie de la tierra o en el suelo afecta el desarrollo de este cuerpo natural, en una u otra forma. Sin duda los procesos más importantes que tienen lugar durante la génesis de un suelo son la captura de energía a través de la fotosíntesis, el proceso contrario o sea la descomposición de los residuos de las plantas, el intercambio de nutrientes y la formación de complejos orgánico-minerales.

El reordenamiento de los materiales del suelo por plantas y animales modifica la superficie del terreno, produce canales que posteriormente son llenados y deja otras huellas que ayudan a caracterizar los horizontes o capas que conforman el perfil del suelo. Los componentes minerales liberados en la descomposición de la materia orgánica son, en gran parte, reabsorbidos por la biota. La respiración de la fauna y la flora durante los procesos de alteración puede expeler entre cinco y diez litros de CO₂ por metro cuadrado de terreno, por día. Los ritmos y los ciclos de la actividad biológica y de las transformaciones que produce en el suelo pueden ser diarios, estacionales (época seca, tiempo de lluvias) y anuales.

Entre la enorme variedad de características del suelo formadas por la biota que lo habita vale la pena resaltar el espacio poroso, las concentraciones de sustancias orgánicas y minerales, ciertas irregularidades en la superficie del terreno y la formación de la estructura, la cual ejerce funciones de vital importancia para el uso y la preservación de los suelos. La estructura granular de los horizontes superficiales oscuros del suelo, por ejemplo, es atribuida, en gran parte al trabajo de la lombriz de tierra.

La presencia de materia orgánica en el suelo es, como se anotó anteriormente, esencial para la existencia del mismo como tal, no sólo por los compuestos húmicos que de ella se derivan y que son importantes en el proceso genético, sino por la gran variedad de nutrientes que se liberan durante la descomposición y que son determinantes de la fertilidad del suelo. En el curso de estos procesos los agentes biológicos destruyen, descomponen y sintetizan los residuos orgánicos.

La importancia de la fase orgánica con toda la variedad de organismos que contiene, está siendo enfatizada últimamente, en particular en el caso de los suelos del trópico cálido y húmedo en los que constituye la clave de la fertilidad y en relación a la cual hay quienes piensan, equivocadamente, que las capas orgánicas del perfil no son elemento integral del suelo cuando, por el contrario, forman su parte más dinámica, la más susceptible al deterioro y el componente sin el cual el suelo es un cuerpo decapitado, de muy baja fertilidad y muy degradado.

Consideración necesaria

Es indudable que la vida en el planeta ha dependido y continuará dependiendo del suelo, y, a su vez, la vida que allí se desarrolla es creadora de humus y, por lo tanto, de productividad; del surco fértil brota la espiga que es pan de la mesa de los hombres y paz en su espíritu. Colombia está en el caballete de su sino con relación al manejo del recurso tierra porque hombres de ciencia y técnicos avezados dedican inteligencia y esfuerzos a conocerlo y a preservarlo y la inteligencia previsoras puede cambiar las tendencias preocupantes que se observan. La vida en el suelo está amenazada por múltiples factores entre los cuales vale la pena destacar los desastrosos efectos de la fumigación masiva con fungicidas, insecticidas y matamalezas. Razón tuvo el naturalista Enrique Pérez Arbeláez cuando afirmó que «las avionetas fumigadoras son el quinto caballo del Apocalipsis para la fauna edáfica». La destrucción de los bosques húmedos tropicales, la expansión de las ciudades sobre las mejores tierras agrícolas, los conflictos de uso del suelo, la quema indiscriminada, la contaminación por basuras y desechos de la industria y la erosión que decapita preferencialmente las capas con mayores contenidos de humus y organismos, son otros fenómenos que atentan contra el mantenimiento de los sistemas vitales y la diversidad biológica en el suelo.

Que no olvide el hombre que su destino está irremediabilmente atado al del suelo y que este es el resultado de su inteligencia creadora o de su instinto destructor. El suelo manejado convenientemente es, a no dudarlo, un maravilloso teatro de la vida y esta florece en medio de la paz y el bienestar de la familia humana; pero si se persiste en la acción irracional que todo lo destruye, entonces el suelo se convierte, como de hecho ha sucedido, en doloroso escenario de la muerte.

El suelo y la biodiversidad

Revista *La Tadeo*, N° 27 de 1990

La Estrategia Mundial para la Conservación, elaborada en 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), con la cooperación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF), tuvo como objetivos principales mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales, preservar la diversidad genética y asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas. La nueva estrategia, en 1990, pone énfasis en propiciar el logro de un desarrollo sustentable en todo el mundo, en el convencimiento de que el comportamiento actual de la humanidad es insostenible. El calentamiento de la atmósfera, el debilitamiento y la perforación de la capa de ozono, la acidificación y la disminución de la productividad de las tierras y las aguas, la desertificación y la pérdida de suelos, la deforestación, la mengua de los bosques y la extinción de especies y poblaciones son pruebas inequívocas de que la demanda humana supera con creces la capacidad de sustento del medio ambiente.

Los dos documentos mencionados hacen énfasis en la conservación de la biodiversidad e, inclusive, se está preparando una estrategia a nivel mundial para tal fin que se propone estimular la creciente cooperación en torno al problema, alentar las reformas institucionales y de políticas dirigidas a las causas principales del empobrecimiento biótico, impulsar el uso sustentable de ecosistemas y especies, fomentar un plan de trabajo a largo plazo para salvar, estudiar y utilizar la diversidad biológica y promover la investigación científica en la materia (*Estrategia mundial para la conservación en los años 90*, documento en preparación).

Es necesario preservar la diversidad biológica porque de la gama del material genético que se encuentra en los organismos vivos depende el funcionamiento de muchos de los procesos ecológicos y de los sistemas vitales, los programas de cría necesarios para la protección y mejora de las plantas cultivadas, de los animales domésticos y de los microorganismos, así como gran parte del pro-

greso de la ciencia y la tecnología y la seguridad de todas las industrias que utilizan los recursos vivos.

La relación del hombre con el suelo

El suelo es un componente biótico de los ecosistemas y, por lo tanto, en él se desarrollan procesos fundamentales para el sostenimiento de la vida en el planeta y para la preservación de la diversidad biológica. El suelo es un teatro de la vida, no solo por la gama casi infinita de organismos que lo habitan temporal o permanentemente, sino por la relación que, desde el punto de vista religioso y antropológico, existe entre el hombre y el suelo. «Alguien dijo que la fábrica de la vida humana está tejida en un telar de tierra y donde quiera huele a arcilla»; así comienza un capítulo del estudio de suelos de una parte de Saskatchewan (Canadá); y en un mensaje escrito al presidente de los Estados Unidos por el jefe de dos importantes tribus indígenas, se señala que «el hombre pertenece a la tierra y todo lo que ocurra con ésta le ocurrirá a los hijos de la tierra». «Nada tan inseparable del hombre como el suelo; nada que de manera tan segura recoja la huella de sus movimientos y delate el divagar de sus pies», escribió Enrique Pérez Arbeláez; según el *Génesis*, Dios formó al hombre del polvo de la tierra y lo puso en el huerto del Edén para que lo labrara y lo guardase (II, 7; II, 15), pero del Paraíso fue desterrado por la falta cometida y tuvo que labrar la tierra para ganar el pan de cada día.

A partir de ese instante el hombre y sus animales han dependido, en último término, de la vegetación que crece en el suelo, porque aunque los carnívoros y omnívoros consumen también insectos, moluscos, peces, reptiles, aves y mamíferos para completar la dieta proteínica, todas estas especies derivan su sustento de las plantas. Así, el suelo y sus características influyen en el mundo orgánico y este tiene a su vez un impacto decisivo en la edafogénesis. El hombre depende del suelo, y en gran parte, los suelos dependen del uso que éste hace de ellos. Su verdadero nivel de vida está determinado, frecuentemente, por la calidad de sus suelos y por la clase y calidad de las plantas y animales que crecen sobre ellos.

Las grandes civilizaciones han tenido, casi invariablemente, buenos suelos como una de sus grandes reservas naturales. Además estas civilizaciones han

mantenido su opulencia cuando han utilizado adecuadamente sus suelos. La desaparición de las grandes naciones que utilizaron los valles del Tigris, del Eufrates y del Nilo, coincide con el deterioro del suelo y el abandono de prácticas para el buen uso y la conservación del agua de estos ríos. En Colombia, la utilización irracional del recurso suelo ha desencadenado procesos erosivos severos en muchas áreas, ha ocasionado catástrofes por deslizamientos de tierra e inundaciones y ha generado pobreza y violencia por doquier. Así, el suelo que es, en esencia, un teatro de la vida, se ha convertido, en no pocas ocasiones, en escenario de la muerte.

El suelo, un ejemplo de diversidad en la naturaleza

El recurso suelo es, en sí mismo, un ejemplo de diversidad en el universo físico-biológico. Los suelos están relacionados al planeta Tierra tanto como la cáscara está relacionada a la naranja; pero la corteza de la Tierra es mucho menos uniforme que la piel de la fruta mencionada. De hecho los suelos aparecen en la dimensión espacial como un mosaico de formas y características. Son superficiales en las áreas abruptas de las montañas y profundos en los valles aluviales de los principales ríos del país; son arenosos en las zonas marginales del Escudo de Guyana y en los sitios con influencia eólica de la Orinoquía o de la llanura Caribe y arcillosos en gran parte de las tierras situadas al este de la cordillera andina, en la zona costera y en tantos otros sitios de Colombia; aparecen en paisajes desérticos como los de la alta Guajira o en franjas superhúmedas como las del Pacífico, el Magdalena medio o la selva amazónica.

En algunas regiones de clima seco los suelos son fértiles e, inclusive, tienen sales en exceso, mientras que en territorios amplios del oriente del país y de otras regiones húmedas el contenido de nutrientes no es tan alto y el aluminio y la acidez son las marcas predominantes. Hay suelos bien conservados, bajo condiciones naturales indisturbadas, de la Amazonía, la Orinoquía y algunos páramos, y en sectores agrícolas y ganaderos bien manejados como la sabana de Bogotá, los valles de Ubaté y Chiquinquirá, el valle del Cauca y el alto Magdalena, entre otros; en contraposición se encuentran tierras erosionadas en sectores de baja pluviosidad, entre los que se destacan el cañón del Chicamocha, los alrededores de Villa de Leyva, Cúcuta y Ubaté, el desierto de La Tatacoa, sectores de La Guajira y los estoraques en Santander; en todo el territorio nacional hay ejemplos a granel de suelos bien drenados, pero también

los hay de áreas inundables como la depresión momposina, el bajo Sinú, partes importantes del bajo Magdalena y algunas planicies aluviales de la red hidrográfica nacional.

La mayoría de los suelos colombianos son de naturaleza mineral ya que se han derivado de una gama compleja y variada de materiales geológicos entre los cuales sobresalen, por su importancia, las cenizas volcánicas; sólo enclaves poco extensos de algunos altiplanos en los que hay o hubo lagunas, como en Fúquene y Sibundoy o en áreas cenagosas de la llanura Caribe, hay suelos orgánicos de gran potencial para la agricultura y la ganadería.

El mosaico edáfico se enriquece con suelos en todos los pisos térmicos, desde el nival, en donde la edafogénesis se manifiesta en cualquier sitio abrigado en el que se acumulan materiales orgánicos que sirven de sustento a algunas plantas, hasta las tierras cálidas ubicadas al nivel del mar, pasando por los páramos, ecosistemas tan hermosos como frágiles y suelos tan importantes para la conservación del recurso agua, como susceptibles al deterioro por la acción del hombre; siguen en el descenso los suelos de clima frío, entre los que sobresalen, por su vocación agropecuaria, los de los altiplanos y los de las laderas de pendientes suaves de las montañas; en un nivel inferior aparecen las tierras de clima medio, en donde se encuentra el cinturón cafetero que es, a la vez, la franja más productora de alimentos de la cordillera.

En materia de relieve hay regiones extensas de suelos de llanuras y de altillanuras onduladas, principalmente en las zonas bajas del país; pero en la zona Andina y áreas adyacentes se elevan majestuosas las montañas y las serranías en las que los suelos se desarrollan en topografía muy quebrada a escarpada.

Los suelos y la diversidad vegetal

En el elenco de situaciones descritas la cobertura vegetal del recurso suelo es otro ejemplo de biodiversidad tropical. En las regiones húmedas crecen las selvas exuberantes cuyos suelos almacenan los nutrientes casi exclusivamente en su fase orgánica y son fértiles mientras el bosque de múltiples estratos los cubre, pero se deterioran rápidamente cuando se los despoja de la fuente natural de enriquecimiento orgánico. En los Llanos Orientales abundan los suelos de sabana con pastos naturales de baja capacidad nutricional para el ganado;

sin embargo, el futuro de estos suelos es cada vez más promisorio gracias a los esfuerzos de los científicos cuyos resultados se traducen en tecnologías apropiadas para el desarrollo ganadero y agrícola de la región.

En la zona Andina la vegetación natural ha desaparecido de la mayor parte del área para dar paso a campos labrantíos y a praderas para el sostenimiento de la ganadería. Rodales generalmente pequeños de bosque andino son testigos de la cobertura vegetal que predominó en las cordilleras y le indican al hombre la necesidad de conservarlos y de recuperarlos, en lo posible, para la protección de los suelos, las aguas, la fauna, la diversidad genética y la belleza escénica. El cinturón cafetero se caracteriza por la gran variedad de especies que crecen en sus suelos, por la diversificación de cultivos y por la policromía de la naturaleza.

El páramo es la expresión del clima tropical en altas montañas y en él los fenómenos de glaciación y vulcanismo contribuyen a la formación de una gama variada de suelos ricos en materia orgánica en los que crecen, de acuerdo a Cuatrecasas, pastizales de macollas (*Calamagrostis sp.* y *Festucas sp.*), plantas arrosetadas (*Espeletia sp.* entre las principales) y de cojín o almohadillas, matorrales siempre verdes y matorrales enanos y musgos y líquenes que integran una alfombra protectora que es, a la vez, esponja que almacena agua para beneficio del hombre que habita en las tierras más bajas de la cordillera. En el clima frío la escala de matices verdes contrasta con el color dorado de las mieses prontas para la siega; la abundancia de las cosechas, en tiempos favorables, habla por sí sola de la feracidad del suelo.

En las laderas de las vertientes de clima cálido hay bosques especialmente en las zonas húmedas y fincas ganaderas o parcelas agrícolas en el resto. En la llanura Caribe se destaca la vegetación xerofítica de La Guajira semiárida, los amplios pastizales de las zonas ganaderas y los cultivos agroindustriales (algodón, ajonjolí, arroz, soya, palma africana, frutales) de las planicies aluviales y de los abanicos de pie de monte de la Sierra Nevada de Santa Marta y de otras serranías que embellecen el paisaje costero.

Un recorrido breve por las diferentes regiones naturales del país permite visualizar el patrón de distribución de los suelos y comprobar su variedad que es, como se analizó anteriormente, la base de la diversidad biológica que se encuentra en el cuerpo mismo del suelo y sobre su superficie.

Factores que atentan contra la preservación de los suelos

El comportamiento insostenible del hombre con respecto al planeta tiene efectos que deterioran el recurso suelo y atentan, por consiguiente, contra la productividad de las tierras, la biodiversidad y el desarrollo sustentable. Los fenómenos más evidentes son la *degradación de la tierra*, que no es otra cosa más que el descenso de la productividad biológica y la *desertificación*, que tiene que ver con la disminución de los recursos hídricos, la erosión y los cambios climáticos hacia condiciones más secas, todo esto ocasionado por el uso equivocado del suelo, la contaminación, la lluvia ácida, la deforestación masiva, la salinización y la alcalinización, las inundaciones, el crecimiento desmesurado de las ciudades sobre las tierras agrícolas, el manejo irracional del agua de riego y de las distintas etapas de la labranza, el no uso de prácticas de conservación de suelos, la destrucción de los páramos y otros reductos ecológicos, el sobrepastoreo y muchos factores en la dimensión económico-social: crecimiento excesivo de la población, distribución desigual de la tierra; sistemas injustos de mercadeo agropecuario, costos exagerados de los insumos agrícolas, desempleo, pobreza y violencia.

La conservación del recurso suelo, un deber ético y moral

Las consideraciones que se han hecho y el breve recorrido que se efectuó por el mosaico edáfico del país, no dejan duda acerca del papel que juega el recurso suelo en la preservación de la biodiversidad y el mantenimiento de la calidad de la vida de los colombianos. La supervivencia del hombre sobre el planeta seguirá dependiendo fundamentalmente del suelo y la prosperidad de los pueblos continuará manteniendo estrecha relación con la calidad de la tierra por generaciones y generaciones, a pesar de los esfuerzos que se están haciendo y se continuarán llevando a efecto, en materia de cultivos hidropónicos, alimentos artificiales, desarrollos biotecnológicos, etc..., porque, como se analizó, el suelo no es sólo el medio para el crecimiento de las plantas, sino la clave del equilibrio de la naturaleza.

Preservar el recurso suelo significa trabajar por un futuro más próspero, más justo y más seguro y, por lo tanto, el Estado debe dedicar a esta tarea la máxima prioridad; no hacerlo equivale a quebrantar principios morales, éticos, ambientales y científicos que sumirán al país en más penuria.

El autor hace un llamado a los hombres de todas las regiones de Colombia para que tomen conciencia sobre el respeto que deben a la naturaleza y para que se constituyan en ola de presión popular para que se modifiquen fundamentalmente la administración y las políticas de utilización de los recursos de la tierra.

Que del surco fértil, sembrado por las manos encallecidas de campesinos honestos, brote para siempre la espiga dorada que es pan en la mesa de los hombres y paz en su espíritu.

El suelo, factor clave para el desarrollo y la conservación de las regiones tropicales húmedas

Revista *La Tadeo*, N° 17 de 1988

Introducción

Se ha afirmado en anteriores oportunidades, en estas mismas páginas, que las regiones húmedas tropicales son sin duda tierra de promisión, pero para que el hombre encuentre en ellas bienestar y progreso debe aceptar el reto de descifrar sus secretos y respetar su armonía. Haberse lanzado a la aventura de su conquista sin el conocimiento previo del entorno ha conducido a un fracaso de graves consecuencias para el ecosistema y para el hombre; por esta razón se ha sostenido con energía que no es conveniente la expansión de los frentes de colonización y se le ha dicho al país que no se engañe ahora, que se transita por el intrincado camino de la reconciliación nacional, pensando que las tierras para la paz están en las regiones selváticas; éstas se encuentran en las extensas llanuras del Caribe, en los valles interandinos, en los altiplanos y en otras áreas cuyos suelos fértiles están, muchas veces, subutilizados y no cumplen, por lo tanto, con una función social.

Para que las tierras del bosque húmedo tropical, que son casi la mitad del país, se puedan incorporar a la economía nacional es necesario aceptar que el suelo es diferente en esta parte del territorio colombiano y requiere tecnologías apropiadas para su manejo.

Si se quieren solucionar definitivamente los problemas de los asentamientos humanos, los institutos del Estado que tienen la responsabilidad de estudiar y proteger los recursos naturales y aumentar la producción de alimentos y fibras, deben dedicar recursos humanos y de capital a proyectos integrados de investigación a corto, mediano y largo plazo cuyos resultados permitan utilizar racionalmente los bienes de la naturaleza en beneficio del hombre que habita estos lugares, el cual necesita con urgencia respuestas a sus clamores que son, a la vez, la denuncia descarnada de la angustia que le produce el abandono en que lo tiene el Estado y la pobreza absoluta en que vive.

En este artículo se muestra el suelo de las regiones húmedas tropicales como un laboratorio extraordinario, principalmente en la fase orgánica, en el que tienen lugar reacciones físico-químicas y biológicas fundamentales para permitir el milagro maravilloso de la vida en esta parte del territorio nacional. Se afirma que los suelos de estos ecosistemas son productivos mientras no se destruya la fuente primaria de su fertilidad: su parte orgánica; y se expresa la esperanza de que, a través de la utilización racional del recurso tierra, el hombre encuentre, en medio de la majestuosidad de la selva, el paraíso que siempre ha soñado.

Estado del conocimiento

El conocimiento del suelo amazónico es relativamente reciente y por lo menos, en cuanto a Colombia se refiere, los estudios más importantes sobre el tema se iniciaron a principios de la década de los setenta, con el inventario de los recursos físicos del área ejecutado por el Proyecto Radargramétrico del Amazonas (Proradam). Con lo anterior no se pretende afirmar que no se hicieron otras investigaciones, pero estas fueron de carácter puntual, producto de esfuerzos aislados de los investigadores, y estuvieron dirigidas principalmente al aspecto de la fertilidad y de los suelos, con excepción del *Estudio sobre Génesis. Clasificación y aptitud de explotación de algunos suelos de la Orinoquía y la Amazonía colombianas* de Cortés y colaboradores (1973), patrocinado por la Universidad Jorge Tadeo Lozano, y la tesis doctoral de Benavides (1973) realizada en la Universidad Carolina del Norte (EEUU), sobre *Características mineralógicas y químicas de algunos suelos de la Amazonía de Colombia*. También el Instituto Geográfico llevó a efecto, durante la misma época, y aún continúa haciéndolo, levantamientos agrológi-

cos de regiones importantes del pie de monte, como parte del programa de inventario de las tierras del país.

La pobreza de la fase mineral

Los levantamientos integrados llevados a cabo con la ayuda de imágenes de radar en Brasil y Colombia y otros estudios recientes han demostrado que los suelos se caracterizan por un nivel de fertilidad muy bajo en la fase mineral. Aquí es necesario explicar al lector que la mayoría de los suelos están constituidos por materiales minerales y orgánicos igualmente importantes para el sostenimiento de la vegetación. La pobreza de la parte mineral de los suelos amazónicos la demuestra el alto grado de acidez, la saturación de bases muy baja, la ausencia de calcio, magnesio y potasio intercambiables, o la presencia de contenidos totalmente insuficientes para suplir las necesidades de las plantas, la marcada pobreza en fósforo aprovechable y los altos contenidos de aluminio de cambio. Los análisis mineralógicos de la fracción arena demuestran que el cuarzo, que no ofrece elementos nutrientes para las plantas, existe en porcentajes superiores al 95% en la mayoría de los suelos que se han estudiado, mientras que los minerales fácilmente intemperizables y ricos en nutrientes no existen o se presentan en cantidades insignificantes; la arcilla dominante, por otra parte, es la caolinita y hay notable deficiencia de materia orgánica en todo el perfil con excepción de los primeros 5 o 10 cm. Esta situación lejos de mejorar, empeora hacia el oriente, en la Comisaría del Guainía y Vaupés por ejemplo, en donde como se anotó anteriormente, se presentan extensas zonas de suelos derivados de depósitos arenosos cuarcíticos, tan pobres que sólo permiten el crecimiento de una vegetación arbustiva raquítica que los nativos llaman «caatingal».

La fase orgánica, clave de la fertilidad

La situación descrita indica que la nutrición vegetal en la Amazonía depende principalmente de la fase orgánica del suelo (horizontes O), a diferencia de lo que ocurre en la región Andina, en la que las plantas se nutren de las sustancias almacenadas en la fase orgánico-mineral (horizontes A de los perfiles de suelo o capa arable, en el lenguaje común). Se ha sugerido que en la Amazonía se establece un ciclo directo de nutrientes en tal forma que las plantas obtienen su alimento de la capa de hojarasca y otros residuos orgánicos en descomposición, a través de raíces «alimentadoras» y hongos micorriza.

Se tiene, entonces, que el suministro de nutrientes provenientes de los horizontes minerales del suelo es escaso pero, por fortuna, la materia orgánica fresca y el humus aportan a la vegetación la mayor parte de los nutrientes que necesita para su desarrollo. Así, mientras el ciclo natural de nutrientes, a través de las raíces hacia los tejidos de las plantas y desde los residuos vegetales de nuevo hacia el suelo, no se interrumpe, se puede conservar la fertilidad intrínseca de esos suelos.

De acuerdo a los hechos expuestos es incorrecto afirmar que los suelos de la Amazonía son pobres y mucho menos infértiles, como algunos señalan. Cuando el suelo conserva intacto su perfil, es decir, cuando subsisten tanto los horizontes orgánicos como los minerales, el suelo es tan fértil y productivo como el ecosistema al que pertenece. Otra situación muy distinta aparece cuando se destruye la fase orgánica, por tala y quema de la cobertura vegetal permanente, tipo multiestrata, y por oxidación y erosión de los horizontes superficiales del suelo. Este, una vez decapitado, se torna pobre en nutrientes, poco productivo y altamente erodable, particularmente cuando está en paisajes disectados.

Por lo anterior es necesario indicar claramente, cuando se hace referencia a los suelos amazónicos, si se está hablando de un suelo en condiciones naturales o de uno deteriorado por la acción irracional del hombre; son dos situaciones completamente diferentes que crean confusión innecesaria.

Interpretaciones incorrectas con respecto al suelo amazónico

Es un hecho generalizado que quien trata temas científicos relacionados con la región amazónica, haga mucho énfasis en la pobreza de los suelos y en la aparente contradicción entre esta situación y la existencia de la vegetación exuberante de la selva. Los mismos edafólogos han contribuido a la propagación de las interpretaciones erróneas de la realidad edáfica de la Amazonía, porque al llevar a efecto los estudios del suelo olvidan, con frecuencia, describir minuciosamente los horizontes orgánicos del perfil del suelo y tomar muestras para determinar el contenido de nutrientes de la fase puramente orgánica. En esta forma los resultados de los análisis de laboratorio muestran la silueta de un perfil decapitado, tal como se lo encontraría luego de

las etapas de desmonte, agricultura de subsistencia y transformación final en pradera.

A continuación se analizan algunas interpretaciones incorrectas relacionadas con el recurso suelo en la Amazonía, las cuales son comunes en los congresos, seminarios y artículos sobre esta importante región.

La vegetación y su dependencia del suelo

Es común que algunos destacados naturalistas le resten importancia al suelo amazónico en el proceso de nutrición vegetal, argumentando que los análisis indican que la biomasa de un típico bosque tropical consiste en 44% de carbono, 45% de oxígeno, 6% de hidrógeno y solamente el 5% de minerales, de donde resulta que el 95% de esa biomasa está constituido por materiales tomados y fijados del aire con ayuda de la energía solar y sólo una mínima parte (5%) de materiales que proceden del suelo. Pero esta afirmación, si bien es cierta en términos del proceso fotosintético, no es clara desde el punto de vista del papel fundamental que juegan, no sólo los nutrientes procedentes del suelo como un todo, sino cada uno de ellos en particular, incluyendo a aquellos denominados elementos menores o traza, cuyos contenidos en el suelo, así como los requerimientos de las plantas, son aparentemente insignificantes, pero realmente cruciales para la existencia de la vida sobre el planeta.

Los nutrientes que proceden del suelo son utilizados en la elaboración de una gran cantidad de sustancias esenciales para el mantenimiento y desarrollo de las plantas, ya que, como los animales, estas requieren de compuestos que contengan otros elementos además del carbono, el oxígeno y el hidrógeno que fijan durante la fotosíntesis. Aunque las plantas superiores pueden obtener elementos mediante absorción lenta a través de hojas y tallos, la mayor proporción de elementos la absorben del suelo, por el sistema radicular.

Como se sabe, el nitrógeno es esencial para la síntesis de todas las proteínas y de muchas otras moléculas orgánicas, algunas de las cuales también contienen azufre. El fósforo es necesario para la síntesis de nucleótidos y ácidos nucleicos. El calcio es necesario en los compuestos que forman la sustancia intercelular que actúa como cemento para mantener unidas las células del cuerpo de la planta. Cada molécula de clorofila requiere de un átomo de magnesio y

necesita de compuestos que contengan hierro para estructurarse. Las plantas que viven en suelos deficientes en sales de potasio, crecen poco y las hojas presentan márgenes amarillos y zonas con tejidos muertos.

Además de los elementos mencionados, las plantas necesitan cantidades pequeñas de cobre, zinc, boro, manganeso, molibdeno y otros elementos que, en general, forman parte de las moléculas de enzimas o coenzimas sin las cuales la planta no podría sobrevivir. Los efectos del exceso o carencia de algún o algunos elementos, son determinantes en el desarrollo adecuado de los cultivos y, por lo tanto, de su productividad; de ahí que las investigaciones en este sentido hayan avanzado mucho en los últimos años y constituyan uno de los aspectos más importantes de la agricultura moderna.

Pero bien se siga la ley del mínimo de Justus von Liebig o se acepte la ley de Mitscherlich de los factores de crecimiento de las plantas, lo importante es que la cooperación de muchos factores heterogéneos de crecimiento es absolutamente necesaria para producir una planta. Y muchos de estos factores son edáficos y su comprensión en el medio amazónico necesita del concurso de especialistas en los campos de la física, la química, la mineralogía, la biología, la fertilidad, la génesis, la morfología, la taxonomía, la cartografía, la tecnología y la conservación de los suelos.

Y debe quedar claro también que los suelos amazónicos no son sólo un soporte físico para la vegetación, sino un laboratorio extraordinario, principalmente en la fase orgánica, en la que tienen lugar reacciones físico-químicas y biológicas fundamentales y a través de la cual circulan los nutrientes en ciclo cerrado para permitir el milagro permanente de la vida vegetal y animal en esa parte del planeta.

Otra interpretación incorrecta con relación a la Amazonía es la idea de que el ecosistema es productivo a pesar del suelo pobre que lo integra. A continuación se analiza el concepto de ecosistema y el papel que el suelo juega en él para demostrar, una vez más, que el suelo original con sus horizontes orgánicos y demás propiedades físico-químicas y biológicas es parte fundamental del sistema productivo. Es el hombre el que destruye la unidad y rompe el equilibrio acabando la fase orgánica que es la fuente más importante de la nutrición vegetal.

En 1935 el botánico Tansley definió el ecosistema como el agregado de plantas, animales y microbios, más el medio ambiente en el cual viven. El término ganó gran popularidad y hoy los ecólogos lo utilizan para describir un sistema gigante que se extiende hacia afuera hasta el infinito y es, por lo tanto, de una complejidad fantástica. Por esto es más conveniente colocar límites creando así un sistema físico finito con masa y volumen determinados, y con la posibilidad de evaluar la energía y el flujo de masa a través de los límites impuestos. Las distinciones son importantes para el análisis del sistema: mientras los ecosistemas finitos llegan a ser organizados y ordenados, el ecosistema universo siempre gana desorden o entropía.

Cuando el suelo forma parte de un segmento de la tierra, dentro de unos límites seleccionados, hace parte de un ecosistema terrestre; sus límites son arbitrarios: el límite superior está donde quiera que se tomen registros, por ejemplo de precipitación pluvial, densidad de flujo de la luz y temperatura ambiental. El límite inferior corresponde al contacto suelo/no suelo (material geológico), el cual es relativo y depende del criterio y del interés del investigador; los límites laterales del ecosistema frecuentemente coinciden con cambios de topografía, clima, materiales parentales y nivel freático. El profesor Hans Jenny en su libro *The Soil Resource* (1980), al referirse a las porciones o subsistemas de un ecosistema terrestre los denomina «espacio suelo» y «espacio verde». El primero incluye los horizontes del suelo, sus partículas minerales y orgánicas, los poros llenos de gas y agua, y todos los organismos que habitan en él. El segundo comprende todas las partes del ecosistema terrestre sobre la superficie del terreno, las plantas, los animales y los espacios entre ellos.

El suelo no es el ambiente abiótico de las plantas porque está lleno de billones de animales pequeños y microorganismos; el suelo es la sumatoria de todas sus partes, y aun cuando no es, en esencia, un organismo que pueda multiplicarse, se lo considera en el planeta como un sistema viviente.

Aplicar estos conceptos a los ecosistemas terrestres de la Amazonía es muy importante porque con frecuencia se afirma que el suelo es pobre, pero se reconoce que el ecosistema es rico. Y ésta es una contradicción que no se puede admitir, porque el «espacio suelo» depende del «espacio verde» y viceversa.

Colocar límites entre los dos compartimentos o «espacios» puede llegar a ser físicamente frustrante. Jenny (1980) afirma que muy pocos se inclinan a considerar las raíces de los árboles como una propiedad del suelo. Pero si eso no hace el límite de suelo y vegetación tendría que seguir la línea de contorno de la superficie de las raíces, incluyendo la de las raicillas más finas y las irregularidades epidérmicas, produciéndose así un límite de inmanejable tortuosidad. Por conveniencia, entonces, el suelo comienza en el piso del bosque y en la base de un árbol, como si el ecosistema hubiera sido completamente talado. El límite entre «espacio verde» y «espacio suelo» es operacional y es utilizado únicamente por los especialistas (botánicos, edafólogos) para los correspondientes estudios.

En la Amazonía, como en cualquier parte del planeta, el «espacio verde» y el «espacio suelo» son sistemas simbióticos en permanente interacción. El suelo necesita los horizontes orgánicos para ser fértil y la vegetación que enriquece continuamente esa parte del perfil y la protege, toma de ellos los nutrientes que requiere para su desarrollo. El uso potencial de los suelos amazónicos exige, como el de ningún otro suelo del país, que se use el concepto de ecosistema terrestre como un marco amplio, para la investigación en manejo de suelos y en el desarrollo de una vegetación que sea capaz de aumentar la producción de fibras y alimentos para el consumo interno y la exportación sin degradar el recurso.

Posibilidades de utilización del recurso suelo

Cuando se habla de las posibilidades de utilización del recurso suelo en la Amazonía, casi siempre se piensa en términos de la agricultura de monocultivos o de cultivos múltiples, similar a la que se desarrolla en la actual frontera agrícola del país, o inclusive, del mundo. E igual acontece con la ganadería, la cual es excluyente de cualquier especie diferente de los tipos de ganado mayor o menor, que actualmente se desarrollan en otras regiones del territorio nacional. Pero son pocas las personas que conciben la Amazonía del futuro como el centro de un nuevo comportamiento humano en Colombia, que acorde con sus características particulares, se convierta en productora de grandes cantidades de alimentos, fibras y materias primas de origen vegetal para la obtención de energía. Porque un comportamiento nuevo significa un cambio drástico de mentalidad, el cual sólo es posible a partir del conocimiento físico y científico

de la región; y sólo conoce físicamente el área quien ha permanecido en ella durante un tiempo suficiente para visitar sus lugares importantes desde el punto de vista geopolítico, antropológico, biológico, económico, turístico y social y quien, por tal razón, entiende las características del entorno y la idiosincrasia de los habitantes. De igual manera, sólo posee un conocimiento científico del medio amazónico el investigador que ha desarrollado estudios serios sobre problema que atañen a su especialidad; que se ha preocupado por asistir a congresos, seminarios y otros eventos y que es estudioso constante y consultor asiduo de la literatura acumulada sobre el tema.

Para el investigador de la Amazonía no deben parecer ideas exóticas la utilización de la fauna silvestre, la cosecha del bosque, el aprovechamiento de la energía solar e hidroeléctrica y de los recursos del subsuelo, el desarrollo del turismo, ni la ejecución de proyectos agroindustriales en sistemas multiestrata y agrosilvo-pastoriles, con cultivos del medio, o fácilmente adaptables a él, como por ejemplo el inchí, el seje, el guaraná, el babasú, el chontaduro, el árbol del pan, muchas nueces, frutales y otras especies vegetales de alto valor económico.

El haber llegado a la Amazonía con la mentalidad andina, lo que ha significado la implantación en la región de prácticas de manejo de los recursos, que son buenas para otras zonas del país, mas no para ésta, ha sido una de las principales causas del tremendo fracaso de los frentes de colonización, el cual se ha traducido en violencia, corrupción y pobreza absoluta.

Hay motivos para ser optimistas en cuanto al desarrollo de la cuenca amazónica si los planificadores y los científicos trabajan en equipo para usar eficientemente sus recursos. Los sistemas de producción, especialmente aquellos que se aproximan a las condiciones del estado de equilibrio del ciclo de nutrientes del bosque nativo, tienen un gran potencial. La agricultura migratoria, los cultivos perennes, la plantación de árboles, la silvicultura y en algunos casos el pastoreo, son todos sistemas utilizables, si se toma cuidado en la elección del sitio y del manejo apropiado, para evitar el riesgo de deterioro de los suelos.

Aun en el caso de las áreas de colonización ya comienzan a darse respuestas para su uso racional. Las bases pedológicas de un manejo técnico de los suelos tropicales, de características tan particulares como los de la Amazonía, están siendo estudiadas con mucho interés dentro y fuera del trópico americano.

Hoy en día la opinión general de los especialistas respecto a los problemas de fertilidad, acidez y toxicidad, es que son complejos pero solucionables. El problema central se relaciona con los costos de los fertilizantes y de los correctivos lo cual, en el caso de la mayoría de los colonos que son gente pobre, es un gran limitante para las actividades agrícolas a nivel comercial.

La producción futura de alimentos en los suelos amazónicos, en forma masiva, deberá llevarse a efecto con sistemas autosostenidos, con estructuras y características bioecológicas similares a las del ecosistema natural. Las microrrizas de la capa orgánica del suelo y su inoculación controlada, para incrementar la eficiencia del ciclo de nutrientes, será de gran utilidad para la agricultura amazónica, e igual cosa puede decirse del rizobio y de otros micro-, meso- y macroorganismos. Las alternativas de desarrollo incluyen la intensificación de la agricultura mediante el uso de fertilizantes y la implantación de cultivos que se adapten a las condiciones de suelo y climas existentes. Pero no hay que olvidar que para el desarrollo armónico de las áreas es crucial la preservación de la fertilidad del suelo, lo cual implica, como ya se explicó, la conservación de la fase orgánica.

En los frentes de colonización, en donde el suelo ha sido degradado, es necesario recuperar la fertilidad original propiciando el restablecimiento de una cobertura vegetal permanente tipo multiestrata, practicando el abonamiento orgánico en todas las formas posibles y agregando fertilizantes. La fertilización es más prometedora de lo que a menudo se supone; además un cultivo con el tiempo conduce inevitablemente a la disminución de la fertilidad de cualquier suelo, no solo del suelo amazónico, lo que hace indispensable el uso de fertilizantes. Pero si el precio de esos fertilizantes es demasiado alto, en relación con el valor de la producción del cultivo, no habrá otra alternativa sino la de recurrir al sistema de agricultura migratoria, para encontrar en la fase orgánica una fuente barata de nutrientes.

Conclusión final

El autor ha intentado en estas páginas mostrar que el suelo amazónico es fértil y que la fuente de nutrientes para el sostenimiento de la vegetación está principalmente en la fase orgánica, la cual es un eslabón fundamental del ciclo cerrado en que circulan los elementos minerales del ecosistema. También ha

señalado que el suelo de la región amazónica es altamente susceptible al deterioro, una vez pierde la cubierta vegetal protectora, y que su degradación es el inicio de una serie de fenómenos adversos, que afectan la calidad del entorno y destruyen la esperanza del progreso y bienestar del hombre colombiano que, por una u otra razón, llegó a esas tierras ardientes del trópico en busca de una vida mejor.

Como edafólogo que es, el autor siente la necesidad de aclarar, particularmente a las nuevas generaciones, la realidad del recurso suelo de la región amazónica que es, a la vez, la de todos los suelos cubiertos de bosque húmedo tropical, y prefirió dar más énfasis a las potencialidades del recurso que a sus limitaciones, sin ocultar el vaticinio de los desastres que ocurrirán como fruto de la acción demencial del hombre en la región. Es indudable que el colombiano aceptará con más facilidad la responsabilidad de proteger la Amazonía, si está convencido de que en esta región hay riquezas que vale la pena proteger, porque pueden significar, hacia el futuro, la supervivencia del hombre en el planeta y, en el presente, una esperanza para el colono cuya vida se debate entre los rigores de la pobreza absoluta y la violencia.

El suelo, gran ausente en nuestra agenda ambiental

Revista *La Tadeo*, N° 30 de 1991

Se observa con sorpresa que en la elaboración del documento de trabajo de la Comisión Nacional preparatoria de la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que se celebró en Brasil en 1992, no se hubiera tenido en cuenta, dentro del análisis del medio físico-biológico, al componente suelo. La exclusión de tan importante cuerpo natural priva al debate de los criterios que sobre el problema ambiental del país tiene el edafólogo y que son el producto de más de medio siglo de estudio permanente del recurso, no sólo desde el punto de vista de su distribución geográfica, sino del conocimiento de sus características físico-químicas, mineralógicas y biológicas y, muy especialmente, de sus relaciones con las actividades socioeconómicas, políticas e institucionales que tienen lugar a todo lo largo y ancho del territorio nacional.

Elemento de análisis del medio ambiente

Quienes no consideraron importante la participación del edafólogo en el equipo de trabajo, son inconsecuentes con su prédica sobre la dimensión ambiental e ignoran que el suelo es la síntesis del material geológico a partir del cual se formó, y del relieve en que está ubicado, del tiempo durante el cual han actuado los procesos genéticos, del clima de la respectiva región y de la acción permanente de los organismos vivos, incluyendo al hombre, quien con su inteligencia mejora el suelo formado y con su comportamiento irracional lo deteriora. El perfil del suelo es la radiografía que registra la historia del proceso evolutivo natural y los fenómenos antrópicos que variaron su curso en un momento dado de la edafogénesis.

El edafólogo le hubiera señalado al grupo interdisciplinario de evaluación de la problemática ambiental, el impacto que la oferta de tierras tiene en las posibilidades de desarrollo regional, los limitantes que existen para el aprovechamiento pleno del recurso, los conflictos de uso del suelo y la susceptibilidad del entorno al deterioro. Para facilitar la comprensión de sus observaciones, el especialista en suelos hubiera presentado los resultados de su análisis en mapas temáticos, a escala adecuada, y con leyendas sencillas que explican el fenómeno cartografiado.

La importancia de analizar la temática del medio ambiente a través de la óptica del edafólogo se basa, muy especialmente, en el conocimiento de las interacciones que se producen entre ese cuerpo natural y los demás componentes de un ecosistema y en el análisis de los fenómenos que han sucedido a través del tiempo; adicionalmente se estudia el recurso desde el punto de vista de los fenómenos que pertenecen al medio social y al campo económico.

La concepción pentadimensional del suelo

Lo anterior implica el análisis del suelo en cinco dimensiones, tres de las cuales están enmarcadas en las direcciones largo, ancho y profundidad. En ellas, precisamente, se registran los datos colectados en el campo mediante la descripción de perfiles de suelo, y también se obtienen los resultados de los análisis de laboratorio de muestras representativas tomadas en el terreno. Las otras dos constituyen la dimensión témporo-espacial y la denominada económico-social.

Estudiar el suelo en la dimensión temporal implica analizar, en la escala del tiempo, los fenómenos climáticos, geológicos y geomorfológicos que tuvieron lugar desde la formación de la corteza terrestre hasta el perfil del suelo y todos los eventos de orden antrópico que han alterado el modelo evolutivo de los suelos. Los cambios en la naturaleza y en la calidad del suelo se manifiestan en su perfil, y la comprensión de tales marcas es el camino correcto para conocer mejor el suelo y su capacidad de uso y manejo y –lo que es más importante– para hacer predicciones acerca del futuro del recurso en cuanto a su conservación, mejoramiento o destrucción.

En la dimensión espacial, el suelo aparece formando parte del medio físico en el cual existe un universo biótico en interacción permanente con este para dar lugar, en conjunto, a un ecosistema. Reconocer que el suelo es parte fundamental de los ecosistemas tiene efectos importantes en su estudio porque permite que el edafólogo se integre con los demás especialistas de los distintos campos de las ciencias naturales para entender, con mayor claridad, el funcionamiento del entorno físico y para planear mejor su utilización y conservación.

Analizar el suelo en la dimensión económico-social es establecer relaciones directas *suelo-hombre*, *suelo-tenencia de la tierra*, *suelo-analfabetismo*, *suelo-salubridad humana*, *suelo-disponibilidad de recursos económicos*, etc., que a menudo se olvidan o se tratan vagamente en los estudios agrológicos. En el pasado, el especialista en suelos concentró su mayor atención en comprender las interacciones que ocurren entre el suelo y las plantas o en la fase *suelo-agua-aire*, pero descuidó, por lo menos en parte, analizar el impacto de los aspectos sociales y económicos en la productividad y en la conservación del suelo.

Es muy difícil, si no imposible, llevar a efecto una campaña de manejo racional del suelo que permita utilizar el recurso conservándolo y aun mejorándolo si la comunidad que habita la región señalada para el proyecto está conformada por gentes débiles, desnutridas, analfabetas, desposeídas de su terruño o minifundistas, carentes de crédito, víctimas de intermediarios inescrupulosos, explotadas por caciques políticos, líderes religiosos o terratenientes con mentes feudales. No hay ambiente para aprovechar al máximo la tierra ubérrima en regiones en donde la violencia impuesta por la subversión, el narcotráfico y la delincuencia común, castiga sin piedad a los agricultores, ganaderos y demás productores del sector rural. Se puede afirmar

que el deterioro del suelo es mayor en aquellas áreas en las que los problemas anotados son más graves.

Pero no solamente los problemas de tipo social y económico que afectan a la gente del agro son limitantes de la productividad y causantes de la destrucción del recurso suelo. Ligados a ellos existen problemas de tipo institucional y cultural que constituyen factores determinantes de la disminución de la calidad o de la pérdida total del suelo. Presupuestos insuficientes de las instituciones del sector agropecuario, la carencia en ellos de técnicos capacitados, el desconocimiento de la realidad material y social de las diferentes regiones del país que debería ser la base de sus programas, la falta de coordinación entre entidades y la duplicidad de funciones, el desperdicio de recursos, la improvisación, la falta de responsabilidad y de motivación de algunos funcionarios, son algunos de los fenómenos de tipo institucional que afectan seriamente los programas de manejo y conservación de suelos.

Así mismo, desde el punto de vista cultural el desconocimiento de la cultura de cada pueblo o región, de la lengua en el caso de las comunidades indígenas, de las tradiciones, la idiosincrasia o la problemática social, conduce directamente al fracaso de cualquier plan de desarrollo armónico del recurso suelo. Igual cosa sucede por la subvaloración del campesino, que es tan común en el país. Siempre se ha ubicado a la gente del agro en los más bajos niveles sociales y en no pocas mentes hay la creencia de que el campesino es perezoso e inferior en muchos aspectos.

Un bajo nivel de educación ecológica o la ausencia total de esta, y el afán de enriquecimiento fácil y rápido que caracteriza actualmente a diversos niveles de la sociedad colombiana, unido a la incapacidad de las instituciones para controlar el cumplimiento de las disposiciones legales sobre explotación y conservación de los recursos naturales, son obstáculos inmensos para el buen manejo del suelo.

La carencia de recursos económicos, tanto por parte de los campesinos como de las instituciones, constituye un limitante importante para el manejo racional del suelo. Las implementaciones tecnológicas son costosas y sólo pueden utilizarse en la grande o mediana propiedad. En el minifundio únicamente se usan prácticas de manejo tradicionales que requieren muy poca o ninguna

inversión. El suelo, por otra parte, sufre una explotación continua e intensiva al extraerle los frutos necesarios para abastecer las necesidades de una familia, cosa que muchas veces se consigue con dificultad.

Estudiar el suelo y sus relaciones con la actividad del hombre es introducir en el proceso de su conocimiento y análisis la dimensión ambiental, pues ésta es, en su concepción más simple, la relación e interdependencia entre dos universos indisolublemente ligados: el social y el natural.

Casos que ilustran

Los suelos del trópico húmedo

Un caso específico que ayuda a evaluar la contribución del especialista en suelos al entendimiento del conjunto de problemas propios del medio ambiente, es el de los frentes de colonización del medio húmedo tropical, en los cuales, como es bien sabido, además de producirse una agresión severa del hombre contra la naturaleza por la destrucción del bosque nativo, se ha desencadenado violencia del hombre contra el hombre, corrupción y pobreza absoluta. Las respuestas que hasta ahora ha ofrecido el Estado, ineficientes por cierto (titulación de tierras, infraestructura vial, algunas escuelas, uno que otro puesto de salud), no han tenido en cuenta la verdadera aptitud de los suelos, sino que han asumido que estos pueden transformarse de forestales a agrícolas y ganaderos por la acción del colono espontáneo, o en virtud del criterio de un técnico despistado que pontifica desde una cómoda oficina bogotana. La realidad es que la gran mayoría de las tierras del trópico húmedo (Amazonía, parte de la Orinoquía, andén Pacífico, valle medio del Magdalena) no son aptas para la agricultura, por lo menos en los términos convencionales de intensidad, clase de cultivos, tipo de labranza, etc., ni tampoco para la ganadería, actividad que en Colombia cuenta con zonas óptimas y suficientes, en donde se están haciendo esfuerzos para multiplicar y mejorar la producción.

Hay un gran desconocimiento sobre el manejo de la fase orgánica de los suelos del trópico húmedo para asegurar rendimientos sostenidos en la actividad agropecuaria ya que aquella, a diferencia de la fase mineral, es la responsable principal de la nutrición vegetal. Es necesario trabajar intensamente en la búsqueda de sistemas de producción eficientes que permitan, en el caso de los

frentes de colonización, recuperar la fertilidad perdida tras la tala del bosque y obtener excedentes agrícolas para la comercialización.

Quienes duden del papel que juega el suelo en la problemática ambiental que se vive en las zonas colonizadas de las áreas selváticas, que piensen en lo que hoy sucedería si los hombres que se desplazaron hasta esas regiones, en vez de los suelos frágiles y diferentes que hallaron, hubiesen encontrado suelos similares a los del valle del Cauca, la llanura Caribe o el valle alto del río Magdalena. Con seguridad que habría riqueza y, posiblemente, paz, si la ocupación del espacio hubiera estado acompañada de una justa repartición de la tierra.

Los suelos de la llanura del Caribe

La violencia que hoy vive la región Caribe es otro caso en que está involucrado el recurso suelo, pero no por problemas en sus tres dimensiones euclidianas, sino por fenómenos de desequilibrio en la dimensión económico-social. La concentración de la propiedad rural en pocas manos, la subutilización de la tierra, el uso equivocado de la misma, el desempleo o el trabajo injustamente remunerado, acrecentaron rápidamente la pobreza absoluta que ha sido el caldo de cultivo para la subversión, la corrupción y la barbarie.

Los conflictos del uso del suelo

¿Cómo se podría entender cabalmente el problema ambiental colombiano si no se tiene en cuenta la aptitud de las tierras del país y los grandes conflictos de uso que hoy afectan el territorio? A un estudioso de ciencias ambientales le debe preocupar, por ejemplo, que se esté desperdiciando el potencial agrícola del 60% de las tierras aptas para esa actividad y que el país esté sobrepasando su capacidad ganadera en casi un 20%, mientras que los bosques desaparecen, a ritmo acelerado, para sembrar cultivos de pancoger y para extender las praderas de regular a baja calidad.

El problema de la desertificación...

Ocurre en forma activa en 1'000.000 de hectáreas (0,9% del territorio nacional). Presenta síntomas evidentes de progreso en 720.000 hectáreas (0,6%) y comienza a mostrar signos de su existencia en 15'580.000 hectáreas (13,6%) de tierras con clima seco en el territorio nacional. Por ello afecta severamente

el entorno del hombre colombiano, que sufre la disminución de los recursos hídricos y la pérdida del suelo fértil por la erosión.

... y de la agricultura de ladera

Más de seis millones de campesinos en las laderas de la cordillera manejan suelos aptos para la actividad agropecuaria, pero muy susceptibles al deterioro por problemas de relieve. No asistirlos técnicamente, quitarle los subsidios, encarecerles los insumos e impedirles llevar a efecto los cultivos que saben sembrar, porque sale más barato importarlos, es desconocer que del trabajo de estos hombres depende la paz y la tranquilidad del país. El costo social es un parámetro más a ser tenido en cuenta al analizar el costo-beneficio de la agricultura de ladera.

Consideración final

Los criterios analizados y los ejemplos expuestos son prueba fehaciente de que la contribución del edafólogo al estudio de la situación ambiental del país es fundamental para que éste sea de veras interdisciplinario y para que llegue realmente a conclusiones y a sugerencias verdaderas. Nadie gana excluyendo a una disciplina científica y menos cuando ésta tiene tanto que ofrecer para el conocimiento del medio y sus problemas; lo cierto es que el país pierde, al igual que el movimiento ambientalista, cuando este trata aún de ganar adeptos entre los colombianos.

El recurso suelo en el valle del río Magdalena

Revista *La Tadeo*, N° 36 de 1993

Para entender la problemática de los suelos en el valle del gran río de la Magdalena es necesario, por una parte, concebir el recurso en dimensiones diferentes a las tres dimensiones euclidianas y, por otra, enmarcarlos dentro del mosaico edáfico de las regiones Andina y Caribe porque el valle está indisolublemente ligado a toda la cuenca hidrográfica e, inclusive, al resto del país.

La concepción pentadimensional del suelo

La importancia de analizar la temática del medio ambiente a través de la óptica del edafólogo se basa, muy especialmente en el conocimiento de las interacciones que se producen entre este cuerpo natural y los demás componentes de un ecosistema y en el análisis de los fenómenos que han sucedido a través del tiempo; adicionalmente se estudia el recurso desde el punto de vista de los fenómenos que pertenecen al medio social y al campo económico.

Lo anterior implica el análisis del suelo en cinco dimensiones, tres de las cuales están enmarcadas en las direcciones largo, ancho y profundidad y son, precisamente, en las cuales se registran los datos colectados en el campo mediante la descripción de perfiles de suelo y donde se obtienen los resultados de los análisis de laboratorio de muestras representativas tomadas en el terreno. Las otras dos constituyen la dimensión témporo-espacial y la denominada económico-social.

Estudiar el suelo en la dimensión temporal implica analizar, en la escala del tiempo, los fenómenos climáticos, geológicos y geomorfológicos que tuvieron lugar desde la formación de la corteza terrestre hasta el perfil del suelo y todos los eventos de orden antrópico que han alterado el modelo evolutivo de los suelos. Los cambios en la naturaleza y en la calidad del suelo se manifiestan en su perfil y la comprensión de tales marcas es el camino correcto para conocer mejor el suelo y su capacidad de uso y manejo y, lo que es más importante, para hacer predicciones acerca del futuro del recurso en cuanto a su conservación, mejoramiento o destrucción.

En la dimensión espacial, el suelo aparece como parte del medio físico en el cual existe un universo biótico en interacción permanente con éste, dando lugar, en conjunto, a un ecosistema. Reconocer que el suelo es parte fundamental de los ecosistemas tiene efectos importantes en su estudio porque permite que el edafólogo se integre con los demás especialistas de los distintos campos de las ciencias naturales para entender, con mayor claridad, el funcionamiento del entorno físico y para planear mejor su utilización y conservación.

Analizar el suelo en la dimensión económico-social es establecer, como se afirmó anteriormente, relaciones directas *suelo-hombre*, *suelo-tenencia de la*

tierra, suelo-analfabetismo, suelo-salubridad humana, suelo-disponibilidad de recursos económicos, etc.

Estudiar el suelo y sus relaciones con la actividad del hombre es introducir en el proceso de su conocimiento y análisis la dimensión ambiental pues esta es, en su concepción más simple, la relación e interdependencia entre dos universos indisolublemente ligados: el social y el natural.

El mosaico de suelos en el valle del Magdalena

De los valles interandinos el más extenso es el del río Magdalena, ubicado entre los ramales Central y Oriental de la cordillera Andina. De acuerdo al *Atlas de Colombia*, elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y publicado en 1992, el río tiene una longitud total de 1.540 kilómetros.

El valle alto está comprendido desde el nacimiento del río, en la laguna de su nombre ubicada en el páramo de Las Papas, en el Macizo Colombiano, hasta la altura de los puertos de La Dorada y Salgar en los departamentos de Caldas y Cundinamarca, respectivamente. La longitud de esta parte del valle es de 639 kilómetros. La región tiene un clima seco y ha sido objeto de un intenso desarrollo agropecuario.

El valle medio del Magdalena comienza al norte de La Dorada y se extiende hasta el sitio denominado Bodega Central, al sur de Gamarra, con una longitud de 386 kilómetros. La región es húmeda, selvática y de escaso desarrollo económico, salvo por la industria del petróleo y la extracción de maderas.

Las variaciones en las condiciones climáticas y en los aspectos vegetacionales que se observan a todo lo largo del valle del Magdalena, particularmente cuando se compara el sector alto con el medio, la existencia de numerosas formas del relieve, al igual que la incidencia de materiales geológicos distintos, hacen que el patrón de distribución de los suelos de esta importante región del país sea variado e interesante desde el punto de vista científico y práctico.

En el alto Magdalena los suelos son, en general, básicos y ricos en nutrientes para las plantas, aunque sometidos a períodos largos de sequía; en el Magdalena medio gran parte de los suelos son ácidos y de baja fertilidad, pero a diferencia de lo que ocurre en el valle alto, permanecen húmedos casi todo el año;

la acidez está asociada con altos contenidos de aluminio de cambio. Algunos suelos del valle medio tienen alto contenido de elementos nutrientes, *v.gr.* en la región de Puerto Boyacá y a lo largo de la planicie aluvial reciente del río, debido a la naturaleza de los sedimentos allí depositados.

En todo el valle hay suelos diferentes desde el punto de vista de su evolución; los más jóvenes ocupan los distintos paisajes que conforman la planicie aluvial reciente y los más viejos se distribuyen en los niveles más altos de las terrazas y en las colinas. En el valle hay suelos mal drenados en las áreas depresionales y en los planos de desborde del río, y suelos con drenaje bueno en los diques, terrazas, abanicos y colinas. En este último paisaje existen zonas con drenaje excesivo. En relación con el relieve hay suelos completamente planos en la zona aluvial reciente, en las terrazas plano-cóncavas y en los basines, cubetas o bajos inundables; suelos plano-inclinados en los abanicos y suelos ondulados, quebrados y escarpados en el área de colinas.

En el campo textural hay una gran diversidad de los materiales que componen los suelos del valle del Magdalena; a manera de ejemplo se pueden citar los suelos arcillosos con características vérticas acentuadas en Natagaima, Coyaima, Purificación y los perfiles arenosos de Sabana de Torres, algunos con características espódicas que les confieren un gran interés científico, por haberse verificado en ellos procesos importantes de translocación de materia orgánica en complejo con compuestos de hierro y/o aluminio. En toda el área, pero particularmente en la planicie aluvial reciente, son frecuentes los suelos con texturas contrastantes en el perfil.

Mineralógicamente los suelos muestran diferencias: hacia el sur, en terrenos del alto Magdalena, la influencia volcánica es notoria, por lo que son comunes en la fracción arena los minerales fácilmente intemperizables y las arcillas de tipo 2:1, mientras que en el norte y especialmente en la región más húmeda del valle medio, el cuarzo es el mineral que predomina en la arena y la caolinita en la arcilla. La sequedad del clima en el sector ubicado al sur de La Dorada propicia la existencia de sales y/o sodio en el suelo, fenómeno que no ocurre hacia el norte porque el clima es húmedo. En este sector los suelos son lavados y hay áreas depresionales, con condiciones hidromórficas fuertes, en las cuales se acumulan cantidades apreciables de materiales orgánicos que dan origen a algunos *histosoles*.

Capacidad de uso de las tierras

La capacidad de utilización de las tierras del valle del río Magdalena está restringida por diferentes factores de tipo edáfico, climático y ecológico y por limitantes en la dimensión económico-social.

Las estaciones prolongadas de sequía que causan déficit en la humedad aprovechable para los cultivos, la salinidad en algunas áreas, la pedregosidad y la erosión en los abanicos, son algunos de los problemas que afectan el uso de los suelos del alto Magdalena, mientras que en el sector medio del valle el fenómeno de las inundaciones, la baja fertilidad, el exceso de aluminio y la acidez son los factores que hacen difícil el aprovechamiento de las tierras con fines agropecuarios.

El relieve ondulado, quebrado y en algunos lugares escarpado, la escasa profundidad efectiva y la erodabilidad de los suelos de las colinas limitan su aptitud a todo lo largo del valle, desde el territorio huilense hasta la parte sur de Bolívar y el Cesar.

Muchas propiedades de tipo morfológico, físico-químico, mineralógico y biológico son, por otra parte, indicativas de tierras excelentes para la producción de fibras, alimentos y fuentes energéticas de origen vegetal. Áreas importantes del Huila y el Tolima han estado, por muchos años, dedicadas a la agroindustria con indudable éxito y en el medio Magdalena se han establecido ganaderías importantes que señalan la vocación de algunas zonas para tal uso. Los cultivos de palma africana en Puerto Wilches (Santander) y San Alberto (Cesar) y el éxito logrado en el desarrollo de cultivos en algunos suelos de sabana, aplicando fertilizantes, son pruebas irrefutables de que áreas importantes pueden dedicarse, en el futuro, a incrementar la producción de alimentos en el valle del río Magdalena.

Para establecer la verdadera vocación de las tierras del valle del Magdalena es necesario clasificar sus tierras en clases agrológicas analizando sus limitaciones y teniendo en cuenta las características benéficas para el crecimiento de las plantas. Y esto fue precisamente lo que hizo el autor valiéndose para tal efecto de su experiencia en el área, de los estudios realizados en el valle por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, particularmente el inventario de las tierras

del país efectuado en 1973 y evaluando las unidades de suelos que integran el valle y que aparecen delimitadas en el *Mapa de suelos de Colombia*.

Los resultados de la evaluación señalan que en el valle del río Magdalena (sectores alto y medio) las tierras con vocación agrícola, aptas para cultivos transitorios, semipermanentes o perennes intensivos, corresponden al 36,7% de la superficie total, que se calcula en 2'500.000 hectáreas. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la mayoría de estas tierras necesitan riego supletorio, control de salinidad y prácticas especiales de manejo para utilizarlas en proyectos agroindustriales. Las tierras agrícolas están ubicadas en la planicie aluvial bien drenada del río Magdalena y en los abanicos, entre los cuales merecen destacarse los de El Guamo, Espinal, Ibagué, Lérica-La Sierra en el Tolima y Rivera en el Huila.

Las tierras cuyo uso está limitado por problemas de mal drenaje e inundaciones principalmente, cubren una extensión de 402.500 hectáreas, que corresponden al 16,1% del área estudiada. Están localizadas en su gran mayoría en el medio Magdalena, en la zona depresional de la planicie aluvial reciente del río. En este paisaje es común la ocurrencia de zonas pantanosas y de ciénagas que en conjunto forman un excelente refugio para la vida silvestre y contribuyen al equilibrio hidrológico de la cuenca.

Las tierras con vocación especial para pastoreo, con buen manejo de potreros o para cultivos permanentes y bosques, ocupan en el valle 840.000 hectáreas (33,6%), superficie casi igual a la de la tierra agrícola. Esto quiere decir que gran parte del valle es susceptible de ser utilizado en planes de desarrollo agrícola y ganadero, ubicando cada tipo de uso en el lugar adecuado de acuerdo a su aptitud y realizando prácticas de manejo que aseguren la conservación del recurso y la preservación del entorno. Las tierras ganaderas están localizadas principalmente en el valle medio del Magdalena, en las terrazas y conoterrazas con suelos generalmente pobres, cubiertas con vegetación de sabana y en las colinas de relieve ondulado cuyos suelos en las partes más húmedas son de baja fertilidad por lavado de nutrientes. Debido a las condiciones topográficas y al clima estas tierras son susceptibles a la erosión, por lo que su utilización en ganadería exige un cuidadoso manejo de los potreros. Los cultivos

permanentes, en caso de ser implantados, deben llevarse a efecto en sistemas multiestrata.

Es importante tener en cuenta que cuando las tierras están en pendientes superiores al 50% deben ser conservadas en bosque o reforestarse. En este caso el bosque puede tener carácter protector-productor.

Un 11% del valle (277.500 hectáreas) son tierras cuyo uso está limitado principalmente a la conservación de los bosques o a programas de reforestación. La mayor parte está ubicada en el paisaje de colinas onduladas y quebradas que se observa en el alto Magdalena.

Un área relativamente pequeña (62.500 hectáreas: 2,5% del total) está constituida por tierras con pendientes muy escarpadas y excesiva rocosidad, o por terrenos severamente erosionados y con síntomas evidentes de desertificación. Estas tierras no son aptas para cualquier tipo de utilización; se debe proteger en ellas la vegetación existente o propiciar la regeneración natural con miras a la conservación de las cuencas hidrográficas y de la vida silvestre.

El problema ambiental del valle del Magdalena

En el valle del Magdalena, como el resto del país, hay problemas de tipo ambiental que limitan el desarrollo del recurso tierra y ponen en peligro su existencia futura. La preservación del equilibrio económico está íntimamente ligada a la recuperación del río Magdalena y a la ordenación de su cuenca hidrográfica. Se anotó anteriormente que los errores cometidos por el hombre en el manejo de la cuenca tienen repercusión en el río porque este es la expresión de lo que sucede en su área de influencia. Por consiguiente, los problemas ecológicos de los suelos de las cordilleras andinas son prácticamente los mismos que afectan el recurso tierra en el valle medio y alto del río Magdalena. Allí, la tala y la quema, la utilización excesiva de agroquímicos, la contaminación por residuos de la industria petroquímica, la degradación de la calidad del agua y la disminución de la fauna acuática por contaminación con aguas negras procedentes de los grandes centros urbanos, particularmente de la ciudad de Bogotá a través del río que lleva su nombre, la erosión, la deserti-

ficación y algunos problemas en la dimensión económico-social, están afectando seriamente la calidad de las tierras del valle.

En el alto Magdalena, debido a la calidad de sus suelos, se han desarrollado proyectos agroindustriales importantes que, desafortunadamente, introducen la aplicación de productos químicos (fertilizantes, matamalezas, insecticidas y fungicidas) muchos de los cuales son altamente tóxicos y se aplican, indiscriminadamente, desde aviones y en dosis excesivas. Estos productos causan serios trastornos en el organismo humano, afectan la vida silvestre y contaminan las aguas y el suelo. El proceso de deterioro se aumenta con la cantidad de elementos contaminantes que llegan al valle y al río Magdalena con las aguas del río Bogotá y de otros afluentes en los cuales se vierten las basuras, los residuos de las industrias y las aguas negras de los centros urbanos.

En el medio Magdalena la tala indiscriminada de los bosques y la contaminación de las aguas con hidrocarburos crudos procedentes de la industria petroquímica, son los principales problemas que afectan esta área.

Es importante realizar la zonificación agroecológica de toda la región para señalar las áreas de vocación forestal, con el objeto de conservar el bosque original a través de una utilización racional de las maderas y otros subproductos, propiciando la repoblación de especies propias del medio. La contaminación por residuos de la industria petroquímica está afectando las aguas del río Magdalena y las de las ciénagas de sus alrededores. En esta zona ocurre, adicionalmente, contaminación térmica por el agua utilizada para la refrigeración de la maquinaria del complejo petroquímico, la cual es vertida al río a elevada temperatura.

Es necesario emprender estudios serios para detectar la magnitud de la contaminación causada por la industria del petróleo en las aguas del río Magdalena, para poner en ejecución medidas tendientes a eliminar el problema.

En la dimensión económico-social es necesario anotar que el valle del Magdalena, principalmente en el sector medio, ha sido durante mucho tiempo escenario de la más cruda violencia, lo cual está señalando el serio deterioro de las condiciones sociales y económicas de las poblaciones de la región. La subversión, el paramilitarismo, la delincuencia común y el narcotráfico se han conjugado para hacer imposible la vida en el Magdalena medio.

Ante la situación descrita la universidad colombiana debe constituirse en faro de esperanza para la reconstrucción moral de la patria y la recuperación de la naturaleza agredida. O el país continúa por el camino de la entrega de los principios morales y del arrasamiento de los recursos naturales, o reacciona de una vez por todas, para que del surco fértil surja permanentemente la espiga dorada que es pan en la mesa de los hombres y paz en su espíritu.

El suelo colombiano es donde se afirman las raíces de nuestra nacionalidad y de nuestra soberanía, es la base de nuestro territorio y es, además, el sustento de nuestra fértil y exuberante biodiversidad. En el campo científico el estudio del suelo, o edafología, observa y analiza su morfología, composición, materia orgánica y propiedades, principalmente para utilizarlo en beneficio del hombre. Esta ciencia fue primordial en el desarrollo de la Expedición Botánica, su aplicación es esencial para la protección del medio ambiente y ha sido componente fundamental de las carreras de recursos naturales de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

El libro *Suelos colombianos, una mirada desde la academia* constituye una visión agradecida y a la vez crítica de nuestra geografía. El doctor Abdón Cortés Lombana, quien fuera decano de la Facultad de Agrología, director de la Escuela de Postgrado y director del Centro de Investigaciones Científicas y Estudios Ambientales de nuestra Universidad, deja en esta recopilación de artículos, publicados durante más de veinte años en la revista *La Tadeo*, la minucia de su labor académica y ese amor por Colombia que guía sus principios y sus actos.

Agrólogo, investigador, expedicionario, profesor, escritor y tadeísta integral, el doctor Cortés explora a cabalidad nuestro recurso tierra, con el ánimo de que su análisis haga parte de la solución agroecológica que necesita nuestro país. Es también este libro el testimonio de una vida académica ejemplar que durante medio siglo ha regado, abonado, enraizado y fortalecido nuestro árbol del conocimiento.

JAIME PINZÓN LÓPEZ
Rector de la Universidad de Bogotá
Jorge Tadeo Lozano



www.utadeo.edu.co

