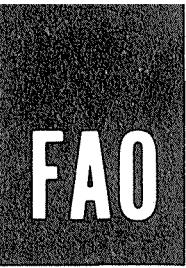


PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO



N° AT 2474

Informe al  
Gobierno de  
**COLOMBIA**

**INVESTIGACIONES DE  
RECONOCIMIENTOS DE SUELOS**

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

MA, 1969



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

Nº AT 2474

TRADUCCION POR CONTRATA

Informe

a1

GOBIERNO DE COLOMBIA

sobre

INVESTIGACIONES DE RECONOCIMIENTOS DE SUELOS

por

Earl B. Alexander

Especialista en Reconocimiento de Suelos

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

Roma, 1969

INDICE

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION . . . . .	1
EXPRESION DE AGRADECIMIENTO . . . . .	2
II. RECOMENDACIONES GENERALES . . . . .	3
III. RECONOCIMIENTO DEL SUELO EN COLOMBIA . . . . .	4
A. RECONOCIMIENTOS DETALLADOS Y SEMIDETALLADOS DE SUELOS . . .	5
B. METODOS ACTUALES SEGUIDOS EN EL RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION DE SUELOS EN EL DEPARTAMENTO AGROLOGICO DEL INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" . . . . .	5
C. RECONOCIMIENTO EXPLORATORIO ESQUEMATICO . . . . .	8
IV. TABLAS DE SERIES DE SUELOS COMO AYUDA EN CORRELACION DE SUELOS .	9
V. AYUDAS EN LA INTERPRETACION DE DATOS DE LABORATORIO . . . . .	11
A. LA CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONICO DE LAS FRACCIONES ARCILLA Y MATERIA ORGANICA . . . . .	11
B. DETERMINACION CUANTITATIVA DE MINERALES ARCILLOSOS A PARTIR DE LA CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONICO DE LA FRACCION ARCILLA	16
APENDICE I	
CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE LA CUENCA ALTA DEL RIO BOGOTA . .	19
GEOLOGIA Y FISIOGRAFIA . . . . .	19
CLIMA Y VEGETACION . . . . .	21
APENDICE II	
DESCRIPCION DE SUELOS SELECCIONADOS DE LAS CERCANIAS DE BOGOTA .	43
APENDICE III	
SUELOS DEL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR . . . . .	57
I. GEOLOGIA Y FISIOGRAFIA . . . . .	57
II. CLIMA . . . . .	59
III. VEGETACION . . . . .	60
IV. METODOS DE RECONOCIMIENTO . . . . .	61
V. SUELOS . . . . .	63
A. DISCUSION GENERAL Y UNIDADES EN EL MAPA ESQUEMATICO. .	63
B. UNIDADES EN EL MAPA EXPLORATORIO . . . . .	65

APENDICE IV

DESCRIPCION DE PERFILES DE SUELO EN EL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR . . . . .	75
A. LISTA DE PERFILES DE SUELO . . . . .	75
B. ANALISIS DE LABORATORIO . . . . .	76

-----

## I. INTRODUCCION

Desde julio de 1965 a junio de 1967, el Sr. E.B. Alexander (Oficial Técnico, Reconocimiento de Suelos) estuvo asignado al Gobierno de Colombia por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Sus cometidos fueron:

"Asesorar y ayudar al Gobierno en:

1. La continuación del trabajo de reconocimiento de suelos y análisis en varias partes del país siguiendo la labor del Proyecto de Reconocimiento de Suelos del FENU en los Llanos Orientales.
2. El reforzamiento del Departamento Agronómico del Instituto Geográfico para satisfacer las exigencias de la Reforma Agraria.
3. La concentración en reconocimiento de suelos para el desarrollo de distritos de regadío y proyectos de colonización con el fin de señalar los lugares en que puede diversificarse la agricultura.
4. La capacitación de técnicos locales en suelos en los métodos de reconocimiento de suelos y otros aspectos seleccionados de edafología."

Durante el período señalado, estuvo dedicado 18 meses, es decir, de julio de 1965 a diciembre de 1966, a asesorar al Departamento Agrológico del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC). Los seis meses siguientes, o sea, desde enero a junio de 1967, actuó como asesor de la División de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura. Este informe se ocupa principalmente del reconocimiento de suelos, o sea, que está más relacionado con la misión cerca del IGAC que con la misión cerca del Ministerio de Agricultura.

La asignación cerca del Departamento Agrológico del IGAC constaba de tres tareas principales, a saber: (1) capacitación de personal para reconocimiento de suelos; (2) descripción, toma de muestras y clasificación de suelos en Bolívar, particularmente en la parte septentrional del Departamento; y (3) descripción y toma de muestras de suelos cerca de Bogotá y colaborar con Leonidas Mejía C. y otros en el estudio de suelos en el laboratorio sobre la morfología y desarrollo de estos suelos:

1. La mayor parte de la misión en el IGAC consistió en la capacitación de personal para reconocimiento de suelos, pero no una instrucción formal, sino mediante trabajo práctico sobre el terreno con los especialistas en reconocimiento de suelos. Aunque se insistió más en los trabajos de campo, se dieron enseñanzas de capacitación en todas las fases de reconocimiento de suelos. Por ejemplo: foto-delineación de aspectos importantes del paisaje; cartografía del terreno y correlación de suelos; toma de muestras de suelos e interpretación de los análisis de laboratorio para confirmar la correlación de suelos y ayudar en la evaluación del terreno y en las recomendaciones sobre el empleo de éste; evaluación del terreno y recomendaciones específicas sobre su aprovechamiento (son necesarios mapas más detallados antes de llegar a recomendaciones concretas de ordenación); y redacción de informes. En el texto de este informe se describen los métodos de reconocimiento de suelos utilizados en el "Departamento Agrológico". Los métodos empleados en Cundinamarca son perfeccionamientos recientes.

2. Los trabajos de reconocimiento de suelos realizados en el Departamento de Bolívar se describen en el Apéndice bajo el título "Suelos de Bolívar". *h.s7*

3. El informe "Clasificación de suelos de la cuenca alta del río Bogotá" y la descripción de suelos que figura en el Apéndice son el resultado de trabajos con Leonidas Mejía C. y otros realizados en el laboratorio de suelos. Se dedicó un tiempo considerable con el personal de laboratorio a la interpretación de los resultados de análisis físicos, químicos y mineralógicos.

EXPRESION DE AGRADECIMIENTO

El experto agradece las atenciones que le dispensaron, especialmente el Dr. Victor M. Vega J. (Jefe del Departamento), el Sr. Miguel Polo H., y los otros topógrafos del Departamento Agrológico del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". La colaboración con ellos constituyó una experiencia agradable. Igualmente, prestaron una ayuda excelente el Dr. Francisco Silva M. (Jefe del Laboratorio de Suelos), el Sr. Luis I. Olarte R., y el Sr. Leonidas Mejía C., el Dr. Carlos Luna y los demás químicos y agrónomos del Laboratorio de Suelos del Departamento Agrológico. En ocasiones, el experto trabajó en íntima colaboración con otros asesores del Departamento Agrológico, particularmente con el Sr. M. M. Striker del IAGS y los expertos franceses en fotointerpretación; y contó con la valiosa ayuda del Sr. H. Daza R. para las cuestiones de cartografía, especialmente para el informe titulado "Suelos de Bolívar".

Se dan las gracias a los funcionarios del Ministerio de Agricultura, Sr. Fernando Ruan Ruan, Jefe de la División de Recursos Naturales, y al Sr. José Vicente Vergara, Jefe de la Sección de Suelos, por su colaboración.

## II. RECOMENDACIONES GENERALES

Las recomendaciones que aquí se enumeran son de carácter general. Se han hecho recomendaciones más específicas referentes al IGAC al Dr. V.M. Vega J. que no se incluyen en este informe.

1. Aunque el futuro Instituto de Recursos Naturales Renovables se consagrará de modo preferente a los recursos naturales, tiene también las mejores posibilidades para el planeamiento y la coordinación de los trabajos de reconocimiento de suelos de Colombia. Junto con estas tareas administrativas, son urgentes dos programas afines que deben ser emprendidos por el IRNR, posiblemente en cooperación con la FAO: (a) correlación de suelos, y (b) un rápido reconocimiento de recursos del suelo a pequeña escala de todo el país.

2. Debe alentarse a las organizaciones regionales, tales como CVC, CVM, CAR y algunos Departamentos, por ejemplo, Antioquia, a que contraten de 2 a 6 personas cada uno para reconocimientos de suelos en detalle y semidetalle e interpretación de reconocimientos de suelos. Posteriormente las agencias nacionales podrían concentrarse más en reconocimientos y exploración de suelos, correlación de suelos y coordinación de los estudios de reconocimiento de suelos. Entre las ventajas que reporta el disponer de personal ocupado en reconocimientos regionales de suelos figuran: (a) los expertos pueden tener residencias más permanentes y consumir menos tiempo viajando; (b) por el hecho de vivir de modo permanente en las zonas en que trabajan, se interesarán más por los problemas locales, aprenderán más sobre la estructura socioeconómica, y harán interpretaciones más correctas; y (c) como introducción a la interpretación del reconocimiento de suelos, los agrónomos y otros expertos pueden aprender la técnica de reconocimiento de suelos haciendo los trabajos de cartografía en las mismas áreas en que harán después las interpretaciones.

3. En lugar de conceder tantos contratos a empresas privadas para la realización de los trabajos de reconocimiento de suelos, el Gobierno debe apoyar más a los organismos públicos dedicados a estas tareas.

4. Los colegios de agricultura deben dar a los agrónomos una formación más básica en química, geología, climatología y ecología, sobre todo si en el programa de grado hay posibilidades de escoger la especialidad de suelos. Con la formación actual, que está orientada casi por completo hacia la agricultura práctica, los agrónomos están insuficientemente preparados para aprender reconocimiento de suelos.

5. Debe prepararse un folleto bien ilustrado que informe al público sobre los procedimientos de reconocimiento de suelos y la manera de utilizar la información correspondiente.

6. El laboratorio de suelos del IGAC está sobrecargado de muestras para análisis corrientes. Aunque la mayoría de este trabajo corriente puede hacerlo personal no profesional con una ligera supervisión por parte de químicos y agrónomos, sería conveniente atribuir diferentes grados de importancia y señalar procedimientos diferentes para las muestras según su diferente importancia. Todos los análisis que corrientemente se hacen son necesarios únicamente para muestras de uno o dos perfiles en cada serie de suelos establecida. Deberían elaborarse métodos más rápidos para otras muestras y eliminarse algunas determinaciones, por ejemplo, la de sodio cambiante. Se han hecho algunas sugerencias específicas al Dr. F. Silva M., por ejemplo: (a) como la mayoría de los suelos de Colombia son ácidos (sin carbonatos libres), puede determinarse la materia orgánica por pérdida de peso por tratamiento con peróxido de hidrógeno en muestras de la mayoría de los suelos, excepto los poco avenados con contenido de manganeso mayor; y (b) como la mayoría de los suelos de Colombia no están saturados con bases, la suma de las bases cambiables y la acidez de cambio darán una buena aproximación de la capacidad de cambio catiónico.

### III. RECONOCIMIENTO DEL SUELO EN COLOMBIA

Los métodos empleados en el reconocimiento de suelos son muy variables, según el fin que se persiga, el detalle que se desee, la naturaleza del área objeto del reconocimiento, especialmente transporte y accesibilidad, y las fotos aéreas y los mapas de base de que se disponga (a menos que se asignen fondos para tomar nuevas fotos y trazar mapas de base). Los mapas de suelo se reproducen a escalas desde 1:10 000 o mayor para desarrollo urbano, proyectos de regadío y obras de ingeniería, a 1:500 000 o menor para uso en planeamiento regional. A continuación se indican los niveles comúnmente reconocidos de detalle:

Escala de levantamiento (fotos aéreas)	Escala de mapa (publicación)
1:20 000 o mayor	1:25 000 o mayor
1:20 000 - 1:40 000	1:25 000 - 1:62 500
1:50 000 - 1:60 000	1:100 000 - 1:250 000
1:50 000 o menor	1:200 000 - 1:500 000
	1:500 000 o menor

Sin embargo, los límites entre los diferentes niveles no son netos y la terminología depende tanto de los métodos como de las escalas de cartografiado y de los mapas, aunque los métodos no son completamente independientes de las escalas de cartografiado y de los mapas. Otro tipo de mapa, llamado general, se hace por la generalización de mapas en mayor escala ya existentes; pero no hay una traducción adecuada porque el término "general" es la designación en español para "reconnaissance soil survey".

Aunque las unidades cartográficas pueden corresponder a unidades de clasificación del suelo, no es así necesariamente. Por ejemplo, en los reconocimientos de suelos a escalas menores, las unidades cartográficas suelen ser asociaciones de diferentes suelos que tienen relaciones geológicas, fisiográficas y/o ecológicas definidas. Al lado de unidades de clasificación de suelos y unidades cartográficas, hay unidades para interpretación, por ejemplo, capacidad y conveniencia del terreno para diferentes usos. Como los mapas de suelos no siempre se emplean exclusivamente para el fin original, es preferible disponer de unidades cartográficas que correspondan a divisiones naturales, tales como series de suelos o unidades fisiográficas, y hacer interpretaciones basadas en las unidades cartográficas naturales. De este modo pueden hacerse interpretaciones para diferentes aplicaciones sin repetir ninguno de los trabajos de campo. Así pues, un buen mapa de suelos es, en general, un mapa que sirve para muchas aplicaciones.

El Soil Survey Manual (6) y el Manual de Reconocimiento de Suelos (4) pueden recomendarse como obras de referencia para reconocimiento de suelos. Los términos empleados en el presente estudio de reconocimiento de suelos para indicar los diferentes niveles de clasificación de suelos son, de mayor a menor categoría, como sigue:

Orden  
Suborden  
Gran grupo  
Subgrupo  
Familia  
Serie (y fases de series de suelo)

A. RECONOCIMIENTOS DETALLADOS Y SEMIDETALLADOS DE SUELOS

El reconocimiento detallado de suelos suele limitarse a zonas en las que el terreno es de más valor o el cultivo es intensivo; por tanto, en zonas urbanas o adyacentes a las mismas y en terreno cultivado o cultivable. Los reconocimientos semidetallados de suelos se usan en diversos casos, pero probablemente donde son más corrientes es en la explotación de bosques y praderas extensas en terreno de menor valor y con explotación menos intensiva.

Aunque los reconocimientos semidetallados se publican usualmente en menores escalas que los detallados, se distinguen principalmente por la cantidad de trabajo de campo realizado. En el reconocimiento detallado cada límite se observa en toda su longitud, y la unidad (o unidades) de clasificación del suelo se verifica en todos y cada uno de los límites. En el reconocimiento semidetallado se confía más en la fotointerpretación al delinear las unidades cartográficas, y algunas unidades se determinan por proyección en lugar de verificaciones reales de campo en cada delineación.

Las unidades cartográficas en los reconocimientos detallados y semidetallados suelen ser series de suelos y fases de las mismas. La pendiente y la erosión son probablemente las fases más corrientemente cartografiadas, pero también son fases corrientes la pedregosidad y la profundidad del suelo. Las clases de textura superficial del suelo, llamadas algunas veces tipos de suelos, suelen cartografiarse en reconocimientos detallados, pero son raras en los semidetallados. Las fases de salinidad son especialmente importantes en reconocimientos de suelos para proyectos de regadío. Aunque las clases de drenaje de suelos se han considerado algunas veces como fases, es preferible, en general, restringir cada serie de suelos a una clase de drenaje en los reconocimientos detallados y a una o dos clases en los semidetallados. De aquí resulta, evidentemente, que las series de suelos pueden definirse de un modo más amplio en los reconocimientos semidetallados que en los detallados.

El Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" ha publicado muchos reconocimientos detallados y semidetallados que pueden servir como ejemplos.

B. MÉTODOS ACTUALES SEGUIDOS EN EL RECONOCIMIENTO Y EXPLORACIÓN DE SUELOS EN EL DEPARTAMENTO AGROLOGICO DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO "AGUSTIN CODAZZI"

En la actualidad se están aplicando dos métodos de reconocimiento de suelos en mapas a pequeña escala en el Departamento Agroológico. Uno de los métodos se está empleando corrientemente en Antioquia y otro en Cundinamarca. En ambos casos, el trazado del mapa se hace sobre fotos 1:50 000 ó 1:60 000 y los mapas se reproducen a escala de 1:200 000 ó 1:250 000.

Antioquia

En Antioquia se está utilizando un método que es semajante al aplicado recientemente en un proyecto del Fondo Especial de las Naciones Unidas sobre los Llanos Orientales (5).

Una vez que se ha elegido un área para el reconocimiento del suelo, se estudian las fotos aéreas, junto con la bibliografía geológica, los mapas fisiográficos y los datos climáticos, con objeto de localizar zonas piloto que son representativas de dicho área. Estas zonas piloto comprenden aproximadamente el 10 por ciento del área total, y se eligen teniendo en cuenta la accesibilidad, además de las características físicas y biológicas naturales del paisaje.

Se cubren totalmente las zonas piloto sobre el terreno, y se cartograffan las asociaciones de suelos a base de las fotos aéreas. Se describen las series de suelos en cada asociación de suelo y se toman muestras de perfiles de suelo para hacer los análisis de laboratorio.

Los tipos de paisaje reconocidos en las zonas piloto se usan como base para la interpretación de fotos del resto del área. Despues de delinear asociaciones de suelos en la totalidad del área, se hacen algunas verificaciones sobre el terreno. Algunas veces se anaden nuevas asociaciones de suelos cuando las zonas piloto no abarcan todas las variaciones del paisaje y del suelo que se encuentran en el área como un todo.

El ritmo promedio de trazado de mapas en Antioquia es del orden de 300 km<sup>2</sup> por hombre por mes, incluyendo la compilación de informes.

#### Cundinamarca

En Cundinamarca no se han estudiado zonas piloto, y la densidad de cobertura del terreno depende de la complejidad de los tipos de asociaciones de suelos y de la accesibilidad.

Corrientemente se están usando dos series de símbolos: uno para la interpretación de fotos antes de la verificación en el campo, que es reemplazado por otro en el campo después de observar los suelos. En los mapas publicados sólo se indica el último símbolo.

El símbolo de interpretación de fotos consiste en (a) una letra mayúscula para una combinación de fisiografía y la geología supuesta, (b) un número para la clase de altitud, y (c) una letra minúscula (o letras) para la clase (o clases) de inclinación predominante. Por ejemplo, S-2e es una delineación en terreno montañoso de litología (geología) sedimentaria; entre 800 ó 1 000 a 2 000 metros sobre el nivel del mar y con laderas predominantemente pronunciadas.

El símbolo de asociación de suelos, que suele añadirse en el campo, consiste en (a) una letra mayúscula para una combinación de fisiografía y la geología real, (b) dos letras mayúsculas que corresponden a letras (generalmente consonantes) tomadas del nombre de una de las series de suelos dominantes en la asociación, y (c) una letra (o letras) minúsculas para la clase (o clases) de pendiente predominante. Por ejemplo, S-GTe es una asociación de suelos en un área de colinas o montañosa de litología (geología) sedimentaria donde es extensiva la serie Gachetá de suelos y predominan las laderas pronunciadas. Este símbolo es un poco diferente de los anteriormente empleados en Cundinamarca (3), pero se corresponde con los que probablemente se emplearán en los futuros mapas de asociación de suelos en Cundinamarca.

Como explicación adicional del símbolo de asociación de suelos, obsérvese que la asociación de suelos no se indica por ninguno de los símbolos específicos solos, sino por una combinación de símbolos específicos para geología, una serie de suelos, y clase (o clases) de pendiente. Por ejemplo, incluso aunque los símbolos compuestos S-GTe y S-GTf difieran solamente en los símbolos de clase de pendiente, representan dos asociaciones de suelos distintas. En la asociación representada por el símbolo S-GTe, los suelos de la serie Gachetá son siempre redominantes con, o sin, áreas menores de suelos en las series Flecha, Sueva, Guavio, Ubalá y posiblemente otras series. Sin embargo, en la asociación representada por el símbolo S-GTf, los suelos de la serie Gachetá cubren solamente de 20 a 50%, aproximadamente, del área, y los suelos en las series Flecha, Sueva y/o Guavio son más predominantes. El símbolo S-GTf no puede reemplazarse por G-FLf, porque este último símbolo representa una asociación de suelos en donde los suelos de la serie Gachetá cubren menos del 20% del área y hay numerosos afloramientos de roca madre además de los suelos en las series Flecha, Sueva y Guavio.

#### Símbolos específicos

Aun cuando hay algunas diferencias en cuanto a cómo se combinan los símbolos específicos para formar los símbolos completos de asociación de suelos, en la mayoría de los casos los símbolos específicos tienen prácticamente la misma significación en Antioquia y en Cundinamarca.

Se han utilizado los siguientes símbolos:

Geología (fisiografía-litología) 1/

- A abanicos aluviales (Cundinamarca solamente)
- E esquistos
- G roca granítica
- M roca metamórfica distinta de esquisto
- P planicie de roca sedimentaria terciaria no consolidada
- S roca sedimentaria
- T terrazas
- V vega reciente
- U roca ultrabásica (serpentina y gabro)

Clases de altitud

- 1 0-800 ó 1 000 metros
- 2 800 ó 1 000 a 2 000 metros
- 3 2 000 a 3 200 ó 3 300 metros
- 4 más de 3 200 ó 3 300 metros

Clases de pendiente

- a 0 a 1 ó 3%
- b 1 ó 3 a 6%
- c 6 a 12%
- d 12 a 25%
- e 25 a 60%
- f más de 60%

No tendría objeto incluir en esta lista los símbolos derivados de los nombres de series de suelos.

Empleo del mapa

Los mapas en pequeña escala son útiles para el planeamiento del uso del terreno de áreas grandes y para la delineación de áreas en las que serán útiles reconocimientos de suelos más detallados. En el planeamiento del uso del terreno por departamentos o regiones, son esenciales los mapas de suelos para decidir el mejor uso que puede darse a las diferentes áreas, es decir: determinadas explotaciones agrícolas, bosques, praderas, protección de divisoria de aguas o desarrollo para fines recreativos.

Los mapas a escala de 1:200 000 ó 1:250 000 no indican suficientes detalles para la explotación de una propiedad individual. Estos mapas pueden emplearse para la explotación de pequeñas superficies únicamente por alguien que tenga un gran conocimiento de los suelos. Las delineaciones de series de suelos y fases son necesarias para la aplicación de los mapas de suelos a la explotación de propiedades individuales por los que tengan pocos conocimientos sobre suelos.

Aunque los mapas de suelos en pequeña escala no pueden emplearse directamente para evaluación del terreno, pueden adaptarse para uso en reconocimientos catastrales con unas pocas observaciones adicionales en el campo. Cuando las pendientes predominantes son menores de 12%, son imprescindibles reconocimientos de suelos más detallados, pero, en áreas más pendientes, el valor del terreno dentro de cada asociación de suelos está estrechamente relacionado con la pendiente, con la profundidad del suelo y

1/ El terreno de colina o montañoso está sobreentendido cuando únicamente se da la litología para un símbolo geológico.

con la pedregosidad. Por consiguiente, puede obtenerse una estrecha aproximación del valor del terreno sobre una propiedad individual transfiriendo los límites de asociación de suelos a un mapa más detallado de clases de pendiente y anotando la cantidad de pedregosidad superficial en cada unidad. Mientras que la capacitación de un individuo para cartografiar suelos lleva varios meses para un reconocimiento detallado, puede bastar con una formación de unas pocas semanas para que pueda evaluar mapas de suelos según se propone aquí.

Para evaluar los recursos de terreno de Colombia y delinear las áreas que justifican un reconocimiento de suelos más detallados, deben hacerse planes para trazar mapas en pequeña escala de todo el país lo antes posible. Sería mucho más eficaz trazar los mapas en bloques, posiblemente por departamentos o cuadrángulos, en lugar de en áreas pequeñas diseminadas.

C. RECONOCIMIENTO EXPLORATORIO ESQUEMÁTICO

Los reconocimientos de suelos exploratorios esquemáticos son convenientes para inventarios rápidos y baratos de suelos en áreas subdesarrolladas, o en áreas con pequeñas posibilidades económicas. Son útiles para planificación, pero solamente a escala regional, y para la delineación de áreas en que los reconocimientos de suelos más detallados serán provechosos.

Los mapas esquemáticos se compilan a base de todas las fuentes de información existentes, tales como mapas geológicos, fisiografía, clima, bibliografía sobre ecología y mapas de suelos anteriores, caso de que existan. Mientras que, para un mapa esquemático, apenas se necesita trabajo de campo, se necesita más trabajo de campo para reconocimiento exploratorio, aunque todavía limitado.

Las unidades cartográficas en el reconocimiento de suelos exploratorio son, en general, asociaciones de unidades de clasificación de suelos. Mientras que las unidades de clasificación de suelos descritas en los reconocimientos de suelos pueden ser series de suelos, las que se describen en reconocimientos exploratorios suelen ser grandes grupos o subgrupos. En las unidades cartográficas en los mapas esquemáticos sólo se suelen indicar órdenes y subórdenes.

En el Apéndice III, titulado "Suelos del Departamento de Bolívar", se da un ejemplo de reconocimiento de suelos exploratorio-esquemático. En este caso, la velocidad de levantamiento del mapa, aunque difícil de determinar con exactitud, fue, por lo menos, de 2 000 km<sup>2</sup>/mes para un topógrafo sobre la parte exploratoria, y 20 000 km<sup>2</sup>/mes sobre la parte esquemática, incluyendo la redacción del informe. Aunque en el informe de Bolívar faltan las interpretaciones, éstas no llevarían mucho más tiempo. El informe indica cómo los conocimientos y la información obtenidos en el reconocimiento exploratorio de un área determinada es útil para ampliar el reconocimiento en un tiempo relativamente corto a un mapa esquemático de un área mucho mayor.

#### IV. TABLAS DE SERIES DE SUELOS COMO AYUDA EN CORRELACION DE SUELOS

La correlación de suelos puede resultar bastante complicada, sobre todo en reconocimientos que abarcan grandes áreas. Por tanto, suele ser muy útil disponer las series de suelos en tablas de acuerdo con parámetros que correspondan a los criterios principales empleados para la diferenciación de las series. Una tabla bien construida permite apreciar de golpe la relación existente entre las diversas series de suelos y ayuda a eliminar la duplicación en la denominación de series. Las mismas tablas son también valiosas en los informes de reconocimiento de suelos para presentar las relaciones entre las varias series de suelos a los usuarios del mapa.

Como ejemplo del modo de construir una tabla de series de suelos, se ha elegido el área de Cundinamarca, situada en la vertiente este de la Cordillera Oriental. La primera operación consiste en elegir los límites y fijar los factores que son comunes a todas las series de suelos en la tabla. Las series de suelos que figuran en el ejemplo (suelos de Cundinamarca oriental) se limitan a las que descansan sobre arenisca y rocas sedimentarias de pizarras donde el clima es húmedo. Por tanto, los límites elegidos circunscriben las series de suelos en cuanto a geología, fisiografía (terrenos elevados más que vegas o terrazas), y clima. Una consecuencia de estos límites es que prácticamente la totalidad de las series de suelos que figuran en la tabla tienen valores de pH menores de 5,5. En Cundinamarca oriental, la mayor parte del área montañosa está dentro de los límites elegidos. Las excepciones principales son una zona subhúmeda cerca de Cáqueza y Chipaque en la cuenca del río Negro, y una zona superhúmeda alrededor de los Farallones de Medina. Hay pequeñas áreas de caliza, pero apenas tienen importancia en el reconocimiento de suelos y, en el momento actual, no están justificados los reconocimientos semidetallados en dicha zona.

La Tabla 1 tiene, además, un valor adicional en calidad de clave. Los principales criterios para diferenciar los suelos en cada rango de altitud son la profundidad del suelo y la textura. 1/ La clase de drenaje y la presencia o ausencia de un horizonte espódico, aunque no es importante a baja altitud, se va convirtiendo en un criterio cada vez más importante a mayores altitudes. Los espacios en blanco de la tabla indican correlación de suelos incompleta o, una vez que la correlación de suelos es completa, combinaciones que son raras o inexistentes; por ejemplo, en Cundinamarca oriental no se encuentra ningún suelo por debajo de 2 000 metros que tenga un horizonte espódico y, por debajo de 2 000 metros, son raros los suelos imperfectamente drenados con subsuelo limoso.

Puede verse otro ejemplo en una tabla de series de suelos que figura en el informe "Clasificación de Suelos de la Cuenca Alta del Río Bogotá" (véase Apéndice I).

---

1/ Las clases de textura de la tabla son franco grueso (menos de 17% de arcilla), franco fino (17-35% de arcilla), y arcilloso (más de 35% de arcilla), como en la revisión de 1964 de la séptima aproximación.

TABLA I. SERIES DE SUELOS DE CUNDINAMARCA ORIENTAL: Suelos de tierras altas sobre rocas sedimentarias de arcilla esquistosa y arenisca en un clima húmedo

	Páramo (frio) más de 3200 m	Bosque templado 2000-3300 m	Bosque subtropical 800-2000 m	Bosque tropical 0-1000 m
I.	Litosoles	"Páramo" " " " "	Sueva Monserrate Bellavista	Guavio Flecha
	A. Franco grueso			Litosol Gazejuje
	B. Franco fino			
	C. Arcilloso			
II.	Suelos orgánicos (profundos)	Gama	Gama	Gama
III.	Suelos minerales más profundos			
	A. Subsuelo franco grueso			
	1. Sin un horizonte espódico	var. Java	Java	—
	2. Con un horizonte espódico			—
	a. Bien drenado	Benito	Benito	—
	b. Imperfectamente drenado	Usme	—	—
B.	Subsuelo franco fino	?	Fomeque	Ubalá
	1. Bien drenado	?	Moscú	Gazejuje
	2. Imperfectamente drenado	?		—
C.	Subsuelo arcilloso			
	1. Bien drenado	var. Cabrera	Junin (o Cabrera)	Gachevá
	2. Imperfectamente drenado	—	Soatá	Machetá
	3. Poco drenado	var. Soatá	—	—

Notas:  
 1/ Aunque los suelos de terraza y de vega no se incluyen en la tabla, los suelos orgánicos que suelen presentarse en cuencas pequeñas cerradas se incluyen porque no suelen estar asociados con ríos grandes.— 2/ Los suelos Cabrera se presentan en la misma zona que los suelos Junin, pero generalmente más cerca de la transición a Páramo, y se diferencian por tener un epípedo umbrico más profundo.— 3/ Los suelos Europa son similares a los suelos Nérida, pero son sólo moderadamente profundos: menos de 1,5 metros de suelo sobre roca madre.

V. AYUDAS EN LA INTERPRETACION DE DATOS DE LABORATORIO

La significación de los datos de laboratorio está en relación con los suelos de donde se han tomado muestras. Por consiguiente, la mayor parte de la significación de dichos datos se pierde si no hay una buena correlación de suelos, descripciones de perfiles de suelos y métodos de toma de muestra. La correlación de suelos tiene que preceder a la descripción detallada de los perfiles y a la toma de muestras, y los datos de laboratorio deben emplearse para caracterizar las series de suelos u otras clases y verificar la correlación de campo.

Aunque los datos de los análisis de laboratorio sean útiles directamente, puede aumentarse gradualmente esta utilidad mediante manipulación de datos aproximados (C.E. Kellogg, 1962. El papel del laboratorio en la clasificación e interpretación de suelos. U.S.D.A., Soil Cons. Serv.). A continuación se dan ejemplos de cómo puede obtenerse información adicional de los datos aproximados de análisis de laboratorio.

A. LA CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONICO DE LAS FRACCIONES ARCILLA Y MATERIA ORGANICA

Para caracterizar la fracción arcilla de un suelo, suele multiplicarse el carbono orgánico por un factor constante, y el producto se resta de la capacidad de cambio catiónico total para calcular la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla. Sin embargo, como la capacidad de cambio catiónico de la materia orgánica del suelo es bastante variable, generalmente entre 300 y 600 miliequivalentes/100 gramos de carbono orgánico, el resultado no es muy exacto, a menos que el contenido de materia orgánica sea relativamente pequeño en comparación con la fracción arcilla. Tampoco es totalmente satisfactorio suponer que la capacidad de cambio catiónico del suelo después del tratamiento con peróxido de hidrógeno es equivalente a la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla del suelo sin tratar (9, 12). Por consiguiente, en ciertas circunstancias, es conveniente un método gráfico.

Para aplicar un método gráfico es necesario elegir dos o más muestras de suelo con características de cambio similares, pero con diferentes cantidades de materia orgánica o arcilla o de ambas. Hay que suponer que prácticamente la totalidad de la capacidad de cambio de cada muestra de suelo es atribuible a las fracciones materia orgánica y arcilla. Cada una de las muestras elegidas debe tener esencialmente la misma capacidad de cambio catiónico para cada unidad de materia orgánica y arcilla, respectivamente, que la otra muestra (o muestras). Los cálculos se basan en los contenidos de arcilla y carbono orgánico y en la capacidad de cambio catiónico de cada muestra completa, siendo innecesarios otros datos de laboratorio. Aunque las muestras empleadas en cada uno de los ejemplos siguientes proceden de diferentes horizontes de los mismos perfiles de suelo (un perfil de suelo para cada ejemplo), podrían elegirse muestras del horizonte (u horizontes) superficiales de la misma serie de suelos, pero en diferentes lugares.

Se ha descrito ya un método que se funda en la solución gráfica de una ecuación simultánea (7). Aunque el segundo método gráfico que se describe aquí podría no haber sido descrito completamente con anterioridad, es muy posible que lo hayan empleado varios investigadores. En realidad, el método es tan sencillo que parecería raro que no lo hubieran utilizado ya otros autores. No obstante, se considera que merece describirse para aquellos que todavía no lo conocen.

Algunos técnicos representan la capacidad de cambio catiónico en función de arcilla (o de materia orgánica) pero, en general, este procedimiento no es muy útil, a menos que la materia orgánica (o la arcilla) se convierta en una cantidad constante, como en el método que aquí se describe. Dicho con pocas palabras, el método se basa en calcular la cantidad de carbono orgánico y la capacidad de cambio catiónico en muestras que contienen 100 gramos de arcilla, y representar estos valores de la capacidad de cambio catiónico en función de los valores respectivos para carbono orgánico. En este método pueden invertirse los papeles de arcilla y carbono orgánico, pero aquí no se dan ejemplos de esto.

Procedimiento

Como cálculo preliminar, cuando la materia orgánica se destruye antes de dispersión de las partículas minerales en los análisis de tamaño de partícula, como suele hacerse en los métodos de la pipeta, hay que convertir el contenido de arcilla de porcentaje en la fracción inorgánica a porcentaje en la muestra de suelo total. Como es natural, si la muestra de suelo contiene muy poca cantidad de materia orgánica, esta conversión carecerá de importancia. Para hacer la conversión, se multiplica el porcentaje de carbono orgánico por 1,9, factor propuesto por Broadbent (9), en lugar del factor corriente de 1,724 (8), para obtener el porcentaje de materia orgánica, que se resta de 100 para obtener el porcentaje de materia inorgánica. Despues se multiplica el porcentaje de arcilla de la fracción inorgánica por la fracción de materia inorgánica (la fracción es el porcentaje/100) para obtener el porcentaje de arcilla en la muestra total.

$$A_2 = A_1 \times (100 - 1,9 \times C)/100$$

donde  $A_1$  es el porcentaje de arcilla de la fracción inorgánica,  $A_2$  es el porcentaje de arcilla en la muestra total, y  $C$  es el porcentaje de carbono orgánico.

Despues de obtener la arcilla como porcentaje de la muestra total de suelo, puede hacerse la conversión de la cantidad de carbono orgánico y de capacidad de cambio catiónico a valores correspondientes a una muestra que contenga 100 gramos de arcilla. Para obtener el tamaño de una muestra que contenga 100 gramos de arcilla, hay que multiplicar el porcentaje de arcilla ( $A$ ), que representa gramos de arcilla por 100 gramos de suelo, por algún factor (100 g/A). El carbono orgánico (%) y la capacidad de cambio catiónico (me/100 g) se multiplican por este factor (100 g/A). Como el factor (100 g/A) está expresado en gramos, los valores convertidos de carbono orgánico y capacidad de cambio catiónico estarán expresados en gramos y miliequivalentes, respectivamente. Para cada muestra de suelo, se representa el valor convertido de capacidad de cambio catiónico (me) en ordenadas en función del valor convertido de carbono orgánico (g) en abscisas. Una linea que une todos los puntos de una gráfica de este tipo que representa muestras con características de cambio catiónico similares, tendrá una pendiente equivalente a la capacidad de cambio catiónico de la materia orgánica en me/g de carbono y cortará al eje de ordenadas en la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla en me/100 g de arcilla.

Ejemplo 1

El primer ejemplo se basa en muestras de perfil en la serie Monserrate de litosoles, utilizado también para ilustrar otro método gráfico (7).

Serie Monserrate, Perfil C07

Profundidad (cm)	Arcilla (0-2)%	Carbono orgánico% (C)	CCC (me/100 g)	Arcilla corregida (A)	$\frac{(100/A)}{C} \times$ CCC
A11	0-11	19,7	4,47	32,1	18,0
A12	11-35	30,8	2,38	23,9	29,4
C1	35-50	54,3	0,12	18,3	-
					0,22
					33½

La raya que figura en la columna de "arcilla corregida" indica que no se hizo la conversión de arcilla como porcentaje de la fracción inorgánica a porcentaje de la muestra de suelo total, debido al bajo contenido de materia orgánica en el horizonte C1. En una gráfica (Fig. 1) de los puntos que representan los tres horizontes, los tres puntos están casi en una línea recta. Esto da confianza respecto a la exactitud de los datos de laboratorio e indica que las características de cambio son muy parecidas en los tres horizontes. Una línea que pasa por dos puntos que representan los dos horizontes A1 tiene una pendiente de 5,7 me/g (570 me/100 g) de carbono y corta al eje de ordenadas en 35 me, y una línea que pasa por los puntos que representan los horizontes A1<sub>2</sub> y C1 tiene una pendiente de 5,85 me/g de carbono y corta al eje de ordenadas en 32<sup>1</sup>/<sub>2</sub> me.

Ejemplo 2

El segundo ejemplo se basa en muestras de un perfil en la serie Cabrera de Sols Bruns Acides Mélanoisés.

Serie Cabrera, Perfil C24

Profundidad (cm)	Arcilla (0-2)%	Carbono orgánico% (C)	CCC (me/100 g)	Arcilla corregida (A)	(100/A) C	x CCC
A11	0-6	=	8,9	41,1	=	=
A12	6-32	=	7,95	45,5	=	=
A3	32-45	40,5	5,22	42,1	36,4	14,4
B1	45-60	39,8	1,78	23,7	38,4	4,6
B21	60-85	44,0	0,59	14,2	43,5	1,36
B22	85-130	31,0	1,25	22,1	30,2	4,1
C1	130-150	30,6	0,87	20,2	30,2	2,9

No se obtuvieron resultados con el método de la pipeta de los horizontes A1, debido a la dificultad para dispersar la arcilla. Los puntos de una gráfica que represente la capacidad de cambio catiónico en función de carbono orgánico en cada horizonte (Fig. 2) no caen en una línea recta. Si los análisis de laboratorio son correctos, esto indica que las características de cambio no son muy parecidas en los tres horizontes. Una línea que pase por los puntos que representan los horizontes A3 y B1 tiene una pendiente de 5,5 me/g de carbono y corta al eje de ordenadas en 37 me; una línea que pase por los puntos que representan los horizontes B1 y B21 tiene una pendiente de 9,0 me/g de carbono y corta al eje de ordenadas en 20<sup>1</sup>/<sub>2</sub> me; y una línea que pase por los puntos que representan los horizontes B22 y C1 tiene una pendiente de 4,8 me/100 g de carbono y corta al eje de ordenadas en 53 me.

Mientras que las líneas que pasan por los puntos A3 y B1 y por los puntos B22 y C1 dan resultados razonables, la que pasa por los puntos B1 y B21 es demasiado pendiente. Como una capacidad de cambio catiónico de 900 me/100 g de carbono no es muy posible, parece que los horizontes B1 y B21 no deben equipararse. El punto B21 está lo suficientemente cerca del eje de ordenadas para que una línea que pase por el punto con una pendiente de 5 me/g de carbono, que corta al eje de ordenadas en 26 me, dé probablemente un cálculo bastante exacto de la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla en el horizonte B21. Hay un cambio evidente en el carácter de la fracción arcilla entre los horizontes B21 y B22, con un incremento en la capacidad de cambio catiónico desde 37 me en los horizontes A3 y B1 y aproximadamente 26 me/100 g en el horizonte B21 hasta 53 me/100 g de arcilla en los horizontes B22 y C1.

Fig. I - SERIE MONSERRATE, Perfil co7

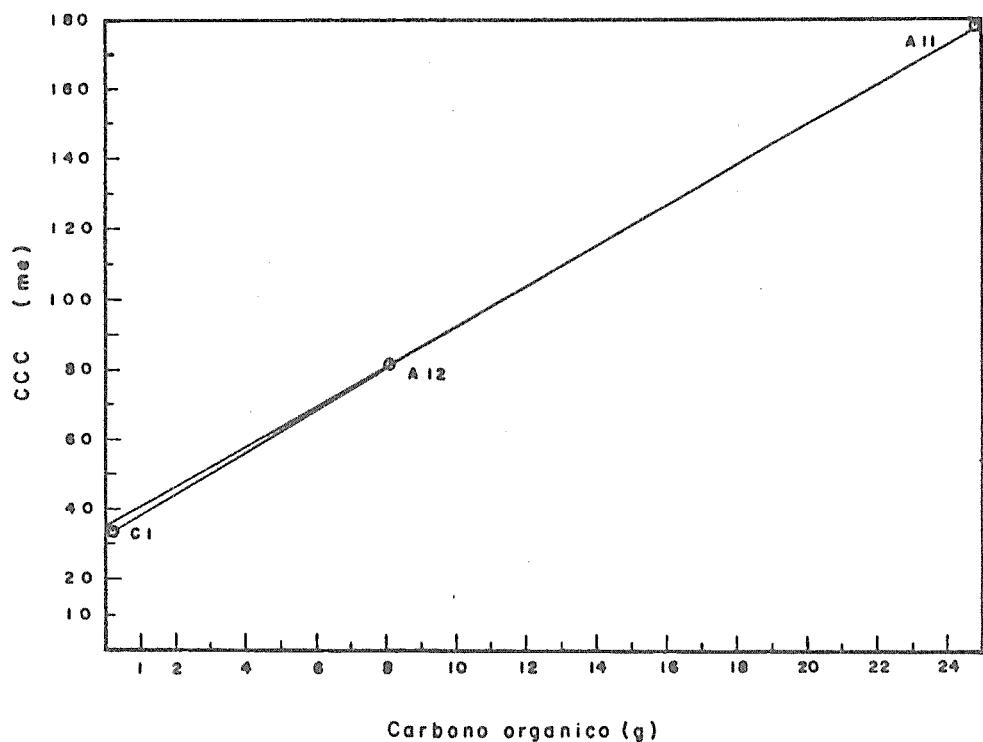
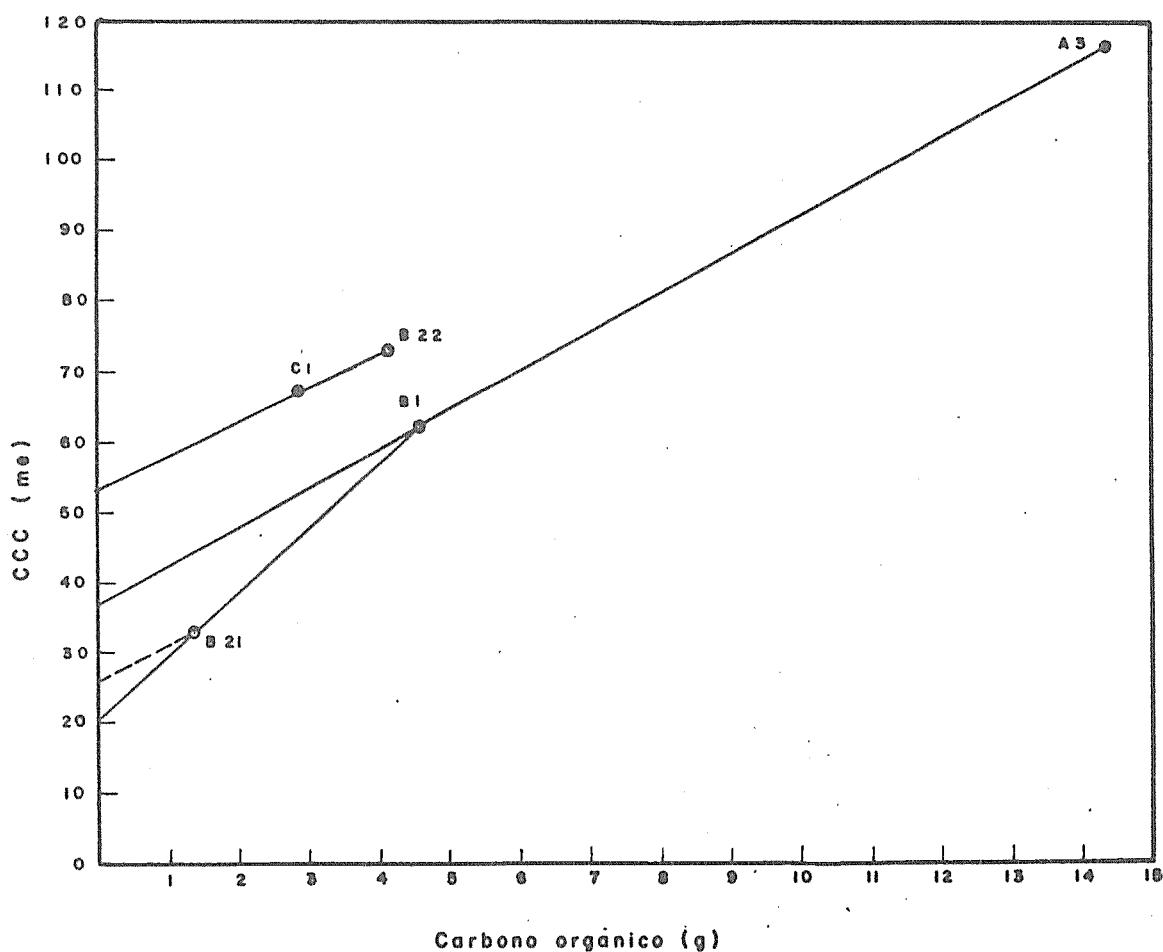


Fig. 2 - SERIE CABRERA, Perfil c 24



### Discusión

Todas las líneas que pasen por los puntos de una gráfica que represente capacidad de cambio catiónico en función de carbono orgánico, como en las figuras 1 y 2, deberán tener pendiente positiva. De otro modo, es seguro que los puntos no representan muestras con características de cambio similares y los puntos no deben equipararse. Cuando los puntos representan muestras de horizontes en el mismo perfil de suelo, el orden desde la parte superior derecha a la parte inferior izquierda corresponde (pero no siempre) a la profundidad en el perfil, debido al hecho de que la materia orgánica suele disminuir con la profundidad más rápidamente que la cantidad de arcilla.

Después de obtener la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla a partir de la intersección con el eje de ordenadas del gráfico, puede calcularse la capacidad de cambio catiónico de la materia orgánica por una ecuación, en lugar de determinarla a partir de la pendiente de la línea. El cálculo se hace poniendo la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla según se obtiene de la intersección sobre el eje de ordenadas en el gráfico, en la ecuación siguiente junto con otros datos derivados de los horizontes representados por un punto sobre la linea:

$$CCC_A \times A + CCC_C \times C = CCC_S$$

donde A y C son los porcentajes de arcilla y carbono orgánico y  $CCC_A$  y  $CCC_C$  y  $CCC_S$  con las capacidades de cambio catiónico ( $me/100\text{ g}$ ) de la fracción arcilla, de la materia orgánica (carbono) y de la muestra de suelo total, respectivamente. Dos de estas ecuaciones que representan muestras de suelo con características de cambio similares pueden resolverse simultáneamente para obtener la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla y materia orgánica en las muestras. Sin embargo, es mucho mejor construir una gráfica en la que pueda apreciarse rápidamente qué puntos pueden equipararse para dar resultados razonables, y no se gastará tiempo en resolver ecuaciones que representan muestras de suelo que no deben equipararse.

Una aplicación importante de un método gráfico, aparte de determinar capacidades de cambio catiónico, es la de comprobar los análisis de laboratorio y las hipótesis de que ciertas muestras de suelo tienen características de cambio similares, y que prácticamente toda la capacidad de cambio catiónico es atribuible a la fracción arcilla y a la materia orgánica. Por ejemplo, una disminución sucesiva en la pendiente de líneas entre puntos adyacentes que representan una progresión profunda en un perfil de suelo podría significar que la capacidad de cambio catiónico de la materia orgánica aumenta con la profundidad en el perfil, o que la fracción arcilla está incompletamente dispersada o que la fracción limosa en las muestras de la parte inferior del perfil tiene una capacidad de cambio catiónico considerable.

### B. DETERMINACION CUANTITATIVA DE MINERALES ARCILLOSOS A PARTIR DE LA CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONICO DE LA FRACCION ARCILLA

Muchos suelos tropicales tienen sólo dos minerales en la fracción arcilla, y cuando en una muestra de suelo sucede esto pueden determinarse las cantidades aproximadas de cada uno de los dos minerales a partir de la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla. Como este método es especialmente útil en las regiones tropicales, se da un ejemplo empleando muestras de un perfil en la serie Tibaitatá de suelos que existen cerca de Bogotá.

#### Serie Tibaitatá, Perfil C18

El perfil C18 abarca dos capas de diferente origen geológico, lo que es corriente en la serie Tibaitatá de suelos: (a) depósitos de ceniza volcánica post-Würm que descansan sobre (b) depósitos lacustres de arcilla. Los diagramas de difracción de rayos X y el ATD indican la presencia de halloysita y alófana en la capa superior y

caolinita y montmorillonita en la capa inferior. El análisis cuantitativo se basa en la capacidad de cambio del  $\text{NH}_4^+$  (pH 7) de la fracción arcilla separada por José Quintero Q.

Horizonte	Profundidad (cm)	CCC (me/100 g)
A11	0- 18	45,6
A12	18- 45	36,3
B21	45- 70	25,7
B22	70-105	23,9
II C1	105-115	28,1
II C2	115-140	27,8
II C3	140-145	27,8

Como la capacidad de cambio catiónico de la alúfana no se conoce con exactitud, no pueden darse datos cuantitativos sobre la capa superior, horizontes A y B, pero parece que la alúfana y la haloisita están presentes en cantidades aproximadamente iguales en la fracción arcilla del horizonte de la superficie. La alúfana disminuye con la profundidad y la haloisita predomina mucho en el horizonte B, suponiendo que la menor capacidad de cambio catiónico en el horizonte B sea debida a una disminución de la cantidad de alúfana, que tiene una alta capacidad de cambio catiónico, y un incremento en la cantidad de haloisita, que tiene una baja capacidad de cambio catiónico.

Los horizontes C1 y C2 en la capa inferior tienen fracciones de arcilla con una capacidad de cambio catiónico de, aproximadamente, 28,0 me/100 g (prácticamente se obtiene el mismo resultado cuando se dividen las capacidades de cambio del  $\text{Na}^+$  (pH 8,2) de las muestras integras por el contenido de arcilla de las muestras). Como en estos horizontes sólo hay caolinita y montmorillonita, pueden determinarse las cantidades de los dos minerales en las fracciones arcilla a partir de dos ecuaciones: (a) la suma de la caolinita y la montmorillonita es la unidad,  $K + M = 1$ , y (b) la suma de la cantidad de cada mineral multiplicada por la capacidad de cambio catiónico del mineral es igual a la capacidad de cambio catiónico de la fracción arcilla total,  $5K + 105M = 28$ . Aunque la mayoría de los minerales arcillosos no tienen capacidades de cambio catiónico definidas, los valores de 5 me/100 g para caolinita y 105 me/100 g para montmorillonita son buenas aproximaciones. La ecuación (a) se multiplica por 5 y se resta de la ecuación (b):

$$\begin{aligned} 5K + 100M &= 28 \\ 5K + 5M &= 5 \\ 95M &= 23 \end{aligned}$$

Por tanto,  $M = 0,24$  y  $K = 1,00 - 0,95 = 0,76$ , o sea, 24 por ciento de montmorillonita y 76 por ciento de caolinita.

Para calcular la exactitud de la determinación cuantitativa de minerales arcillosos en la capa inferior del perfil C18, se toman los valores extremos de 3 y 7 me/100 g para la capacidad de cambio catiónico de caolinita y 80 y 115 me/100 g para la de la montmorillonita. Los cálculos dan, utilizando 3 y 80 me/100 g,  $32\frac{1}{2}$  por ciento de montmorillonita y utilizando 7 y 115 me/100 g dan  $19\frac{1}{2}$  por ciento de montmorillonita. Los valores extremos no son muy probables. Es especialmente improbable una capacidad de cambio catiónico mayor de 115 me/100 g para montmorillonita que se hincha casi a 18 angströms con etilenoglicol. Por tanto, es relativamente seguro decir que las fracciones arcillosas procedentes de los horizontes C1 y C2 en la capa inferior contienen entre 20 y 30 por ciento de montmorillonita y 70 a 80 por ciento de caolinita.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1) Cano, Marco Fidel; Fernández, Fernando; y Santa, Néstor. 1966.  
"Suelos del Departamento de Antioquia: estudio general del sector Yarumal-Caucasia"  
I.G.A.C., Departamento Agrológico, manuscript. Bogotá, D.E.
- 2) Irusta, Fernando y Fortoul, Emilio, 1957.  
"Estudios preliminares de suelos del Departamento del Magdalena y la  
Intendencia de la Guajira" (2 partes)  
Instituto de Fomento Algodonero.
- 3) Pichott A., José. 1966.  
"Reconocimiento de Suelos al Oriente del Departamento de Cundinamarca"  
I.G.A.C., Departamento Agrológico, manuscrito.
- 4) Ramírez S., Pedro A. 1963.  
"Manual de Reconocimiento de Suelos"  
I.G.A.C., Departamento Agrológico, 2<sup>a</sup> edición. Bogotá, D.E.
- 5) U.N. Special Fund Project. 1965.  
"Soil Survey of the Llanos Orientales, Colombia"  
FAO of the United Nations, 3 vols. Rome
- 6) Soil Survey Staff. 1951.  
"Soil Survey Manual"  
U.S.D.A., Agriculture Handbook N° 18. Washington D.C.
- 7) Alexander, E.B. 1966. Estimación de la capacidad de cambio de las fracciones  
de la materia orgánica y la arcilla a partir de los análisis de muestras de sue-  
lo sin fraccionar. Agricultura Tropical, v. 22, N° 8, 437-441.
- 8) Alexander, L.T. and Byers, H.G. 1932. A critical laboratory review of methods  
determining organic matter and carbonates in soil. U.S.D.A. Tech. Bull. 317,  
25 pp.
- 9) Broadbent, F.E. 1953. The soil organic fraction. Adv. in Agronomy, v. 5,  
p. 153-183.
- 10) Hallsworth, E.G. and Wilkinson, G.K. 1958. The contribution of clay and  
organic matter to the cation exchange capacity of the soil. J. Agr. Sci.,  
v. 51, p. 1-3.
- 11) Hellings, C.S.; Chesters, G.; and Corey, R.B. 1964. Contribution of organic  
matter and clay to soil cation-exchange capacity as affected by the pH of the  
saturating solution. Soil Sci. Soc. Am. Proc., v. 28, p. 517-520.
- 12) de Leenheer, L. and Appelmans, F. 1954. Influence of the treatment of soil  
samples with hydrogen peroxide on the exchange capacity of the mineral fraction.  
Trans. 5th Intern. Congr. Soil Sci. II, p. 329-334.
- 13) Wilding, L.P. and Rutledge, E.M. 1966. Cation-exchange capacity as a function  
of organic matter, total clay, and various clay fractions in a soil toposequence.  
Soil Sci. Soc. Am. Proc., v. 30, p. 782-785.
- 14) Williams, R. 1932. The contribution of clay and organic matter to the base  
exchange capacity of soils. J. Agr. Sci., v. 22, p. 845-851.

CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE LA CUENCA ALTA  
DEL RIO BOGOTÁ

El río Bogotá desemboca en el Río Magdalena que, a su vez, forma el límite occidental del Departamento de Cundinamarca y corre hacia el norte hasta el Mar Caribe. Esta cuenca está en su totalidad en este Departamento. La cuenca alta está separada de la baja por un farallón paralelo al río Magdalena y está a más de 2 500 metros de altitud, entre los  $4^{\circ}15'$  de latitud N, y  $73^{\circ}30'$  de longitud oeste y  $74^{\circ}30'$  de longitud oeste. Ocupa unos 4 275 kilómetros cuadrados, de los cuales el 35 por ciento está en un valle llamado la Sabana de Bogotá. Los picos alcanzan altitudes de algo más de 4 000 metros, o sea, unos 1 500 metros por encima de la Sabana.

Prácticamente la totalidad de los suelos de la cuenca alta se cartografiaron antes de 1950, pero no se publicó ningún informe hasta 10 años más tarde (24). En su mayor parte, el mapa original y las descripciones más antiguas de suelos se utilizaron como base para la presente clasificación, que está de acuerdo con los grupos y subgrupos en la séptima aproximación (35) y su revisión (36). Se han realizado recientemente trabajos sobre la química y la mineralogía de los suelos por Silva (34), Luna (29), y Mejía (30). Luna separó la arena para examen microscópico y arcilla para determinar la capacidad de cambio catiónico, el ATD (análisis térmico diferencial), y el tenido con varios colorantes. Además de cartografiar los suelos de la divisoria del río Bogotá, se cartografiaron y se describieron algunos de los mismos suelos en otro lugar del Departamento de Cundinamarca (25).

Lafaurie (28) clasificó unos pocos suelos en la cuenca del río Bogotá empleando los términos Marrón podsólico, Marrón gris podsólico, Wiesenboden, Planosol, etc. Los términos del sistema del USDA (15), tal como se modificó en la edición de febrero de 1949 de Soil Science (37), se aplicaron a las series de suelos descritas en un informe titulado "Levantamiento Agrológico de la Cuenca Alta del río Bogotá" (24). Unicamente Guerrero, trabajando para alcanzar un grado de MS en la Cornell University, ha aplicado anteriormente la séptima aproximación a los suelos de la cuenca del río Bogotá. Su tesis ha sido traducida al español (20). La clasificación se complica por el hecho de que las series de suelos no se han definido nunca bien y algunas de las series, tal como se cartografiaron originalmente, caen en dos o más clases diferentes en el nivel suborden, que es el nivel de clasificación generalmente aplicado por Guerrero.

GEOLOGIA Y FISTOGRAFIA

Las rocas más antiguas encontradas en la cuenca alta del río Bogotá son cretácicas. Van der Hammen y González (21) han publicado un breve resumen de la historia geológica.

Cretáceo inferior - Formación Cáqueza

Cretáceo inferior - Formación Villeta  
pizarra marina negra y arenisca

Cretáceo superior - Formación Guadalupe  
areniscas y "plaeners", con arenisca no consolidada "arenisca tierna",  
en la parte superior que representa el Maestrichtiano inferior.

Maestrichtiano superior a Paleoceno - Formación Guaduas  
pizarra y arcilla gris, arenisca y capas de carbón

Paleoceno a Eoceno Inferior - Formación Bogotá  
arcilla teñida de rojo y arenisca sucia, con una arenisca basal llamada  
"la Arenisca de Cacho" y una arenisca intermedia llamada "la Arenisca de Lenguazque".

Eoceno medio a Oligoceno medio - Formación Usme  
una capa basal gruesa de arenisca cubierta por pizarra y arenisca con capas de carbón.

Oligoceno medio a Mioceneo  
levantamiento y probablemente plegamiento

Plioceno  
levantamiento principal

Plioceno a Pleistoceno Inferior - Formación Tilatá  
arenisca, conglomerado, y arcilla, incluyendo tierra de diatomeas, ceniza volcánica, y caolin.

Pleistoceno - Formación Sabana (200 a 400 m de espesor)  
facies lacustre, incluyendo capas turbosas o cenagosas.

Pueden encontrarse detalles más completos en un trabajo de Hubach (23).

Las únicas rocas de gran extensión en la cuenca alta del río Bogotá son arenisca y arcilla esquistosa; las rocas ígneas y metamórficas faltan por completo. Se supone que el plegamiento, principal responsable de la estructura de los valles que componen la Sabana de Bogotá, ocurrió hacia finales del Oligoceno o en la época del Mioceneo. Sin embargo, según van der Hammen y González (21), este área no ascendió hasta aproximadamente la altura en que se encuentra actualmente hasta finales de la época del Plioceno o en el Pleistoceno.

La formación Sabana está constituida casi por completo por depósitos lacustres del Pleistoceno con capas de cieno o turba a intervalos, por lo menos en la parte superior de los sedimentos, que van der Hammen y González (21) atribuyen a interstadios secos. Van der Hammen y González (21) han informado sobre ceniza volcánica procedente de una capa entre 29 y 31 metros por debajo de la superficie de la sabana cerca de Bogotá. Según estos mismos autores (21), el lago en que se depositaron los sedimentos de la formación sabana se secaron hacia finales de la glaciaciόn Würm (pleniglacial II), de hace unos 10 000 años, y los 3,5 metros superiores de sedimentos en su sección son de origen terrestre, probablemente depósitos de abanicos o de pendientes de piedemontes. Luna (29) ha encontrado pruebas de cenizas volcánicas en algunos de los suelos de la sabana, y también en suelos de las montañas circundantes.

Aunque no ha habido plegamientos de las rocas en el área de Bogotá desde la época del Plioceno o antes, ha habido fallas recientes. El frente montañoso normal, inclinado en el borde oriental de la sabana de Bogotá tiene el aspecto de una escarpa de línea de falla.

La sabana de Bogotá es la mayor de varias planicies lacustres que se encuentran en la cordillera oriental. La planicie se produjo por el relleno de un sinclinal con depósitos derivados de rocas sedimentarias en las montañas circundantes. La planicie tiene muchas divisiones y extensiones en los valles norte-sur a noroeste-sureste que reflejan la tendencia general de la cordillera oriental.

En general, la transición de la sabana de Bogotá plana al país montañoso inclinado que predomina en la cuenca alta del río Bogotá es brusca. Únicamente en algunos pocos lugares, como sucede en el lado occidental de la sabana de Bogotá, al noreste de Facatativá, hay abanicos grandes. Los gradientes de las pendientes en la planicie son generalmente menores de 1 a 3 por ciento. La planicie no está todavía disecada, excepto donde el río Bogotá y los grandes tributarios que escurren de las montañas circundantes atraviesan la planicie. La elevación de la planicie lacustre por encima de la vega del río Bogotá y sus tributarios varía entre 1 y 5 o 10 metros en diferentes partes de la sabana de Bogotá.

Según Delgado (17), el agua subsuperficial de la planicie lacustre es blanda y no contiene una gran cantidad de sodio. Generalmente, el pH oscila entre 6,0 y 6,8; y el contenido de hierro ferroso es muy elevado, sobre todo cerca del centro de la sabana.

Julivert (27) discrepa de la mayoría de los geólogos en asignar todos los depósitos de llenado del lago Pleistoceno a la formación Tilatá y confinar la formación de sabana a depósitos de terrazas recientes. Sin que suponga comprometerse con la opinión de Julivert referente a las formaciones Tilatá y Sabana, merece señalarse los cuatro niveles (o intervalos de sedimentación) en que dicho autor separa los depósitos cuaternarios: (a) abanicos antiguos, los depósitos del valle del río Tunjuelo al sur de Bogotá, y probablemente los abanicos antiguos al noreste de Facatativá en el lado occidental de la sabana de Bogotá, que pueden estar o no relacionados en la edad con depósitos lacustres enterrados; (b) depósitos de planicie lacustre (llamada terraza alta), relacionados aparentemente con los depósitos de relleno lacustre más altos (Würm o Wisconsin) que se superponen a los antiguos depósitos de abanicos; (c) depósitos de terraza reciente (llamada terraza baja), que están a un nivel entre los depósitos de planicie lacustre y la vega actual, pero se juntan con depósitos de abanicos recientes que cubren la planicie lacustre alrededor del margen de la sabana de Bogotá; y (d) depósitos de vega recientes.

#### CLIMA Y VEGETACION

El clima de la sabana de Bogotá es fresco semirárido a subhúmedo tropical, y el de las montañas circundantes es fresco a frío húmedo tropical. Eidt (18) ha clasificado el clima de Cundinamarca por el sistema de Koeppen, y Espinal y Montenegro (19) han aplicado el sistema de Holdridge en Colombia.

En la sabana de Bogotá, a 2 550 - 2 600 metros de altitud, la temperatura promedio anual es de unos 14°C. Suponiendo una caída de 0,6°C en la temperatura por cada 100 metros de aumento de altura, puede esperarse un promedio de, aproximadamente, 5°C a 4 000 metros de altitud. Los promedios mensuales no varían más de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  con respecto al promedio anual. Las temperaturas son ligeramente más altas cuando el sol está sobre el hemisferio norte. La escarcha es rara en la sabana de Bogotá, pero de diciembre a febrero es frecuente a mayores alturas en las montañas circundantes.

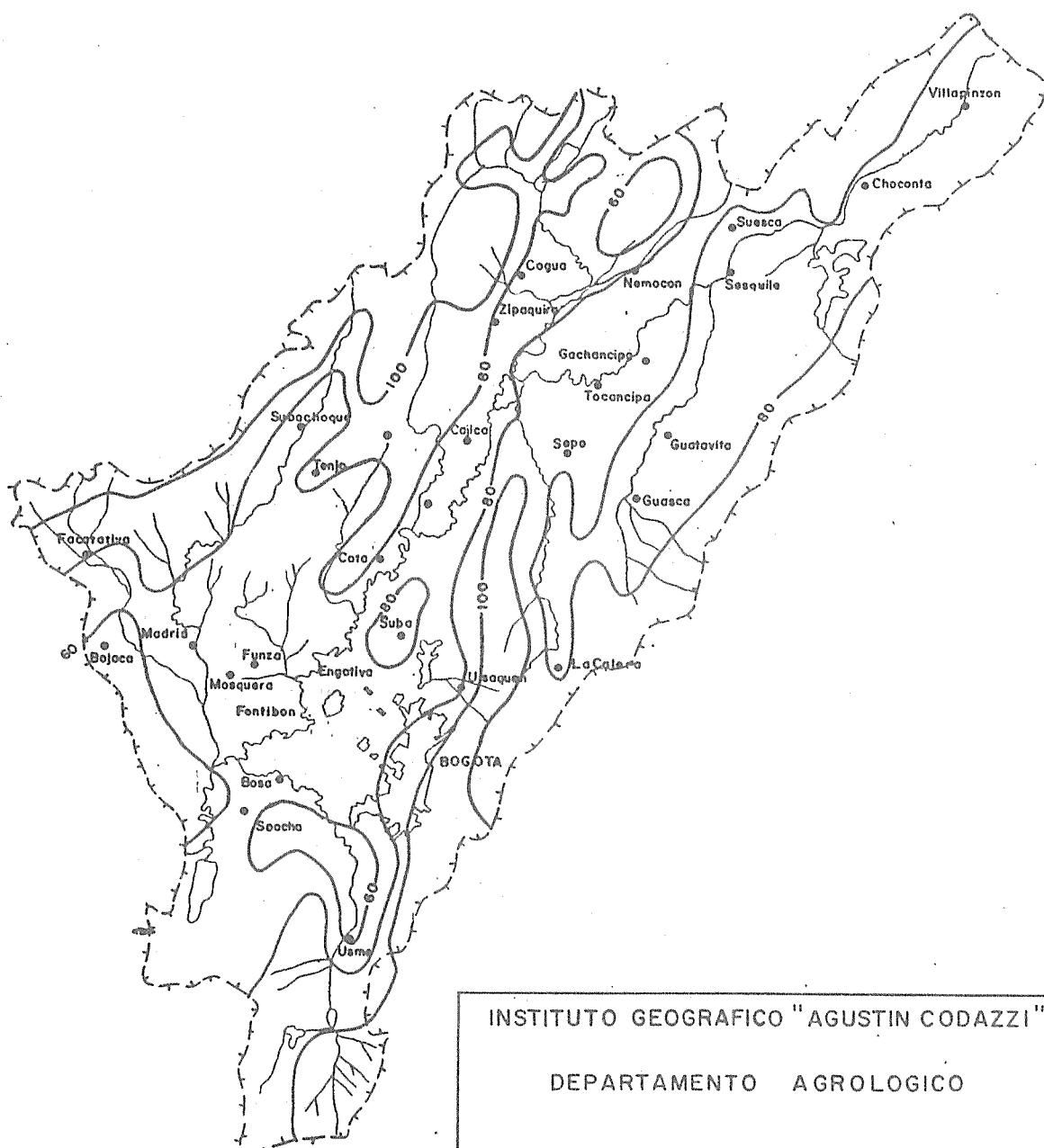
La precipitación pluvial promedia anual varía desde 50 a 100 cm en la sabana de Bogotá hasta 150 cm en las montañas cercanas. En la sabana suele haber dos temporadas de lluvia bien caracterizadas: una de marzo a mayo y otra de octubre a diciembre. En la parte alta de los montes próximos, las temporadas son menos netas. La lluvia en Bogotá (26) da una buena idea de la distribución; la estación está a unos 2 556 metros de altitud.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
5,1	5,0	6,9	10,0	10,5	5,7	4,7	4,1	5,2	14,4	13,8	8,5	94,1cm

La humedad relativa en Bogotá (26) suele alcanzar un máximo diario entre 70 y 100 por ciento y un mínimo diario entre 40 y 80 por ciento, excepto en febrero y marzo, cuando el mínimo desciende a 20-70 por ciento. En Bogotá (26), la precipitación pluvial ha disminuido desde un promedio anual de 110,8 cm para antes de 1900 a 97,1 cm para los años 1901-30, y a 94,1 cm para los años 1931-60.

Los vientos de superficie en Bogotá (26) son generalmente débiles del sur-sureste en abril y mayo, fuertes del sur-sureste en el periodo de junio a septiembre; alcanzan intensidad máxima en septiembre, son flojos del suroeste en octubre, y flojos del oeste en la época de noviembre a febrero.

Basándose en la identificación de polen de un nícteo a 32,8 m en la formación de sabana de Bogotá, van der Hammen y González (21) han calculado el clima local a lo largo de los últimos 100 000 años. Según estos autores, las temperaturas fueron de



INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI"

DEPARTAMENTO AGROLOGICO

M A P A D E I S O Y E T A S

DE LA HOYA HIDROGRAFICA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ

LLUVIA ANUAL EN CENTIMETROS

ESCALA 1: 625 000

Por: J. Pichott

Dibujo: L. Gómez

7½ a 8 2/3°C menores que las actuales durante los últimos estadios Riss y Würm, y 1½ a 2°C menores durante los interstadios. Los estadios fueron relativamente húmedos y los interstadios relativamente secos. Van der Hammen y González (21) sitúan la línea de nieve, que está más allá de la cuenca del río Bogotá en el momento actual, en 3 050, 3 025 y 3 215 metros de altitud, respectivamente, durante tres estadios del Würm, y en 2 800 metros de altitud durante el estadio Riss I.

Para el post-Würm, unos 11 850 años, van der Hammen y González (21) señalan siete períodos con su interpretación del clima y los correlativos europeos propuestos.

VIII	húmedo	Subatlántico
VII	relativamente seco	Sub-boreal
VI	húmedo	Atlántico
V	seco	Boreal
IV	seco, relativamente frío	Freiboreal
III	seco, frío	Dryas más joven
II	seco, relativamente cálido	Interstadial Alleröd
I	húmedo, frío	Würm(?)

Van der Hammen y González (21) calculan una temperatura 3½°C más alta que la presente para el óptimo climático post-Würm.

La vegetación natural en una gran parte de la sabana de Bogotá y en la mayoría de las montañas circundantes por debajo de unos 3 200 - 3 300 metros de altitud, es bosque de angiospermas siempreverde; la única gimnosperma es una Podocarpus sp. Por encima del bosque hay una zona de Páramo de vegetación predominantemente herbácea: hierba, musgo, frailejón (Espeletia spp.), y algunos arbustos. En algunos lugares de la sabana, y en las colinas próximas, la vegetación es entre semixerófítica y xerófítica. La mayor parte de la vegetación xerófítica se da en un área al sur de Mosquera y noroeste de Soatá, a unos 20 a 25 km al oeste de Bogotá, donde la cobertura es hierba con un rodal abierto de cactus (Opuntia spp.) y plantas de fique (Agave spp.).

Cuando los europeos llegaron en el siglo XVI, los indios Chibcha habían aclarado ya la sabana de Bogotá. Por tanto, es difícil determinar lo que es (o fue) la vegetación natural en la mayor parte de este área. En la actualidad, prácticamente la totalidad de la sabana ha sido aclarada y también la mayor parte de los montes próximos. El árbol más corriente en la sabana es el eucalipto (E. globulus), que se cultiva en plantaciones en la planicie y en los montes circundantes; y un arbusto introducido (Cytisus spp.), y otras retamas (Ulex spp. y Spartium junceum) son muy frecuentes en las colinas erosionadas y vertientes pronunciadas de alrededor de Bogotá. Van der Hammen y González (22) han estudiado el polen de un núcleo de 4,55 m tomado en la Laguna de Herrera, a unos 20 km al oeste de Bogotá, y han descrito la sucesión de vegetación de dicho sitio durante los últimos 5 000 años. Señalaron un incremento en las especies herbáceas y una disminución de las forestales hace unos 1 200 años, que se hizo más evidente empezando hace unos 900 años.

Valderrama, Montenegro, y Galindo (38) describen con algún detalle la vegetación actual. También Cuatrecasas (16), debe consultarse si se desea más información. Todos los géneros y especies citados en este informe han sido descritos por Pérez Arbeláez (31).

Según van der Hammen y González (21), el límite de bosque-páramo (vegetación herbácea) estaba aproximadamente a 2 250, 2 400 y 2 400 metros respectivamente, durante tres estadios del Würm, y a 1 700 metros de altitud durante el estadio Riss I.

#### SUELOS

Conviene agrupar los suelos en cuatro divisiones fisiográficas principales: I-suelos altos de las colinas y vertientes montañosas; II-suelos de la planicie lacustre, III-suelos de vega; y IV-suelos de abanico. A continuación se trata de un modo

general de cada división seguida de una breve descripción de cada una de las series de suelos más importantes en la correspondiente división excepto en la división III, que abarca sólo las características más esenciales de cada serie de suelos. Se supone algún conocimiento de la terminología empleada en la séptima aproximación y, al leer esta sección, conviene tener para referencia el original (35) y el suplemento de 1967 (36). En la tabla II se da la clasificación de las series de suelos según la más cercana aproximación en el antiguo sistema USDA (15,37), o una modificación del mismo, y de acuerdo con la séptima aproximación (35,36).

No se investigaron con ningún detalle los suelos sobre terrazas recientes, que están a nivel entre la planicie lacustre y la vega actual y no son muy extensos. Todos los suelos sobre estas terrazas se supone que son Inceptisoles.

#### I - Suelos elevados

Por debajo del Páramo, todos los suelos altos más importantes pueden separarse tomando como base la humedad y el desarrollo del perfil. Como la humedad es principalmente función de la altitud y de la precipitación pluvial, se ha construido la figura 3 para poner de manifiesto las relaciones de los suelos zonales corrientes con estos dos parámetros. La secuencia de semi-árido o subhúmedo a húmedo es la Serie Bojacá-Cogua-Cabrera. Los suelos inmaduros son la Serie Monserrate de Litosoles en las zonas Cogua y Cabrera y la Serie Chocontá sobre depósitos recientes Terciarios no consolidados en la zona Cogua. La Serie Faca de suelos azonales desarrollados sobre depósitos de ceniza volcánica es extensiva sobre el lado occidental de la Sabana de Bogotá.

en la característica del suelo desde los suelos Bojacá a los Cogúa; luego todas las características del suelo cambian gradualmente al aumentar la humedad desde los suelos Cogua a los suelos Cabrera. Los cambios más evidentes relacionados con el aumento de humedad son que aumenta la cantidad de materia orgánica del suelo, disminuye la diferenciación de perfil por iluvia de arcilla, y disminuye el pH y la saturación de base en el subsuelo. Aunque la saturación de base disminuye considerablemente en las zonas Cogua y Cabrera, el pH se mantiene relativamente constante. Este decrecimiento en la saturación de base, que depende de la capacidad de cambio catiónico a valores de pH superiores a los normales, corresponde al parecer a un incremento en la carga variable.

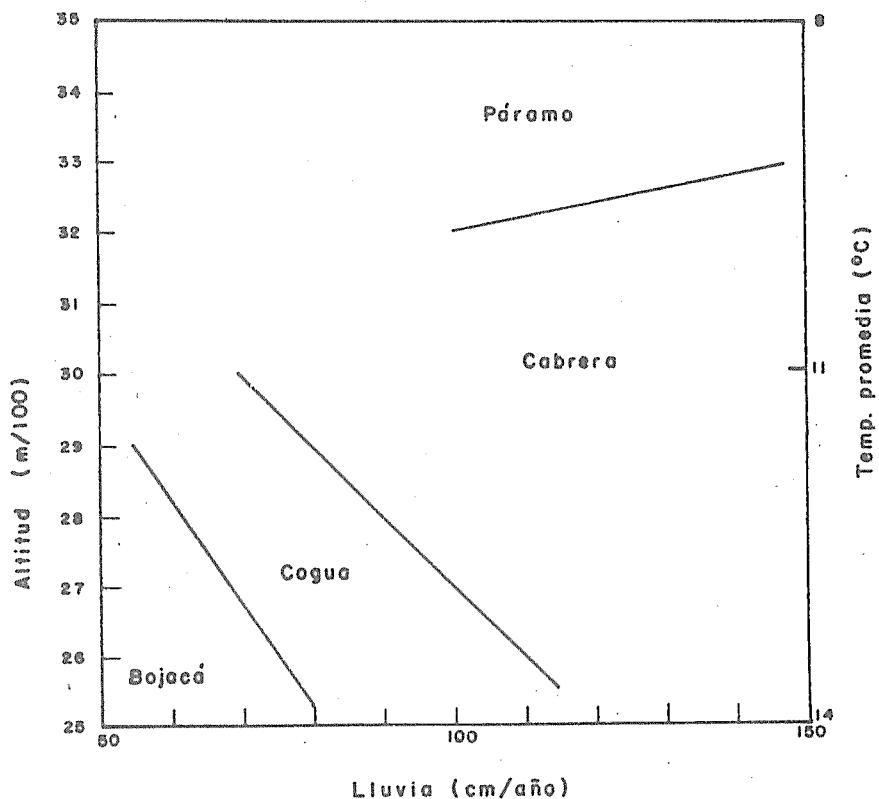
Los minerales del grupo caolinita son los minerales arcillosos que más abundan en todos los suelos, excepto acaso en los más jóvenes. La caolinita es el mineral arcilloso que más abunda en los suelos Bojacá, y posiblemente en los Cogúa. La cantidad de halocita, y al parecer alófana, aumenta al aumentar la humedad. La montmorillonita es el mineral arcilloso corriente de capa 2 tetraédrico: 1 octaédrico en los suelos Bojacá; y la vermiculita parece aumentar de frecuencia a medida que aumenta la humedad, aunque los minerales arcillosos de capa 2:1 no son demasiado frecuentes en suelos relativamente maduros de las zonas más húmedas. En la actualidad, no hay muchos datos para describir de una manera definitiva estas relaciones de distribución de minerales arcillosos.

Como la materia orgánica del suelo y los minerales arcillosos amorfos aumentan al aumentar la humedad, la densidad aparente disminuye y los suelos se hacen más friables y menos plásticos. La proporción de suelos imperfectamente drenados aumenta de la zona Cogua a la zona Cabrera, pero los suelos imperfectamente drenados no abundan por debajo de la zona de Páramo.

Otro suelo por debajo de la zona de Páramo, la Serie Cruz-Verde, un tanto similar a los suelos Cogua y Cabrera, pero menos friable y más plástico, se ha desarrollado sobre material de partida rojo con mucho limo y arcilla. En el área de suelos Bojacá suele presentarse un suelo halomórfico, la variante Bojacá.

En la zona de Páramo, el desarrollo de suelo está un tanto retardado debido al clima frío, y la mayoría de los suelos sobre las pendientes pronunciadas son Litosoles. Son semejantes a los suelos Monserrate pero con más materia orgánica y Regosoles donde se ha acumulado coluvión. Los valles más anchos están cubiertos con depósitos de arrastre glaciales, usualmente con una superficie entre ondulada y de pendiente moderada; son corrientes

Fig. 3 - DISTRIBUCION ZONAL DE  
SUELOS: SERIE CERCA DE  
BOGOTA



las depresiones cerradas y los remansos. Sobre superficies onduladas, los suelos "Páramo" y Usme se desarrollan sobre till glacial o rocas sedimentarias alteradas. Los suelos sobre depósitos de aluvión o abanicos, en los que se han desarrollado horizontes espódicos, se parecen a los de la Serie Benito que figura en el mapa sobre depósitos coluviales debajo de la zona Páramo en Cundinamarca oriental.

Los suelos de la Serie "Páramo" son Litosoles, usualmente con un contacto paralítico a till denso o roca alterada. Los suelos Usme se observan cuando el till, la roca alterada o el coluvión está más profundamente meteorizado y se forma un horizonte espódico.

#### Serie Bojacá - Paleustalfes ácuicos abrupticos

Como se indica en la figura 3, los suelos Bojacá se presentan en las partes más secas de las tierras altas; por tanto, adyacentes a la sabana de Bogotá. Estos suelos están desarrollados sobre rocas sedimentarias consolidadas y no consolidadas muy meteorizadas, y sobre abanicos moderadamente inclinados que probablemente guardan relación con los depósitos cuaternarios más antiguos de Julivert (27). Toda la vegetación original ha quedado destruida, pero probablemente era bosque abierto o matorral. La capa de arcilla fuertemente desarrollada en los suelos de Bojacá no permitiría el crecimiento de un bosque denso con árboles grandes.

El límite brusco de epipedon ócrico a una capa de arcilla es la característica más saliente de los suelos Bojacá. Generalmente, el contenido de materia orgánica es mayor en la parte superior del horizonte argílico que en el epipedon ócrico. En la capa de arcilla, la mayor parte de la materia orgánica está en superficies negras gruesas (1 a 3 mm) sobre agregados estructurales en bloques angulares. Las manchas de color que suelen encontrarse en los agregados estructurales en la capa de arcilla indican que los suelos están sólo moderadamente bien drenados, incluso aunque se presenten sobre pendientes pronunciadas y moderadamente pronunciadas. En general, estos suelos son fuertemente ácidos en el epipedon y neutros en el subsuelo. La saturación de base es alta (mayor de 75 por ciento) en el subsuelo, y el sodio cambiable es a veces mayor de 15 por ciento de la capacidad de cambio catiónico. Incluso con 60 por ciento, aproximadamente, de arcilla en el subsuelo, la capacidad de cambio catiónico es sólo de alrededor de 10 me/100 g, excepto en la parte superior de la capa de arcilla donde hay más materia orgánica. La arena es predominantemente cuarzo, y la arcilla predominantemente caolinita, con pequeñas cantidades de montmorillonita. Las relaciones C/N son aproximadamente 6-8 en la superficie y parte superior del horizonte argílico, y disminuyen con la profundidad en el subsuelo.

Los suelos Bojacá, que son Ustalfes debido a la elevada saturación de base en la capa de arcilla y a la sequedad, son Paleustalfes, a causa del límite brusco del epipedon a la capa de arcilla y al hecho de que el contenido de arcilla disminuye muy poco con la profundidad en el subsuelo. Las manchas de color en el subsuelo colocan a los suelos Bojacá en un subgrupo ácuico, y el límite brusco a la capa de arcilla les coloca en un subgrupo abruptico. También puede ser apropiado un subgrupo óxido, debido a la baja capacidad de cambio catiónico de la arcilla del subsuelo.

Como en el sistema antiguo USDA (15,37) no hay un nombre apropiado para los suelos Bojacá, se propone un nuevo nombre: suelo podsólico gris tropical. Los suelos Bojacá son podsólicos debido a iluviaión de arcilla y materia orgánica en la capa de arcilla; y el gris se refiere al epipedon, que suele ser pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo y gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco.

#### Variante Bojacá - Natrustalfes ácuicos

Los suelos de la variante Bojacá se presentan en el mismo área que la Serie Bojacá, y todo lo dicho respecto a la presencia y medio ambiente de los suelos Bojacá vale para la variante. Por término medio, la variante ocurre posiblemente sobre laderas más suaves. La variante difiere de la Serie Bojacá por tener estructura columnar (prismática

con domo) en la parte superior del subsuelo. Todas las otras características del perfil son prácticamente iguales en ambos suelos. En la variante Bojacá, o bien el sodio cambiante es mayor de 15 por ciento o bien la suma de sodio cambiante y magnesio cambiante es mayor de 50 por ciento de la capacidad de cambio catiónico.

La Variante Bojacá es representativa de suelos Solonetz solodizados tropicales. Parece conveniente anadir "tropicales", debido al elevado contenido de arcilla en el subsuelo en comparación con los suelos solonetz solodizados en regiones templadas y el predominio de caolinita en la arcilla. Aunque los suelos de la Variante Bojacá no siempre tienen mayor proporción de sodio cambiante que algunos suelos en la serie Bojacá, la clasificación es Natrustalfé a causa de la estructura prismática con domo.

#### Serie Cabrera - Humitropeptes ándicos (Páquicos)

Los suelos Cabrera se encuentran en las partes más húmedas de las tierras altas debajo de la zona Páramo. Estos suelos están formados sobre rocas sedimentarias muy meteorizadas. Aunque se ha destruido la mayor parte de la vegetación original, queda lo suficiente para indicar que la vegetación natural es bosque siempreverde. Los suelos Cabrera próximos al límite de la zona Cogua pueden secarse en la mayoría de los años, pero raras veces durante más de 2 meses al año.

Un epipedon ímbrico, arcilloso, negro, grueso con 6-12 por ciento aproximadamente de carbono orgánico descansa sobre un subsuelo arcilloso que tiene poca arcilla o no más que el suelo de superficie. Al tacto, la cantidad de arcilla se subestima, particularmente en la superficie, debido al elevado contenido de materia orgánica y a la presencia de minerales arcillosos amorfos. Los revestimientos de arcilla suelen ser muy delgados o faltar en el subsuelo. En la superficie hay grumos o gránulos muy pequeños, y el subsuelo es aglomerado o con estructura débil en bloques angulares. La estructura prismática grande está bien desarrollada en cortes de caminos antiguos. El suelo superficial es muy friable, y el subsuelo es firme cuando está húmedo y adherente y ligeramente plástico cuando está mojado. La densidad, por lo menos en la superficie y posiblemente en el subsuelo, es menor de 1,0 g/cc. Normalmente, los suelos son fuertemente ácidos en su totalidad, y la saturación de base, deducida de la capacidad de cambio de sodio a pH 8,2, es menor de 15 por ciento. La arena fina contiene mucho más de 10 por ciento de minerales meteorizables, muchas fitolitas, y comúnmente unos pocos fragmentos de vidrio volcánico (?). La arcilla es predominantemente haloisita y alúfana en la superficie y caolinita y/o haloisita en el subsuelo, con un poco de goetita y ocasionalmente gibsita. Las relaciones C/N son, aproximadamente, 10-12 en la superficie y disminuyen con la profundidad.

Los suelos Cabrera se parecen a los Latosoles Húmicos Cline de Hawaii, pero hay indudablemente algunas diferencias importantes. Como la superficie tiene un bajo contenido de arcilla y una elevada capacidad de cambio catiónico en relación con la humedad a 15 atmósferas, los suelos Cabrera están en un subgrupo ándico de los Humitropeptes. Frecuentemente, el epipedon ímbrico es suficientemente grueso para el subgrupo páquico. La capacidad de cambio catiónico de la arcilla en el subsuelo es casi lo suficientemente baja para un subgrupo óxico.

#### Serie Chocontá - Humitropeptes típicos

Chocontá es un nuevo nombre de serie propuesto para suelos profundos con subsuelos fracos desarrollados en sedimentos terciarios recientes no consolidados en la misma zona que los suelos Cogua. La vegetación natural es probablemente muy parecida a la de los suelos Cogua.

Los suelos Chocontá tienen epipedon ímbrico y horizontes B cambícos. La estructura prismática muy gruesa, que está bien desarrollada en los suelos Cogua, no es evidente en los suelos Chocontá.

Aunque los suelos Chocontá no se han investigado con detalle, son indudablemente Humitropeptes, probablemente Humitropeptes típicos.

#### Serie Cogua - Humitropeptes óxicos

Los suelos Cogua ocupan una posición intermedia, en cuanto a geografía y características de perfil, entre los suelos Bojaca y los Cabrera. Son suelos bien desarrollados sobre rocas sedimentarias consolidadas y no consolidadas muy meteorizadas. Toda la vegetación original ha quedado destruida, pero probablemente era bosque denso. Estos suelos están normalmente secos durante 2 a 3 meses del año, o posiblemente algo más tiempo, con dos temporadas secas.

Un epípedon óxico o umbríco moderadamente grueso, pardo grisáceo muy oscuro, franco fino, con un contenido de carbono orgánico de 3 a 6 por ciento, aproximadamente, descansa sobre un subsuelo arcilloso que suele contener alrededor de 50-60 por ciento (o más) de arcilla. En las temporadas secas, se extienden grietas estrechas desde la superficie hasta el subsuelo formando una estructura prismática muy gruesa; las caras del prisma tienen revestimientos brillantes de rojo oscuro a negro en el subsuelo. Casi siempre se observan en el subsuelo nódulos duros, pardo rojizo oscuros de hasta un centímetro de diámetro. Aunque el aumento en el contenido de arcilla a través del límite gradual desde el epípedon hasta el subsuelo suele ser suficiente para calificar al subsuelo como horizonte argílico, los revestimientos de arcilla (tal como se aprecian en secciones delgadas) son normalmente delgados alrededor de los nódulos y muy delgados o ausentes en espacios de poro dentro de los prismas. El suelo de la superficie es ligeramente duro o duro con una densidad de aproximadamente 1,0 - 1,2; y el subsuelo es extremadamente duro cuando está seco y muy adherente y plástico cuando está mojado. Normalmente, los suelos son entre fuertemente ácidos y muy fuertemente ácidos en la superficie y fuertemente ácidos en el subsuelo. La saturación de base deducida de la capacidad de cambio de sodio a pH 8,2 es aproximadamente, 10-50 por ciento en la superficie, 10-40 por ciento cerca del límite con el subsuelo, 15-45 por ciento en la parte superior del subsuelo, y 10-20 por ciento en la parte inferior del subsuelo. La arcilla es predominantemente caolinita y/o haloisita, con algo de alúfana, y un poco de goetita en el subsuelo. Las relaciones C/N son de alrededor de 10 en la superficie y disminuyen con la profundidad.

Los suelos Cogua se parecen a los Latosoles húmicos bajos de Cline en Hawái, pero hay indudablemente algunas diferencias importantes. Suponiendo la ausencia de un horizonte argílico, los suelos Cogua son Humitropeptes que están en un subgrupo óxico, debido a la baja capacidad de cambio catiónico de la arcilla (menor de 24 me/100 g de arcilla). Si los suelos Cogua tienen un horizonte argílico, la clasificación sería probablemente Tropodulte óxico. La clasificación en el grupo Tropodulte en lugar de en el grupo Paleudulte depende de la presencia de más de 10 por ciento de minerales meterizables en limo grueso y fracciones de arena fina del subsuelo.

#### Serie Cruz-Verde - Humitropeptes típicos

Los suelos Cruz-Verde se presentan en rocas sedimentarias rojas que tienen una elevada proporción de limo, en las mismas áreas en que se encuentran suelos Cabrera y Cogua. La vegetación natural de los suelos Cruz-Verde es prácticamente la misma que la de otros suelos de estas áreas.

Como aparte de que los sola suelen ser menos gruesos, los suelos Cruz-Verde no son muy diferentes de los suelos asociados Cabrera y Cogua. La superficie es fuertemente ácida y el subsuelo es muy fuertemente ácido. En el único perfil del que se ha tomado una muestra, los minerales arcillosos resultaron ser caolinita y vermiculita con indicios de goetita. Se encontró una interestratificación de mica hidratada y montmorillonita o vermiculita en la parte inferior del subsuelo. La alúfana está ausente o existe sólo en cantidades muy pequeñas. Debido a la diferente mineralogía, el subsuelo Cruz-Verde es más plástico que el de los suelos Cabrera y Cogua.

Aunque los suelos Cruz-Verde son Humitropeptes típicos, tienen una baja densidad en la superficie y cumplen casi los otros requisitos para el subgrupo ándico. A diferencia de los suelos Cabrera, que figuran en el subgrupo ándico de los humitropeptes, no

hay ninguna muestra de perfil Cruz-Verde que tenga valores de pH que suban hasta 9,4 en 2 minutos, ni a 10,2 en 30 minutos después de mezclar en solución normal de fluoruro sódico. La arcilla de los suelos Cruz-Verde tiene una capacidad de cambio catiónico mucho mayor que la de los suelos Cogua, que figuran en el subgrupo óxido de los Humitropeptes.

#### Serie Faca - Placandeptes

Los suelos Faca están desarrollados en depósitos de cenizas volcánicas o eólicos sobre rocas sedimentarias de la parte occidental de la sabana de Bogotá. Los cortes de caminos muestran dos o más perfiles de suelo en secuencia vertical, independientemente de la pendiente superficial, lo que indica que los materiales de partida se depositaron desde la atmósfera. La vegetación natural es bosque denso.

Cada perfil de suelo en secuencia vertical tiene un epipedon umbrico negro grueso y un horizonte cámico. En las capas de epipedon o en las de horizonte cámico hay una o más capas de arcilla. Las capas de arcilla no se presentan necesariamente en límites entre horizontes de suelo definidamente diferentes, sino a veces en capas que se describirían como un horizonte de suelo si no estuviera dividido por la capa dura. Las capas duras bien desarrolladas son continuas, con una superficie que se parece a domos unidos. La parte dura superior de la capa es de color pardo rojizo oscuro a rojo amarillento de un espesor de 0,1-1 mm, aproximadamente, con un límite superior agudo y un límite inferior difuso con una transición amarillenta ligeramente dura.

El contenido de arcilla de los suelos Faca es difícil de calcular en el campo, e imposible de determinar por los métodos corrientes de laboratorio en los que se emplea hexametafosfato sódico para la dispersión. La capa superficial más alta tiene, aproximadamente, 12-15 por ciento de carbono orgánico y las capas subyacentes tienen alrededor de 2-8 por ciento. Las relaciones C/N son de 11-12, aproximadamente, en el depósito más alto y 12-18 en los depósitos enterrados, ya sea epipedon u horizontes cámicos. La densidad es de alrededor de 0,5 a 0,6 en todas las capas. Debido a la poca dispersión de la arcilla, se calcula que la capacidad de cambio catiónico es mayor de 300 me/100 g de arcilla. Aunque el suelo es normalmente sólo entre moderada y fuertemente ácido, la saturación de base es menor de 10 por ciento, basada en la capacidad de cambio de sodio a pH 8,2. El aluminio cambiante es muy bajo, y la baja saturación de base a pH 8,2 es debida, indudablemente, a la elevada carga variable. Despues de mezclar muestras de cualquier horizonte en solución normal de fluoruro sódico, el pH sube a más de 9,4 en 2 minutos y a más de 10,2 en 30 minutos. La humedad a 15 atmósferas es mucho mayor de 20 por ciento, cerca de 40 por ciento.

Los suelos Faca son Andosoles, clasificados ahora como Placandeptes debido a los horizontes plácicos que están siempre presentes en estos Andeptes.

#### Serie Monserrate - Humitropeptes líticos

Los suelos Monserrate son suelos someros o muy someros sobre rocas sedimentarias consolidadas que se presentan sobre pendientes pronunciadas o muy pronunciadas en las mismas áreas que los suelos Cabrera y Cogua. Aunque la mayoría de la vegetación natural ha quedado destruida, la cubierta parece haber sido matorral sobre suelos muy someros y bosque sobre suelos someros.

El carácter somero sobre roca madre es la particularidad más saliente de los suelos Monserrate, que tienen un epipedon umbrico negro grueso y suelen tener un horizonte cámico. La textura del suelo es generalmente franca fina, tanto en el epipedon como debajo del mismo. El carbono orgánico es mayor del 3 por ciento en la superficie, y la relación C/N es de alrededor de 10 o 12.

Los suelos Monserrate son Litosoles, clasificados ahora como Humitropeptes líticos, aunque el límite de profundidad se ha situado provisionalmente a 75 cm en el trazado del mapa de campo en lugar de a 50 cm.

#### Serie Páramo - Tropaqueptes líticos hísticos

Los suelos de la serie "Páramo" son los más extensivos en superficies entre onduladas y moderadamente pronunciadas en la zona de Páramo cerca de Bogotá. Como el término Páramo se refiere a la zona ecológica en que se presentan los suelos denominados "Páramo" y hay varias clases diferentes de suelos en esta zona, sería más conveniente emplear otro nombre, más local, para la Serie "Páramo" cuando se sepa más sobre los suelos de la zona Páramo.

Aunque se ha empleado anteriormente Páramo como nombre de serie de suelos (25), esta serie no se ha definido con mucha precisión. Aquí, la Serie "Páramo" se limita a suelos someros con poco o nulo desarrollo de perfil, aparte de la formación de un epipedon hístico. El material de partida es o bien rocas sedimentarias o bien coluvión compacto o till glacial derivado de rocas sedimentarias. El frío y el predominio de vegetación herbácea y musgo son los factores más importantes en el desarrollo del suelo, siendo la precipitación pluvial menos importante que la nebulosidad y la velocidad con que la humedad del suelo se pierde en la atmósfera. Los suelos están mojados la mayor parte del tiempo y aparentemente no se secan nunca del todo. Como todos los colores matriciales son grises o negros, y apenas hay manchas de color en estos suelos inmaduros, resulta difícil determinar la clase de drenaje. Puede suponerse que los suelos de la zona de Páramo están usualmente bien drenados en pendientes pronunciadas, imperfectamente drenados sobre superficies onduladas, deficientemente drenados en superficies casi planas, y muy poco drenados en depresiones en que se desarrollan suelos orgánicos.

Los suelos "Páramo" son francos, gruesos o finos dependiendo principalmente de la composición de tamaño de partícula del material de partida, con un epipedon hístico negro y un contacto para-lítico a roca madre alterada o till compacto dentro de una profundidad de 75 cm. Aun cuando no se ha estudiado la mineralogía de estos suelos inmaduros, depende mucho indudablemente, de la mineralogía del material de partida. Los 4 o 5 cm más altos del epipedon hístico son granulares con más de 15 por ciento de carbono orgánico y el resto del epipedon es aglomerado con 12-15 por ciento de carbono orgánico. La saturación de base es menor de 5 por ciento, deducida de la capacidad de cambio de sodio a pH 8,2; y como el aluminio cambiante es muy alto, la saturación de base es probablemente muy pequeña (menos de 20 por ciento), incluso para valores de pH naturales. El suelo es extremadamente ácido en la parte superior del solum, y muy fuertemente ácido en la parte inferior. Las relaciones C/N son, aproximadamente, 12-16 en la superficie y disminuyen con la profundidad.

Un término muy descriptivo para los suelos "Páramo" es el de Litosoles de pradera alpina tropicales, pero no es una clasificación rigurosa. De acuerdo con la séptima aproximación, estos suelos son Inceptisoles, Acueptes debido al epipedon hístico y al croma de 1 o menos por todo el solum. Prácticamente la totalidad de los suelos de la Serie "Páramo" son Tropacueptes, Tropacueptes líticos hísticos si el subgrupo lítico se extiende para incluir suelos de entre 50 y 75 cm. de profundidad; pero algunos pueden ser Criacueptes si se presentan los mismos suelos a las máximas altitudes (mayor de aproximadamente, 3 900 m) en el área de Bogotá donde las temperaturas promedio son menores de 6°C.

#### Serie Usme - Tropacuodes hísticos

Los suelos Usme, que están asociados con los suelos "Páramo", suelen ser más profundos, un poco más meteorizados, y suelen tener horizontes espódicos. Aparentemente, el material de partida, la topografía, y el medio ambiente son iguales para los suelos "Páramo" y los suelos Usme. Se supone que los suelos Usme están imperfectamente drenados, tal como sucede con los suelos "Páramo", pero también en este caso es difícil determinar la clase de drenaje.

A semejanza de los suelos "Páramo", los suelos Usme son suelos frances, con un epipedon hístico negro. Por debajo de la matriz del epipedon los cromas (normalmente 2) son mayores que los de por debajo del epipedon hístico en los suelos "Páramo"; y hay más segregación de sesquicrudos que lo que indican las manchas de color amarillento a

fuertemente pardo debajo del epipedon y la formación de una capa de color pardo intenso a pardo grisáceo muy oscuro (algunas veces extremadamente cementada) en la base del solum. La capa extremadamente cementada ha sido denominada horizonte espódico y, en el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" se están realizando análisis de laboratorio para verificar esta interpretación. Los minerales arcillosos en una de las muestras de perfil son predominantemente caolinita con algo de mica hidratada. La caolinita ha sido probablemente heredada del material de partida. Los 4 o 5 centímetros más altos del epipedon hístico son granulares con más de 15 por ciento de carbono orgánico, y el resto del epipedon está en bloques subangulares débiles con 12-15 por ciento de carbono orgánico. La saturación de base en el solum es menor de 10 por ciento deducida de la capacidad de cambio de sodio a pH 8,2, pero sube a 75 por ciento o más por debajo del solum. Como hay menos aluminio cambiante que en los suelos "Páramo", la saturación de base a valores de pH naturales es probablemente mayor en los suelos Usme, pero todavía baja (menor de 40 por ciento) en el solum. El suelo es extremadamente ácido en el epipedon, muy fuertemente ácido en el horizonte espódico y fuertemente ácido debajo del solum, incluso a pesar de que la saturación de base es elevada. Las relaciones C/N son de aproximadamente 12-16 en la superficie, y disminuyen con la profundidad.

Podzol de pradera alpina tropical es un término que caracteriza a los suelos Usme y su medio ambiente. Según la séptima aproximación, éstos son suelos Espodosoles, Acuodes debido al epipedon hístico y a las manchas de color en el horizonte por encima del horizonte espódico. Prácticamente todos los suelos de la Serie Usme son Tropacuodes (Tropacuodes hísticos), pero algunos pueden ser Criacuodes si se presentan los mismos suelos a las máximas elevaciones (mayor de unos 3 900 metros de altitud aproximadamente) en el área de Gobotá donde las temperaturas promedias son menores de 6°C.

## II - Suelos de planicie lacustre

Los suelos de la planicie lacustre se han separado en dos grupos. Uno de ellos, con capas superficiales de color claro (valor en húmedo 4 o más), incluye las series Techo, Variante Techo y Gachancipá. El otro grupo, con capas superficiales gruesas (más de 25 cm) de color oscuro (valor en húmedo 3 o menos), está representado por las series Corzo, Tibaitatá, Zipaquirá y Chia.

Tanto los suelos Gachancipá como los suelos Techo están deficientemente drenados, siendo la diferencia principal la de que existe una capa de arcilla en los suelos Techo. Esta capa de arcilla está definida por un límite brusco de una superficie de textura franca a un subsuelo arcilloso. Los suelos Gachancipá pueden tener tanta arcilla en el subsuelo como los suelos Techo, pero falta el límite brusco. La Variante Techo difiere de los suelos Techo en que el contenido de sodio (y/o magnesio) suele ser mayor y se desarrolla una estructura columnar (prismática con domo) en la parte superior del subsuelo.

El modo más conveniente de separar los suelos con una capa superficial gruesa, de color oscuro, se basa en las clases de drenaje natural. (Tabla II). La mayor parte de la planicie lacustre es casi lisa y la clase de drenaje está estrechamente relacionada con la textura del subsuelo. Normalmente, la textura del subsuelo es franca gruesa en los suelos Corzo bien drenados (o excesivamente bien drenados), franca fina en los suelos Tibaitatá moderadamente bien drenados, arcillosa en los suelos Zipaquirá imperfectamente drenados, y posiblemente (no hay análisis) arcilla más fina en los suelos Chia deficientemente drenados. En general, los suelos mejor drenados tienen una mayor proporción de arcilla amorfa, y horizontes B cámicos, y los suelos peor drenados tienen horizontes B argilicos.

TABLA II - Suelos sobre abanicos y planicie lacustre

	clase de drenaje				
	excesivo	bueno	moderado	imperfecto	pobre
<b>Abanicos</b>					
Superficie de color claro sin capa de arcilla con una capa de arcilla		Susatá		Mogua	
Superficie de color oscuro		Bermeo			
<b>Planicie lacustre</b>					
Superficie de color claro sin capa de arcilla con una capa de arcilla				Gachancipá	Techo
Superficie de color oscuro	Corzo		Tibaitatá	Zipaquirá	Chia

La mayor parte de la planicie lacustre está en un nivel topográfico, y todos los suelos mencionados aquí están en el nivel principal. Sin embargo, la mayor parte de los suelos Corzo se encuentran ligeramente por encima del nivel principal sobre depósitos de margen lacustre de tipo deltaico al sur de Facatativá. Suponiendo que todos los suelos son post-Würm (o post-Wisconsin) por lo menos en el nivel principal, las diferencias entre los suelos con capas superficiales de color claro y las de color oscuro son debidas probablemente a cantidades variables de depósitos volcánicos u otros depósitos eólicos y a ligeras diferencias climáticas, y posiblemente a diferencias en la vegetación prehistórica. Aunque los suelos Corzo y Tibaitatá con capas superficiales de color oscuro se han desarrollado indudablemente sobre depósitos que contenían ceniza volcánica, es posible que la mayor parte de los suelos Zipaquirá se hayan desarrollado sobre depósitos terrestres derivados de la erosión de suelos en las montañas circundantes que contienen una gran proporción de arcilla amorfa sin ninguna adición de ceniza volcánica. Los suelos Chia no son extensos y no se han estudiado en el laboratorio.

Aunque todos los suelos más extensivos sobre la planicie lacustre se indican en la Tabla II, excepto la Variante Techo que ocupa el mismo lugar que la Serie Techo, otros suelos que encajan en algunos de los espacios en blanco se cartografiarán probablemente en reconocimientos detallados de suelos.

#### Serie Chia - Tropacualfes ándicos

Los suelos Chia son relativamente poco extensos en la sabana de Bogotá. Sin embargo, tal como se definen de nuevo aquí para incluir todos los suelos poco drenados con una capa superficial gruesa de color oscuro y un horizonte textural B, son probablemente más extensivos que los que originalmente se cartografiaron en la serie Chia. Excepto para la capa superficial de color oscuro, los suelos Chia parecen similares a los suelos Gachancipá. Lo mismo que en los suelos Zipaquirá, la capa superficial oscura es debida indudablemente en gran parte a la presencia de coloides amorfos, así como a la cubierta de hierba y al drenaje deficiente.

Aparentemente, los suelos de la serie Chia son suelos de gley húmico. Si se supone que la saturación de base es menor de 50 por ciento en el epipedon y/o en el horizonte B argílico, pero mayor de 35 por ciento en el subsuelo, entonces los suelos Chia son Alfisoles, Tropacualfes en el suplemento de 1967(36) a la séptima aproximación. Un subgrupo ándico puede ser más apropiado que el subgrupo mólico, en cuyo caso los suelos Chia son Tropacualfes ándicos.

#### Serie Corzo - Eutrandeptes típicos

Aunque se encuentran suelos bien drenados (y excesivamente bien drenados) en diferentes partes de la sabana de Bogotá, el único área grande de suelos Corzo está al sur de Facatativá, a lo largo del margen occidental de la sabana. Estos suelos están desarrollados en depósitos arenosos y el subsuelo está probablemente seco durante más de 3 meses (algunos durante dos temporadas secas) en un año. Sin embargo, parece que el factor dominante en la formación de suelo es la influencia de la ceniza volcánica, por lo menos en el lado occidental de la sabana de Bogotá.

Los suelos Corzo tienen poco desarrollo, aparte de la formación de una capa superficial gruesa de color entre negro y pardo grisáceo muy oscuro, con una densidad aparente de menos de 0,9 gramos/centímetro. En realidad, los suelos Corzo son de textura franca por todos los sola, pero los procedimientos de laboratorio no sirven para la dispersión. Sin embargo, la humedad a 15 atmósferas es elevada, usualmente un poco por encima de 20% en peso. Aparentemente, la arcilla es predominantemente alófana, con un poco de haloisita, y el pH de las muestras de todos los horizontes aumenta a más de 9,4 en 2 minutos y a más de 10,2 en 30 minutos después de mezclar en solución normal de fluoruro sódico. Suponiendo que los suelos se secan una o dos veces al año, la contracción no debe ser muy grande, porque los suelos Corzo son aglomerados, excepto en la superficie, que es granular. En la superficie, el contenido de carbono orgánico está entre 3 y 6%. La saturación de base es muy variable, pero probablemente es mayor de 50% en la mayoría de los casos. En el subsuelo, el sodio cambiante suele ser un poco mayor de 15% de la capacidad de cambio catiónico. El pH de la mayoría de los suelos Corzo está comprendido entre ligeramente ácido y alcalino. Las relaciones C/N son de alrededor de 7-9 en la superficie, que aumentan a 8-10 en el subsuelo y 16 o más en el epipedon de sola enterrados.

Los suelos de la serie Corzo son Andosoles. De acuerdo con la séptima aproximación, los suelos Corzo son Andeptes, debido al predominio del complejo de cambio por alófana. La clasificación correcta es en el grupo Eutrandepte o en el grupo Dystrandepte, según sea la saturación de base en el epipedon. Se ha elegido Eutrandepte en la hipótesis de que la mayoría de los suelos Corzo tiene más de 50 por ciento de saturación de base (deducido de la capacidad de cambio catiónico a pH 7,0, a causa de que depende mucho del pH en suelos Corzo) en la superficie. Como no figura ningún subgrupo nátrico en el Suplemento de 1967 (36) a la séptima aproximación, los suelos Corzo son Eutrandeptes típicos.

#### Serie Gachancipá - Tropacualfes típicos

Los suelos Gachancipá están asociados con los suelos Techo, y los procesos de formación de suelo parecen ser iguales en ambos; pero la diferenciación de perfil está más avanzada en los suelos Techo, que tienen una capa de arcilla.

Aunque los suelos Gachancipá tienen subsuelos arcillosos, el incremento en el contenido de arcilla desde el epipedon gris oscuro a pardo grisáceo oscuro hasta el horizonte B argílico es demasiado gradual para calificar al horizonte B argílico como una capa de arcilla. Comúnmente la parte superior del horizonte B argílico es de color un poco más oscuro (valor más bajo) que la parte inferior del epipedon, lo cual indica iluminación de materia orgánica en el horizonte B argílico y sugiere que los suelos Gachancipá se están desarrollando en la dirección de los suelos Techo. La caolinita es el mineral de arcilla predominante, probablemente con un poco de montmorillonita. El contenido de carbono orgánico es de alrededor de 1½-2% en la superficie. A pesar de que la saturación de base es normalmente mayor de 50% en la superficie y mayor de 60% en el subsuelo, los suelos Gachancipá suelen ser fuertemente ácidos en su conjunto. Las relaciones C/N son, aproximadamente, 7-8 en la superficie y disminuyen con la profundidad.

Los suelos de la serie Gachancipá pueden denominarse suelos Gley húmicos bajos tropicales. La palabra "tropicales" se agrega al nombre tomado del antiguo sistema USDA (37), a causa de que la caolinita raras veces es el mineral arcilloso predominante en los suelos de Gley húmico bajo a latitudes medias. Según la séptima aproximación, los suelos Gachancipá son Tropacueptes típicos.

#### Serie Techo - Tropacueptes (Abrupticos)

Los suelos Techo parecen presentarse en las partes más secas de la sabana, pero la falta de ceniza volcánica en el material de partida puede ser también un factor importante en la determinación de la distribución de suelos Gachancipá y Techo. Estos suelos son extensivos en la parte septentrional de la sabana de Bogotá y en el extremo meridional. Los sedimentos por debajo de los sola son muy variables, desde arcillosos a francos gruesos.

Una capa de arcilla con un límite brusco de un epipedon ócrico franco (usualmente franco grueso) a un horizonte argílico arcilloso (aproximadamente 60% de arcilla) es la característica más distintiva de los suelos en la serie Techo. El epipedon es entre aglomerado y en bloques subangulares débiles; y la capa de arcilla es prismática, que se fractura a bloques angulares fuertes con predominio de caras verticales y horizontales. Las caras de los agregados estructurales en la parte superior de la capa de arcilla son negros y las interiores son grises (o gris oscuro) con manchas de color pardo intenso. La caolinita es el mineral arcilloso predominante, usualmente con una pequeña cantidad de montmorillonita en la superficie, donde la capacidad de cambio catiónico de la arcilla es, aproximadamente, 25 miliequivalentes/100 gramos, y una cantidad moderada en el horizonte B argílico en que la capacidad de cambio catiónico es del orden de 45 miliequivalentes en la parte superior y 40 miliequivalentes/100 gramos de arcilla en la parte inferior. El contenido de carbono orgánico es de alrededor de 1½% en la superficie, disminuye con la profundidad por encima de la capa de arcilla, y usualmente alcanza un segundo máximo de un poco menos de 1% en la parte superior del horizonte B argílico. La saturación de base es normalmente mayor de 50% en la superficie y mayor de 75% en el subsuelo. Generalmente, el epípedon es fuertemente ácido y el subsuelo es bastante variable, ácido o neutro. Aunque normalmente hay una acumulación de sodio intercambiable en la parte superior de la capa de arcilla, suele ser menor de 15% de la capacidad de cambio catiónico. Las relaciones C/N son, aproximadamente, 7-8 en la superficie y disminuyen con la profundidad.

Los suelos de la serie Techo son similares a los Planosoles de latitudes más elevadas. Según la séptima aproximación, los suelos Techo son Alfisoles, Acualfes debido a los nódulos negros que a veces hay en el epipedon y al bajo croma de matriz (usualmente 1) en la parte superior del horizonte B argílico, que presenta también manchas de color. Aunque los suelos Techo corresponden a Tropacualfes típicos en el Suplemento de 1967(36), es necesario un subgrupo abruptico para distinguir Tropacualfes con una capa de arcilla.

#### Variante Techo - Natracualfes típicos

Los suelos variante Techo se presentan en el mismo área que los suelos Techo y normalmente no pueden separarse a base de su topografía. La variante difiere de la serie Techo por tener estructura columnar (prismática con domo) en la parte superior del subsuelo. Todas las demás características del perfil son prácticamente iguales en ambos suelos. Sin embargo, en la variante Techo o bien el sodio intercambiable es mayor de 15% o bien el sodio intercambiable más magnesio intercambiable es mayor de 50% de la capacidad de cambio catiónico.

La variante Techo es representativa de suelos Solonetz solodizados tropicales, como la variante Bojacá, excepto que los suelos de la variante Bojacá no están deficientemente drenados. Mientras que los suelos de la variante Techo se reconocen por la estructura prismática con domo, la clasificación como Natracualfes típicos en lugar de Tropacualfes en la séptima aproximación depende del contenido en sodio (y algunas veces magnesio) en el horizonte B argílico.

#### Serie Tibaitatá - Eutropeptes ácuicos andicos

Tal como se cartografió originalmente en la sabana de Bogotá, la serie Tibaitatá (llamada en otro tiempo serie de la sabana de Bogotá) es la más extensiva en la planicie lacustre. Sin embargo, los suelos Tibaitatá se cartografiaron siempre que se encontró una capa arcillosa fina por debajo de un suelo con una capa superficial de color oscuro, gruesa, independientemente de la clase de drenaje. La capa arcillosa fina está entre 60 y 180 centímetros por debajo de la superficie, con una profundidad promedio de 91 centímetros en 24 observaciones.

Aquí los suelos Tibaitatá están limitados a suelos moderadamente bien drenados. Parece más apropiado prescindir de la capa arcillosa fina en el nivel de serie e indicar su presencia por fases profundas en la serie Tibaitatá. La lluvia no es mayor que en áreas en que hay suelos Corzo, pero los suelos Tibaitatá están probablemente secos menos de 3 meses en un año, debido a que la capa freática está más cerca de la superficie del terreno. Aunque los restos reconocibles de material piroclástico son escasos, la ceniza volcánica ha sido probablemente el factor dominante en el desarrollo de los suelos Tibaitatá.

Generalmente, los suelos Tibaitatá tienen una capa pardo grisácea muy oscura a franca negra de más de 30 centímetros (promedio de más de 50 centímetros) de espesor, y un horizonte B cámbico pardo a franco pardo amarillento que presenta manchas de color en la parte inferior. El horizonte B cámbico es aglomerado y la superficie es moderadamente granular. Las fracciones de arena (en su mayor parte arena fina) contienen mucho cuarzo y feldespatos, otros varios minerales, y muchas fitolitas. En una muestra de perfil típica cerca de Madrid, a unos 26 kilómetros oeste-norte-oeste de Bogotá, la humedad a 15 atmósferas media más de 20% en peso en todos los horizontes, y el pH de muestras de 2 de los 4 horizontes en el solum subió a más de 9,4 en 2 minutos y a más de 10,2 en 30 minutos después de mezclar en solución normal de fluoruro sódico. La haloisita (y/o caolinita) y la alófana son los minerales arcillosos predominantes en el solum, y la arcilla en la capa arcillosa fina es aproximadamente 3/4 caolinita y 1/4 montmorillonita. En la superficie del suelo, el contenido de carbono orgánico es, aproximadamente, 6% y las relaciones C/N, que disminuyen con la profundidad en el solum, son aproximadamente, 8-10. La saturación de base, deducida de la capacidad de cambio de sodio a pH 8,2 es generalmente entre 50 y 80% en todo el solum. Los suelos suelen ser entre moderada y ligeramente ácidos.

Los suelos Tibaitatá parecen ser intermedios entre suelos Andosoles y de tipo Brunizem, tales como los suelos Zipaquirá con más desarrollo de perfil. Aunque los suelos Tibaitatá se considerarían como integrados en el antiguo sistema USDA (15,37), se propone el término Brunizem andosólico. Según la séptima aproximación, los suelos de la serie Tibaitatá son Inceptisoles, Andeptes o Tropeptes, según que el complejo de cambio se interprete como dominado por el material amorfo o no. El criterio en cuestión es la capacidad de cambio catiónico en relación con la arcilla medida, que tiene que pasar de 150 miliequivalentes/100 gramos de arcilla, además de otros criterios para el complejo de cambio para cualificar como siendo dominados por materiales amorfos. Suponiendo que los suelos Tibaitatá son Tropeptes, son Eutropeptes a causa de que no son tan secos como los Ustropeptes, y la saturación de base es mayor (usualmente 50% o más en el epipedon y el horizonte B cámbico) que en los Humitropeptes. Por tanto, los suelos están en un subgrupo ácuico de Eutropeptes, debido a las manchas de color en la parte inferior del horizonte B cámbico, y en un subgrupo andico debido a la densidad aparente menor de 0,95 gramos/centímetro cúbico en el epipedon y una relación medida de arcilla a humedad a 15 atmósferas menor de 1,25. Si se supone que son Andeptes, los suelos Tibaitatá son Eutrandeptes ácuicos.

#### Serie Zipaquirá - Tropudalfes ácuicos andicos

Los suelos Zipaquirá son de la máxima extensión al norte de Bogotá. Tal como se cartografiaron originalmente, no hay ningún suelo en la serie Zipaquirá que tenga una capa arcillosa fina justamente por debajo del solum. Sin embargo, si se toman como criterios principales la presencia de una capa superficial gruesa de color oscuro y un

horizonte B argílico, y se restringen los suelos Zipaquirá a aquellos que están imperfectamente drenados, entonces algunos pueden tener una capa arcillosa fina debajo del solum y serán necesarias fases de profundidad en los reconocimientos de suelo detallados. Aunque la precipitación pluvial es de alrededor de 80 centímetros/año o menos en la mayoría de las áreas en que se dan suelos Zipaquirá, la capa freática está probablemente lo bastante próxima a la superficie del terreno para que los suelos no se sequen durante más de 3 meses en un año. Aparentemente, la ceniza volcánica no ejerce una influencia tan dominante en el desarrollo de suelos Zipaquirá como en el de los suelos Tibaitatá.

Generalmente, los suelos Zipaquirá tienen una capa superficial franca fina de color pardo grisáceo muy oscuro a negro de más de 25 centímetros (promedio de 45 a 50 centímetros) de espesor, y un horizonte B argílico arcilloso grueso, con manchas de color, pardo amarillentas. La estructura en el horizonte B argílico es prismática, fracturable a bloques débiles, y el suelo superficial es débilmente granular. Los análisis de arcilla de un perfil, que es un poco más ácido que la mayoría de los suelos Zipaquirá, indican el predominio de caolinita (y/o halloysita) y vermiculita, con algo de alófana; y debajo del solum, un mineral de 14 Å (saturado con Mg) (vermiculita, montmorillonita o una interstratificación de ambos) que se hincha a 16 Å con etilenglicol. En la superficie, el contenido de carbono orgánico es normalmente de alrededor de 3 a 6% y la relación C/N es de 10, aproximadamente. La saturación de base es generalmente de 35-60% aproximadamente, en la superficie; aproximadamente 40-80% en el horizonte B argílico y aproximadamente 50-80% debajo del solum. Los suelos suelen ser fuertemente o moderadamente ácidos en la superficie, de fuertemente a ligeramente ácidos en el horizonte B argílico, y moderadamente o ligeramente ácidos debajo del solum.

Los suelos Zipaquirá se parecen a los Brunizems de praderas de regiones templadas de latitud media. Sin embargo, aunque la sabana de Bogotá se ha aclarado hace ya cientos de años, la capa superficial gruesa de color oscuro es debida probablemente tanto a la presencia de coloides amorfos capaces de retener grandes cantidades de materia orgánica como a la cubierta de hierba. No obstante, los suelos Brunizem parecen ser la mejor clasificación en el antiguo sistema USDA (15,37). Según la séptima aproximación, los suelos de la serie Zipaquirá son Alfisoles, puesto que la saturación de base suele ser menor de 50 por ciento en la superficie y mayor de 35 por ciento en el horizonte B argílico o justamente por debajo del solum. Suponiendo que los suelos están secos menos de 3 meses al año, son Udalfes, Tropudalfes. Es aplicable un subgrupo ócuico, debido a las manchas de color en el horizonte B argílico, y un subgrupo andico ya que la densidad aparente del epípedon es probablemente menor de 1,0, y la relación de la capacidad de cambio catiónico a humedad a 15 atmósferas es ligeramente mayor de 1,5 y la acidez de cambio es normalmente mayor de la suma de bases intercambiables más aluminio.

### III - Suelos de vega

Predominan suelos arcillosos, particularmente a lo largo del río Bogotá, y la mayoría del área de la vega está pobemente drenada. Existen algunos suelos aluviales entre bien e imperfectamente drenados adyacentes a las orillas del río donde grandes corrientes tributarias penetran en el valle de la sabana de Bogotá procedentes de las montañas. La mayoría de los suelos en todas las clases de drenaje tienen epípedon ócrico pero los suelos orgánicos y los suelos con epípedon hístico también se encuentran presentes. Si existen suelos con epípedon umbrico o mólico, no son frecuentes.

Casi todos los suelos entre bien e imperfectamente drenados, y posiblemente algunos suelos muy deficientemente drenados, son Entisoles. Sin embargo, la mayoría de los suelos de vega, que son suelos poco drenados con epípedon ócrico, son gleys húmico bajo, o Tropacueytes típicos (o posiblemente fluvénticos). Los suelos poco o muy poco drenados con epípedon hístico son suelos amoor, o Tropacueytes histicos. Los suelos con epípedon hístico enterrado son corrientes cerca de Nemocon. Los suelos turbosos, o histosoles (suelos orgánicos) están presentes, pero no con demasiada frecuencia.

#### IV - Suelos de abanico

La superficie de, prácticamente, todos los depósitos de abanicos, excepto posiblemente el noreste de Facatativá, es de pendiente muy suave y difícil de separar de la planicie lacustre. La mayor parte de la planicie lacustre tiene probablemente una cubierta delgada de depósitos terrestres post-Würm (post-Wisconsin) un tanto similar a los de los abanicos. La agradación ha cesado o bien se ha hecho insignificante, lo bastante para que el desarrollo del suelo sea evidente en abanicos en todas las partes de la sabana de Bogotá.

En las áreas más secas, los suelos iniciales corresponden a la serie Susatá, que son bastante abundantes al norte de Nemocón. Hay suelos más avanzados en el desarrollo en la serie Mogua, que abundan bastante al sur de Bogotá y en muchas partes de la sabana al norte de Bogotá. Los suelos Mogua tienen una capa de arcilla, pero está menos desarrollada que la de los suelos Bojacá.

Al noroeste de Facatativá, donde los abanicos están cubiertos con depósitos volcánicos u otros depósitos eólicos, están los suelos Bermeo; estos suelos son esencialmente iguales que los suelos Faca que se encuentran en las tierras altas. En un principio, los suelos Bermeo se diferenciaron de los suelos Faca por la arcilla del subsuelo. Pero como la arcilla plástica suele ser de más de  $1\frac{1}{2}$  metros por debajo de la superficie, y por tanto, no es importante para clasificación ni para cultivo, parece más práctica una separación basada en la fisiografía.

##### Serie Bermeo - Placandeptes

Los suelos Bermeo son Andosoles con capas plásticas. Estos suelos son prácticamente iguales que los Faca, a excepción de que los suelos Bermeo se presentan en abanicos antiguos en lugar de en las tierras altas. Los depósitos de abanicos están cubiertos de ceniza volcánica o de otros depósitos eólicos de un espesor de  $1\frac{1}{2}$  metros o más. En el área en que se encuentran los suelos Bermeo al noreste de Facatativá, el clima es de tal naturaleza que cabría esperar Humitropeptes análogos a los suelos Cogua, o bien Paleustalfes, si faltaran estas cenizas volcánicas u otros depósitos eólicos.

##### Serie Mogua - Paleustalfes abrúpticos (ácuicos)

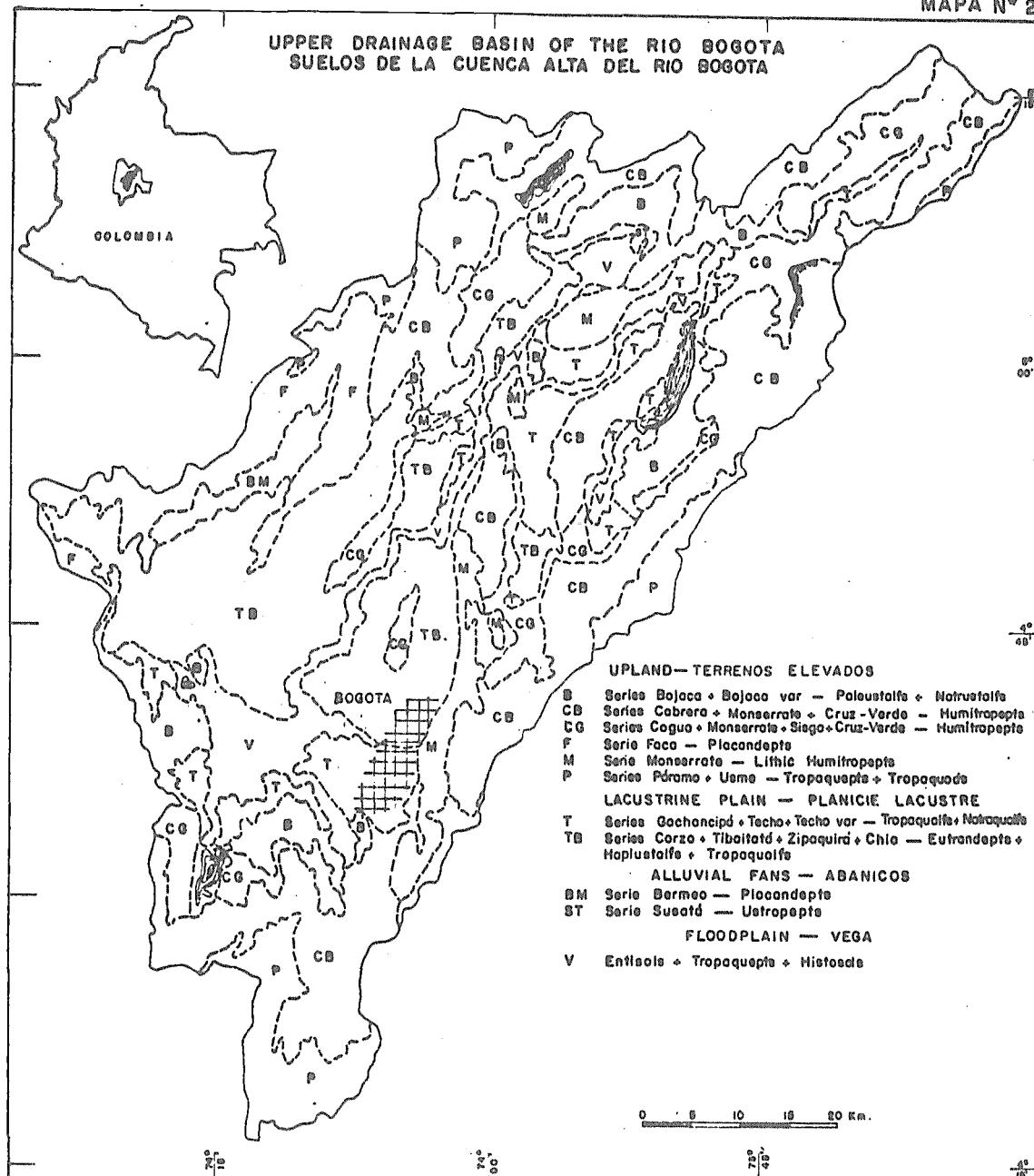
Aunque donde más frecuentemente se observan suelos Mogua es en abanicos, hay suelos análogos en la planicie lacustre al noreste de Zipaquirá. Los suelos Mogua se parecen a los Bojacá, que se denominan suelos Podzólicos grises tropicales, en la mayoría de las características del perfil. Generalmente, la capa de arcilla está peor desarrollada en los suelos Mogua, y el límite superior con la capa de arcilla es menos brusco. Algunas veces se encuentra una capa limosa muy dura (al menos cuando está seca) por debajo del horizonte superficial y por encima de la capa de arcilla.

Si se incluyen en los suelos Mogua únicamente suelos entre bien y moderadamente bien drenados, con el fin de excluirlos del subgrupo ácuico y limitarlos al subgrupo abrúptico de Paleustalfes, entonces habrá otra serie de suelos entre moderada e imperfectamente drenados intermedia entre las series Mogua y Techo. Estos suelos intermedios son Paleustalfes ácuicos abrúpticos.

Tabla III - Clasificación de las series de suelos de la cuenca alta del río Bogotá

Serie	Sistema USDA antiguo	Séptima aproximación - 1967
<b>I - Suelos elevados</b>		
Bojacá	Suelo podsólico gris tropical	Paleustalfe ácuico abráptico
Var. Bojacá	Solonetz solodizado tropical	Natrustalfe ácuico
Cabrera	Latosol húmico	Humitropepte ándico (páquico)
Chocontá		Humitropepte típico
Cogua	Latosol húmico bajo	Humitropepte óxico
Cruz-Verde		Humitropepte típico
Faca	Andosol	Placandepte
Monserrate	Litosol	Humitropepte lítico
"Páramo"	Litosol de pradera alpina tropical	Tropacuepte lítico hístico
Usme	Podzol de pradera alpina tropical	Tropacuode hístico
<b>II - Suelos de planicies lacustres</b>		
Chia	Gley húmico	Tropacualfe ándico
Corzo	Andosol	Eutrandepte típico
Gachancipá	Gley húmico bajo tropical	Tropacualfe típico
Techo	Planosol	Tropacualfe (abráptico)
Var. Techo	Solonetz solodizado tropical	Natracualfe típico
Tibaitatá	Brunizem andosólico	Eutropepte ácuico ándico
Zipaquirá	Brunizem	Tropudalfe ácuico ándico
<b>III - Suelos de vega</b>		
<b>IV - Suelos de abanico</b>		
Bermeo	Andosol	Placandepte
Mogua	Suelo podsólico gris tropical	Paleustalfe abráptico
Susatá	Intergrado de suelo podsólico gris tropical-regosol	Ustropepte fluvéntrico

UPPER DRAINAGE BASIN OF THE RIO BOGOTA  
SUELOS DE LA CUENCA ALTA DEL RIO BOGOTA



#### Serie Susatá - Ustropeptes fluvénticos

Los suelos Susatá tienen sólums frances de profundidad entre somera y moderadamente gruesa con epipedon ócrico y horizontes B o C cámbicos descansando sobre depósitos estratificados de arena, limo y arcilla. Suele haber dos temporadas secas cada año bastante bien definidas, y los suelos Susatá están secos durante más de 3 meses al año. El epipedon ócrico se debe a la sequedad y a la falta de depósitos de cenizas volcánicas o de otros depósitos eólicos.

Aunque los suelos Susatá son entre firmes y friables cuando están húmedos, con estructura en bloques subangulares débil, la consistencia es muy dura en seco. Estos suelos suelen ser entre moderada y ligeramente ácidos, con saturación de base de alrededor de 75 a 80 por ciento o más. A pesar de que estos suelos están poco meteorizados, el mineral de arcilla que predomina es caolinita, junto con mica hidratada, indudablemente transportada desde los suelos altos de las colinas y montañas circundantes.

La alta saturación de base excluye los suelos Susatá de los Humitropeptes, y la sequedad los excluye de los Eutropeptes. La estratificación en el subsuelo, con algunas capas que contienen más materia orgánica que otras, coloca a los suelos Susatá en el subgrupo fluvéntico de Ustropeptes. Si los suelos Mogua son suelos podsólicos grises tropicales, y los suelos Susatá representan una fase anterior en el desarrollo de los suelos Mogua (y posiblemente Techo), entonces los suelos Susatá son intergrados Regosol-Podsólico gris tropical.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- 15) M. Baldwin, C.E. Kellogg, and J. Thorp 1938. Soil classification. USDA Yearbook of Agriculture, Soils and Men, p. 979-1001.
- 16) J. Cuatrecasas 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Botánica, v. 27. Madrid.
- 17) C.I. Delgado 1957. Química de las aguas subterráneas y su importancia desde el punto de vista de potabilidad e higiene. Boletín Geológico v. 5, n°1 Bogotá.
- 18) R.C. Eidt 1952. La climatología de Cundinamarca. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales v. 8 Bogotá.
- 19) L.S. Espinal T. y E. Montenegro M. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. IGAC. Departamento Agrológico. Bogotá.
- 20) R. Guerrero M. 1965. Suelos de Colombia y su relación con la Séptima Aproximación. IGAC, Departamento Agrológico. Bogotá.
- 21) T. van der Hammen y E. González 1963. Historia de clima y vegetación del Pleistoceno Superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. Boletín Geológico v. 11, n°s 1-3. Bogotá.
- 22) T. van der Hammen and E. González 1965.
- 23) E. Hubach 1957. Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. Boletín Geológico v. 5, n° 2. Bogotá.
- 24) IGAC, Departamento Agrológico, 1962. Levantamiento agrológico de la cuenca alta del río Bogotá. Edición restringida sujeta a correcciones, en dos partes. Bogotá.
- 25) IGAC, Departamento Agrológico 1965. Suelos de Ubaté-Chiquinquirá. Bogotá.

- 26) Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" 1961. Anales del Observatorio Meteorológico Nacional, Ciudad Universitaria 1960. Bogotá.
- 27) M. Julivert 1961. Observaciones sobre el Cuaternario de la Sabana de Bogotá. Universidad Industrial de Santander, Boletín de Geología n° 7, pág. 5-36. Bucaramanga.
- 28) J.V. Lafaurie A. 1946. Clasificación y Valoración de Tierras. Bogotá.
- 29) C. Luna Z. 1965. Anotaciones sobre mineralogía de arena y arcillas de la Sabana de Bogotá. Manuscrito, 19 pp. Bogotá.
- 30) L. Mejía C. Comunicación personal.
- 31) E. Pérez Arbelaez 1956. Plantas Utiles de Colombia. Sucesores de Rivadeneyra, tercera edición. Madrid.
- 32) J. Pichott A. y E. Carrera S. 1967. Estudio general de suelos de la cuenca alta del río Bogotá. IGAC, Departamento Agrológico. Bogotá.
- 33) I. Reyes y M.T. de Reyes 1962. Recopilación de los datos geo-hidrológicos existentes de la Sabana de Bogotá. Corporación Autónoma Regional de la Sabana de Bogotá y de los Valles de Ubaté y Chiquinquirá. Bogotá.
- 34) F. Silva M. 1961. Análisis termodiferencial de algunos suelos de Colombia y su aplicación en fertilidad y clasificación de suelos. IGAC, Departamento Agrológico, publicación IT-8. Bogotá.
- 35) Soil Survey Staff 1960. Soil Classification, a comprehensive system - 7th approximation. USDA, Soil Conservation Service. Washington, D.C.
- 36) Soil Survey Staff 1967. Supplement to Soil Classification - 7th approximation. USDA, Soil Conservation Service.
- 37) J. Thorp and G. D. Smith 1949. Higher categories of soil classification: order, suborder, and great soil groups. Soil Sci. v. 67, p. 117-126.
- 38) L.E. Valderrama, E. Montenegro, y J. Galindo 1964. Reconocimiento forestal del Departamento de Cundinamarca. IGAC, Departamento Agrológico. Bogotá.

Abreviaturas:

IGAC - Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"  
USDA - United States Department of Agriculture

DESCRIPCION DE SUELOS SELECCIONADOS DE LAS CERCANIAS DE BOGOTA

SERIE USME

Nº del perfil: COL

Situación: Páramo de Usme; cuenca alta del río Bogotá, cerca de la divisoria con el río Meta; 4°19'N, 74°11'W.

Descripción: E.B. Alexander; 7 octubre 1965

Altitud: 3.700 metros

Lluvia: Entre 100 y 200 cm/año

Roca madre: Till glacial, y coluvión en algunos sitios, no estratificada o poco estratificada, compuesta de arena y guijarros y guijas de arenisca sub-redondeados.

Topografía: Pendiente convexa 10%, en un área de topografía amogotada con pendientes suaves y moderadamente pronunciadas.

Vegetación: Musgos, hierba (Calamagrostis, spp.) y aproximadamente 5 a 10% de cobertura del terreno de frailejón (Espeletia spp.).

Clase de drenaje: Imperfectamente drenado.

A11 0-4 cm Franco negro (10YR 2/1 en húmedo); estructura granular moderada, fina; no pedregoso, aunque las piedras cubren aproximadamente 1 a 2% de la superficie del terreno; abundantes raíces; presencia de lombrices de tierra; límite plano, neto a

A12 4-27 Franco negro (10YR 2/1 en húmedo); aglomerada, sin estructura; friable; menos de 1% de grava; poros tubulares frecuentes, muy pequeños; raíces frecuentes; límite plano, neto a

A2 27-75 Franco arenoso gris parduzco claro (2.5Y6/2 en húmedo), con manchas de color frecuentes, pequeñas, pardo amarillento a pardo intenso neto (10YR5/6 a 7.5YR5/6 en húmedo); aglomerado, sin estructura; friable y muy firme, ligeramente cementado en parte, con una transición gradual de las partes muy firmes a las friables; ligeramente graviscoso (5-10% en volumen); poros tubulares, frecuentes, muy pequeños; pocas raíces; límite plano, brusco a

B2ir 75-78 Capa extremadamente cementada de color pardo intenso a pardo oscuro (7.5YR5/8 a 3/2) de 2 a 5 cm de profundidad que es horizontalmente continua, pero en algunos sitios aparece como separada en dos capas paralelas; graviscoso; sin espacios de poros; sin raíces, límite plano, brusco a

C1 78-120 Franco arenoso pardo grisáceo (10YR 5/2 en húmedo); aglomerado; sin estructura; firme; graviscoso (10-25% en volumen); sin espacios de poros; sin raíces; límite plano, brusco a

C2 120-150 Arenoso franco gris claro y gris (10YR 7/1 y 5/1 en húmedo), con muy pocas manchas de color amarillo parduzco; aglomerado sin estructura; friable; graviscoso (10-25% en volumen); sin espacios de poros; sin raíces.

- Notas:
- 1/ Una capa somera continua, de color pardo amarillento separa los horizontes C1 y C2.
  - 2/ En antiguos cortes de caminos se desarrolla una estructura prismática muy gruesa en el horizonte A1.

SERIE MONSERRATE

Nº del perfil: C07

Situación: En la carretera de Bogotá a Choachi, al lado oeste de Cerro Guadalupe; 4°40'N, 74°05'W.

Descripción: E.B. Alexander; 20 octubre 1965

Altitud: 2.850 metros

Roca madre: Coluviales de rocas lutitas y areniscas sobre lutita.

Topografía: Pendiente recta 67% al suroeste; colinas muy pendientes.

Vegetación natural: Bosque siempreverde de árboles con hojas anchas.

Uso: Sin uso; Cytisus, spp. y otros arbustos; grama (Calamagrostis, spp.), poco helecho (Pteridium aquilinum), y poco frailejón (Espeletia, spp.)

Clase de drenaje: Bien drenado o excesivamente bien drenado.

Lluvia: Cerca de 100 cm por año

A11 0-11 cm Franco; negro (10YR2/1.5 en húmedo); granular muy fino; bien desarrollado; muy friable; raíces abundantes; extremadamente ácido (pH 4,3); límite claro ondulado a

A12 11-35 cm Franco, pesado pedregoso; pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2 en húmedo); bloques subangulares muy finos, moderadamente bien desarrollados; friables; raíces frecuentes; muy fuertemente ácido (pH 4,7); límite claro ondulado a

C1 35-50 cm Arcilloso muy pedregoso; pardo muy pálido (10YR7/4 en húmedo) con frecuentes vetas finas de color pardo amarillento (7.5YR5/6) y pocas vetas finas de color gris claro (2.5 7/1); pegajoso y plástico; muy pocas raíces; extremadamente ácido (pH 4,5); horizonte discontinuo con límite abrupto a lecho de roca.

D 35 + cm Lutita gris claro (10YR6/1) fracturadas a bloques con caras manchadas de rojo amarillento (5YR4/6 a 7.5YR-5/8).

NOTAS: Hay lombrices de tierra en el horizonte A.

SERIE COGUA

Nº del perfil:	C15
Situación:	1 km al sureste de Chocontá, Cundinamarca; cuenca alta del río Bogotá; 5°9'N, 73°41'W.
Descripción:	E.B. Alexander y L. Mejía C.; 17 febrero 1966
Altitud:	2.700 metros
Lluvia:	Aproximadamente 800 mm/año
Roca madre:	Sedimentos arenosos, no consolidados de la fm. Tilatá (Plioceno?)
Topografía:	Pendiente convexa 9% sobre una cima de loma ondulada ancha
Vegetación natural:	Bosque caducifolio siempreverde
Uso:	Cultivo para cosechas anuales y pastoreo.
Clase de drenaje:	Bien drenado
All 0-2 cm	Franco pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/3 en seco); estructura migajosa moderada, muy fina; ligeramente duro; abundancia de raíces; moderadamente ácido (pH 5,9); límite brusco plano, a
A12 2-18 cm	Franco pesado pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/3 en seco); en bloques subangulares débiles, finos, que se fracturan a estructura migajosa muy fina, débil; duro; raíces frecuentes; moderadamente ácido (pH 5,8); límite plano, gradual a
B1 18-42 cm	Franco arcilloso ligero de color oscuro (7.5YR 4/3 en húmedo, 5/4 en seco), con manchas frecuentes, pardo grisáceas muy oscuras (10YR 4/3 en húmedo, 5/4 en seco) y pocas manchas de forma irregular, blandas a ligeramente duras, rojo amarillentas (5YR 5/6); estructura en bloques angulares débil, muy fina; duro y adherente y plástico; poros tubulares muy finos, frecuentes; pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,4); límite plano, gradual a
B21 42-65	Arcilloso pardo (7.5YR 5/4 en húmedo, 10YR 6/4 en seco); estructura prismática fuerte, muy gruesa; revestimiento somero rojo oscuro a negro sobre las caras del prisma; extremadamente duro y muy adherente y plástico; poros tubulares muy finos, frecuentes; sin revestimientos arcillosos en los poros tubulares; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); límite difuso a
B22 65-150	Arcilloso pardo fuerte (7.5YR 5/6 en húmedo, 10YR 7/6 en seco); amarillo rojizo (5YR 5/6 en seco) en grandes parches, que es horizontalmente continuo para largas distancias en algunos lugares; estructura prismática moderada, muy gruesa; revestimiento somero, rojo oscuro a negro sobre las caras del prisma; extremadamente duro y muy adherente y plástico; pocos poros tubulares muy finos; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,9); límite plano, gradual a
C1 150-225	Franco arcilloso amarillo parduzco (10YR 7/5 en seco), con una gran inclusión blanca (5Y 8/1 en seco) cerca del límite superior del horizonte con manchas rojas (10R 4/6) a lo largo de fracturas y poros tubulares muy finos; aglomerado, sin estructura; muy duro y adherente y ligeramente plástico; sin raíces; moderadamente ácido (pH 5,9); límite plano, neto a
IIC 2 225-300 +	Conglomerado no consolidado con guijarros de arenisca de hasta 7 cm de diámetro.

Nota: El horizonte Cl no es continuo y, en algunos lugares, el horizonte B22 se extiende hasta el horizonte IIC2; por debajo de 150 cm, la estructura prismática muy gruesa es débil, faltan las raíces y se observan bandas horizontales, onduladas, de 2-5 cm de espesor. Las bandas horizontales no extremadamente cementadas son amarillo rojizas (7.5YR 5/8 en seco) y en número de una a tres o más en secuencia vertical.

Serie Cogua - Perfil Cl5

profundidad cm	2% arcilla	limo f. gr.	arena f. m. gr.	C%	N%	C/N	pH	densidad g/cc
0- 18	36,0	28,0	9,9	16,2	9,6	0,3	2,56	0,25
18- 42	58,8	19,1	7,5	9,9	4,7	0,0	1,16	0,12
42- 65	58,9	17,9	6,5	11,7	5,0	0,0	0,34	0,13
65-150	67,4	18,4	6,8	5,9	1,5	0,0	0,42	0,19

profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					% saturación de base	P ppm (Bray 1)
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0- 18	19,6	5,3	3,3	0,16	0,08	8,8	0,4	45
18- 42	15,6	3,0	3,2	0,06	0,14	6,4	0,4	41
42- 65	11,1	1,9	2,3	0,06	0,12	4,4	-	40
65-150	28,5	1,8	2,0	0,12	0,12	4,0	-	14

SERIE PARAMO

Nº del perfil: C16

Situación: Páramo de Guasca, Vereda de Junin; a 16 km al noreste de Bogotá;  $4^{\circ}52'N$ ,  $73^{\circ}53'W$ .

Altitud: 3.250 metros

Lluvia:  $1.200 \pm 300$  mm/año

Roca madre: Arcilla esquistosa débilmente consolidada, piedra limosa y arenisca fina

Topografía: Pendiente convexa 34% en un área montañosa de pendientes moderadamente pronunciadas y cóncavo-convexas pronunciadas

Vegetación: Hierba y musgos, con arbustos diseminados en forma poco densa y frailejón

01 Musgo (25-50% por área) y una cubierta delgada herbácea

A11 0-5 cm Franco negro (10YR 2/1 en húmedo); estructura granular, moderada, media; friable; abundancia de raíces; extremadamente ácido (pH 3,9); límite plano, brusco a

A12 5-30 cm Franco negro (10YR 2/1 en húmedo) o franco arcilloso ligero; estructura en bloques subangulares débiles, pequeños y medianos; friable; raíces frecuentes; extremadamente ácido (pH 4,3); límite difuso a

A13 30-60 cm Franco arcilloso negro (10YR 2/1 en húmedo); aglomerado, sin estructura; firme a friable; 1-2% en volumen de fragmentos de arcilla esquistosa angulares amarillo rojizo (7.5YR 6/8); ligeramente adherente y ligeramente plástico; pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,9); límite plano, brusco a

C1 60- Roca ligeramente dura, horizontalmente estratificada; blanco (N 9/0) con capas frecuentes, delgadas (menos de 1 mm de profundidad) grises (N 5/0); sin raíces; límite plano, brusco a

C2 Roca ligeramente dura, débilmente estratificada en algunos lugares; pardo amarillento claro (2.5Y 6/4) con muchas manchas pardo intenso medianas, irregulares (7.5YR 5/6).

Nota: Los fragmentos de arenisca dura sobre la superficie del terreno cubren menos de 1% del área.

Descripción el 18 de febrero de 1966, por E.B. Alexander

Serie "Páramo" - Perfil C16

profundidad cm	2μ arcilla	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	densidad g/cc
		f.	gr.	f.	m.	gr.				
0- 5	-	-	-	-	-	-	19,8	1,28	15	3,9
5-30	-	-	-	-	-	-	13,0	0,89	15	4,3
3-60	33,3	20,4	20,6	21,4	3,5	0,8	4,38	0,30	15	4,9

profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					% saturación de base	P ppm (Bray 1)
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0- 5	73,0	0,5	0,9	0,44	0,20	2,0	17,0	3
5-30	52,2	0,2	0,8	0,17	0,13	1,3	16,1	3
30-60	31,2	0,4	0,1	0,02	0,04	0,6	11,4	2

Serie "Usme" - Perfil C01

profundidad cm	2μ arcilla	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
		f.	gr.	f.	m.	gr.				
0- 4	-	-	-	-	-	-	32,3	2,62	12	3,9
4- 27	-	-	-	-	-	-	13,8	1,17	12	4,5
27- 75	5,7	10,5	21,7	48,0	12,5	1,6	0,47	0,04	12	5,0
75- 78	4,1	15,7	24,8	31,6	21,1	2,7	0,45	0,05	9	4,9
78-120	14,7	5,8	20,9	45,0	13,2	0,4	0,81	0,08	10	4,45
120-150	14,6	13,0	12,1	48,9	10,8	0,6	0,41	0,04	10	5,2

profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					% saturación de base	P ppm (Bray 1)
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0- 4	105,8	1,9	1,1	0,71	0,27	4,0	11,4	4
4- 27	63,7	0,3	2,7	0,08	0,16	3,2	6,0	5
27- 75	4,8	0,2	0,1	0,02	0,05	0,4	0,8	8
75- 78	9,4	1,1	0,3	0,08	0,04	1,5	-	16
78-120	5,0	2,9	0,7	0,11	0,07	3,8	0,6	76
120-150	5,5	4,1	1,0	0,14	0,06	5,3	0,0	96

VARIANTE BOJACA

Nº del perfil 017: Descripto el 20 de abril, 1966 por E.B. Alexander y L. Mejía C.

Situación: 5 km al norte de Usme, Cundinamarca; 4°31'N, 74°07'W.

Altitud: 2.700 metros

Lluvia: 60 cm/año

Material de partida: Depósitos sedimentarios no consolidados terciarios (?)

Topografía: Pendiente recta 2%; un banco disecado en terreno moderadamente pronunciado

Uso: Cultivo; cosechas anuales y pastoreo

Clase de drenaje Imperfectamente drenado

Clasificación  
(7<sup>a</sup> aproximación,  
revisión de 1964): Natracualfe aérico

A11 0-12 cm Franco pardo oscuro (10YR 4/3 en húmedo, 6/3 en seco); aglomerado, sin estructura; ligeramente duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños y muy pocos medianos; pocas raíces; muy fuertemente ácido; límite ondulado, gradual a

A12 12-24 cm Franco pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2 en húmedo, 6/2 en seco); aglomerado, sin estructura; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños y muy pocos medianos; pocas raíces; moderadamente ácido; límite ondulado, brusco a

A2 24+ Franco limoso gris (10YR 4/1.5 en húmedo, 5/1.5 en seco); estructura entre aglomerada y débilmente laminar; blando y ligeramente adherente y ligeramente plástico; muchos poros tubulares muy pequeños y vacíos vesiculares; moderadamente ácido; un horizonte discontinuo presente entre columnas en la parte superior del horizonte argílico.

B2lt 24-63 cm Arcilla pardo aceituna (2.5YR 5/3 en húmedo, 6/3 en seco), con pocas manchas de color amarillo parduzco pequeñas (10YR 6/6 en seco); estructura columnar gruesa, fuerte, que se fractura dando bloques angulares medianos, fuertes; superficies negras (N 1/0), muy finamente picadas sobre agregados estructurales en bloque y transición difusa a interiores de agregados estructurales; blanco (N 8/0 en seco) sobre las caras de columna; extremadamente duro y adherente y muy plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños; raíces frecuentes, estando la mayoría de las raíces entre agregados estructurales; ligeramente ácido (superficies de agregado blancas, pH 6,3), superficies de agregado negras, pH mayor de 6,5, interiores de agregado pH 6,4; límite plano, gradual a

- B22t 63-95 cm Arcilloso pardo (10YR 4/3 en húmedo), con muchas manchas pequeñas, amarillo rojizas (7.5YR 6/6); estructura en bloques angulares, gruesa moderada; negro a pardo grisáceo muy oscuro (10YR de 2/1 a 3/2) sobre caras de agregado; extremadamente duro y adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; pocas raíces; neutro; límite plano, neto a
- B3 95-150 + Arcilloso gris parduzco claro (2.5Y 6/2 en húmedo), con manchas frecuentes, medianas, rojo a amarillo rojizo (10R 4/6 a 7.5YR 6/6); estructura en bloques angulares, mediana, moderada; superficies de agregado brillantes; muy duro, y adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; neutro.

Variante Bojacá - Perfil C17

profundidad cm	2 arcilla	limo f.	limo gr.	arena f.	arena m.	gr.	C%	N%	C/N	pH	densidad g/cc
0-12	13,2	22,6	18,0	42,5	3,7	0,0	0,67	0,10	7	4,95	1,0
12-24	14,7	29,0	17,8	35,4	3,1	0,0	0,46	0,07	7	5,85	1,0
24-	13,4	32,4	18,6	32,7	2,9	0,0	0,50	0,07	7	6,0	-
24-63	59,8	18,0	7,2	13,5	1,5	0,0	0,71	0,09	8	6,85	-
63-95	53,2	13,8	9,5	20,7	2,8	0,0	0,25	0,04	6	7,25	-
95-150	63,6	9,5	7,2	17,1	2,6	0,0	0,12	0,03	4	7,0	-

profundidad cm	CCC me/100 g	Ca	Mg	K	Na	suma	Al	% saturación de base	P ppm (Bray 1)
0-12	5,1	0,6	0,6	0,52	0,12	1,8	0,65	35	5
12-24	5,5	2,5	1,6	0,32	0,20	4,6	-	84	1,9
24-	4,4	2,1	1,6	0,52	0,12	4,3	-	98	4
24-63	23,7	11,4	11,9	2,84	1,32	27,5	-	sat.	0,4
63-95	13,3	6,0	7,2	2,05	1,22	16,5	-	sat.	1,3
95-150	13,7	5,2	4,3	2,25	1,76	13,5	-	99	7

SERIE CRUZ-VERDE

Nº del perfil C19: Descripto el 29 de junio, 1966, por EBA, LMC y JPA

Situación: 12 km al sur de Bogotá, D.E.; 4°29'N, 74°05'W

Altitud: 3.100 metros

Lluvia: 100 cm/año

Material de partida: Arcilla esquistosa terciaria o cretácea aglomerada, meteorizada

Topografía: Pendiente convexa 21%; colinas moderadamente pronunciadas, cóncavo-convexas

Uso: Pastos; hierbas; otras plantas herbáceas, musgo y algunos arbustos

Vegetación natural: Bosque frondoso siempreverde

Clase de drenaje: Bien drenado

A11 0-6 cm Franco arcillo-limoso negro a pardo grisáceo muy oscuro (1OYR 2/1 a 3/2 en húmedo); estructura granular fuerte, muy fina; muy friable y ligeramente adherente y ligeramente plástico; abundancia de raíces; muy fuertemente ácido (pH 5,0); límite plano, neto a

A12 6-24 cm Franco arcillo-limoso pardo grisáceo muy oscuro (1OYR 3/2 en húmedo), gris muy oscuro (1OYR 3/1 en húmedo) sobre caras de agregado estructural; estructura granular, mediana, moderada; muy friable y ligeramente adherente y ligeramente plástico; abundancia de raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,8); límite plano, gradual a

A3 24-47 cm Franco arcillo-limoso pardo grisáceo muy oscuro (1OYR 3/2 en húmedo), negro (1OYR 2/1 en húmedo) sobre caras de agregado estructural; estructura granular débil, mediana; friable y ligeramente adherente y plástico; raíces frecuentes; muy fuertemente ácido (pH 4,8); límite plano, gradual a

B2 47-60 cm Franco arcillo-limoso pardo rojizo (5YR 4/3 y 2,5YR 5/4 en húmedo), con manchas de color de frecuentes a numerosas, pequeñas, pardo grisáceo muy oscuro a pardo (1OYR 3/2 a 4/3 en húmedo); estructura en bloques angulares débil, fina; firme y adherente y plástico; muchos poros tubulares muy pequeños, y pequeños y medianos frecuentes; relleno gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (1OYR 3/1 a 3/2) en poros tubulares pequeños y medianos; pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,6); límite plano, gradual a

B3 60-72 cm Arcillo-limoso pardo rojizo (2,5YR 5/4 en húmedo); estructura en bloques angulares mediana, moderada; firme y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, y pocos pequeños y medianos; revestimientos delgados, pardo rojizo (2,5YR 4/3) casi continuos sobre caras de agregado estructural y continuos en poros tubulares; relleno gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (1OYR 3/1 a 3/2) en poros tubulares pequeños y medianos; muy pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,6); límite difuso a

C1 72-150 +

Franco arcillo-limoso rojo débil (10R.2,5YR 4/3 a 5/3 en húmedo) con muy pocas manchas gris verdoso claro (5GY 7/1); estructura en bloques angulares débil, mediana y fuerte; muy firme y ligeramente adherente y plástico; superficies de agregado estructural brillantes; muy pocos poros tubulares muy pequeños a ninguno; muy pocas raíces a ninguna; extremadamente ácido (pH 4,4).

Nota: En los horizontes A y B se encuentran lombrices de tierra y varios tipos de insectos en actividad.

Serie Cruz-Verde - Perfil C19

Profundidad cm	$2\mu$ arcilla	limo f.	limo gr.	arena f.	arena m.	arena gr.	C%	N%	C/N	pH	densidad g/cc
0-6	49,7	29,2	9,5	11,2	0,4	0,0	13,6	1,11	12	5,3	-
6-24	52,0	28,1	8,3	11,3	0,3	0,0	12,1	0,84	14	5,1	0,5
24-47	60,3	23,8	7,4	8,4	0,1	0,0	8,4	0,61	14	5,05	0,6
47-60	62,4	25,4	5,6	6,3	0,3	0,0	2,71	0,23	12	5,0	0,9
60-72	49,9	39,6	3,7	6,0	0,8	0,0	0,67	0,11	6	4,8	1,2
72-	30,4	58,6	5,7	2,1	3,0	0,2	0,10	0,08	1	4,5	-
-150	33,9	56,7	7,5	0,7	1,0	0,2	0,07	0,07	1	4,65	-

De las 3 últimas muestras (60-150 cm) se ha separado el hierro libre antes de hacer el análisis de tamaño de partícula.

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)						% saturación de base	P ppm (Bray 1)	Hierro libre % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-6	57,1	5,8	7,8	0,78	0,43	14,8	4,4	26	0,9	-
6-24	56,5	1,15	3,9	0,17	0,20	5,4	6,9	10	0,7	-
24-47	52,3	0,9	7,3	0,10	0,13	8,4	10,1	15	0,7	-
47-60	40,3	0,9	4,0	0,07	0,05	5,0	16,3	12	0,2	-
60-72	35,0	0,9	1,7	0,10	0,04	2,7	25,5	8	0,4	4,4
72-	33,6	0,65	1,7	0,10	0,05	2,5	26,6	7	17	4,55
-150	33,8	1,8	5,7	1,10	0,05	7,7	24,8	23	35	4,4

Serie Monserrate - Perfil C07

Profundidad cm	$2\mu$ arcilla	limo f.	limo gr.	arena f.	arena m.	arena gr.	C%	N%	C/N	pH
0-11	19,7	14,8	21,2	33,7	10,3	0,3	4,47	0,43	10	4,45
11-35	30,8	13,4	7,4	37,2	10,8	0,4	2,38	0,25	10	4,8
35-50	54,3	26,2	8,2	7,1	3,8	0,4	0,12	0,06	2	4,6

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)						% saturación de base	P ppm (Bray 1)	
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-11	32,1	1,7	0,3	0,19	0,30	2,5	5,8	8		
11-35	23,9	1,4	0,5	0,14	0,23	2,3	4,0	10		
35-50	18,3	1,15	0,25	0,20	0,13	1,7	10,5	9		

Serie Faca

Nº del perfil C25: Descripto el 27 de mayo, 1967 por EBA, LMC y JPA.

Situación: 38 km al NO de Bogotá, Colombia, en la "autopista a Medellín";  
4° 52'N, 74° 18'W

Altitud: 2 800 m

Material de partida: depósitos de ceniza volcánica sobre arenisca cretácea de la fm. Guadalupe

Topografía: pendiente convexa 11% en terreno montañoso

Lluvia: aproximadamente, 90/100 cm/año

Vegetación natural: bosque de angiospermas siempreverde

Uso: antes pastoreo ( hierba densa y escasos helechos ), actualmente, patatas

Clase de drenaje: bien drenado

A11 0-3 cm Franco limoso negro (10YR 2/1 en húmedo, 3/2 en seco); estructura granular fuerte, muy fina; muy friable y blanda; abundantes raíces; fuertemente ácido (pH 5,3); muestra 20041; límite plano, neto a

A12 3-20 cm Franco limoso negro (aplastado 10YR 2/2 en húmedo, 3/2 en seco), con caras de agregado estructural (10YR 2/1 en húmedo, 4/1 en seco); en bloques subangulares débiles, finos, rompe a estructura granular moderada, mediana; muy friable, blando y ligeramente adherente y ligeramente plástico; raíces frecuentes; fuertemente ácido (pH 5,2); muestra 20042; límite plano, gradual a

B1 20-65 cm Franco arcillo-limoso pardo grisáceo muy oscuro (aplastado 10YR en húmedo), con caras de agregado estructural (10YR 2/1 en húmedo, 3/1 en seco); estructura en bloques angulares, moderada, muy fina; friable, duro y adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes, muy pequeños; raíces frecuentes, fuertemente ácido (pH 5,4); muestra 20043; límite plano, gradual a

B2 65-95 cm Franco arcillo-limoso (aplastado 10YR-2,5Y 4/3 en húmedo, 5/4 en seco), constituido por porciones pardo grisáceo muy oscuro ligeramente separadas con superficies brillantes y porciones de color más claro, con superficies aborregadas; estructura en bloques angulares débil, fina y mediana; friable, ligeramente duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes, muy pequeños; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,7); muestra 20044; límite plano, gradual a

IIA1' 95-130 cm Franco arcillo-limoso negro (10YR 2/1 en húmedo, 3/1 en seco), con color más claro (2,5Y 4/2 en húmedo y en seco, caras de agregado estructural 2/1 a 3/1) en la parte más baja, justamente por encima de la capa extremadamente cementada; estructura en bloques angulares débil, fina; friable y adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes, muy pequeños; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,7); muestra 20045 a 95-125 cm y 20046 a 125-130 cm; límite ondulado, brusco a

IIC1 m 130-132 cm	Capa extremadamente cementada, continua, entre 1 1/2 y 3 cm de profundidad, en forma de domos poligonales de unos 10 a 25 cm transversales con 5 ó 6 cm de relieve entre cimas y rebajes que separan los domos; superficies de domo planas con montículos y fosos irregulares, anchos y someros; parte superior pardo rojizo oscuro a rojo amarillento de profundidad entre 0,1 y 1 cm, dura cuando está húmeda, pero sólo ligeramente dura cuando está seca, sin espacios de poros macroscópicos; la parte inferior, amarillo parduzco a pardo amarillento, es menos dura; muestra 20047; límite onulado, brusco, pero no agudo y plano como el límite superior, a
IIC2 132-150 cm	Arcilloso pardo (10YR 4/3 en húmedo, 6/4 en seco), con muchas manchas finas, negras (10YR 2/1 en húmedo, 3/1 en seco); aglomerado, sin estructura; firme a friable y adherente y plástico; pocos poros tubulares, muy pequeños, con relleno pardo fuerte (sesquioxido?); sin raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); muestra 20048; límite plano, neto a
IIIA1'' 150-195 cm	Arcilloso gris muy oscuro (10YR-2,5Y 3/1 en húmedo, 4/1 en seco); aglomerado, sin estructura; firme a friable y adherente y plástico; muestra 20049; límite plano, gradual a
IIIB2'' 195-240 cm	Arcilloso pardo amarillento oscuro (10YR 4/4 en húmedo); aglomerado, sin estructura; firme a friable y adherente y plástico; sin muestra; límite plano, gradual a
IIIC 240-300 +	Franco arcilloso pardo amarillento claro (2,5Y 6/3 en húmedo), con manchas frecuentes, muy pequeñas, definidas, orientadas al azar, rojo amarillento (5YR 5/8), y manchas blancas frecuentes que representan minerales meteorizados a arcilla; aglomerado, sin estructura; ligeramente adherente y ligeramente plástico; en la parte superior del horizonte hay una capa extremadamente cementada somera (2 mm de profundidad), continua, pardo rojizo oscuro con suelo rojo amarillento adyacente al lado inferior; sin muestra.

Notas: 1/ las lombrices de tierra abundan en los horizontes superficiales; 2/ existe carbón vegetal en los horizontes superficiales, pero en escasa cantidad; 3/ en cortes antiguos, está bien desarrollada la estructura prismática gruesa en la parte superior del perfil; 4/ esferas huecas de unos 5 a 6 cm de diámetro con envolturas blandas de suelo hasta de 1 cm de profundidad y con pequeños orificios en la parte superior, aparentemente formados por insectos, presentes en el horizonte B del depósito más alto; 5/ una capa extremadamente cementada aparece a veces con aspecto vitreo inmediatamente adyacente a la superficie superior plana; por lo demás, esta capa aparece opaca más que brillante; 6/ hay capas extremadamente cementadas someras (menos de 1 cm de profundidad), discontinuas en los horizontes IIC2 y IIIA1''; 7/ el suelo está soportado, a 4 m de profundidad, por arenisca muy fina, dura, blanca, bien clasificada; 8/ en muchos lugares hay un subsuelo rojo amarillento, que es más plástico que el suelo desarrollado en depósitos de ceniza volcánica, sobre la arenisca dura; y 9/ pH por indicadores y un gráfico de color La Motte.

SUELOS DEL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

I. GEOLOGIA Y FISIOGRAFIA

En Colombia, los Andes se dividen en tres cordilleras principales que están separadas por el río Magdalena al este y el río Cauca al oeste. Ambos ríos nacen en la parte meridional de Colombia y fluyen en dirección norte noreste. La cordillera oriental está al este del río Magdalena, más allá del límite del Departamento de Bolívar, cuyo Departamento ocupa 37 600 kilómetros cuadrados adyacente a la costa atlántica de Colombia. La cordillera central termina en la parte sur de Bolívar, y el río Magdalena gira hacia el oeste alrededor del extremo septentrional de la cordillera hasta que se une el río Cauca; después el río Magdalena fluye en dirección norte hacia el Mar Caribe. La cordillera occidental está entre el río San Jorge y la mar.

La parte de la cordillera central situada en el Departamento de Bolívar se llama la Serranía de San Lucas. Tiene una altitud máxima de unos 2 300 metros sobre los valles adyacentes de los ríos Magdalena y Cauca, que están a unos 50 metros sobre el nivel del mar. La mayor parte de la Serranía de San Lucas es de pendiente pronunciada y está constituida por rocas metamórficas, rocas sedimentarias y mesozoicas y rocas intrusivas ígneas (Olson, 1956; Burgl, 1961 y Harrington, 1962). Si las rocas ígneas intrusivas son correlativas con el batolito en Antioquía oriental, que es cretáceo predominante (Tomas Feininger, comunicación personal) y en su mayor parte granodiorita, entonces éstas son las rocas más jóvenes en el núcleo de la Serranía de San Lucas; y posiblemente están asociadas con el levantamiento que terminó la sedimentación cretácea en el área.

La mayor parte de las colinas onduladas que rodean la casi totalidad de la Serranía de San Lucas; están constituidas por rocas sedimentarias terciarias, pero se encuentran rocas sedimentarias del Cretáceo superior en la proximidad de Simití en el valle del río Magdalena. Aunque no abundantes, se encuentran terrazas cuaternarias en esta zona de colinas, en el valle del río Magdalena.

La gran cuenca inferior del río Cauca, que está entre la cordillera central y el río San Jorge, está rellena con sedimentos cuaternarios. Una gran parte de estos sedimentos quedan inundados durante varios meses cada año. Adyacente a los sedimentos cuaternarios y más arriba en la cuenca baja del río Cauca hay una planicie suavemente ondulada de sedimentos terciarios no consolidados, pero esta planicie está casi en su totalidad más allá del límite del Departamento de Bolívar.

La parte de la cordillera occidental que está en el Departamento de Bolívar se denomina la Serranía de San Jacinto. Está cortada transversalmente por el Canal del Dique, que es probablemente un antiguo desagüe del río Magdalena al mar. Los sedimentos cuaternarios que bordean el Canal del Dique son similares a los de la cuenca baja del río Cauca y a los que hay a lo largo del río Magdalena inferior. La mayor parte de la Serranía de San Jacinto está constituida por rocas sedimentarias terciarias, pero, cerca del centro de la cordillera, hay rocas sedimentarias cretáceas descubiertas. La altitud máxima en la Serranía de San Jacinto es 717 metros y las laderas pronunciadas predominan menos que en la Serranía de San Lucas. Todas las colinas onduladas en la Serranía de San Jacinto y a su alrededor están constituidas por rocas sedimentarias terciarias, tanto consolidadas como no consolidadas. Las rocas sedimentarias de la Serranía de San Jacinto son en su mayor parte areniscas, arcilla esquistosa y conglomerado, pero en algunas localidades se encuentra caliza. Por ejemplo, Turbaco está situado en una planicie elevada constituida por caliza eocénica casi horizontal.

Cerca de la costa hay varias grandes planicies inclinadas muy suavemente hacia el mar. La mayor, en Tuluá, tiene una pendiente general a un cuarto de uno por ciento (0,15 grados) entre Toluviejo y el mar. Estas planas costeras están cubiertas con sedimentos cuaternarios que van desde arena a limo y arcilla. En algunos lugares, las corrientes mayores tienen ahora pequeñas vegas unos pocos metros por debajo del nivel de la planicie costera.

A lo largo de una gran parte de la costa hay un estrecho margen de marisma, pero el terreno de marisma no es muy extenso, excepto en la desembocadura original al Canal del Dique y en unos pocos sitios alrededor del Golfo de Morrosquillo. El Canal del Dique se ha desviado ahora hacia la Bahía de Cartagena, con el fin de unir el puerto de Cartagena con el río Magdalena. Pueden encontrarse pequeñas dunas arenosas a lo largo de la costa donde sigue una dirección noreste-suroeste más que norte-sur.

Entre Cartagena y Punta Barú son comunes pequeñas terrazas cuaternarias o bancos, de caliza ligeramente consolidada. Según se observa en Cartagena, están varios metros más altas que las grandes planas costeras. En la isla de Tierra Bomba, Royo y Gómez (1947) describieron dos niveles de terraza pleistocénica: una terraza caliza (o banco) entre 20 y 26 metros sobre el nivel del mar; y otra terraza de arena calcárea y arcilla 3 metros sobre el mar, que corresponde probablemente a los depósitos de planicie costera.

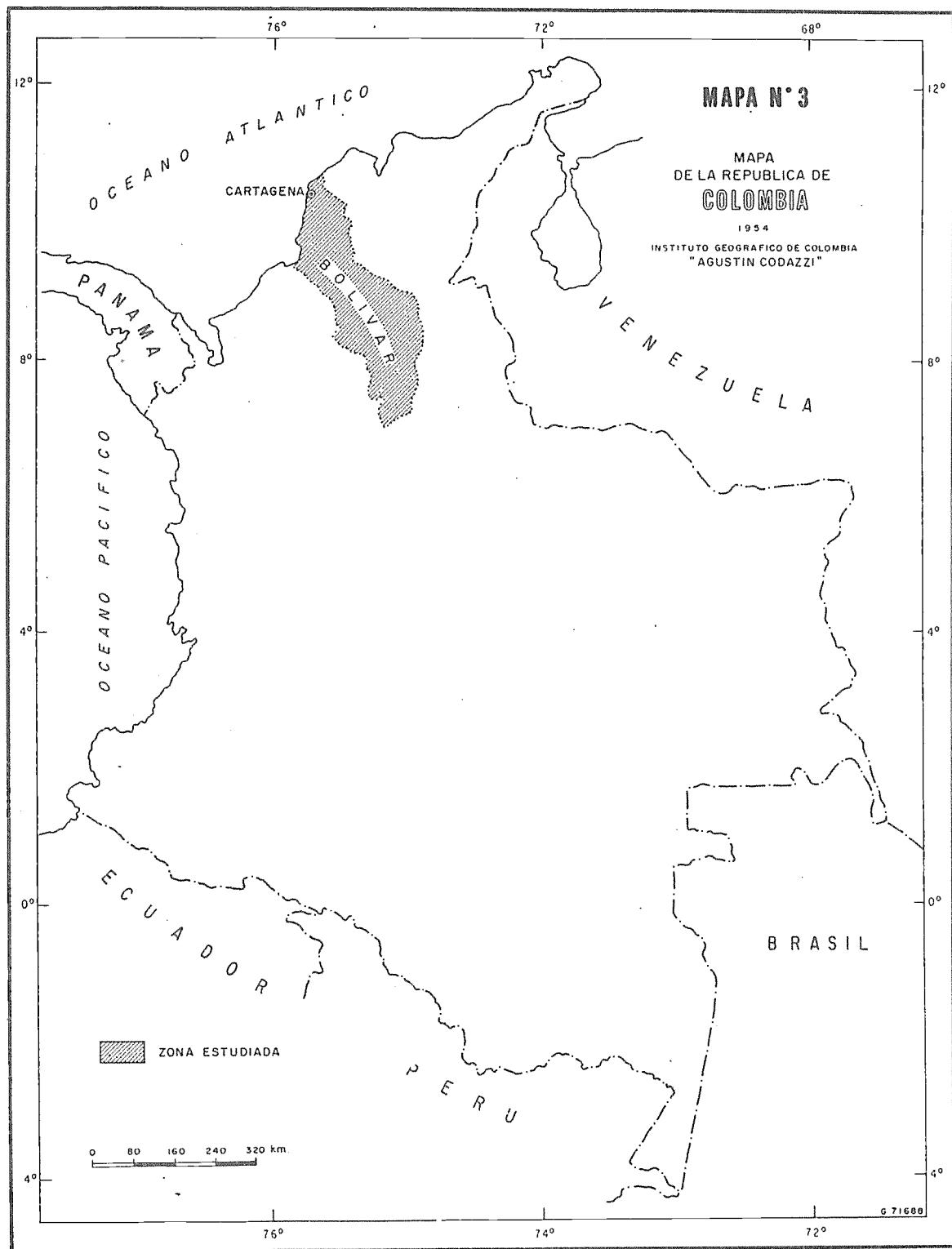
Exceptuando los depósitos de planicie costera, las terrazas cuaternarias recientes no son extensivas. La única zona grande de depósitos de terraza cuaternaria recientes está cerca del Canal del Dique, al noroeste de Calamar. En este sitio los sedimentos son arenosos.

Las terrazas cuaternarias primeras son abundantes en el lado noroeste del río San Jorge. Estas terrazas se considera que son más antiguas que las situadas a lo largo del Canal del Dique, y en otras partes de Bolívar septentrional, tomando como base el desarrollo del suelo; y no da más seguridad definir "Cuaternario antiguo" con más precisión que decir que es pre-Würm (o pre-Wisconsin). A lo largo del río Magdalena medio se encuentran otras terrazas cuaternarias antiguas (Goosen, 1961) en la parte meridional de Bolívar.

MAPA N°3

MAPA  
DE LA REPUBLICA DE  
COLOMBIA

1954  
INSTITUTO GEOGRAFICO DE COLOMBIA  
"AGUSTIN CODAZZI"



## II. CLIMA

Bolívar está lo bastante cerca del ecuador para que haya poca variación estacional de temperatura. Sin embargo, hay variaciones estacionales muy definidas en cuanto a la lluvia. Los vientos soplan con intensidad máxima de diciembre a abril, cuando la zona de alta presión de las latitudes de calma giran hacia el sur y luego el viento viene predominantemente del noreste.

Excepto para ciertas partes más altas de la Serranía de San Lucas, la totalidad del Departamento de Bolívar es tórrido, con temperaturas anuales promedias de, aproximadamente,  $29^{\circ}\text{C}$  al nivel del mar hasta  $25^{\circ}\text{C}$  en las partes más altas de la Serranía de San Jacinto. Los promedios anuales son ligeramente menores cerca de la costa que a altitudes comparables más al interior. En las partes más altas de la Serranía de San Lucas, el promedio es, probablemente,  $16^{\circ}\text{C}$ . Los límites entre promedios mensuales oscilan entre 2 y  $4^{\circ}\text{C}$  en todas las partes de Bolívar. Las variaciones diurnas de temperatura son máximas en la estación seca.

La lluvia anual oscila desde, aproximadamente, 60 centímetros cerca de la costa hasta bastante más de 300 centímetros en la parte más alta de la Serranía de San Lucas. Hay dos períodos de mayor precipitación pluvial que corresponden a la presencia de la depresión ecuatorial sobre Bolívar, separados por un período indefinido de menor precipitación desde julio a septiembre en que la depresión ecuatorial está más al norte. La estación seca dominante, cuando hay poca lluvia relativamente, se extiende de diciembre a abril. El período de déficit de humedad extrema oscila desde cinco o seis meses en que la precipitación pluvial es de unos 60 centímetros por año a uno o dos meses en la parte más alta de la Serranía de San Lucas.

Desde un punto de vista cualitativo, tomando como base los datos climáticos y la vegetación natural en relación con los suelos, la mayoría de la parte septentrional de Bolívar es subhúmeda y toda la parte meridional húmeda. Una parte muy pequeña de Bolívar cerca de Galerazamba es semiarida.

CUADRO N° III. DATOS METEOROLÓGICOS. DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

Estación	Latitud	Altitud (metros)	Número de meses de pluviosidad registrada *	Temperatura media en grados centígrados
Tolúviejo	9°27'N	50	95	26,7
El Carmen	9°43'N	150	183	27,4
Granja DIA, Mompós	9°15'N	25	209	28,8
Majagual	8°32'N	25	56	27,9

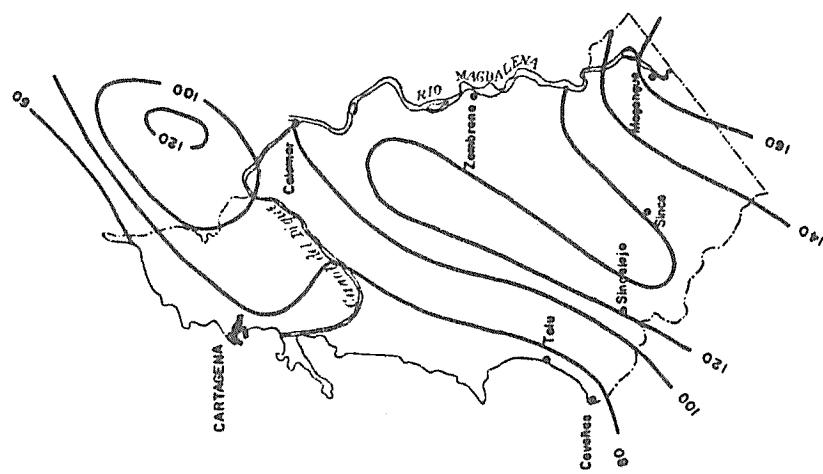
\* Todos los datos corresponden a los años 1931 a 1960;  
Información procedente de los archivos de la sección de Climatología del I.G.A.C.

	Pluviosidad media (cm)												Anual
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
Tolúviejo	0,7	0,4	0,2	5,5	10,6	15,4	8,3	10,8	9,8	17,0	7,5	3,4	89,6
El Carmen	2,6	3,2	4,5	11,3	13,8	10,8	12,0	13,3	16,3	17,3	9,1	3,3	117,5
Mompós	1,2	1,1	3,8	9,3	18,2	20,3	14,5	23,4	19,6	28,0	16,3	3,4	159,1
Majagual	2,4	2,2	4,3	10,5	26,3	35,0	43,4	40,5	37,1	57,0	39,2	20,6	318,5

MAPAS DE ISOYETAS DEL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

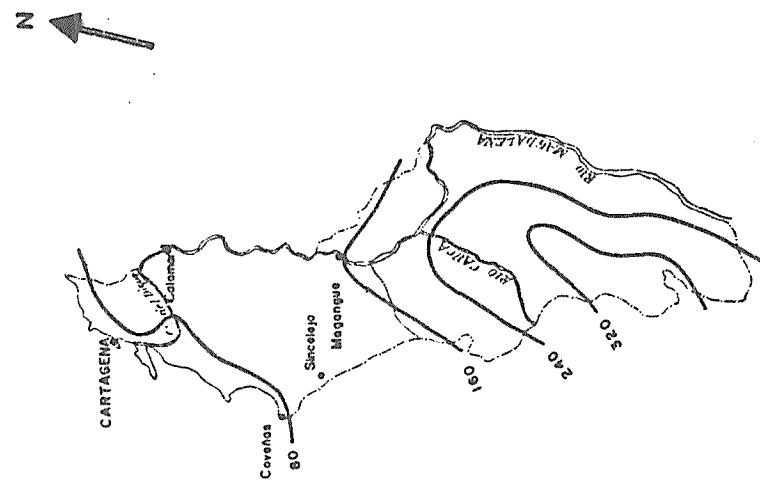
MAPA N° 4

BOLIVAR, parte norte  
LLUVIA ANUAL EN CENTIMETROS



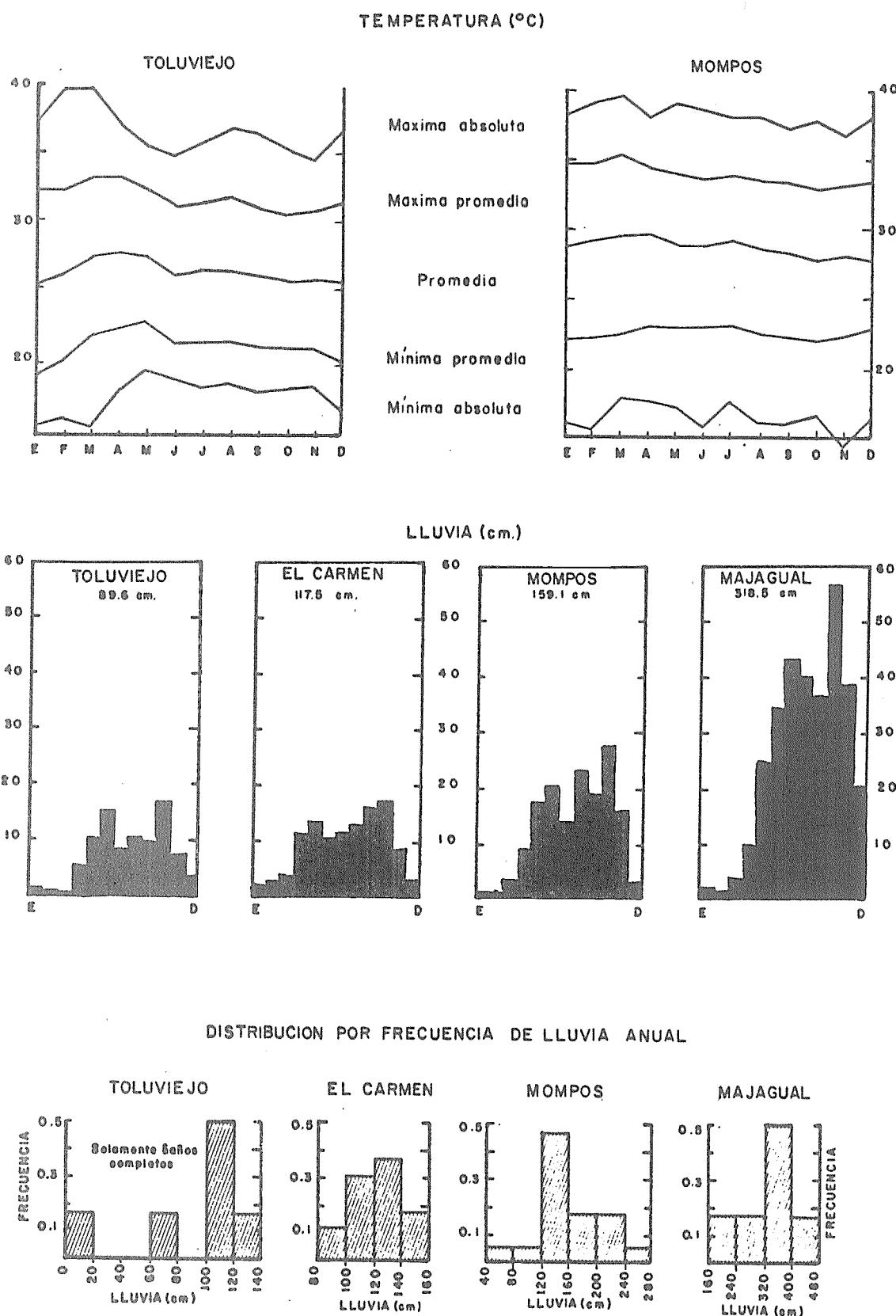
Escala 1: 2.000.000

BOLIVAR  
LLUVIA ANUAL EN CENTIMETROS



Escala 1: 4.000.000

Fig. 4 - DATOS CLIMATOLOGICOS, DEPARTAMENTO DE BOLIVAR



### III. VEGETACION

La mayor parte del Departamento de Bolívar ha sido cubierto recientemente con bosque frondoso denso, actualmente destruido en su mayor parte, excepto en la Serranía de San Lucas y pequeñas áreas discontinuas en la Serranía de San Jacinto. El bosque es caducifolio en la Serranía de San Jacinto y en su alrededor, y siempre verde en la Serranía de San Lucas y alrededor de la misma. En el bosque son frecuentes un gran número de especies arbóreas y no hay ninguna especie particular que predomine en grandes superficies. A lo largo de la costa cerca de Galerazamba, y en algunos de los suelos más áridos más al interior, el bosque es abierto y más xerofítico. Entre los árboles del bosque abierto se encuentran plantas suculentas de las familias de cactus (Cactaceae) y piña (Bromeliaceae, en su mayor parte epífitas) y vegetación herbácea.

Por sus condiciones edáficas e hidrológicas especiales, merecen mencionarse otras tres formaciones ecológicas:

- 1) Marjales de agua dulce en la cuenca baja del Cauca y a lo largo del río Magdalena y el Canal del Dique soportan una vegetación herbácea con alguna palmera (Corozo oleifera) y, en algunos sitios, árboles, por ejemplo, cantagallo (Erythrina sp.).
- 2) Marjales costeros que están desnudos o con una cubierta de mangle (Rhizophora mangle y especies de otros géneros).
- 3) Las únicas zonas de sabana natural en el Departamento de Bolívar están en las terrazas cuaternarias antiguas al noroeste del río San Jorge. Aparentemente, esta sabana es el resultado de la quema repetida de la vegetación de suelos muy estériles. La única especie arbórea importante de la sabana es Curatella americana.

Una descripción más completa de la vegetación puede verse en la obra de Espinal y Montenegro (1963) y en otras fuentes citadas en la misma. La mayoría de las especies han sido descritas por Pérez Arbeláez (1956).

#### IV. METODOS DE RECONOCIMIENTO

Se ha hecho muy poco trabajo de campo y sólo al norte del río San Jorge; prácticamente todo el levantamiento de mapas se hizo por interpretación de fotos aéreas 1:60.000 en la oficina. En la parte norte de Bolívar, donde se hicieron comprobaciones en campo, el trabajo fue de carácter exploratorio y se reprodujo un mapa 1: 400.000. Se reprodujo también un mapa esquemático 1: 800.000 para incluir la totalidad del Departamento. Debido a las diferencias de detalle, se empleó una leyenda diferente para cada uno de los dos mapas. (Estos mapas se incluyen en este informe como Mapa N° 5 y N° 6, respectivamente).

Se utilizó el mismo procedimiento cartográfico para ambos mapas. Los deslindes hechos sobre las fotos 1: 60.000 se pasaron inmediatamente a hojas topográficas 1: 100.000 sin ayuda de instrumentos. Después de completado el mapa sobre las fotos y las hojas topográficas, un delineante empleó un pantógrafo para pasar las líneas de las hojas 1: 100.000 a mapas base 1: 250.000; uno para el área norte del río San Jorge y otro para la totalidad del Departamento. Estos mapas se redujeron fotográficamente a las escalas deseadas de 1: 400 000 y 1: 800.000, respectivamente.

##### Mapa de reconocimiento exploratorio

La interpretación de fotos se hizo antes de empezar el trabajo de campo y se redactó una leyenda preliminar basada en la fisiografía. Esta leyenda preliminar estuvo sujeta continuamente a escrutinio y revisión hasta que se terminó el trabajo de campo. Como se disponía de poco tiempo para trabajo de campo, la descripción del perfil y la toma de muestras se realizó desde un principio, junto con otras observaciones en las diferentes unidades fisiográficas. Se anadieron las clases de suelos (Soil Survey Staff, 1960) a la leyenda después de haberse completado el trabajo de campo y los análisis de laboratorio.

La leyenda para el mapa fisiográfico-edafológico del área de reconocimiento exploratorio contiene los símbolos para trece unidades cartográficas y una definición descriptiva de cada una de estas unidades. Cada símbolo se compone de una letra mayúscula que designa una división fisiográfica principal y, en la mayoría de los casos, un número que indica una clase de pendiente o una segunda letra que indica una litología particular, características generales de suelo, o condiciones hidrológicas.

Hay seis divisiones fisiográficas principales:

C - Planicies bajas contiguas, sin una elevación topográfica brusca, a la línea costera o la zona "intertidal" o de balance de marea del mar Caribe.

M - Marisma "intertidal" y pequeñas áreas incluidas de dunas arenosas.

P - Planicies elevadas con inclinaciones de menos de 3% o terreno entre ondulado y montañoso (pendientes de menos de 30%) en áreas de depósitos sedimentarios no consolidados.

S - Terreno entre ondulado y montañoso en áreas de rocas sedimentarias consolidadas y terreno totalmente inclinado.

T - Terrazas cuaternarias, incluyendo pequeñas áreas con depósitos aluviales recientes.

V - Áreas cubiertas con depósitos aluviales recientes.

Estas divisiones fisiográficas principales se subdividen en tres clases de pendientes, con algunas ligeras modificaciones según se indica en la leyenda completa del mapa fisiográfico-edafológico.

- La falta de un número significa pendientes menores de 3%
- 1 - Predominantemente pendientes entre 1 y 15%
- 2 - Predominantemente pendientes mayores de 12%

Algunas de las divisiones fisiográficas principales y las subdivisiones que tienen pendientes menores de 3% se dividieron nuevamente empleando una segunda letra en el símbolo del mapa:

- a - Una división de depósitos aluviales recientes para indicar áreas más altas, menos frecuentemente inundadas con suelo entre bien e imperfectamente drenado.
- b - Una división de depósitos aluviales recientes para indicar áreas más bajas, más frecuentemente inundadas con suelos entre imperfectamente y muy poco drenados.
- c - Areas con suelos desarrollados sobre caliza.
- u - Una división de terrazas cuaternarias para indicar los que están más intensamente lixiviados.

#### Mapa esquemático

Como consecuencia de la falta de tiempo y la accesibilidad limitada, no se realizaron investigaciones en campo en Bolívar al sur del río San Jorge. Sin embargo, se ha estudiado un terreno semejante en los Departamentos adyacentes de Antioquia y Córdoba y no se presentaron problemas especiales en el deslinde de las formas de terreno en unidades básicas sobre la foto 1: 60.000 y las hojas topográficas 1: 100.000. Para el área al norte del río San Jorge, el mapa fisiográfico-edafológico del reconocimiento exploratorio se generalizó para completar el mapa esquemático de la totalidad del Departamento de Bolívar.

Se eligieron ocho unidades cartográficas para todo el Departamento y se definieron a base de la fisiografía, la pendiente y las zonas climáticas. La leyenda que figura en el mapa abarca los subórdenes de suelos predominantes, de acuerdo con la nueva clasificación U.S.D.A. (Soil Survey Staff, 1960), en cada unidad.

## V. SUELOS

### A. DISCUSION GENERAL Y UNIDADES EN EL MAPA ESQUEMATICO

Como los suelos de todas las partes de Bolívar son muy variables dentro de distancias relativamente cortas, resulta imposible trazar un mapa en pequeña escala (1: 800.000) en el que se puedan apreciar áreas razonablemente homogéneas de clases de suelos individuales; y esto incluso en las más altas categorías de orden y suborden. Por esta razón, se eligió la fisiografía como primer criterio para el trazado de un mapa en pequeña escala por dos motivos: (1) las formas de terreno y las clases de pendiente se reconocen y deslindan fácilmente sobre fotos aéreas, mientras que los suelos no siempre se pueden reconocer directamente sobre las fotos; y (2) la fisiografía es uno de los principales factores en la determinación de la distribución de clases diferentes de suelos en Bolívar. El clima es otro factor de primera importancia para determinar la distribución de diferentes clases de suelos, no menos importante que la fisiografía, pero más uniforme en grandes áreas de Bolívar. Por razones de conveniencia, se divide Bolívar en tres zonas climáticas que tienen gran significación en el desarrollo del suelo y dan lugar a suelos zonales en diferentes subórdenes y grandes grupos.

Se han reconocido cinco tipos fisiográficos principales con suficiente extensión para representarse en el mapa esquemático de Bolívar: (1) grandes áreas cubiertas con depósitos aluviales recientes, que tienen suelos aluviales inmaduros e hidromórficos; (2) planicies aluviales cuaternarias recientes y terrazas con suelos submaduros; (3) terrazas cuaternarias antiguas con suelos más maduros; (4) colinas onduladas con una gran proporción de suelos zonales; y (5) colinas pronunciadas y montañas con una pequeña proporción de suelos zonales.

Casi la totalidad de Bolívar al norte del río San Jorge es subhúmeda, excepto una parte muy pequeña que es semiárida y no lo suficientemente extensa para considerarla en el mapa esquemático. Todo el área de la Serranía de San Lucas y las colinas adyacentes es húmeda y se ha dividido en una zona de térrida a subtemplada por debajo de 2 000 metros y una zona más fría por encima de la altitud transicional. Se ha elegido esta altitud como límite en el mapa esquemático, porque, en Colombia septentrional, corresponde, aproximadamente, a cambios definidos en las propiedades del suelo. Se evita —lo cual es muy conveniente— la necesidad de fijar un límite entre la zona subhúmeda de Bolívar septentrional y las zonas húmedas al sur, mediante la intervención de la cuenca baja del río Cauca, donde los suelos son en su totalidad azonales o hidromórficos y el clima no ha ejercido hasta ahora mucha influencia sobre el desarrollo del suelo.

En el mapa esquemático se representan ocho unidades cartográficas hechas por varias combinaciones de las cinco divisiones fisiográficas principales y las tres zonas climáticas.

I. Áreas cubiertas con depósitos de corrientes recientes: Acueptes, Tropeptes, Ortentes, Samentos. 34% (\*)

Esta unidad abarca toda la vega del río Magdalena, prácticamente toda la cuenca baja del río Cauca en Bolívar, y las tierras bajas adyacentes al Canal del Dique. Dentro de esta unidad, la distribución de suelos está relacionada con canales actuales y de corrientes abandonadas y características fisiográficas asociadas; muchas de las cuales pueden apreciarse sobre las fotos aéreas y sobre el terreno. Las unidades Va y Vb del mapa exploratorio se incluyen en esta unidad sobre el mapa esquemático.

---

(\*) Superficie como por ciento de la superficie total en Bolívar.

Predominan Normacueptes: Normacueptes aéricos en áreas de tierras altas y Normacueptes típicos en áreas de tierras bajas. Haplortentes y Ustropeptes están principalmente limitados a pequeñas áreas de diques naturales. Existen Normisamientos, Acuisamientos y Halacuptes, pero no parecen que abunden.

El examen de la arena fina de perfiles 15 y 30 acusa una gran cantidad de feldespatos, anfíboles, piroxenos y otros minerales además de cuarzo. Por tanto, se supone que estos suelos han de ser muy fértiles. Pueden verse más datos sobre el medio ambiente y los suelos en la unidad 1 en un informe de la Sociedad Agrológica Colombiana (1966) sobre estudios recientes en la cuenca baja del río Cauca.

II. Planicie aluvial y costera y terrazas recientes: Vertisoles, Acueptes y Tropeptes. 4%

Las áreas más extensas de esta unidad se encuentran adyacentes a la costa en Tolú y cerca de Cartagena y a lo largo del Canal del Dique. Los suelos de esta unidad son generalmente un poco más antiguos que los de la unidad 1, y los Vertisoles son extensivos, pero no hay Alfisoles. Las unidades C, M y T del mapa exploratorio se incluyen en esta unidad en el mapa esquemático, y hay que hacer referencia a ellas para información adicional. La unidad T es mucho más extensa que las otras dos; la unidad C se incluye con la T a causa de que la fisiografía y los suelos son similares, y la unidad M se incluye porque es pequeña y contigua a las unidades C y T.

III. Terrazas cuaternarias pre-Wisconsin: Acualfes. 1%

Esta unidad se cartografía sólo en el lado norteoccidental del río San Jorge, y es la misma que la unidad Tu en el mapa exploratorio.

IV. Colinas onduladas en la zona subhúmeda: Tropeptes, Ustalfes y Vertisoles. 11%

Esta unidad comprende todas las colinas onduladas en Bolívar septentrional, en las dos unidades Pl y Sl del mapa exploratorio. Los suelos de esta unidad, que abarca Ustalfes y Vertisoles, son los más desarrollados en Bolívar septentrional. También hay Ultisoles, pero no en gran cantidad. La unidad Tl del mapa exploratorio suele incluirse en esta unidad en el mapa esquemático, porque las áreas de la unidad Tl son pequeñas y los suelos son bastante parecidos a los de las unidades Pl y Sl.

V. Colinas pronunciadas en la zona subhúmeda: Ortentes y Tropeptes. 20%

Esta unidad abarca todas las colinas de pendiente entre moderada y muy pronunciada en la Serranía de San Jacinto y alrededor de la misma en Bolívar septentrional; por consiguiente, colinas en las unidades P2 y S2 en el mapa exploratorio.

VI. Colinas onduladas en la zona húmeda: Udutores y Distropeptes. 3%

Esta unidad se cartografía alrededor de la Serranía de San Lucas sobre rocas sedimentarias, en su mayor parte terciarias y en algunos casos en terrazas cuaternarias (?).

A causa de la topografía suavemente inclinada, se han desarrollado muchos suelos zonales que son en su mayor parte Ultisoles en vez de Alfisoles, debido a la mayor precipitación pluvial alrededor de la Serranía de San Lucas que en Bolívar septentrional. Los oxisoles son probablemente raros o faltan, a excepción posiblemente de en algunas de las terrazas más antiguas de superficie limitada.

Aparte de los Ultisoles, hay indudablemente en algunos sitios Tropeptes. La mayoría de los Tropeptes son probablemente Distropceptes, análogos a los suelos de la Serie Campo-Alegre que Marco Fidel Cano (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) ha descrito en el Departamento contiguo de Antioquia. Los suelos de la serie Campo-Alegre son muy fuertemente ácidos, Distropceptes típicos con subsuelos de textura mediana, desarrollados sobre depósitos sedimentarios de textura ligera o mediana, y con tonos rojizos.

Normudultes, y posiblemente Normustultes en las áreas más secas, son probablemente representativos de los Ultisoles en las colinas de la Serranía de San Lucas. Los suelos de las series Guatinajo y Barlovento descritos por Cano en Antioquia son Normudultes y/o Normustultes típicos; y los suelos de la serie Colorado (Sociedad Agro-lógica Colombiana, 1966) sobre depósitos sedimentarios terciarios en Córdoba son probablemente Normustultes. Estos Ultisoles, tanto si son Normudultes como Normustultes, son muy fuertemente ácidos, con epipedon ócrico y límites graduales o difusos por todo el solum; el subsuelo suele ser de textura fuerte y rojos en el tono 2.5YR.

VII. Colinas pronunciadas en la zona húmeda: Distropeptes y Udutoles. 27%

La mayor parte de la Serranía de San Lucas está comprendida dentro de esta unidad. Abarca pendientes entre moderadamente pronunciadas y muy pronunciadas sobre rocas ígneas, sedimentarias (pre-terciarias) y metamórficas.

A excepción de que son en general más someros, los suelos comprendidos en esta unidad se parecen probablemente mucho a los de la unidad VI sobre pendientes más suaves. Sin embargo, el orden está indudablemente invertido; es decir, los Distropeptes predominan más que los Normudultes en las colinas pronunciadas de esta unidad. Se observará que el contenido de materia orgánica aumenta gradualmente a medida que aumenta la altitud y que los suelos están meteorizados de modo menos completo, pero no es de esperar que haya ninguna diferencia marcada en los suelos dentro de esta unidad debida a diferencias en la altitud.

VIII. Pendientes pronunciadas por encima de 2 000 metros de altitud: Humitropeptes. Menos de 1%

Esta unidad separa dos pequeñas áreas en la Serranía de San Lucas que están a más de 2 000 metros de altitud. La mayor parte de las pendientes en estas dos áreas son pronunciadas y los tipos de rocas figuran entre los mencionados en la unidad VII como abarcando la mayor parte de la Serranía de San Lucas.

Por encima de unos 2 000 metros de altitud en la parte septentrional de la Cordillera Central, al menos en Antioquia y probablemente también en Bolívar, se observa un marcado incremento en el contenido de materia orgánica de los suelos. Mientras que, por debajo de 2 000 metros, predomina epipedon ócrico, a mayores altitudes predomina epipedon umbrico. En ambos casos, la mayor parte de la materia orgánica del suelo está en un horizonte Al de mull (Hoover y Lunt 1952 han descrito el tipo de mull de acumulación de materia orgánica), pero, por encima de 2 000 metros, el horizonte Al es más oscuro y mucho más profundo.

Aun cuando la meteorización es menos rápida por encima de 2 000 metros, los suelos están probablemente lixiviados y son fuertemente ácidos, debido a que el clima es húmedo. Probablemente se están desarrollando horizontes argílicos muy lentamente, o no se desarrollan en absoluto, debido a la ausencia de una estación seca pronunciada y a la influencia estabilizadora de la arcilla de la materia orgánica; por tanto, es improbable que se formen horizontes argílicos en ninguno de estos suelos sobre pendientes pronunciadas donde la erosión es un proceso más importante que la translocación de arcilla dentro del suelo.

B. UNIDADES EN EL MAPA EXPLORATORIO

C - Planicie costera casi a nivel del mar: Vertisoles. 1,2% (\*)

La mayor parte de la planicie costera se cartografía en la unidad T con terrazas y planas aluviales cuaternarias, pero las partes bajas de la plana costera, adyacentes a la costa o el terreno de marismas, se colocan en la unidad C. La unidad C separa la parte de la plana costera en la que los suelos tienen todos un elevado contenido de sal en 50 ó 75 centímetros de la superficie. La cubierta vegetativa natural es bosque que tiene más desarrollo arbustivo y de composición diferente de la que se encuentra en las partes más altas de la planicie costera.

(\*) Superficie como por ciento de la superficie en Bolívar septentrional.

Se ha encontrado que todos los suelos investigados de la unidad C están pobremente drenados, debido a la situación baja, a la topografía plana y al contenido de arcilla alto o muy alto. El perfil 04 es el único ejemplo para el que hay una descripción y análisis de laboratorio. Se han observado cristales de sal en el suelo en el perfil 04 y también en otras situaciones. Los suelos están por encima de los niveles máximos de las mareas; y las cifras de magnesio, calcio y sulfato son mucho más altas en estos suelos, en relación con sodio y cloruro, que en el agua del mar. Basta la desecación estacional para que se desarrolle en estos suelos manchas rojas y "slickensides". La montmorillonita es el mineral arcilloso que predomina en el perfil 04, y hay aproximadamente 20% de caolinita e indicios de cuarzo en las fracciones arcillosas. La presencia de caolinita y la ausencia de micas sugiere que el suelo ha estado sometido a considerable meteorización.

En la revisión de 1964 de la séptima aproximación (Soil Survey Staff, 1964), el perfil 04 corresponde a un Mazacuerte udúltico. Se coloca en el subgrupo Udúltico, porque los valores del pH son menores de 5,5; sin embargo, no es seguro si los bajos valores del pH tienen en este caso la significación supuesta de un suelo rico en sodio, cloruro y sulfato y pobre en bicarbonato. Una clasificación más lógica sería Mazacuerte nátrico. El perfil 04 se clasificará como cromoxererte ácuico de acuerdo con la próxima revisión del sistema U.S.D.A.

M - Marismas costeras y dunas: Hidracueptes, Halacueptes y Samentos. 3,3%

Esta unidad se encuentra desde cerca de Coveñas en un lado del Departamento hasta cerca de Punta Galerazamba en el otro lado. Su máxima extensión se da cerca del Canal del Dique y adyacente al Golfo de Morrosquillo. En su mayor parte es marisma con terreno desnudo o cubierta de manglar, siendo frecuentes las dunas sólo a lo largo de la costa este-oeste al norte de Cartagena.

Como se han realizado pocas investigaciones sobre los suelos de las marismas y dunas, no se conocen los contenidos de arcilla, limo y arena. Todos los suelos, excepto los de las dunas, tienen una alta capa freática durante todo el año siendo corriente un gran contenido salino. Los suelos de marisma difieren en la acumulación de materia orgánica de los que carecen de cubierta vegetativa y en la ausencia de una capa definida de materia orgánica de los que tienen un epípedon hístico donde la turba fibrosa se acumula en partes de los bosques de manglares. Como es natural, las dunas son arenosas, y los suelos sobre las dunas están lixiviados porque el agua freática está siempre por debajo del solum. Mientras que las sales de los suelos de marismas proceden directamente del agua del mar, o de una mezcla de agua marina y agua dulce, las sales de los suelos de dunas procedentes del viento se agregan a la superficie del terreno. Esto explica la mayor proporción de sodio, en relación con otros cationes, en la superficie del perfil 35 en arena de dunas.

Los suelos de las marismas son Halacueptes en terreno arenoso y arenoso franco e Hidracueptes en depósitos más finos. El perfil 22 sería un Hidracuepte, o suelo "inmaduro" (Pons y Zonnenveld, 1965) tomando como base el horizonte superficial, pero el elevado contenido de arena por debajo de 45 centímetros excluye un alto valor n a esta profundidad y sitúa al suelo en el gran grupo de Halacueptes. El contenido de materia orgánica en los 22 centímetros más altos del perfil 22 es suficientemente elevado para incluirlo en un subgrupo hístico de los Halacueptes.

Los suelos sobre las dunas, que no son abundantes, son Samentos. El perfil 35 está en el gran grupo de Acuisamientos, debido a un bajo croma por debajo de 20 centímetros; y en un subgrupo aérico, a causa de que la parte superior del horizonte C (7-20 centímetros) tiene un croma mayor. Las manchas de color en el horizonte C sitúan casi el perfil 35 en un subgrupo espódico. Las fracciones arenosas son predominantemente cuarzo y feldespato, con grandes cantidades de piroxenos, hornblenda y otros minerales.

Mientras que el pH guarda relación con la saturación de base en los Ustroepeptes, no existe ninguna relación aparente entre el pH y la saturación de base en los Normustalfes y los Natrustalfes. Estos Alfisoles han perdido completamente los carbonatos por lixiviación y el pH desciende algunas veces por debajo de 5,5 en horizontes con más de 80% de saturación de base. Aunque la meteorización está mucho más avanzada en el horizonte argílico de los Normastalfes que en el de los Haplustalfes, la montmorillonita sigue predominando sobre la caolinita; no hay ningún otro mineral arcilloso en las fracciones de arcilla de los Ustalfes.

Parece probable que se desarrollen Vertisoles, en lugar de Alfisoles, a partir de Ustroepeptes sobre materiales de textura mediana; y también se desarrollan Vertisoles sobre depósitos de textura fuerte. Los Vertisoles en Bolívar parecen que son análogos a los de otras partes del mundo (Dudal, 1963). Los que están sobre pendientes muy suaves suelen ser Grumacuertes, y los que están sobre pendientes suaves son generalmente Grumustertes, según la séptima aproximación (Soil Survey Staff, 1964); sin embargo, se clasificarán todos como Cromoxerentes de acuerdo con la próxima revisión del sistema U.S.D.A. El perfil 10, Grumuserte éntico, es el único ejemplo de un Vertisol descrito en la unidad P1; pero el perfil 12, Grumacuerte típico, se ha desarrollado posiblemente sobre una capa de sedimentos no consolidados que descansan sobre rocas sedimentarias consolidadas. Los Vertisoles en la unidad P1 son normalmente calcáreos en el subsuelo, y el calcio es el catión cambiante predominante en el solum. El perfil 10 contiene mucha montmorillonita y una pequeña cantidad de caolinita en el solum.

P2 - Suelos sobre sedimentos no consolidados, Pendientes 12 a 30%: Samentos y Ustroepeptes. 6,3%

Todos los suelos de esta unidad están sobre sedimentos terciarios que no se han consolidado lo bastante para restringir completamente las raíces. La unidad P2 está separada de la S2 a causa de que todos los suelos en la unidad P2 son profundos, mientras que la rizosfera en los suelos de la unidad S2 suele tener menos de 1½ metros, debido a la roca sedimentaria consolidada más cerca de la superficie. Se incluyen en la unidad S2 áreas con suelos sobre sedimentos no consolidados que tienen pendientes mayores de 25%, porque las pendientes pronunciadas limitan el uso para la agricultura independientemente de la profundidad del suelo; sin embargo, la profundidad de los suelos sobre pendientes pronunciadas es muy importante para cultivos forestales. Todos los suelos de la unidad P2 han sustentado recientemente bosque de frondosas decíduas.

Los suelos de la unidad P2 están menos desarrollados que los de la unidad P1 y son, en su mayor parte, Entisoles e Inceptisoles.

Los Entisoles de la unidad P2 están limitados a depósitos de arena y grava y son Samentos; por ejemplo, el perfil 34, es un Normisamento típico. La grava del perfil 34 es predominantemente pedernal y cuarzo, pero el suelo se considera un Normisamento sobre la base de 4 por ciento adicional de roca sedimentaria clástica, 8% de ígnea y 5% de roca metamórfica en la grava. Esta grava tiene una composición muy parecida a la de los perfiles Haplustalfes sobre sedimentos no consolidados en la unidad P1.

Ambas clases de Ustroepeptes típicos discutidos en la unidad P1 se encuentran en la P2, y también Ustroepeptes vérlicos sobre depósitos de textura fuerte, por ejemplo, el perfil 20. Los Ustroepeptes vérlicos son calcáreos en el solum y suelen desarrollar pequeñas grietas verticales en la temporada seca, pero no se forman "slickensides". La mayoría de las propiedades de los Ustroepeptes típicos sobre depósitos de textura mediana son más parecidas a las de los Ustroepeptes vérlicos que a las de los Ustroepeptes típicos sobre depósitos de textura ligera.

Pl - Suelos sobre sedimentos no consolidados, Pendientes 1 a 15%:  
Ustroeptes, Haplustalfes, Normustalfes y Vertisoles. 16,6%

Todos los suelos de esta unidad son sedimentos terciarios que no se han consolidado lo suficiente para limitar completamente las raíces. La unidad Pl está separada de la Sl porque todos los suelos de la unidad Pl son profundos, mientras que la rizosfera en los suelos de la unidad Sl suele tener menos de  $1\frac{1}{2}$  metros, debido a que la roca sedimentaria consolidada está más cerca de la superficie. Las pendientes muy suaves y suaves, además de la profundidad ilimitada de la unidad Pl, proporcionan las condiciones óptimas para el desarrollo de suelos zonales. En realidad, los suelos de esta unidad se encuentran en varias etapas de desarrollo desde Inceptisoles, pero no avanzados hasta Oxisoles. Aunque la mayor parte de esta área se está cultivando ahora o se dedica a pastos, todos los suelos de la unidad Pl sustentaban recientemente (en el sentido geológico) bosques de frondosas caducifolias.

Prácticamente, todos los Inceptisoles, que son abundantes en la unidad Pl, son Ustroeptes, debido al buen drenaje y a una larga estación seca. Aunque ambos se clasifican como Ustroeptes típicos, hay dos clases de suelos muy diferentes en el gran grupo de Ustroeptes en la unidad Pl: (1) suelos sobre depósitos de textura ligera, que tienen epipedon pardo o pardo oscuro, en bloques subangulares débiles o aglomerados, y no son calcáreos en el solum; por ejemplo, perfil Ol; y (2) suelos sobre depósitos de textura mediana, que tienen epipedon pardo grisáceo muy oscuro, granular, y son calcáreos en el solum; por ejemplo, el perfil O8. Los Ustroeptes sobre depósitos de textura fuerte en la unidad Pl son raros o faltan, porque se han desarrollado Vertisoles sobre los depósitos de grano más fino. Aunque los horizontes Al de los Ustroeptes de textura mediana son más oscuros que los de los Ustroeptes de textura ligera, el índice inferior de color que corresponde a los de epipedon mólico está o bien sobre las superficies de agregado estructural únicamente, o bien el horizonte Al no es suficientemente profundo para la clasificación como epipedon mólico. Todos los Ustroeptes tienen una saturación de base muy elevada o están completamente saturados, siendo la montmorillonita el mineral que predomina en las fracciones arcillosas. Los Ustroeptes típicos sobre depósitos de textura ligera tienen algo de caolinita además de montmorillonita, pero en cantidades mucho más insignificantes. En el perfil Ol parece existir una acumulación de óxidos de hierro en la parte baja del horizonte B, que impide la dispersión completa con una sal de sodio, y es causa de que, al hacer los análisis de tamaño de partícula, los resultados para arcilla sean menores de lo que podría deducirse de la capacidad de cambio catiónico.

A medida que se acumula arcilla en el horizonte B de los Ustroeptes sobre materiales de textura ligera para desarrollar un horizonte argílico, se van formando Haplustalfes. La mayoría de los Haplustalfes, que no han perdido una gran proporción de su horizonte A por erosión, son Haplustalfes mólicos debido a un horizonte superficial de color oscuro entre 10 y 25 centímetros de profundidad -por ejemplo, perfiles 05 y 09. Los Haplustalfes que no tienen horizontes superficiales que les sitúen en el subgrupo mólico son Haplustalfes típicos -por ejemplo perfiles 07 y 19. Después de la secuencia Ustroeptes-Ustalfes están Normustalfes, o Natrustalfes, con horizontes argílicos bien desarrollados- por ejemplo, perfiles 23 y 28. Excepto que tienen una mayor acumulación de sodio en el subsuelo, los Natrustalfes son similares a los Normustalfes. Los subgrupos ácuicos son de máxima frecuencia en los Normustalfes y los Natrustalfes. Algunos suelos algo más profundamente lixiviados asociados con los Ustroeptes y los Alfisoles se clasifican como Ultisoles (Normustultes típico y ácuico), pero los Alfisoles son mucho más abundantes que los Ultisoles en la unidad Pl.

Excepto para el clima tropical en Bolívar, los Alfisoles en la unidad Pl son prácticamente iguales que los suelos pardos no cárnicos de California (Harradine, 1963) y otras zonas con un verano seco, tórrido y un invierno húmedo y fresco. En Bolívar, la temporada seca es tórrida, pero la temporada húmeda es también tórrida. Los Haplustalfes en Bolívar son minimales y mediales y los Normustalfes son suelos Pardo no cárnicos maximales.

Los Vertisoles de la unidad T suelen ser de subsuelo salino, pero, en general, no dentro de los 50 o 75 centímetros más altos. Los prismas en los Vertisoles de la unidad T suelen ser aglomerados o sólo débilmente granulares sobre la superficie superior, a diferencia de la estructura granular fuerte sobre la superficie de Vertisoles en las unidades Pl y Sl. El perfil 29 es un ejemplo de un Vertisol sobre depósitos de terrazas aluviales recientes. Es un Acuerte sobre el límite entre Mazacuertes y Grumacuertes, debido a la estructura granular moderada con tamaños de agregado estructural de unos 5 centímetros. Según la próxima revisión del sistema U.S.D.A., el perfil 29 se clasificará como un Cromoxerette ácuico. El perfil 25 sobre la llanura costera cerca de Tolu es un ejemplo de un Mazacuerte típico, que se clasificará como un Pelusterte típico de acuerdo con la próxima revisión del sistema U.S.D.A. El perfil 06 sobre depósitos próximos al límite entre textura media y gruesa tiene desarrollo minimal para un Vertisol; es probable que haga poco tiempo que ha pasado de un Ustroepte ácuico a un Vertisol. Un Mazusterte ácuico (Soil Survey Staff, 1964), perfil 06 se clasificará como un Cromoxererte ácuico de acuerdo con la próxima revisión del sistema U.S.D.A.

Los Ustroeptes típicos y ácuicos son corrientes y abundantes en algunas áreas de la unidad T; pero los Normacueptes están probablemente limitados a depósitos de textura ligera y mediana en depresiones topográficas, puesto que sólo los depósitos más finos están pobemente drenados sobre el terreno más elevado y los Vertisoles se forman sobre los depósitos más finos. El perfil 24, Ustroepte ácuico, es el único Inceptisol descrito en la unidad T. Al parecer, recibe sales con el viento procedente del mar, pero, por lo demás, parece ser típico de Ustroeptes en la unidad T.

Tl - Terrazas cuaternarias, ligeramente onduladas, Pendientes 1 a 3 o 6%:  
Haplustalfes. 1,4%

Aunque el área de esta unidad es muy pequeña, está cartografiada en varios lugares a lo largo del Canal del Dique y alrededor de la llanura costera cerca de Toluviejo. Las terrazas en la unidad Tl son probablemente más jóvenes que la terraza más lixiviada en la unidad Tu y más antigua que las terrazas casi continuas en la unidad T. Una suposición es que las terrazas en la unidad Tl son Würm reciente (Wisconsin) aunque algunas pueden ser pre-Wisconsin, casi tan antiguas como la terraza en la unidad Tu y han resistido la lixiviación en un clima más seco que el que ha prevalecido cerca del río San Jorge donde se encuentra la unidad Tu. La cubierta vegetativa natural en la unidad Tl es bosque de frondosas deciduas.

Es demasiado escaso el trabajo realizado sobre la unidad Tl para tener la seguridad de qué límites pueden encontrarse en diferentes clases de suelos; sin embargo, parece que predominan los Haplustalfes, y posiblemente existen también la unidad Tl Ustroeptes, Normacueptes, Vertisoles y Normustalfes.

El perfil 14, Haplustalfe nátrico, es un ejemplo de un Haplustalfe que se ha formado sobre depósitos de arena con una superficie ligeramente ondulada dentro de un gran codo de 90° en el Canal del Dique. Aunque no se vieron cortes para observar la estratificación y por tanto verificar esta hipótesis, parece que la topografía ligeramente ondulada es probablemente debida a la redistribución de depósitos aluviales por el viento en lugar de a la erosión por el agua. El perfil 14 tiene un horizonte argilico bien desarrollado, pero con demasiada poca arcilla para un Normustalfe (o Natrustalfe).

Tc - Suelos sobre caliza cuaternaria blanda o ligeramente dura, Pendientes menores de 3%: Ustroeptes. 0,1%

Esta unidad se presenta sobre terrazas marinas cuaternarias, o bancos, entre Cartagena y Punta Baru al sur de Cartagena. La caliza es muy fosilifera, está descrita en un informe de Royo y Gómez (1950), y, según estos autores, el banco está en Tierra Bomba a 20-26 metros sobre el nivel del mar. El nivel más bajo descrito por Royo y Gómez en Tierra Bomba es una terraza a no más de 3 metros sobre el nivel del

S2 - Suelos sobre rocas sedimentarias consolidadas. Pendientes mayores de 12%:  
Haplortentes líticos y Ustropeptes. 35,8%

Esta unidad comprende todas las colinas de la Serranía de San Jacinto y circundantes con pendientes mayores de 12%, excepto colinas en sedimentos no consolidados con pendientes entre 12 y 30%. Es la unidad más extendida de las cartografiadas al norte del río San Jorge. La arenisca y la arcilla esquistosa son las rocas predominantes en la Serranía de San Jacinto y colinas próximas, pero la caliza se encuentra en muchos sitios. No se han estudiado suelos sobre caliza en unidades S1 o S2. Aunque destruidos en muchos lugares, sigue habiendo bosques de frondosas deciduas en toda la unidad S2.

Los grupos de suelos Haplortentes líticos y Ustropeptes son los más abundantes en la unidad S2. La mayor parte de los Ustropeptes son someros o de profundidad sólo moderada, excepto donde se ha acumulado el coluvión hasta una profundidad de 1½ metros o más.

El perfil 27 es un Haplortente lítico formado sobre arenisca terciaria débilmente consolidada parecida a aquella sobre la que se desarrolla el perfil 21 en la unidad S1. El perfil 27 es semejante al 21, pero sin erosión observable, y los carbonatos han desaparecido completamente del perfil 27 por lixiviación.

Como sucede en la unidad P2, se encuentran en la unidad S2 Ustropeptes vérlicos y ambas clases de los Ustropeptes típicos de que se ha tratado en la unidad P1. Ustropeptes típicos análogos a los que se encuentran sobre depósitos de textura ligera en unidades P1 y P2 se observan en arenisca en la unidad S2, pero no se ha descrito ninguno en la unidad S2; Ustropeptes típicos similares a los que se observan sobre depósitos de textura media en las unidades P1 y P2 se observan sobre arenisca calcárea, arcilla esquistosa, o una mezcla de arenisca y arcilla esquistosa en la unidad S2, por ejemplo, el perfil 17; y Ustropeptes vérlicos análogos a los que se encuentran sobre depósitos de textura fuerte en las unidades P1 y P2 ocurren sobre arcilla esquistosa o una mezcla de arcilla esquistosa y arenisca en la unidad S2. Los perfiles O2 y 17 constituyen ejemplos de Ustropeptes vérlicos moderadamente profundos y someros en la unidad S2. Los diagramas de difracción de rayos X de fracciones arcillosas de diferentes horizontes en el perfil O2 indican montmorillonita pura, con una capacidad de cambio de  $\text{Na}^+$  ( $\text{pH } 8,2$ ) de 98 me/100 g de arcilla.

T - Terrazas y llanuras aluviales cuaternarias casi continuas, Pendientes menores de 3%: Vertisoles, Normacueptes y Ustropeptes. 16,6%

Esta es la unidad que ocupa el tercer lugar en magnitud, después de las unidades S2 y P1, al norte del río San Jorge, y la que ofrece mejores perspectivas para la agricultura. Abarca terrazas de corrientes recientes, y posiblemente Würm reciente y llanuras aluviales y toda la llanura costera a excepción de la unidad C. Aunque la unidad T se observa en todos los lados de la Serranía de San Jacinto, las áreas más grandes están en la plana costera cerca de Cartagena y Tolú, y adyacentes al Canal del Dique. Esta unidad abarca muchas áreas pequeñas de suelos de vega, por lo demás en las unidades Va y Vb, que son demasiado pequeñas para separarlas en el mapa exploratorio. Todos los suelos de la unidad T soportaban, no hace mucho tiempo, bosque de frondosas deciduas; actualmente casi completamente destruido.

La mayor parte de la llanura costera en la unidad T parece cubierta con sedimentos terrestres; y si ha habido levantamientos post-Würm en el nivel del mar, con relación al nivel actual, la mar podría haber cubierto la unidad C pero no probablemente la unidad T. No hay discontinuidad topográfica apreciable entre las unidades C y T en la llanura costera; sin embargo, donde la unidad T se extiende hasta la orilla del mar, hay un acantilado de 2 ó 3 metros de altura, mientras que la unidad C encuentra la orilla del mar o la zona "intertidal" o de balance de marea prácticamente a nivel del mar. Se encuentran Vertisoles sobre los depósitos más finos, y Ustropeptes y Normacueptes sobre los depósitos más gruesos de la unidad T.

Pc - Suelos sobre caliza terciaria dura (?), Pendientes 1 a 3 6 6%: Ustroepeptes.  
0,2%

Esta unidad se presenta sobre una pequeña meseta elevada en Turbaco, y sobre otras pequeñas mesas y montes aislados al sureste de Cartagena. Estas mesas y mesetas están coronadas por una capa profunda, ligeramente alabeadas de depósitos de filones de caliza del Mioceno (López C., 1956). La topografía superficial es muy suavemente ondulada, y el terreno es pedregoso en muchos lugares. La mayor parte de esta área está cultivada, pero quedan algunos pocos parches de bosques de frondosas deciduas.

Estos suelos son de arcilla pedregosa; y no parece que haya capas de acumulación de carbonato en el solum. A medida que los carbonatos se van disolviendo de las piedras que hay en el suelo, van siendo pronto eliminados del solum. La mayor parte de los suelos son Terra Rossa, con una acumulación de óxidos de hierro a medida que los carbonatos se disuelven y se eliminan por lixiviación. Se encuentran suelos Rendzina en algunos pocos sitios en que la acumulación de materia orgánica es más pronunciada que la acumulación de óxidos de hierro.

El perfil O3 parece ser típico de los suelos Terra Rossa en la unidad Pc. Es un suelo arcilloso fuerte, y el contenido de arcilla decrece constantemente con la profundidad en el perfil. En sección delgada no es visible orientación de arcilla; por tanto, parece que no hay translocación importante de arcilla, que floacula debido a la elevada saturación de calcio. La arcilla es predominantemente caolinita y montmorillonita, con una pequeña cantidad de mica.

Según la séptima aproximación (Soil Survey Staff, 1964; y Smith, 1965) el suelo del perfil O3 es un Ustroepte, probablemente un Ustroepte típico. Como los suelos Terra Rossa son bastante diferentes de los Ustroeptes típicos en las unidades P1 y S1, se ha introducido un subgrupo de Ustroeptes ródicos. El ródico es un modificador de gran grupo, empleado para indicar tonos rojizos con cromo medio, que son debidos a la acumulación de óxidos de hierro en suelos Terra Rossa, y valores bajos, que son debidos a la acumulación de humus.

S1 - Suelos sobre rocas sedimentarias consolidadas, Pendientes 1 a 15%: Haplortentes líticos, Ustroeptes, Haplustalfes, Normustalfes y Vertisoles. 8,1%

Es unidad abunda en Bolívar septentrional, en la Serranía de San Jacinto y a su alrededor. Aunque la mayor parte de este área se cultiva ahora o se dedica a pastos, todos los suelos de la unidad S1 sustentaban recientemente (en sentido geológico) bosque de frondosas deciduas.

Los Ustroeptes y Haplustalfes son los grupos de suelos más abundantes en la unidad S1, pero hay una gran extensión de Haplortentes líticos al sur y al noreste de Sincelejo. Los Normustalfes se encuentran en algunos pocos lugares, pero no abundan mucho; tampoco son frecuentes los Vertisoles en la unidad S1.

El perfil 21 es representativo de los Haplortentes líticos cerca de Sincelejo. Estos Litosoles se han formado sobre arenisca terciaria débilmente consolidada, y hay mucha erosión laminar y erosión en cárcava en dicha área. El perfil 26 es un ejemplo de un suelo moderadamente bien drenado, ligeramente más profundo, sobre una pendiente ligeramente cóncava en el mismo área; sin embargo, la profundidad del suelo es sólo 50 centímetros y el suelo se clasifica como Normacuepte aérico lítico.

Los Ustroeptes, Haplustalfes, Normustalfes y Vertisoles en la unidad S1 son análogos a los de la unidad P1, a excepción de que la mayoría de los Ustroeptes y muchos de los Haplustalfes en la unidad S1 son someros sobre rocas sedimentarias consolidadas. En esta unidad no se describieron Ustroeptes ni tampoco Normustalfes; los perfiles 13 y 33 son ejemplos de Haplustalfes en la unidad S1. El perfil 13 es un suelo Haplustalfe típico, moderadamente profundo, sobre roca sedimentaria débilmente consolidada; y el perfil 33 es un suelo Haplustalfe lítico, somero, sobre roca sedimentaria débilmente consolidada.

mar, que corresponde, probablemente, a los depósitos de la unidad T. También en Cartagena, cerca del aeropuerto, hay un banco de caliza varios metros sobre la superficie de la unidad T. Como, en Tierra Bomba, crece un bosque secundario denso sobre el banco de caliza, la vegetación natural es probablemente bosque de frondosas deciduas.

El único suelo observado en la unidad Tc es un Litosol pedregoso con una capa superficial de color oscuro que tiene un espesor de más de un tercio que el del suelo que descansa sobre roca madre de caliza blanda. Las piedras del suelo son más duras que la roca madre subyacente. Al parecer no hay acumulaciones secundarias de carbonato en el solum.

El perfil 32 parece ser típico de los Litosoles de la unidad Tc. Se ha acumulado mucha menos arcilla en el perfil 32 que en el suelo de Terra Rossa (perfil 03) en la unidad P<sub>c</sub>, y hay poca acumulación de óxidos de hierro en el perfil 32. En las fracciones arcillosas procedentes de diferentes horizontes hay micas, montmorillonita y caolinita. Según la revisión de la séptima aproximación (Soil Survey Staff, 1960) el perfil 32 es un Ustropete lítico, al cual he añadido yo el modificador Rendólico (Ustropete lítico rendólico). El término rendólico se refiere al elevado contenido de carbonatos primarios en las piedras del suelo y a la capa superficial gruesa de color oscuro.

Tu - Suelos sobre terrazas cuaternarias lixiviadas, más antiguas, Pendientes menores de 3%: Tropacualfes, 2,0%

Las terrazas de esta unidad son abundantes en el lado norte-noroeste del río San Jorge en Bolívar, y en el Departamento de Córdoba adyacente. Aparte de las superficies poco disecadas, planas de estas terrazas, no se sabe si los geólogos tienen alguna prueba de que sean cuaternarias. Como los sedimentos de tierras altas adyacentes son del Mioceno (mapas geológicos inéditos de Bolívar, anónimo), las terrazas tienen que ser por lo menos Terciario reciente, si no Cuaternario. Estas terrazas están a una altitud de unos pocos metros sobre depósitos aluviales recientes.

En estas terrazas son corrientes los árboles Curatella americana L. (peralejo macho), lo que indica que la vegetación natural es sabana. Peralejo macho es siempre frecuente en sabanas tropicales del hemisferio occidental con suelos estériles, donde la vegetación de sabana se perpetúa por la quema. Otra característica definida en las terrazas son los numerosos montones de termes, que suelen estar asociados con áreas de subsuelo impermeable en Bolívar.

La mayoría de los suelos de estas terrazas están imperfectamente drenados y son muy ácidos, con un horizonte argílico y plintita en el subsuelo. La plintita es normalmente blanda o ligeramente dura en la parte superior del horizonte B, pero endurece por exposición. Hay unas pocas depresiones superficiales pequeñas con suelos de textura gruesa y cubierta herbácea muy rala.

El perfil 18 parece ser representativo de la mayoría de los suelos en la unidad Tu. Está fuertemente lixiviado y muy meteorizado, pero la saturación de bases aumenta hasta bastante por encima de 35% en el subsuelo por debajo de 70 centímetros de profundidad. Por tanto, el perfil 18 es un Alfisol, un Ocracualfe plíntico, o más recientemente un Tropacualfe (Smith, 1965). La fracción arcillosa en el perfil 18 es predominantemente caolinita, con 25 ó 30% de montmorillonita; sin embargo, es posible que la proporción de montmorillonita aumente ligeramente en el subsuelo.

Va - Suelos sobre las partes más altas de las vegas: Haplortentes, Ustropetos y Normacueptes. 1,6%

Esta unidad está cartografiada a lo largo del río San Jorge, del río Magdalena y Canal del Dique. La diferencia de altitud entre las unidades Va y Vb es muy pequeña en la mayoría de los sitios. La unidad Va abarca diques naturales y otras partes más altas de las vegas. La vegetación natural en la unidad Va es bosque de frondosas deciduas.

Los suelos de la unidad Va están desde bien drenados, o excesivamente drenados a imperfectamente drenados, según la altitud y el grado (textura) de los depósitos. Donde las orillas del río son algo más elevadas que el resto de la vega, los suelos de las orillas son entre excesiva y moderadamente bien drenados y, en los subórdenes Samento, Haplortente y Ustroepte, los Haplortentes son probablemente los más comunes y abundantes. Otras partes de las vegas que están cartografiadas en la unidad Va están entre bien e imperfectamente drenadas, con suelos en los subórdenes Haplortente, Ustroepte y Normacuepte.

El perfil 30, Ustroepte acuico fluvéntrico, situado sobre el lado posterior de un dique, es el único perfil de suelo descrito en la unidad Va. El subsuelo (34-90 centímetros) en el perfil 30 parece estar suficientemente meteorizado para denominarse un horizonte cámico, aunque la estructura es débil o falta prácticamente por completo. Las capas superiores en el perfil 30 se han añadido mucho más recientemente (probablemente cuando el río Magdalena o el Canal del Dique inundaron las orillas) que la capa en que se ha desarrollado el horizonte cámico. La arena fina procedente de la mayoría de las capas es aproximadamente igual en cantidad a las cantidades de cuarzo y feldespato, con grandes cantidades de clinopiroxeno y otros minerales densos; por ejemplo, hornblenda, hiperstena, epidota, rutilo y pequeñas cantidades de círcón y granate rosa. Existen micas, pero no en cantidad abundante; y los piroxenos son mucho menos abundantes en el horizonte cámico que en las capas superiores.

Vb - Suelos sobre las partes inferiores de vegas: Normacueptes. 6,6%

Esta unidad está cartografiada a lo largo del río San Jorge, del río Magdalena y Canal del Dique, donde abunda mucho más que la unidad Va que corresponde a las partes más altas de las vegas. La cubierta es vegetación de marisma herbácea o bosque de frondosas, según la hidrología y las condiciones edáficas locales.

Los suelos de la unidad Vb están poco o muy poco drenados, con límites considerables de textura. Casi todos son Normacueptes, pero también están representados los Acuosamientos y otros pocos subgrupos.

El perfil 15, Normacuepte cumúlico, es el único perfil de suelo descrito en la unidad Vb. La falta aparente de orden en la secuencia de horizonte de suelo es prueba de la depositación reciente derivada de aguas de inundación; el desarrollo edafológico no ha progresado más allá de la formación de horizontes A. La cantidad de arena fina procedente de todas las capas es aproximadamente igual a las cantidades de cuarzo y feldespato, con pequeñas cantidades de micas (en su mayor parte biotita); y las separaciones de mineral pesado contienen hornblenda, piroxenos, y muchos minerales accesorios.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- 39) Bürgl, H. 1961 "Historia geológica de Colombia" Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. V. 11 (43), págs. 137-191.
- 40) Currie, L., Director. 1960. Programa de Desarrollo Económico del Valle del Magdalena y Norte de Colombia, 377 págs., mapas.
- 41) Dual, R. 1963. "Dark clay soils of tropical and subtropical Regions" Soil Sci., v. 95, p. 264-270.
- 42) Espinal T., L. S. y Montenegro M., E. 1963. "Formaciones vegetales de Colombia" Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Bogotá, D.E.
- 43) Goosen, D. 1961. "A study of the geomorphology and soils in the middle Magdalena valley, Colombia" Internat. Training Centre for Aerial Survey, Delft, Series B., No. 9, Vol. 1, 24 pp.

- 44) Harradine, F. 1963. "Morphology and Genesis of NonCalcic Brown soils in California" Soil Sci., v. 95, p. 277-287.
- 45) Harrington, H.J. 1962. "Paleographic development of South America" Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists, v. 46, p. 1773-1814.
- 46) Hoover, M.D. and Lunt, H.A. 1952. "A key for the classification of forest humus types" Proc. Soil Sci. Soc. Am., v. 16, p. 368-370.
- 47) López C., J. 1956. "Reconocimiento geohidrológico preliminar para las poblaciones de Turbaco y Turbaná, Departamento de Bolívar" Inst. Geológico Nal., Informe 1153, 14 págs.
- 48) Olson, A.A. 1956. "Colombia", in Handbook of South American Geology. Geol. Soc. Am., Memoir 65, p. 296-326.
- 49) Pérez Arbelaez, E. 1956. "Plantas Utiles de Colombia". Sucesores de Rivadeneyra, Madrid, 3<sup>a</sup> edición.
- 50) Pons, L.J and Zonneveld, I.S. 1965. "Soil ripening and soil classification" Internat. Inst. for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Publ. 13, 128 pp.
- 51) Royo y Gómez, J. 1950. "Geología de la Isla de Tierra Bomba, Cartagena y estudio del abastecimiento del Caño de Loro mediante aguas subterráneas" Compilación Estudios Geológicos Colombia, Tomo 8, págs. 33-66.
- 52) Silva M., F.; Olarte R., L.I.; y Motta de Muñoz, B. 1963. "Métodos analíticos del laboratorio de suelos" Inst. Geográfico "Agustín Codazzi", Publ. IT-6, 138 págs.
- 53) Smith, G.D. 1965. "Lectures on soil classification" Pedologie, spec. nr. 4, 134 pp.
- 54) Sociedad Agrícola Colombiana, 1966. "Levantamiento agrícola del área Río Cauca-Caño La Mojana-Río San Jorge" Instituto Colombiano de Reforma Agraria, 3 volúmenes.
- 55) Soil Survey Staff. 1951. "Soil Survey Manual" U.S. Dept. of Agriculture Handbook no.18.
- 56) Soil Survey Staff. 1960, revised 1964. "Soil Classification, A comprehensive system: 7th Approximation" Soil Conserv. Service, U.S.D.A.

DESCRIPCION DE PERFILES DE SUELO EN EL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

A. LISTA DE PERFILES DE SUELO

Los 35 perfiles de suelo que figuran a continuación se describieron y se tomaron muestras de los mismos para analizarlos en el laboratorio. Los 35 suelos se clasificaron de acuerdo con la revisión de 1964 de la séptima aproximación (Soil Survey Staff, 1960) y están representados en el mapa fisiográfico-exploratorio de Bolívar septentrional. Se espera que aparezcan nuevos nombres en la próxima revisión del sistema USDA de clasificación de suelos, cuya publicación está programada para finales de 1966. Dichos nombres nuevos figuran entre paréntesis.

- |   |   |
|---|---|
| B01 Ustroppte típico<br>familia mediana 1/            | B20 Ustroppte vértico   |
| B02 Ustroppte vértico                                 | B21 Haplortente lítrico   |
| B03 Ustroppte lítrico                                 | B22 Halacuepte hístico  |
| B04 Mazacuerte udúltico<br>(Chromoxerert ácuico)      | B23 Normustalfe ácuico<br>(Paleustalfe ácuico)                      |
| B05 Haplustalfe mólico                                | B24 Ustroppte ácuico  |
| B06 Mazacuerte ácuico<br>(Chromoxerert ácuico)        | B25 Mazacuerte típico<br>(Pellusterte típico)                       |
| B07 Haplustalfe típico                                | B26 Normacuepte aérico lítrico                                      |
| B08 Ustroppte típico<br>familia de textura mediana 2/ | B27 Haplortente lítrico   |
| B09 Haplustalfe mólico                                | B28 Natrustalfe ácuico  |
| B10 Gramusterte éntico<br>(Chromoxerert éntico)       | B29 Mazacuerte grúmico<br>(Chromoxerert ácuico)                     |
| B11 Grumacuerte aérico<br>(Chromoxerert ácuico)       | B30 Ustroppte haplorténtico ácuico<br>(Ustroppte fluvéntico ácuico) |
| B12 Grumacuerte tírico<br>(Chromoxerert ácuico)       | B31 Ustroppte vértico   |
| B13 Haplustalfe típico                                | B32 Ustroppte rendólico lítrico                                     |
| B14 Haplustalfe nátrico                               | B33 Haplustalfe lítrico   |
| B15 Normacuerte cumílico                              | B34 Mormisamento típico   |
| B16 Ustroppte ácuico vértico                          | B35 Acuisamento aérico  |
| B17 Ustroppte típico<br>familia de textura media 2/   | Notas:  |
| B18 Ocracualfe plíntico (Tropacualfe)                 | 1/ familia mediana - franco grueso                                  |
| B19 Haplustalfe típico                                | 2/ familia de textura mediana - franco fino.                        |

## B. ANALISIS DE LABORATORIO

Muestras de los 35 perfiles descritos en el apartado A anterior se analizaron en el laboratorio de suelos del Departamento Agrológico del I.G.A.C. empleando los métodos descritos por Silva et al. (1963).

### Análisis de las partículas por tamaños

Se separó la arena por tamización y la arcilla se determinó con hidrómetro o con pipeta, según la exactitud deseada. Los resultados obtenidos por el método del hidrómetro se dan al porcentaje más próximo y los obtenidos por el método de la pipeta al décimo de uno por ciento más próximo. Sólo en el método de la pipeta se tratan las muestras con peróxido de hidrógeno para eliminar la materia orgánica. En ambos métodos, el agente dispersor es el hexametafosfato sódico.

<u>fracción</u>		<u>método</u>	
<u>nombre</u>	<u>tamaño</u>	<u>hidrómetro</u>	<u>pipeta</u>
arcilla	menor de $2 \mu$	hidrómetro	pipeta
limo	$2 - 50 \mu$	diferencia	
fina	$2 - 20 \mu$		pipeta
gruesa	$20 - 50 \mu$		diferencia
arena	$0 - 05 - 2,0 \text{ mm}$	tamiz	
fina	$0,05 - 0,25 \text{ mm}$		tamiz
mediana	$0,25 - 1,0 \text{ mm}$		tamiz
gruesa	$1,0 - 2,0 \text{ mm}$		tamiz

### Carbono orgánico

El carbono orgánico se determinó por un método de Walkley-Black modificado. El carbono se oxida con dicromato potásico en presencia de ácido sulfúrico y el dicromato se valora por retorno con sulfato ferroso.

### Nitrógeno total

El nitrógeno total se determinó por el método de Kjeldahl.

### pH

El pH se determinó con un electrodo de vidrio en una pasta de cada muestra de suelo en agua destilada.

### Capacidad de cambio catiónico

La capacidad de cambio catiónico se determinó para sodio de acetato sódico a pH 8,2. Para la determinación de sodio se empleó un espectrofotómetro de llama.

### Bases cambiables

Las bases cambiables se desplazaron con acetato amónico neutro. El calcio y el magnesio se valoraron con versenato, y el potasio y el sodio se determinaron con espectrofotómetro de llama.

### Aluminio cambiante

El aluminio cambiante se extrajo con una solución normal de cloruro potásico y se determinó por el método de Yuan. De acuerdo con este método, la acidez de cambio en el extracto se valora hasta el punto final en presencia de fenolftaleína, con hidróxido

sódico; después se agrega fluoruro sódico para formar un complejo con el aluminio y el extracto se valora con ácido clorhídrico para determinar el aluminio. El hidrógeno cambiante (no se indica) se da por la diferencia entre dos valoraciones.

#### Fósforo disponible

El fósforo se extrajo con fluoruro amónico 0,03N y solución de ácido clorhídrico 0,025N, siguiendo el método de Bray, y se determinó por colorimetría.

#### Carbonatos

La cantidad de carbonatos se determinó por pérdida de peso después de tratar toda la muestra de suelo con ácido clorhídrico diluido.

#### Hierro libre

Se extrajo el hierro con ditionito sódico y se determinó colorimétricamente (modificación del método de Deb). Se expresó como óxido férrico.

#### Extracto de saturación

Se midió el pH y la conductividad eléctrica del extracto de saturación, determinándose los cationes y aniones predominantes. El calcio y el magnesio se determinaron por titulación con versenato, y el potasio y el sodio con un espectrofotómetro de llama. Los carbonatos y bicarbonatos se determinaron por volumetría con ácido sulfúrico; primero hasta punto final en presencia de fenolftaleína y, luego, hasta punto final en presencia de anaranjado de metilo. Los cloruros se determinaron por volumetría con nitrato de plata en presencia de cromato potásico hasta formación de cromato de plata. Los sulfatos se precipitaron con cloruro cálcico; después el precipitado se concentraba, se lavaba con acetona y el sulfato de calcio contenido en el precipitado se disolvía en agua y se determinaba por conductividad eléctrica.

Se preparó un extracto de saturación con todas las muestras de suelo que tenían una gran cantidad de sodio intercambiable. El sodio soluble en el extracto de saturación se restaba del eliminado con acetato amónico neutro, obteniéndose así un valor corregido para sodio intercambiable.

#### Minerales arcillosos

La arcilla de tamaño menor de 2 micrones se separaba de algunas muestras y se saturaba con magnesio para la determinación de los minerales por difracción de rayos X y análisis térmico diferencial. Las muestras para difracción de rayos X se trataban con etilenoglicol y calor ( $550^{\circ}\text{C}$ ). Las estimaciones cuantitativas de los minerales arcillosos indicadas por difracción de rayos X se basaban en la capacidad de cambio catiónico. Los resultados de la mineralogía de la arcilla se mencionan sólo brevemente en este informe.

Perfil BO1

Situación: Flancha 23 a 39 km al este de Cartagena; 10°25'N, 75°12'W  
Altitud: 70 m  
Lluvia: 100 cm/año  
Material de partida: sedimentos terciarios no consolidados, deficientemente clasificados.  
Topografía: pendiente convexa 11% en terreno ondulado  
Uso: pastoreo  
Vegetación: árboles deciduos pequeños, arbustos y algunos cactus  
Clase de drenaje: bien drenado  
Clasificación: Ustropepte típico  
A0 sin capa continua de hojarasca  
A1 0-21 cm Franco arcillo-arenoso graviscoso, pardo oscuro (7,5-10YR 3/3 en húmedo, 4/3 en seco); estructura en bloques subangulares débil, mediana; duro y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos medianos y grandes; raíces frecuentes; neutro (pH 6,8) límite plano, gradual a  
B2 21-52 cm Franco arcilloso muy graviscoso, pardo amarillento oscuro (10YR 4/4 en húmedo, 5/4 en seco); sin estructura, aglomerado; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,6); límite difuso a  
B3 52-85 cm Arenoso franco ligeramente graviscoso pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo, 6/3 en seco); sin estructura, aglomerado; ligeramente duro y ligeramente adherente y no plástico; muy pocos poros tubulares pequeños; muy pocas raíces; neutro (pH 6,7); límite gradual a  
C 85-150 + Arena graviscosa; sin estructura, grano suelto; suelto; sin raíces; neutro (pH 6,8)

Notas: 1/ algunos espacios de poros interangulares en todos los horizontes; 2/ sin revestimientos de arcilla; 3/ prácticamente todos los guijarros tienen menos de 1 cm de diámetro medio, excepto el horizonte C donde algunos tienen más de 3 cm, subredondeados a bien redondeados, en su mayor parte redondeados; 4/ forma del guijarro: 4% aplastada por los polos, 16% triaxial, y 76% ecuante; 5/ composición de guijarros no muy distinta en los diferentes horizontes de suelos; 26% cuarzo, 53% pedernal, 3% arenisca, 1% arcilla esquistosa, 6% roca ígnea fannerítica, 7% ígnea afanítica, y 4% rocas metamórficas diversas, en su mayor parte cuarcita (?)

Perfil BO1

Horizonte	Profundidad cm	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
		f.	gr.	f.	m.	gr.					
A1	0-21	20,3	7,4	5,2	31,4	33,9	1,8	0,55	0,09	6	6,8
B2	21-52	12,0	7,8	4,4	36,9	38,2	0,7	0,11	0,04	3	6,6
B3	52-85	6,0	6,0	3,7	21,7	60,3	2,3	0,04	0,02	2	6,75
C	85-150	2,4	4,2	3,9	31,7	56,0	1,8	0,02	0,01	-	6,8

Profundidad cm	CEC me/100 g	(cationes cambiables (me/100 g)				A1	% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na			
0-21	19,0	8,9	9,5	0,33	0,20	18,9	-	21,9
21-52	16,7	10,3	5,1	0,12	0,47	15,9	-	3,9
52-85	14,0	8,7	4,9	0,12	0,35	14,1	-	3,5
85-150	11,7	7,2	3,9	0,12	0,55	11,8	-	3,3

Perfil BO2

Situación: Flancha 23 a 33 km al este de Cartagena; 10° 27'N, 75° 15'W

Altitud: 220 m

Lluvia: 90 cm/año

Materia de partida: arcilla esquistosa calcárea, ligeramente dura, aglomerada (Cretáceo o Terciario)

Topografía: pendiente convexa 26%; topografía ondulada con pendientes de 12 a 60%

Uso: pastoreo; vegetación herbácea, en su mayor parte maleza

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Ustropepte vártilco

A1. 0-26 cm Arcilloso pardo (entre 10YR 4/3 a 5/4 en húmedo), pero pardo grisáceo muy oscuro (entre 10YR 2/1 a 3/2) sobre caras de agregado estructural; estructura granular, moderada, media; duro y adherente y plástico; raíces frecuentes; neutro (pH 7,1); ligera reacción al HCl en manchas; límite plano, neto a

B2 26-45/60 Arcilloso pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo), con revestimientos discontinuos, delgados (10YR 5/4) sobre caras del agregado estructural; estructura en bloques subangulares gruesos moderados; duro, muy firme y adherente y plástico; pocas poros tubulares muy pequeños; pocas raíces, en su mayor parte entre agregados estructurales; ligeramente ácido (pH 6,4); sin reacción al CH<sub>3</sub>; límite difuso a

B3 45/60-90 Arcillo-limoso pardo amarillento claro (2,5Y 6/4 en húmedo), con manchas frecuentes, gris claro pequeñas (5Y 7/2) y amarillo parduzco (10YR 6/8); estructura en bloques subangulares débil, gruesa; muy duro, muy firme y adherente y plástico; muy pocas raíces; ligeramente alcalino (pH 7,4); ligera reacción al HCl diluido; límite plano, gradual a

C1 90-140 cm Franco arcillo-limoso, pedregoso gris claro (10Y 7/1) y pardo amarillento a amarillo rojizo (7,5YR 5/8 a 6/6), más roca que suelo; aglomerado, sin estructura; sin raíces; calcáreo; límite plano, neto a

C2r 140 + Roca madre

Notas: pH por indicador y un gráfico La Motte.

Perfil BO2

Horizonte	Profundidad cm	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
		f.	gr.	f.	m.	gr.					
A1	0-26	57,8	28,5	10,0	1,9	1,3	0,4	2,67	0,41	6,5	6,8
B2	26-45	59,6	36,2	3,2	1,0	0,0	0,0	0,47	0,10	5	5,9
B3	60-90	43,9	45,1	8,4	1,7	0,9	0,0	0,20	0,06	3	7,2
C1	90-140	37,7	45,5	10,9	2,9	3,0	0,0	0,14	0,04	-	7,25

Profundidad cm	CCC me/100 g	(cationes cambiables (me/100 g)					A1	% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma				
0-26	62,4	45,8	10,2	3,21	0,28	59,5	-	95	30,8	0,0
26-45	59,9	48,7	6,2	0,82	0,51	56,2	-	94	2,6	0,0
60-90	58,2	58,9	4,1	0,66	0,60	64,3	-	sat.	0,4	3,9
90-140	54,8	55,1	3,1	0,53	0,72	59,5	-	sat.	0,2	7,0

Perfil BO3

Situación: Plancha 30 a 0,5 km al oeste de Turbaco; 10° 20'N, 75° 25'W

Altitud: 180 m

Lluvia: 90 cm/año

Material de partida: depósitos recifales de caliza dura (Mioceno 7)

Topografía: pendiente 2% sobre una mesa muy suavemente ondulada

Uso: cultivo, cosechas anuales; únicamente erosión laminar

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Ustropedalítico

A11 0-10 cm Arcilloso pardo rojizo oscuro (5YR 3/4 en húmedo, 3/4 en seco), muy ligeramente pedregoso; estructura granular media, moderada; muy duro y adherente y plástico; pocas raíces; neutro (pH 6,75); únicamente las piedras reaccionan con el HC1 diluido; límite difuso a

A12 10-27 cm Arcilloso pardo rojizo (5YR 4/5 en húmedo), muy ligeramente pedregoso; pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) sobre caras de agregado estructural; estructura granular moderada, media; duro y adherente y plástico; pocas raíces; neutro (pH 6,95); únicamente las piedras reaccionan con el HC1 diluido; límite irregular, brusco a

C1 27-50 Arcilloso pardo rojizo (5YR 4/5 en húmedo), muy pedregoso; adherente y plástico; muy pocas raíces; alcalino (pH 7,95); límite discontinuo, brusco a

C2r 50 + Roca madre de caliza fosilífera, aglomerada

Notas: 1/ las grietas verticales de 1 cm, aproximadamente, de ancho en la superficie alcanzan a 10 cm de profundidad; 2/ no se observan revestimientos de arcilla en muestras manuales.

Perfil B03

Horizonte	Profundidad cm	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
		f.	gr.	f.	m.	gr.					
A11	0-10	69,6	14,6	5,6	7,9	2,3	0,0	2,42	0,44	5,5	6,75
A12	10-27	66,2	18,8	4,4	8,7	1,9	0,0	1,68	0,33	5	6,95
C1	27-50	60,7	16,9	6,4	14,1	1,8	0,1	1,23	0,23	5	7,95

la eliminación de óxidos de hierro libres fue necesaria para la dispersión de todas las muestras

Profundidad cm	CEC me/100 g	(cationes cambiables (me/100 g)						% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-10	47,9	31,9	4,3	3,13	0,47	39,8	-	83	0,2	1,1
10-27	42,2	32,7	1,8	0,31	0,32	35,1	-	83	1,3	0,9
27-50	30,9	43,8	0,5	0,26	0,31	44,9	-	sat.	0,0	25,7

Profundidad cm	Hierro libre expresado como porcentaje de Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0-10	6,9
10-27	7,4
27-50	5,7

la extracción de hierro libre, expresado como óxido, por ditionito sódico, modificación del método de Deb.

Perfil B04

Situación: Plancha 23 a 9 km al este de Cartagena;  $10^{\circ} 24' N$ ,  $75^{\circ} 24' W$

Altitud: 5 m

Lluvia: 70 cm/año

Material de partida: sedimentos marinos cuaternarios elásticos

Topografía: microrrelieve indistinto, prácticamente nivelado

Uso: matorral secundario; árboles pequeños, en su mayor parte deciduos, arbustos y algo de palmito

Clase de drenaje: poco drenado

Clasificación: Mazacuerte udúltico (Chromoxererte ácuico)

A11 0-35 cm Arcilloso fuerte pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2 en húmedo); negro (2,5Y 2/1 en húmedo) sobre caras de agregado estructural; estructura prismática muy gruesa, rompe a estructura granular, grande, débil; extremadamente duro y muy adherente y muy plástico; pocos poros pequeños tubulares y muy pocos medianos; pocas raíces; moderadamente ácidos (pH 5,6); límite plano, gradual a

A12 35-60 cm Arcilloso fuerte gris oscuro (2,5Y 4/1 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, rojas (10R 4/6); estructura prismática muy gruesa, aglomerada dentro de los prismas; muy adherente y muy plástico; superficies "slickensides" oblicuas, bien desarrolladas; pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,4); pocos parches de cristales de yeso prolongados por los polos, sueltos, incoloros; límite plano gradual a

C1g 60-90 cm Arcilloso fuerte gris aceituna claro (5Y 6/2 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, pardo amarillentas (10YR 5/6) y muy pocas manchas negras; aglomerado, sin estructura; muy adherente y muy plástico; superficies "slickensides" oblicuas bien desarrolladas; muy pocas raíces; extremadamente ácido (pH 4,4); parches frecuentes de cristales incoloros, sueltos, prolongados por los polos, de yeso, límite difuso a

C2g 90-120 + Arcilloso fuerte gris aceituna claro (5Y 6/2 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, pardo amarillentas (10YR 5/6); sin estructura, aglomerado; muy adherente y muy plástico; sin raíces; extremadamente ácido (pH 4,3); muchos parches de cristales de yeso prolongados por los polos, sueltos, incoloros

Notas: 1/ grietas verticales desde la superficie terminan en el horizonte C1g;  
5 marzo 1966; 2/ en depresiones ligeras, una capa superficial aglomerada, muy dura, de 1-1,5 cm de espesor, se separa en placas poligonales; 3/ pH por indicadores y un gráfico La Motte.

Perfil BO4

Horizonte	Profundidad cm	limo		arena		C%	N%	C/N	pH
		f.	gr.	f.	gr.				
A11	0-35	80,3	14,3	5,1	0,3	0,0	0,0	0,81	0,17
A12	35-60	73,0	21,7	4,7	0,6	0,0	0,0	0,46	0,09
C1g	60-90	59,8	28,7	5,7	1,5	4,1	0,2	0,16	0,05
C2g	90-120	63,3	30,2	4,5	1,0	1,0	0,0	0,12	0,04
Profundidad	ccc cm	ccc me/100 g	(cationes cambiables (me/100 g)					% saturación de base	P
			Ca	Mg	K	Na	suma	Al	ppm
0-35		60,4	16,1	25,0	1,32	3,17	45,6	1,09	75
35-60		54,5	19,1	20,5	1,21	5,12	45,9	2,23	84
60-90		44,7	70,7	46,4	1,33	5,74	124,2	2,15	sat.
90-120		51,0	24,4	14,2	1,25	4,09	43,9	2,91	86
pH(2):	pH de las muestras después de secar en el laboratorio.								pH(2)
Extracto de saturación									
Profundidad cm	% de agua	pH	CC x 10 <sup>3</sup> mmhos/cm	cationes (me/l)			aniones (me/l)		
				Ca+Mg	K	N	suma	Cb	Sf
								Cl	suma
0-35	123,7	5,75	1,13	4,2	0,2	8,6	13,0	0,8	2,6
35-60	153,1	4,45	9,73	62,4	1,1	61,5	125,0	0,8	65,6
60-90	120,9	4,3	11,10	65,5	1,1	82,5	149,1	0,8	75,0
90-120	152,2	4,05	10,82	68,1	1,3	85,0	154,4	1,2	76,0

Aniones:

Cb: carbonatos + bicarbonatos  
 Sf: sulfatos  
 Cl: cloruros

Perfil B05

Situación: Plancha 23 a 38 km al noroeste de Cartagena;  $10^{\circ} 41' N$ ,  $75^{\circ} 19' W$

Altitud: 80 m

Lluvia: 70 cm/año

Material de partida: depósitos de grava no consolidadas de Plioceno

Topografía: pendiente convexa 3% sobre una mesa suavemente ondulada

Vegetación: árboles de frondosas deciduas y arbustos

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Haplustalfé móvil

01 4-0 cm Hojas y ramas de frondosas sueltas

A11 0-3 cm Franco arenoso ligero pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo); estructura migajosa, muy fina, fuerte; adherente y plástico; ligeramente ácido (pH 6,3); límite plano, neto a

A12 3-27 cm Franco arenoso graviscoso pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/3 en seco); estructura migajosa débil, fina y media; ligeramente duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,1); límite plano, gradual a

A3 27-45 cm Franco arenoso ligero graviscoso pardo grisáceo oscuro (7,5YR 4/2 en húmedo, 10YR 5/3 en seco); aglomerado, sin estructura; ligeramente duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños y espacios porosos intergranulares frecuentes muy pequeños; raíces frecuentes; muy fuertemente ácido (pH 4,7); límite plano, gradual a

B1 45-88 cm Franco arenoso graviscoso pardo (7,5YR 5/4 en húmedo, 5/4 en seco); aglomerado, sin estructura; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; pocos poros tubulares muy pequeños, y espacios porosos intergranulares frecuentes muy pequeños; sin revestimiento de arcilla; pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,7); límite plano, neto a

B2t 88-150 + Franco arenoso fuerte, graviscoso, rojo amarillento (5YR 4/6 en húmedo, 4/6 en seco); aglomerado, sin estructura; firme y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; puentes de arcilla entre granos esqueléticos y revestimientos en parches moderadamente gruesos sobre superficies divisorias; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,8)

Notas: 1/ pH por indicadores y un gráfico La Motte; 2/ en su mayoría guijarros bien redondeados, algunos redondos, sin relación con la composición; 3/ forma de los guijarros: 6% aplastados por los polos; 5% prolongados por los polos y 80% ecuantes, con ejes largos hasta de 5 cm y ejes cortos de 0,2-3 cm; 4/ composición de los guijarros: 34% cuarzo, 45% pedernal, 6% arenisca, 1% arcilla esquistosa, 4% roca ígnea fanerítica (en su mayor parte de ligeramente dura a blanda, meteorizada), 4% ígnea afanítica (dura a blanda, ligeramente fuerte a meteorizada), 2% tufa volcánica o brecha, 2% esquisto, con mucho cuarzo y 1% de otras metamórficas; aproximadamente la misma composición en todos los horizontes de suelo.

Perfil B05

Horizonte	Profundidad cm	limo			arena			C%	N%	C/C	pH
		f.	gr.	f.	m.	gr.					
A11	0-3	9,8	9,4	3,7	18,7	53,1	5,3	2,37	0,36	7	6,3
A12	3-27	10,2	9,0	4,6	32,5	42,5	1,1	1,37	0,20	7	5,85
A3	27-45	9,6	9,2	4,0	27,8	47,4	2,0	0,42	0,08	5	5,4
B1	45-88	15,0	8,5	3,5	25,3	46,4	1,3	0,21	0,05	4	5,3
B2t	88-120	18,5	8,9	3,2	19,8	47,1	2,5	0,10	0,04	2,5	5,5

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					% satura- ción de base	P ppm	
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0-3	16,6	10,7	3,1	0,77	0,29	14,9	-	89	93
3-27	12,4	5,5	6,6	0,75	0,27	13,1	-	sat.	73
27-45	8,6	3,7	3,1	0,29	0,28	7,4	-	86	73
45-88	10,2	5,4	2,8	0,44	0,31	8,9	-	88	66
88-120	13,9	6,8	4,5	0,24	0,66	12,2	-	88	71

Perfil B06

Situación: Plancha 23 a 16 km al este noreste de Cartagena;  $10^{\circ} 28' N$ ,  
 $75^{\circ} 25' W$

Altitud: 15 m

Lluvia: 70 cm/año

Material de partida: depósitos aluviales, no inundados ya, sobre depósitos de planicie costera Cuaternaria

Topografía: prácticamente nivelada, pendiente de menos de 1%

Uso: pastoreo, cultivos

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: Moderadamente bien drenado

Clasificación: Mazusterte acuico (Chromoxererte acuico)

A11 0-15 cm Franco arcilloso pardo grisáceo muy oscuro (1OYR 3/2 en húmedo, 4/2 en seco); negro (1OYR 2/1 en húmedo, 4/1 en seco) sobre caras de agregado estructural; estructura prismática muy gruesa, rompe a granular, mediana, débil; muy duro y muy adherente y muy plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,6); límite plano, gradual a

A12 ~48 cm Franco arcilloso-limoso fuerte pardo grisáceo muy oscuro (entre 1OYR 2/1 y 3/2 en húmedo), con muchas manchas pequeñas, pardas (1OYR 4/3); estructura prismática muy gruesa, aglomerada dentro de los prismas; muy duro, muy firme y muy adherente y muy plástico; superficies "slickensides" moderadamente bien desarrolladas, buzamiento 10 a 45 grados; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos poros tubulares pequeños, pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite irregular, neto a

C1 8-5 cm Franco arcillo-limoso pardo aceituna claro (2,5Y 5/4 en húmedo) y pardo amarillento (1OYR 5/5 en húmedo), con manchas de color pequeñas; aglomerado, sin estructura; muy adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite plano, neto a

C2 35-120 + Franco arcillo-limoso fuerte gris muy oscuro (2,5Y 3/1 en húmedo), con muchas manchas medianas, pardo amarillentas (1OYR-2,5Y 5/4); aglomerado, sin estructura; muy adherente y muy plástico; neutro (pH 7,2).

Nota: 1/ grietas superficiales de 1-4 cm de anchura en la superficie, profundizan hasta el horizonte C1; 7 marzo 1966; 2/ pH por indicadores y un gráfico La Motte.

Perfil B06

Horizonte	Profundidad cm	arcilla f.	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.					
A11	0-15	33,3	29,8	17,1	18,0	1,8	0,0	1,53	0,21	7,3	6,25	
A12	15-48	39,8	45,2	10,3	4,5	0,2	0,0	0,65	0,11	5,9	6,4	
C1	48-85	33,6	24,1	23,6	18,7	0,0	0,0	0,17	0,05	3,4	6,8	
C2	85-120	37,9	30,7	15,8	15,6	0,0	0,0	0,29	0,05	5,8	7,2	
Profundidad cm		CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					Al	% saturación de base	P		
			Ca	Mg	K	Na	suma			ppm		
0-15		40,7	22,15	8,95	2,39	0,41	33,90	-	83,3		71,5	
15-48		51,0	27,00	13,72	2,22	1,30	44,24	-	86,7		14,2	
48-85		30,3	15,33	7,37	0,84	2,06	25,60	-	84,5		4,6	
85-120		44,8	19,04	11,17	0,59	4,31	35,11	-	78,4		3,9	
Extracto de saturación												
Profundidad cm		% agua	pH	CC x 10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)			Cb	aniones			
				Ca + Mg	K	Na	suma	Sf	Cl	suma		
0-15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15-48		82,8	6,75	0,25	1,4	0,2	2,0	3,6	1,0	0,5	1,0	,5
48-85		71,9	7,25	0,29	1,0	0,1	3,3	4,4	1,4	0,5	1,7	,6
85-120		113,1	6,9	1,25	7,2	0,1	11,5	18,8	1,2	5,2	5,2	1,6

Aniones:

- Cb: carbonatos + bicarbonatos  
 Sf: sulfatos  
 Cl: cloruros.

Perfil B07

Situación: Plancha 38 a 5 km al oeste de Zambrano;  $9^{\circ} 45'N$ ,  $74^{\circ} 52'W$

Altitud: 50 m

Lluvia: 110 cm/año

Material de partida: sedimentos terciarios no consolidados

Topograffa: pendiente convexa 8%; topograffa ondulada

Uso: pastoreo, vegetación herbácea; ligera erosión laminar

Vegetación: originariamente bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Haplustalfe típico

AOO Nada, ligera erosión laminar

A11 0-4 cm Arenoso franco pardo oscuro (10YR 4/3 en húmedo, 6/3 en seco); aglomerado, sin estructura; muy friable, blando, y ligeramente adherente y no plástico; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,6); límite plano, brusco a

A12 4-14 cm Arenoso franco pardo oscuro (10YR 4/3 en húmedo); aglomerado, sin estructura, friable, ligeramente duro, y ligeramente adherente y no plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños, y muchos espacios porosos microintersticiales; pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite plane, gradual a

B2t 14-115 cm Franco arenoso fuerte pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo); aglomerado, rompe a estructura en bloques subangulares, muy débil, medio, firme a friable y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños en la parte superior, disminuyendo en abundancia con la profundidad, y espacios porosos frecuentes microintersticiales; revestimientos de materia orgánica indistintos sobre agregados estructurales en la parte superior del horizonte; revestimientos de arcilla continuos, moderadamente gruesos en poros tubulares pequeños sólo; pocas raíces, muy pocas debajo de la parte superior; neutro (pH 6,7); límite difuso a

C 115-150 + Arena suelta; muy pocas raíces; neutro (pH 6,8).

Notas: 1/ pH por indicador y un gráfico La Motte.

Perfil B07

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
			f.	gr.	f.	m.					
A11	0-4	9,2	5,4	2,5	44,2	38,7	0,0	0,70	0,11	6	7,1
A12	4-14	8,5	5,5	2,4	40,3	43,3	0,0	0,46	0,09	5	6,85
B2t	14-115	18,2	6,4	2,4	39,4	33,6	0,0	0,25	0,05	5	6,65
C	115-150	2,1	1,0	2,0	24,7	70,2	0,0	0,03	0,03	-	7,15

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables ( e/100 g )					% saturación de base	P ppm	
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0-4	9,1	5,3	1,6	0,91	0,06	7,9	-	87	62
4-14	7,6	4,8	2,1	0,61	0,06	7,6	-	sat.	50
14-115	14,1	7,6	4,6	0,53	0,14	12,9	-	91	60
115-150	7,1	3,6	3,2	0,08	0,14	7,0	-	99	11

Perfil B08

Situación:	Plancha 38 a 9 km al oeste suroeste de Zambrano; 9° 44'N, 74° 54'W
Altitud:	70 m
Lluvia:	110 cm/año
Material de partida:	sedimentos terciarios no consolidados
Topografía:	pendiente convexa 4%; topografía ondulada
Uso:	pastoreo, vegetación herbácea
Vegetación natural:	bosque de frondosas deciduas
Clase de drenaje:	bien drenado
Clasificación:	Ustopepte típico
A1 0-11 cm	Franco fuerte pardo oscuro (10YR - 2,5YR en húmedo, 10YR 6/3 en seco); pardo grisáceo muy oscuro (10YR-2,5Y 3/2 en húmedo, 10YR 4/3 en seco) sobre caras de agregado estructural; estructura granular media, moderada; duro, friable y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes pequeños y pocos medianos; raíces frecuentes; ligera reacción al HC1 diluido; límite plano, gradual a
B2 11-33 cm	Franco arcillo-limoso fuerte pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo, 5/4 en seco); estructura en bloques angulares moderada, media; muy duro y muy adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños; pocas raíces; ligera reacción al HC1 diluido; límite difuso a
B3 33-65 cm	Franco arcillo-limoso ligero pardo amarillento claro (10YR-2,5Y 6/4 en húmedo, 10YR 7/4 en seco); estructura en bloques angulares moderada, fina; adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños; muy pocas raíces; manchas blancas comunes de cal libre; límite difuso a
C1 65-90 cm	Franco arenoso (2,5Y 7/3 en seco), con pocas manchas de color pequeñas (10Y 7/2 y 10YR 5/6); aglomerado, sin estructura; adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; pocas manchas blancas de cal libre; límite plano, gradual a
C2 90-150 +	Arenoso franco (2,5Y 7/3 en seco), con manchas indistintas, irregulares a ligeramente orientadas horizontalmente (de 10YR 6/4 a 5/6); aglomerado; ligeramente duro (término edafológico); sin raíces; pocas manchas blancas, irregulares, de cal libre.

Nota: sin revestimientos de arcilla.

Perfil B08

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.					
A1	0-11	26,8	24,0	17,9	29,8	1,5	0,0	1,92	0,26	7	7,65	
B2	11-33	22,2	37,6	21,7	17,7	0,8	0,0	0,45	0,10	4,5	7,8	
B3	33-65	28,8	33,2	22,9	14,7	0,4	0,0	0,24	0,06	4	7,8	
C1	65-90	13,4	15,0	12,5	58,5	0,6	0,0	0,17	0,03	-	7,65	
C2	90-150	5,9	4,3	4,1	69,1	16,6	0,0	0,03	0,03	-	8,1	

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiales (me/100 g)						% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-11	20,8	32,8	5,6	1,40	0,10	39,9	-	sat.	36	2,2
11-33	32,9	36,9	9,1	0,49	0,58	47,1	-	sat.	0,9	3,0
33-65	28,4	32,1	10,1	0,45	0,98	43,6	-	sat.	0,4	9,3
65-90	18,4	29,7	8,8	0,50	1,13	40,1	-	sat.	5	1,6
90-150	8,6	13,7	4,5	0,18	1,42	19,8	-	sat.	2	1,8

Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CC x 10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)				aniones (me/100 g)			
				Ca + Mg	K	Na.	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0-11	59,4	8,0	1,0	12,0	0,8	1,2	14,0	2,5	0,0	2,6	5,1
11-33	62,4	7,75	0,7	5,6	0,1	2,7	8,4	3,5	0,0	1,8	5,3
33-65	65,1	7,5	4,6	47,4	0,4	20,5	68,3	3,5	10,6	7,1	21,2
65-90	44,9	7,35	7,3	65,8	1,0	32,5	99,3	3,0	21,3	40,3	64,6
90-150	35,4	6,95	9,4	58,4	0,4	71,5	130,3	3,5	74,5	9,3	87,3

Aniones:

- Cb: carbonatos + bicarbonatos
- Sf: sulfatos
- Cl: cloruros

Perfil B09

Situación: Plancha 53 a 4 km al noroeste de Magangué;  $9^{\circ} 16'N$ ,  $74^{\circ} 47'W$   
Altitud: 30 m  
Lluvia: 160 cm/año  
Material de partida: sedimentos terciarios no consolidados  
Topografía: pendiente convexa 3%; topografía suavemente ondulada  
Uso: matorral secundario; cubierta densa de arbustos, con hierbas anuales en el piso inferior  
Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas  
Clase de drenaje: bien drenado  
Clasificación: Haplustalfé mólico  
C1 Cubierta continua, delgada de hojarasca de hierba, ramas y hojas anchas  
A11 0-4 cm Arenoso franco pardo grisáceo muy duro (10YR 3/2 en húmedo, 5/2 en seco); aglomerado, sin estructura; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños; también, algunos espacios porosos microintersticiales; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,4); límite plano, brusco a  
A12 4-16 cm Franco arenoso muy graviscoso pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 5/2 en seco); estructura débil, granular fina; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños y muy pocos medianos; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,65); límite plano, brusco a  
B21t 16-25 cm Franco arcillo-arenoso graviscoso pardo (10YR 4/3 en húmedo, 4/3 en seco); estructura prismática débil, gruesa; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; sin revestimientos aparentes en muestra manual; muy pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,2); límite plano, gradual a  
B22t 25-72 cm Franco arenoso graviscoso pardo (límites entre 7,5YR 4/4 a 5/6 en húmedo, 4/4 a 5/6 en seco); estructura en bloques subangulares, débil, gruesa; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; los rellenos de arcilla completan los espacios entre granos de arena y manchas sobre los guijarros, pero no se observan revestimientos de arcilla en muestras manuales sobre caras de agregado estructural o en poros tubulares; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,95); límite plano, neto a  
C1 72-93 cm Franco arenoso ligeramente graviscoso, pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2 en húmedo, 5/3 en seco), con manchas frecuentes pequeñas, amarillo parduzco (10YR 6/6 en húmedo, 6/6 en seco); aglomerado, sin estructura; muy duro y adherente y plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,7); límite plano, brusco a

IIC2 93-120 +

Arenoso franco fino, amarillo pálido (2,5Y 8/3 en seco), con pocas manchas pequeñas, pardo intenso (7,5YR 5/6; aglomerado, sin estructura; pH 5,55

Notas: 1/ horizonte B22t franco arcillo limoso graviscoso en grado de campo;  
 2/ guijarros subredondeados a bien redondeados, ninguno mayor de 3 cm;  
 3/ guijarros predominantemente de cuarzo y pedernal, poca arenisca y arcilla esquistosa, muy pocas rocas ígneas, y muy pocas metamórficas.

Perfil B09

Horizonte	Profundidad cm	arcilla		limo		arena		C%	N%	C/N	pH
		f.	gr.	f.	m.	gr.					
A11	0-4	8,2	5,9	2,8	18,6	58,7	5,8	0,83	0,13	6	6,3
A12	4-16	16,0	8,2	4,6	23,2	44,0	4,0	0,92	0,13	7	5,65
B21t	16-25	21,2	9,8	4,0	22,6	39,4	3,0	0,48	0,09	5	5,2
B22t	25-72	14,0	8,5	3,2	10,3	59,7	4,3	0,15	0,03	5	5,95
C1	72-93	9,2	9,9	4,2	14,3	56,5	5,9	0,10	0,02	-	5,7
IIC2	93-120	5,2	16,1	6,0	54,9	17,8	0,0	0,05	0,02	-	5,55

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0-4	10,9	7,4	2,7	0,24	0,06	10,4	-	95
4-16	19,0	10,2	3,3	0,10	0,08	13,7	-	72
16-25	21,1	11,2	3,8	0,10	0,12	15,2	-	72
25-72	19,7	12,5	4,0	0,10	0,22	16,8	-	85
72-93	17,8	10,0	3,9	0,14	0,25	14,3	-	80
93-120	22,0	12,7	4,9	0,18	0,33	18,1	-	82

Perfil B10

Situación: Plancha 45 a 10 km al este-sureste de San Pedro;  $9^{\circ} 23'N$ ,  $74^{\circ} 59'W$

Altitud: 110 m

Lluvia: 130 cm/año

Material de partida: sedimentos terciarios no consolidados

Topografía: pendiente convexa 5%; topografía ondulada

Vegetación: matorral abierto, secundario; arbustos, hierba y algunos árboles de frondosas deciduas

Clase de drenaje: moderadamente bien drenado

Clasificación: Grumusterte éntico (Chromoxerete éntico)

O1 Cubierta continua, delgada de hojas anchas, ramas y hierba

A1 0-18 cm Arcilloso pardo aceituna (2,5Y 4/3 en húmedo); pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2 en húmedo) sobre caras de agregado estructural; estructura granular moderada, fina y media; muy adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y frecuentes pequeños; pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite ondulado, gradual a

AC 18-40 cm Arcilloso pardo aceituna claro (2,5Y 5/3 en húmedo); estructura en bloques angulares débil, media; muy duro, muy firme, y muy adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y pocos pequeños; pardo grisáceo muy oscuro (2,5Y 3/2 en húmedo) sobre caras de agregado estructural en la parte superior del horizonte; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,4); límite difuso a

C1 40-70 cm Arcilloso pardo aceituna claro (2,5Y 5/4 en húmedo); aglomerado, sin estructura; superficies "slickensides" oblicuas; extremadamente firme y muy adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y pocos pequeños; rellenos pardo grisáceos muy oscuros (2,5Y 3/2 en húmedo) en poros tubulares pequeños, igual que en el horizonte AC; neutro (pH 6,8); límite difuso a

C2ca 70-105 + Arcilloso pardo aceituna claro (2,5Y 5/4 en húmedo), con manchas frecuentes pequeñas, pardo amarillentas (10YR 5/6) y pocas manchas gris aceituna claras, pequeñas (5Y 6/2); aglomerado, sin estructura; superficies "slickensides" oblicuas; muy firme y muy adherente y plástico; concreciones de cal blancas, redondeadas, de 1-5 cm de diámetro.

Notas: 1/ pH por indicadores y un gráfico La Motte; 2/ grietas verticales de 1 a 3 cm de anchura en los horizontes AC y C1 disminuyen en el horizonte C2ca; pocas grietas llegan a la superficie, a causa de que tienden a llenarse por gránulos del horizonte A1.

Perfil B10

Horizonte	Profundidad cm	arcilla f.	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
			gr.	f.	m.	gr.					
A1	0-18	41,3	19,2	10,2	26,5	2,8	0,0	1,20	0,18	7	6,85
AC	18-40	39,3	20,8	10,0	28,6	1,3	0,0	0,54	0,08	7	6,0
C1	40-66	48,6	32,5	9,2	9,3	0,4	0,0	0,18	0,04	4,5	7,1
C2ca	66-105	46,4	35,5	11,0	5,1	2,0	0,0	0,06	0,03	-	8,0

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)						% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-18	52,5	34,7	12,1	0,30	0,21	47,3	-	90	1,5	-
18-40	53,3	30,0	16,2	0,27	0,53	47,0	-	88	1,3	-
40-66	58,1	36,0	19,4	0,30	1,53	57,2	-	99	0,4	1,6
99-105	51,9	36,8	21,1	0,34	2,35	60,6	-	sat.	0,4	6,6

Perfil B11

Situación: Plancha 44 a 7 km al norte-noroeste de Sincelejo;  $9^{\circ} 22'N$ ,  $75^{\circ} 26'W$

Altitud: 110 m

Lluvia: 110 cm/año

Material de partida: arenisca terciaria dura u otras rocas sedimentarias

Topografia: pendiente convexa 14%; topografía ondulada (moderadamente pronunciada)

Uso: pastoreo

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: moderadamente bien drenado

Clasificación: Grumacuerte aérico (Chromoxererte ácuico)

01 Capa delgada, continua de hojarasca de hierba suelta

A1 0-20 cm Arcilloso fuerte pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/1 en seco); estructura granular fuerte, mediana; muy duro y muy adherente y plástico; raíces frecuentes; moderadamente ácido (pH 5,9); límite ondulado, gradual a

AB 20-30 cm Arcilloso fuerte pardo oscuro (7,5YR 4/4 en húmedo; pardo grisáceo muy intenso (10YR 3/2 sobre caras del agregado estructural; estructura en bloques angulares moderada, mediana; muy duro, muy firme; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños, igual que el horizonte A1; raíces frecuentes; moderadamente ácido (pH 5,9); límite plano, gradual a

B2 30-75 cm Franco arcilloso fuerte pardo rojizo (5YR 4/4 en húmedo), con muchas manchas color aceituna, pequeñas (5Y 5/3); estructura angular en bloques, débil, gruesa; extremadamente firme; pocas superficies "slickensides" oblicuas irregulares (no planas); pocos gránulos esféricos, redondos, blandos (a la presión de la uña del pulgar) negros, de menos de 1 mm de diámetro; pocos poros tubulares muy pequeños; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,2); límite difuso a

C1 75-105 cm Arcilloso pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, pardo rojizas (5YR 4/4); aglomerado, sin estructura; muy firme y muy adherente y muy plástico; superficies "slickensides" oblicuas; muy pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite plano, brusco a

C2r 105 + arenisca dura, fina color ante; calcárea.

Notas: 1/ pocas grietas superficiales de 1 a 2 cm de anchura penetran hasta el horizonte C1; 10 marzo 1966; 2/ pH por indicador y un gráfico La Motte.

Perfil B11

Horizonte	Profundidad cm	arcilla f.	limo gr.	arena m.	gr.	C%	N%	C/N	pH	
A1	0-20	63,2	25,4	6,4	4,6	0,4	0,0	2,70	0,33	8
AB	20-30	67,4	20,6	7,7	3,8	0,5	0,0	1,06	0,22	5
B2	30-75	64,5	23,2	8,8	3,0	0,5	0,0	0,44	0,07	6
C1	75-105	51,9	33,1	10,0	10,0	0,3	0,0	0,24	0,05	5
Profundidad cm	ccc me/100 g	Ca	Mg	K	Na	suma	Al	% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
0-20	56,3	25,2	17,0	0,75	0,28	43,2	-	77	2,0	-
20-30	54,9	20,8	20,7	0,50	0,54	42,5	-	77	0,6	-
30-75	54,4	20,2	23,6	0,45	0,95	45,2	-	83	0,4	-
75-105	49,5	19,5	22,4	0,43	1,31	43,6	-	88	1,5	0,5

Perfil B12

Situación: Plancha 44 a 11 km al norte-noroeste de Sincelejo; 9° 24'N,  
75° 26'W

Altitud: 100 m

Lluvia: 110 cm/año

Material de partida: roca sedimentaria terciaria

Topografía: cubierta de lomas planas, ancha, con una pendiente recta de 3%;  
microrrelieve con un periodo igual a 2 ó 3 m y una amplitud  
igual a 20 cm

Uso: pastoreo y cubierta abierta de arbustos

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: poco drenado

Clasificación: Grumacuerte típico (Chromoxererte ácuico)

A1 0-28 cm Arcilloso fuerte pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo);  
negro (10YR 2/1) sobre las caras del agregado estructural; es-  
tructura granular fuerte, mediana; extremadamente duro y extre-  
madamente firme; muy pocos poros tubulares pequeños y medianos;  
raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,7); límite plano,  
gradual a

AC 28-70/100 Arcilloso fuerte gris muy oscuro (10YR 3/1 en húmedo); aglome-  
rado, sin estructura; extremadamente firme; superficie  
"slickensides" oblicuas bien desarrolladas, planas, onduladas  
(periodo 6 cm); pocos poros tubulares muy pequeños; pocas  
raíces; ligeramente alcalino; límite irregular, neto a

C 70/100-150 + Arcilloso gris aceituna claro (5Y 6/2 en húmedo), con pocas  
manchas, pequeñas, pardo amarillentas (10YR 5/8); aglomerado,  
sin estructura; muy firme; pocas superficies "slickensides"  
en comparación con el horizonte AC; muy pocos poros tubulares  
muy pequeños y pequeños; manchas blancas de cal libre; muy  
pocas raíces.

Nota: grietas llenas con gránulos procedentes del horizonte A1.

Perfil B12

Horizonte	Profundidad cm	arcilla f.	limo gr.	arena f. m. gr.	C%	N%	C/N	pH
-----------	-------------------	---------------	-------------	--------------------------	----	----	-----	----

A1	0-28	72,3	19,8	5,7	1,9	0,3	0,0	3,02	0,40	8	6,6
AC	28-70	69,9	24,3	3,9	1,9	0,0	0,0	1,01	0,13	8	7,5
C1	70-150	56,5	36,3	5,1	1,6	0,5	0,0	0,07	0,05	-	8,3

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0-28	96,9	74,0	8,8	1,30	0,51	84,6	-	87	-
28-70	82,2	72,4	11,4	0,58	3,44	87,8	-	sat.	0,6
100-150	54,8	42,0	9,5	0,29	9,45	61,2	-	sat.	0,0

Extracción de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CC x10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)			aniones (me/l)				
				Ca + Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28-70	123,3	8,15	0,33	0,8	0,02	2,45	3,3	2,5	0,0	0,7	3,2
100-150	195,6	8,1	1,47	1,2	0,04	10,5	11,7	2,8	1,0	5,1	8,9

Aniones:

Cb: carbonatos + bicarbonatos  
 Sf: sulfatos  
 Cl: cloruros

Perfil B13

Situación: Plancha 37 a 12 km al noreste de San Onofre;  $9^{\circ} 49'N$ ,  $75^{\circ} 28'W$

Altitud: 80 m

Lluvia: 80 cm/año

Material de partida: roca sedimentaria terciaria o cretácea débilmente consolidada

Topografía: pendiente convexa 4%; cerca del borde de una capa de lomas suavemente onduladas, en terreno ondulado (moderadamente pendiente)

Clase de drenaje: bien drenado

Uso: pastoreo

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clasificación: Haplustalfé típico

O1 ninguno, erosión ligeramente laminar

A1 0-14 cm Franco arenoso pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2 en húmedo, 5/2-6/3 en seco); aglomerado, sin estructura; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños, y muy pocos medianos; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,75); límite plano, gradual a

A2 14-30 cm Franco arenoso pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo, 7/4 en seco), con pocas manchas pequeñas, amarillo parduzco (10YR 6/8); aglomerado, sin estructura; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); límite plano, gradual a

B2t 30-65 cm Arcillo-arenoso ligero pardo amarillento (10YR 5/6 y 2,5Y 5/4, ambos en húmedo), con manchas frecuentes medianas, rojas (2,5YR 4/8); estructura en bloques subangulares moderada, mediana; muy duro y adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; revestimientos moderadamente gruesos (10YR 4/4 en húmedo) en poros tubulares; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,75); límite difuso a

B3 65-90 cm Franco arenoso pardo intenso (7,5YR 5/8 en húmedo), con manchas frecuentes, grandes, rojas (2,5YR 4/6); estructura en bloques subangulares, débil, gruesa; revestimientos discontinuos moderadamente gruesos (límites de 10YR 3/3 a 4/4) sobre caras del agregado estructural; muy duro y adherente y plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños y pequeños; revestimientos continuos, gruesos en poros tubulares; pocos guijarros finos, subredondos, todo cuarzo; muy pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,3); límite irregular, brusco a

C 90 +

Arenisca aglomerada, pardo intenso, sin estratificación, con pocas manchas rojas; sin raíces; muy pocos guijarros (menos de 1%) de arcilla gris verdosa (?) con estratificación débil, no horizontal, posiblemente heredada de un guijarro meteorizado; límite entre solum y roca blanda a lo largo de un plano de fractura oblicuo, a unos 90 cm de profundidad.

Perfil B13

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH
A1	0-14	14	14	72	0,58	0,11	5	5,75
A2	14-30	17	13	70	0,36	0,07	5	5,8
B2t	30-65	36	11	53	0,32	0,09	4	5,75
B3	65-90	16	8	76	0,09	0,03	3	5,3
C	90-120	7	8	85	0,02	0,02	-	6,7

Profundidad cm	CCC me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)					% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0-14	8,3	5,7	1,3	0,16	0,06	7,2	-	87
14-30	9,4	5,6	2,0	0,04	0,08	7,7	-	82
30-65	17,3	8,7	5,9	0,16	0,24	15,0	-	87
65-90	11,4	4,8	4,6	0,12	0,20	9,7	-	85
90-120	7,6	1,8	5,0	0,06	0,16	7,0	-	92

Perfil B14

Situación: Plancha 31 a 22 km al noroeste de Calamar;  $10^{\circ} 22'N$ ,  $75^{\circ} 05'W$

Altitud: 10 m

Lluvia: 100 cm/año

Material de partida: depósitos de terrazas de Pleistoceno

Topografía: pendiente convexa 3%; terreno de muy suavemente a suavemente ondulado

Vegetación: matorral secundario; rodal semi-denso de árboles de frondosas achaparrado, parcialmente desbrozado

Clase de drenaje: bien drenado o excesivamente bien drenado

Clasificación: Haplustalfé nátrico

A1 0-21 cm Arenoso franco fino, pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2 en húmedo, 6/2 en seco); aglomerado, sin estructura; rompe a grano fino suelto; ligeramente duro y no adherente y no plástico; raíces frecuentes; moderadamente ácido (pH 6,4); límite plano, brusco a

B21t 21-35 cm Franco arcillo-arenoso fino pardo (10YR 4/3 en húmedo, 5/4 en seco); estructura prismática fuerte, muy gruesa; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; caras del agregado estructural manchadas de pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en seco), con manchas frecuentes, pequeñas, pardo muy pálido (10YR 7/4); revestimientos delgados, discontinuos de arcilla en poros tubulares; muy pocas raíces en prismas, raíces frecuentes entre prismas; neutro (pH 6,8); límite difuso a

B22t 35-70 + Franco arcillo-arenoso fino pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo); aglomerado, sin estructura; muy duro y ligeramente adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; sin revestimientos; muy pocas raíces; ligeramente alcalino (pH 7,75)

Notas: 1/ como el horizonte nátrico está por debajo de la mayor parte del horizonte argílico, se ha considerado más apropiado colocar este suelo en un subgrupo nátrico de los Haplustalfes que en el grupo de Natrustalfes; 2/ las fracciones arenosas contienen varios feldespatos, incluyendo microclina, cuarzo, hornblenda verde y orto- y clino-piroxeno.

Perfil B14

Horizonte	Profundi-dad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH		
A1	0-21	8	10	82	0,34	0,05	7	6,4		
B21t	21-35	23	7	70	0,33	0,05	7	6,8		
B22t	35-70	23	12	65	0,06	0,03	2	7,75		
	Profundi-dad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)				% saturación de base	P ppm		
		Ca	Mg	K	Na suma	Al				
0-21		4,8	2,2	1,3	0,04	0,08	3,6	-	75	5
21-35		14,3	6,6	4,7	0,08	1,42	12,8	-	90	1,9
35-70		17,8	7,2	6,6	0,06	2,71	16,6	-	93	0,6

Extracto de saturación

Profundi-dad cm	% agua	pH	ECx10 <sup>3</sup> mmohs/cm	Ca+Mg	Cationes (me/l)			Aniones (me/l)			
					Ca	K	Na suma	Cb	Sf	Cl suma	
0-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
35-70	43,2	7,3	3,63	7,9	0,05	25,5	33,5	3,0	3,7	26,9	33,6

Aniones:

Cb - carbonatos + bicarbonatos

Sf - sulfatos

Cl - cloruros

Perfil B15

Situación: Plancha 30, a 13 km al sureste de Arjona; 10°09'N, 75°18'W

Altitud: 5 metros

Lluvia: 90 cm/año

Material de partida: depósitos de vega recientes

Tipografía: Prácticamente plano; inundado todos los años desde el Canal del Dique; capa freática a 110 cm de profundidad (24 marzo, 1966).

Vegetación: Pantanosa herbácea y arbustos (Mimosa spp.).

Clase de drenaje: muy poco drenado

Clasificación: Normacuepte cumulico

O1	Cubierta continua, delgada de hojarasca herbácea suelta
O2 2-0 cm	Hojarasca herbácea mate, parda, parcialmente descompuesta
A1 0-6 cm	Franco arcilloso gris oscuro (5YR 4/1 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, pardo rojizo oscuras a rojo amarillento (5YR 3/4 a 4/6); aglomerado, sin estructura; adherente y plástico; raíces frecuentes; extremadamente ácido (pH 4,2); límite ondulado, brusco a
C1 6-20 cm	Franco limoso grueso pardo amarillento y gris (10YR 5/6 y 5/1 en húmedo), con pocas manchas de color pequeñas (7,5YR 5/6); aglomerado a grano simple, sin estructura; ligeramente adherente y ligeramente plástico; raíces frecuentes; extremadamente ácido (pH 4,1); límite plano, brusco a
C2 20-21 cm	Arcilloso gris oscuro (5Y 4/1 en húmedo); aglomerado, sin estructura; muy adherente y plástico; moderadamente ácido (pH 5,6); límite plano, brusco a
C3 21-42 cm	Franco arenoso muy fino, gris (2,5Y 5/1 en húmedo), con manchas frecuentes, grandes, pardo amarillentas (7,5-10 YR 5/6); aglomerado a grano simple, sin estructura; caras verticales irregulares, poco definidas con manchas discontinuas, rojo amarillento grandes (5YR 4/6) y manchas negras pequeñas; no adherente y no plástico; pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,2); límite plano, brusco a
C4 42-64 cm	Franco arcillo-limoso gris (5Y 5/1 en húmedo) con manchas frecuentes, pequeñas, aceituna pálido (5Y 6/4) y manchas frecuentes, pequeñas pardas (7,5YR 4/4); aglomerada, sin estructura; adherente y plástico, caras verticales irregulares; débilmente definidas con manchas y motas como en el horizonte C3; algunas manchas tubulares (7,5YR 4/4) son ligeramente duras en algunos sitios; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,5); límite plano, brusco a
C5 64-77 cm	Arcillo-limoso gris verdoso (5GY 4/1 en húmedo); aglomerado, sin estructura; muy adherente y plástico; sin raíces; neutro (pH 6,6); límite plano, brusco a
C6 77-120+	Franco limoso gris verdoso oscuro (564 3/1 en húmedo; aglomerado, sin estructura; adherente y ligeramente plástico; sin raíces; neutro (pH 6,8)

Notas: pH por indicadores y un gráfico La Motte; (2) trozos ocasionales de madera 0 a 64 cm de profundidad; (3) feldespatos aproximadamente igual cantidad o mayor que de cuarzo en la mayoría de los horizontes y una gran variedad de otros minerales presentes en las fracciones arenosas.

Perfil Bl5

Horizonte	Profundi- dad cm	arcilla	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
			f.	gr.	f.	m.					
A1	0-6	35,9	21,0	9,1	32,9	1,1	0,0	3,36	0,41	8	4,15
C1	6-20	16,6	22,5	35,3	25,1	0,5	0,0	0,52	0,05	10	4,15
C2	20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3	21-42	17,3	12,9	17,5	52,1	0,2	0,0	1,49	0,12	12	5,3
C4	42-64	38,6	44,7	15,2	1,5	0,0	0,0	0,66	0,08	8	6,5
C5	64-77	48,8	40,0	9,7	1,5	0,0	0,0	0,36	0,09	4	6,85
C6	77-120	15,5	29,1	33,2	22,2	0,0	0,0	0,87	0,10	9	6,8

Profundi- dad cm	CCC		cationes cambiables (me/100 g)					% satu- ración de base	P ppm	pH(2)
	me/100 g	Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-6	29,9	9,9	3,9	0,43	0,50	14,7	3,9	49	9	4,2
6-20	19,0	16,4	5,5	0,18	0,35	22,4	2,7	sat.	2,2	4,1
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21-42	25,3	8,8	6,8	0,20	0,61	16,4	-	65	21	5,15
42-64	36,6	20,7	14,7	0,42	1,06	36,9	-	sat.	0,2	6,5
64-77	67,7	22,9	12,4	0,64	1,61	37,5	-	55	3,3	6,6
77-120	16,0	10,0	3,6	0,24	0,98	14,8	-	93	2,8	6,85

pH(2) = pH de las muestras antes de secar en el laboratorio.

Perfil B16

Situación: Plancha 30, a 8 km al sureste de Arjona; 10°12'N, 75°19'W

Altitud: 10 metros.

Lluvia: 90 cm/año

Material de partida: depósitos aluviales cuaternarios

Topografía: prácticamente plano; pendiente casi imperceptible hacia el Canal del Dique

Uso: pastoreo; hierba y arbustos

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: imperfectamente drenado

Clasificación: Ustropepte vártilco Ácuico

O1 capa suelta, discontinua de hierbas y hojas de arbustos

A1 0-20 cm Franco pardo grisáceo oscuro (10YR 3,5/2 en húmedo, 6/2 en seco); gris (10YR 5/1 en seco) sobre caras de primas; pocas manchas pequeñas, pardo amarillentas (7,5 YR 5/6 en húmedo, 10YR 6/6 en seco) rodeando poros tubulares muy pequeños; estructura prismática fuerte, muy gruesa aglomerada dentro de prismas; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños, pocos pequeños y pocos medianos; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,6); límite plano, neto a

A3 20-37 cm Franco arcilloso pardo a pardo amarillento (10YR de 4/3 a 5/4 en seco) y gris claro (2,5Y 7/1 en seco); estructura prismática fuerte, muy gruesa, rompe a bloques subangulares moderados, finos; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y pocos pequeños; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,7); límite plano, neto a

B1 37-52 cm Franco arcilloso pardo oscuro (7,5YR 3/4 en húmedo), con muchas manchas pequeñas, grises (2,5Y 5/1); estructura prismática fuerte, muy gruesa, rompe a bloques subangulares débiles, pequeños; muy duro y muy adherente a muy plástico; pocas motas negras; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,7); límite plano, neto a

B21 52-70 cm Arcilloso rojo amarillento (5YR 4/6 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, gris aceituna (RY 5/2); estructura prismática muy gruesa aglomerada dentro de prismas; muy duro y muy adherente y muy plástico; pocas motas negras; pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,6); límite difuso a

B22 70-135 cm Arcilloso pardo rojizo (5YR 5/4 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, gris aceituna claro (5Y 6/2); aglomerado, sin estructura; muy duro y muy adherente y muy plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños, muy pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,1); límite difuso a

B3 135-150+ Franco arcilloso amarillo parduzco (10YR 6/6 en húmedo), con pocas manchas grandes, gris verdoso (5GY 6/1) y pocas manchas finas, rojo amarillento (5YR 5/6); aglomerado, sin estructura; adherente y plástico; muy fuertemente ácido (pH 4,7).

Notas: (1) grietas de 1 a 3 cm de anchura en la superficie que penetran hasta el horizonte B22, en su mayor parte relleno de suciedad; (2) pH por indicadores y un gráfico de color La Motte; (3) sin superficies "slickensides"; (4) sin revestimientos visibles en muestras manuales.

Perfil Bl6

Horizonte	Profundi- dad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH
A1	0-20	17	41	42	1,02	0,11	9	5,5
A3	20-37	31	33	36	0,37	0,07	5	5,15
B1	37-52	35	31	34	0,31	0,07	4	5,1
B21	52-70	43	27	30	0,23	0,06	4	5,1
B22	70-135	43	29	28	0,21	0,04	5	5,05
B3	135-150	37	27	36	0,17	0,04	4	4,7

Profundi- dad cm	CCG me/100g	cationes cambiables (me/100g)					% satura- ción de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0-20	12,2	4,9	2,6	0,11	0,37	8,0	0,10	65
20-37	17,9	5,0	5,3	0,23	0,68	11,2	1,22	63
37-52	22,3	6,0	6,4	0,23	1,17	13,8	1,74	62
52-70	27,2	6,25	9,4	0,29	1,77	17,7	2,15	65
70-135	26,5	6,7	9,7	0,29	2,63	19,3	2,99	73
135-150	24,9	6,5	10,3	0,29	3,23	20,3	0,61	81

Extracto de saturación

Profundi- dad cm	% agua	pH	CCX10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)			aniones (me/l)			suma
				Ca+Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	
0-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37-52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52-70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70-135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
135-150	73,85	5,05	2,575	4,6	0,0	17,2	21,8	0,2	0,6	19,4
										20,2

Aniones:

Cb: carbonatos + bicarbonatos

Sf: sulfatos

Cl: cloruros

Perfil B17

Situación: Plancha 38, a 8 kms al norte de El Carmen; 9°47'N, 75°08'W

Altitud: 220 metros

Lluvia: 120 cm/año

Material de partida: roca sedimentaria cretácea o terciaria, calcárea

Topografía: pendiente convexa 18%; terreno con pendiente pronunciada

Uso: pastoreo; hierbas y arbustos

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Ustropepte típico

O1 Capa suelta, delgada de hojarasca de hierba y hojas anchas

A1 0-16 cm Franco arcilloso pardo oscuro (10YR 4/3 en húmedo, 4/3 en seco); estructura granular moderada, medianas; duro y adherente y plástico; piedras menos de 1% en volumen; raíces frecuentes; sin reacción al HCl; ligeramente alcalino (pH 7,6); límite plano, gradual a

AC 16-30 cm Franco arcilloso pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo, 5/4 en seco); estructura granular, débil, mediana; duro y adherente y plástico; piedras 1-5% en volumen; pocas raíces; reacción moderada al HCl diluido; límite plano, gradual a

C1 30-70 cm Franco arcillo-arenoso muy fino pedregoso pardo amarillento (10YR 5/5 en húmedo, 6/4 en seco); manchas frecuentes pequeñas, blancas, sólo cuando el suelo está seco; estructura en bloques subangulares débil, gruesa; rompe a granular fina, débil; duro y adherente y plástico; piedras 10-25% en volumen; muy pocas raíces; reacción fuerte al HCl diluido; límite difuso a

C2 70-110 cm Franco fuerte pardo muy pálido (10YR 7/4 en húmedo, 7/4 en seco); manchas frecuentes, pequeñas, blancas, sólo cuando el suelo está seco; aglomerado, sin estructura; duro y adherente y plástico; piedras 25-50% en volumen (muy pedregoso); muy pocas raíces; reacción fuerte al HCl; límite difuso a

C3 110-150+ Arenisca calcárea fracturada, ligeramente dura (término geológico); más de 50% de piedras en volumen.

Perfil B17

Horizonte	Profundi- dad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH
A1	0-16	37	24	39	1,82	0,27	7	7,6
AC	16-30	34	23	43	0,62	0,10	6	7,85
C1	30-70	28	24	48	0,42	0,07	6	7,95
C2	70-110	26	36	38	0,27	0,06	4,5	7,95
C3	110-180	26	16	58	0,06	0,04	-	8,05

Profundi- dad cm	CCC me/100 g	cationes cambiados (me/100 g)						% satura- ción de base	P ppm	CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-16	46,3	51,6	0,4	0,43	0,15	52,6	-	sat.	2,0	2,6
16-30	34,7	42,1	0,5	0,25	0,17	43,0	-	sat.	0,0	15,9
30-70	26,2	36,6	2,3	0,23	0,18	39,3	-	sat.	0,0	18,1
70-110	30,9	34,3	4,2	0,29	0,57	39,4	-	sat.	0,0	16,8
110-180	26,3	31,6	5,4	0,29	1,23	38,5	-	sat.	0,0	15,25

Perfil B18

Situación: Plancha 53, a 30 km al sur-sureste de Sincé; 8°59'N, 75°02'W

Altitud: 30 metros

Lluvia: 1 500 mm/año

Material de partida: depósitos de terraza pleistocénicos (?)

Topografía: pendiente 2%, ligeramente convexa; terreno prácticamente llano a muy suavemente ondulado

Uso: pastoreo; hierba y vástagos de Curatella sp.; erosión laminar y erosión en cárcava

Clase de drenaje: imperfectamente drenado

Clasificación: Ocracualfe plintico

O1 Capa delgada de hojarasca de hierba y hojas anchas

A2 0-13 cm Franco arenoso fino pardo (10YR 5/3 en húmedo, 7/3 en seco), con pocas manchas pequeñas, pardo amarillentas (10YR 5/8 en húmedo, 6/8 en seco); aglomerado, sin estructura; duro, friable, y ligeramente adherente y ligeramente plástico; pocos poros tubulares muy pequeños, pequeños y medianos; igualmente espacios de poro microintersticiales; pocas manchas pequeñas, blancas (blanqueadas ?); muy pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,7); límite plano, neto a

B1 13-20 cm Franco arcilloso ligero gris parduzco claro (2,5Y 6/2 en húmedo, 7/2 en seco), con muchas manchas pequeñas, pardo intenso (7,5YR 5/6 en húmedo, 5/6 en seco); estructura en bloques subangulares débil, fino; duro, firme a friable, y adherente y plástico; manchas ligeramente duras (término geológico); pocos guijarros pequeños, en su mayoría cuarzo y pedernal; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños y medianos; pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,6); límite plano, gradual a

B21 20-42 cm Franco arcilloso gris parduzco claro (10YR 6/2 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, rojas (5R 3/4-4/6, límites); estructura en bloques angulares o subangulares moderada, fina; muy duro, muy firme, y adherente y muy plástico; manchas ligeramente duras (término geológico); pocos guijarros pequeños, en su mayor parte cuarzo y pedernal; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; muy pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,8); límite difuso a

B22t 42-70 cm Franco arcilloso fuerte gris claro (2,5Y 6/1 en húmedo), con pocas manchas medianas, rojo débil (10R 4/4); estructura prismática moderada, gruesa, rompe a bloques angulares moderados, gruesos; extremadamente duro, extremadamente firme, y adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; muy pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,8).

70-120+ Arcilloso ligero; estructura prismática moderada, gruesa, rompe a bloques angulares moderados, gruesos, por lo demás similar a la parte superior del horizonte B22t.

Notas: (1) muchos montones de termes o de hormigas cónicos de 1 a 2 metros de alto y separados unos 10 metros; (2) se observa plintita dura en algunos lugares sobre la superficie del terreno, tamaño de grava fina, pero de forma irregular, rodeando frecuentemente una vaina extremadamente cementada los granos de arena; (3) no se aprecian revestimientos de arcilla en muestras manuales; (4) pH por indicador y un gráfico de La Motte.

Perfil Bl8

Horizonte	Profundi- dad cm	arcillas	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
			f.	gr.	f.	m.					
A2	0-13	9,3	12,2	18,1	56,2	4,2	0,0	0,47	0,06	8	5,05
B1	13-20	27,9	22,8	10,8	32,7	4,4	1,4	0,50	0,13	4	4,95
B2lt	20-42	34,2	20,3	9,3	27,7	7,5	1,0	0,35	0,07	5	5,0
B2tt	42-70	37,1	15,2	12,2	29,2	6,3	0,0	0,15	0,03	5	5,15
	70-120	43,4	14,2	12,7	25,2	4,5	0,0	0,07	0,03	2	5,3

Profundi- dad cm	me/100 g	cationes cambiables (me/100 g)						% satura- cion de base	P ppm	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0-13	4,4	1,2	0,6	0,07	0,05	1,9	0,5	43	2,0	0,8
13-20	9,65	1,4	1,2	0,06	0,07	2,7	2,7	28	0,6	4,2
20-42	13,4	1,7	1,4	0,06	0,16	3,3	4,1	25	0,6	2,5
42-70	15,8	2,3	2,7	0,09	0,16	5,25	4,6	33	0,2	6,7
70-120	15,4	6,1	5,3	0,14	0,47	12,0	2,3	78	0,2	3,5

Extracción de hierro libre, expresado como óxido, por ditionito sódico, modificación del método de Deb.

Perfil B19

Situación: Plancha 53, a 20 km al sur-sureste de Sincé; 9°05'N, 75°05'W  
Altitud: 60 metros  
Lluvia: 140 cm/año  
Material de partida: arena terciaria no consolidada y depósitos de grava  
Topografía: pendiente convexa 12%; terreno ondulado  
Uso: pastoreo; hierba y arbustos; erosión laminar y en cárcava moderada  
Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas  
Clase de drenaje: moderadamente bien drenado  
Clasificación: Haplustalfé típico

01 Capa delgada, discontinua de hojarasca de hierba y hojas anchas, sueltas  
A1 0- 7 cm Arenoso franco muy graviscoso pardo oscuro (10YR 4/3 en húmedo, 6/3 en seco); estructura migajosa débil, fina; ligeramente duro, friable y no adherente y no plástico; raíces frecuentes; muy fuertemente ácido (pH 5,0); límite plano, neto a  
A2 7-15 cm Franco arenoso pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo, 7/4 en seco); aglomerado, sin estructura; grava muy fina presente en la parte superior del horizonte A2; duro, friable, y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños y medianos; pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,6); límite plano, gradual a  
B1 15-21 cm Franco arcillo-arenoso ligero amarillo parduzco (10YR 6/6 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, rojas (2.5YR 5/6); estructura prismática débil, gruesa; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 4,8); límite plano, neto a  
B21t 21-40 cm Franco arcillo-arenoso amarillo pálido (2.5Y 7/4 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, pardo intenso (7.5YR 5/6) y pocas manchas pequeñas, rojas (2.5YR 5/6); estructura prismática fuerte, gruesa; extremadamente duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); límite difuso a  
B22t 40-85/90 Franco arcillo-arenoso gris verdoso claro (10Y 7/1 en húmedo), con manchas frecuentes, medianas, pardo intenso (7.5YR 5/8); estructura prismática moderada, gruesa; extremadamente duro y adherente y plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,1); límite ondulado, gradual a

(continúa en la página siguiente)

C1 85/90-105+ Franco arcillo-arenoso ligero gris claro (5Y 6/1 en húmedo), con manchas frecuentes medianas, pardo intenso (7.5YR 5/8); estructura prismática débil, gruesa; muy duro y adherente y plástico; sin raíces; neutro.

Notas: 1/ guijarros en el horizonte A1 redondeados; 12% aplastados por los polos; 10% prolongados por los polos; y 60% ecuantes; dimensión máxima longitudinal hasta 3 cm; 2/ guijarros: 64% cuarzo; 2% pedernal; 3% arenisca; 1% igneo afanítico; 2% igneo fanerítico; y 1% esquistos; 3/ granos de arena cuarcosa expuestos sobre caras del agregado estructural en los horizontes B1 y B21t están limpios por lavado; 4/ no se observan revestimientos de arcilla en muestras manuales.

Perfil B19

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH
A1	0- 7	6	9	85	0,79	0,08	10	5,7
A2	7- 15	11	6	83	0,52	0,06	9	5,05
B1	15- 21	22	5	73	0,38	0,06	6	4,9
B21t	21- 40	24	7	69	0,17	0,06	3	5,0
B22t	40- 85	24	6	70	0,04	0,02	2	5,65
C1	90-105	16	2	82	0,04	0,02	-	6,1

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0- 7	5,9	2,5	1,6	0,24	0,06	4,4	-	75	5
7- 15	6,8	1,9	1,8	0,13	0,05	3,9	0,8	57	1,5
15- 21	12,0	2,8	3,0	0,09	0,06	5,9	2,0	49	1,1
21- 40	14,9	4,5	4,9	0,09	0,10	9,6	5,4	65	0,4
40- 85	15,7	6,5	6,8	0,15	0,14	13,6	-	87	0,6
90-105	10,9	4,6	4,7	0,11	0,10	9,5	-	87	0,2

Perfil B20

Situación: Plancha 45, a 11 km al oeste-noroeste de San Pedro; 9°26'N,  
75°10'W

Altitud: 220 metros

Lluvia: 110 cm/año

Material de partida: sedimentos terciarios no consolidados

Topografía: pendiente convexa 27%; terreno ondulado, moderadamente inclinado

Uso: bosque secundario de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Ustropepte vártilco

O1 Capa delgada, continua de hojas sueltas de frondosas; 800g/m.m.

A1 0-21 cm Arcilloso pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y 3/2 en húmedo, 3/2 en seco); estructura granular fuerte, fina y mediana; duro y adherente y plástico; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,3); límite plano, gradual a

A3 21-42 cm Arcilloso pardo amarillento (10YR-2.5Y 5/4 en húmedo, 5/4 en seco); estructura granular débil, muy gruesa; muy duro y adherente y plástico; vacíos entre los agregados estructurales comunes muy finos, pocos poros tubulares pequeños y muy pocos medianos; relleno pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y 3/2) en poros tubulares medianos; raíces frecuentes; neutro (pH 6,8); límite plano, gradual a

B1 42-57 cm Arcilloso pardo amarillento (10YR-2.5Y 5/6 en húmedo, 5/6 en seco); estructura en bloques subangulares débil, gruesa; duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños y medianos; revestimientos delgados, en parches, pardos (2.5Y 4/3) sobre caras de agregados estructurales; pocos nódulos muy pequeños y pequeños (menos de 2 mm), blanco mate, en su mayoría equidimensionales, depósitos de sílice ocasionalmente laminares (0,5 a 1 mm grueso), insolubles en HCl diluido, posiblemente secundarios; pocas raíces; neutro (pH 7,3); límite plano, neto a

B21 57-80 cm Arcilloso amarillo parduzco (2.5Y 6/5 en seco), con manchas frecuentes, pequeñas, gris verdoso (5GY 6/1); estructura en bloques subangulares moderada, gruesa; muy duro y adherente y plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños y pequeños; revestimientos de arcilla delgados, discontinuos sobre caras de agregado estructural y revestimientos moderadamente gruesos, continuos en poros tubulares pequeños; pocos parches pequeños, blancos de cal, blandos; muy pocos nódulos blancos mate subangulares, pequeños y medianos (1 a 5 mm), insolubles en HCl diluido, posiblemente depósitos secundarios de sílice; muy pocas raíces; ligeramente alcalino (pH 7,45); límite difuso a

(continúa en la página siguiente)

B22 80-120+

Arcilloso pardo amarillento ligero (10YR-2.5Y 6/4 en seco); estructura en bloques subangulares moderada, gruesa; muy duro y adherente y plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños; revestimiento de arcilla moderadamente grueso, continuo, pardo aceituna claro (2.5Y 5/4) sobre caras de agregado estructural; parches frecuentes, pequeños, blancos de cal, ligeramente duros; pocas raíces; ligeramente alcalino (pH 8,0).

Perfil B20

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH	% CaCO <sub>3</sub>
A1	0- 21	42	24	34	2,02	0,32	6	6,3	-
A3	21- 42	43	24	33	0,65	0,11	6	6,8	-
B1	42- 57	40	19	41	0,30	0,06	5	7,3	-
B21	57- 80	42	23	35	0,13	0,04	3	7,45	0,8
B22	80-120	45	26	29	0,08	0,03	3	8,0	4,1

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)					% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma		
0- 21	48,7	30,9	10,6	0,89	0,45	42,8	-	31
21- 42	44,4	29,6	9,8	0,43	1,35	41,2	-	6
42- 57	37,6	24,6	8,8	0,33	0,78	34,5	-	2,4
57- 80	37,9	25,9	10,3	0,33	1,28	37,8	-	2,2
80-120	48,4	37,5	15,4	0,39	3,52	56,8	-	0,2
							sat.	

Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CCx10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)				aniones (me/l)			
				Ca+Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0- 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21- 42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42- 57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57- 80	54,6	7,8	0,81	3,8	0,03	3,6	7,4	2,1	0,9	4,7	7,7
80-120	60,0	7,95	1,81	4,8	0,03	10,0	14,8	1,3	0,4	12,7	14,4

Aniones :

Cb - carbonatos + bicarbonatos

Sf - sulfatos

Cl - cloruros

Perfil B21

Situación: Plancha 44, a 13 km al este-noreste de Sincelejo;  $9^{\circ}21'N$ ,  
 $75^{\circ}17'W$

Altitud: 180 metros

Lluvia: 120 cm/año

Material de partida: arenisca terciaria, débilmente consolidada

Topografía: pendiente convexa 8%; terreno ondulado (pendiente 3-15%)

Uso: pastoreo

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: excesivamente bien drenado

Clasificación: Haplortento lítico

O1 Capa delgada, discontinua de cubierta herbácea

A1 0-26 cm Franco arenoso pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4/2 en húmedo,  
5/2 en seco); estructura prismática aglomerada a débil, muy  
gruesa; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico;  
poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños, y muy  
pocos medianos; también poros microintersticiales; pocas raíces;  
neutro (pH 7,2); límite ondulado, brusco a

C1r 26-50 cm Roca toscamente fracturada, con depósitos delgados, calcáreos  
blancos, a lo largo de las fracturas; límite difuso a

C2r 50-200+ Arenisca aglomerada, con capas poco definidas de conglomerado  
fino de cuarzo, y pedernal en algunos lugares; guijarros redon-  
dos, equidimensionales.

Notas: 1/ pH por indicador y un gráfico La Motte; 2/ fracción de arena fina predo-  
minantemente cuarzo y feldespato, pero hay presente cantidad considerable de  
hornblenda y minerales opacos.

(continúa en la página siguiente)

### Perfil B21

Horizonte	Profundidad cm	Textura			C%	N%	C/N	pH	% CaCO <sub>3</sub>
		arcilla	limo	arena					
A1	0-26	13	10	77	0,65	0,09	7	7,85	2,9
C1r	26-50	2	2	96	0,03	0,01	-	7,7	1,0

Perfil B22

Situación: Plancha 43, a 13 km al sur-suroeste de Tolu; 9°26'N, 75°39'W

Altitud: nivel del mar

Lluvia: 80 cm/año

Material de partida: depósitos recientes de arena, limo y arcilla

Topografía: plana, ocasionalmente inundada cuando la marea es alta

Uso: tala de árboles para postes y uso en curtidos; mangle rojo (Rhizophora mangle) y mangle negro (Avicenia marina)

Clase de drenaje: muy poco drenado

Clasificación: Halacuepte histico

01 Capa L: capa delgada, discontinua de hojas sueltas y ramas

02 0,1/0,3 cm Capa H: gris muy oscuro (10YR 3/1 en húmedo); estructura granular fuerte, muy fina; ligeramente adherente y ligeramente plástico

A11 0-22 cm Capa F: turba fibrosa, débilmente mate, pardo rojizo o pardo; no adherente y no plástico; abundantes raíces; moderadamente ácido (pH 6,0)

A12 22-45 cm Franco arenoso pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y 3/2 en húmedo); aglomerado, sin estructura; ligeramente adherente y ligeramente plástico; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,4)

C1 45-105+ Arenoso gris oscuro (5Y 4/1 en húmedo); aglomerado a grano individual, sin estructura; no adherente y no plástico; pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,25).

Notas: 1/ todos los horizontes son fuertemente salinos; 2/ poco cambio del pH al secar.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B22

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH <sup>x</sup>	pH
O2	-	-	-	-	17,4	1,18	15	5,7	5,7
A11	0- 22	40	22	38	26,2	1,62	16	5,6	6,0
A12	22- 45	11	14	75	11,83	0,66	18	7,0	6,4
C1	45-105	5	1	94	2,49	0,08	31	5,35	5,25

pH<sup>x</sup> = pH de la muestra antes de secar

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
-	232,1	39,2	67,6	2,25	134,1	243,3	-	sat.	126
0- 22	104,3	17,1	34,8	1,04	29,65	82,6	-	79	33
22- 45	51,5	7,9	16,2	1,28	18,16	43,5	-	85	19
45-105	7,5	1,0	1,8	0,13	2,86	5,8	-	77	10

Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CCx10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)				aniones (me/l)			
				Ca+Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
-	170,1	5,95	125,3	780,0	47,0	2100	2927	4,5	177	2325	2507
0- 22	220,7	5,75	101,7	447,8	32,0	1225	1705	1,4	112,5	1989	2183
22- 45	115,2	-	86,4	372,0	21,0	950	1343	1,8	88,5	1152	1310
45-105	44,5	4,8	57,6	212,7	12,5	500	725	0,5	60	490	551

Perfil B23

Situación: Plancha 44, a 27 km al norte de Sincelejo; 9°33'N, 75°25'W

Altitud: 50 metros

Lluvia: 100 cm/año

Material de partida: sedimentos terciarios no consolidados

Topografía: pendiente 3%; suavemente ondulada a ondulada (pendientes de 3 a 12%)

Uso: pastoreo; hierba y arbustos; ligera erosión laminar

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: moderadamente bien drenado

Clasificación: Normustalfe ácuico (Paleustalfe ácuico)

A2 0-12 cm Franco arenoso pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2 en húmedo, 2.5Y 5/2 en seco), con pocas manchas pequeñas, pardo amarillento oscuro (10YR 4/6 en seco); aglomerado, sin estructura; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños y medianos; pocas raíces; concentración débilmente definida de raíces a 12 cm de profundidad; moderadamente ácido (pH 5,8); límite plano, brusco a

B21t 12-36 cm Arcilloso rojo amarillento (5YR 4/6 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4/2); estructura en bloques angulares moderados, medianos; muy duro y muy adherente y muy plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños y medianos; parches blanqueados (10YR 4/1 en húmedo, 5/1 en seco) y granos de arena limpios sobre caras verticales de agregados estructurales; pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,5); límite difuso a

B22t 36-75 cm Franco arcillo-arenoso pardo amarillento (7.5-10YR 5/6 en húmedo); aglomerado, sin estructura; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; revestimientos de arcilla continuos, moderadamente gruesos en poros tubulares; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); límite plano, neto a

B23t 75-90 cm Franco arcilloso pardo amarillento oscuro (7.5-10YR 4/4 en húmedo); estructura en bloques angulares débil, medianas; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; revestimientos continuos de arcilla, gruesos, en poros tubulares y revestimientos moderadamente gruesos, discontinuos, pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2 en húmedo) sobre caras de agregado estructural; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,2); límite plano, gradual a

(continúa en la página siguiente)

B3 90-105+

Franco arcillo-arenoso pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo); aglomerado, sin estructura; muy duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; revestimientos discontinuos de arcilla, delgados en poros tubulares; muy pocas raíces; ligeramente ácido.

Notas: 1/ pH por indicadores y un gráfico La Motte; 2/ pocos guijarros pequeños, subangulares a subredondeados, de cuarzo y pedernal por debajo de 12 cm de profundidad; 3/ actualmente, el horizonte B21t parece estar en proceso de eluvación, más que de iluvación.

Perfil B23

Horizonte	Profundidad cm					O%	N%	C/N	pH
		arcilla	limo	arena					
A2	0- 12	16	24	60	0,43	0,09	5	5,4	
B21t	12- 36	46	17	37	0,39	0,09	4	4,8	
B22t	36- 75	30	16	54	0,14	0,03	5	4,9	
B23t	75- 90	36	27	37	0,11	0,04	3	5,7	
B3	90-105	27	21	52	0,08	0,03	3	5,65	

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0- 12	10,2	5,0	2,4	0,12	0,41	7,9	0,05	78	2,2
12- 36	31,0	10,2	8,1	0,21	1,88	20,4	2,75	66	0,9
36- 75	32,2	11,4	9,8	1,46	1,96	24,6	1,2	76	0,2
75- 90	39,7	15,4	12,4	0,17	2,97	30,9	-	78	0,9
90-105	32,2	13,0	10,3	0,14	2,61	26,0	-	81	2,2

Perfil B24

Situación: Plancha 44, a 1 km al este-sureste de Tolu;  $9^{\circ}31'N$ ,  $75^{\circ}35'W$

Altitud: 5 metros

Lluvia: 80 cm/año

Material de partida: depósitos de planicie costera cuaternarios, en su mayor parte limosos grandes y arena fina

Topografía: prácticamente plano; pendientes de planicie costera 0,25% hacia el mar

Uso: pastoreo; hierba y muy pocos arbustos; pocos montones de termitas o de hormigas duros, de forma de domo de 0,5 de altura, aproximadamente

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: moderadamente bien drenado

Clasificación: Ustropepte ácuico

O1 Ninguno

A11 0- 4 cm Franco gris muy oscuro (10YR-2.5Y 3/1 en húmedo, 4/1 en seco); estructura granular moderada, gruesa; muy duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; abundantes raíces; ligeramente ácido (pH 6,4); límite plano, brusco a

A12 4-15 cm Franco arcilloso ligero pardo grisáceo muy oscuro (10YR-2.5Y 3/2 en húmedo, 4/2 en seco); gris muy oscuro (10YR-2.5Y 3/1 en húmedo, 4/1 en seco) sobre caras del agregado estructural; estructura granular débil, gruesa; muy duro y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños y muy pocos medianos; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,4); límite plano, gradual a

A13 15-45 cm Franco arcilloso pardo oscuro (2.5Y 4/3 en húmedo, 5/3 en seco); pardo grisáceo muy oscuro (10YR-2.5Y 3/2 en húmedo, 4/1 en seco) sobre caras del agregado estructural; estructura prismática débil, mediana, rompe a bloques subangulares débiles, medianos; muy duro y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,6); límite plano, gradual a

B21 45-75 cm Franco arcilloso pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo); pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4/2) sobre caras del agregado estructural; estructura en bloques subangulares débil, gruesa; muy firme y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños; revestimientos de arcilla continuos, moderadamente gruesos, en poros tubulares, y revestimientos discontinuos delgados sobre caras del agregado estructural; pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite difuso a

(continúa en la página siguiente)

- B22 75-120 cm Franco arcilloso pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, amarillo parduzcas (10YR 6/6) y manchas frecuentes, pequeñas, grises (2.5Y 6/1); aglomerado, sin estructura; firme y adherente y plástico; muy pocas manchas negras parduzcas, medianas, de forma irregular, en la parte superior del horizonte, sobre pocos nódulos finos, blandos, negro parduzco, subesféricos; pocos poros tubulares muy pequeños; revestimientos de arcilla continuos, delgados en poros tubulares; muy pocas raíces; neutro (pH 7,2); límite plano, gradual a
- Cj 120-150+ Franco aceituna (5Y 5/3 en húmedo), con muchas manchas pequeñas, pardo amarillentas (10YR 5/6) y manchas frecuentes, pequeñas, grises (N 6/0); aglomerado, sin estructura; adherente y plástico; sin revestimientos, neutro (pH 7,2).

Notas: 1/ pocas grietas superficiales hasta 0,5 cm de anchura; 2/ pH por indicador y un gráfico La Motte.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B24

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo	arena	C%	N%	C/N	pH
A11	0- 4	23	40	37	4,37	0,55	8	6,15
A12	4- 15	27	38	35	1,71	0,24	7	5,85
A13	15- 45	30	39	31	0,50	0,10	5	5,9
B21	45- 75	34	43	23	0,14	0,03	5	6,3
B22	75-120	29	48	23	0,13	0,03	4	7,2
C1	120-150	24	40	36	0,07	0,02	-	7,35

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)					% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0- 4	38,7	21,5	7,1	0,80	0,29	29,7	-	43
4- 15	30,6	18,7	5,4	0,25	0,52	24,9	-	3
15- 45	27,6	17,7	4,7	0,29	0,96	23,6	-	7
45- 75	35,5	22,2	4,5	0,21	3,43	30,3	-	26
75-120	32,3	20,0	5,4	0,12	7,54	33,1	-	23
120-150	28,4	16,0	5,0	0,12	3,80	24,9	-	11

Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CCx10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)			aniones (me/l)			
				Ca+Mg	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0- 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4- 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15- 45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45- 75	75,6	5,75	4,83	6,3	27,0	33,3	0,6	6,2	38,3	45,1
75-120	73,1	6,65	3,97	3,1	27,5	30,6	1,0	7,8	25,4	34,2
120-150	63,2	6,65	7,91	12,4	48,8	61,2	2,1	21,4	40,5	63,0

Aniones:

Cb - carbonatos + bicarbonatos

Sf - sulfatos

Cl - cloruros

Perfil B25

Situación: Plancha 44, a 10 km al este-sureste de Tolu;  $9^{\circ}29'N$ ,  $75^{\circ}30'W$

Altitud: 30 metros

Lluvia: 90 cm/año

Material de partida: depósitos de planicie costera cuaternarios, en su mayor parte arcilla y limo

Topografía: prácticamente llano; pendientes planas costeras 0,25% hacia el mar

Uso: cultivado, pastoreo, hierbajos, hierbas pequeñas

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: poco drenado

Clasificación: Masacuerte típico (Pellusterte típico)

A11 0-18 cm Arcilloso gris muy oscuro (10YR 3/1 en húmedo, 4/1 en seco); estructura prismática muy gruesa; aglomerado dentro de prismas; extremadamente duro y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,4); límite plano, neto a

A12 18-40 cm Arcilloso gris muy oscuro (2.5Y 2,5/1 en húmedo, 4/1 en seco); aglomerado, rompe a estructura en bloques angulares, gruesa, débil; extremadamente duro y extremadamente fino; poros tubulares frecuentes muy pequeños; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,5); horizonte discontinuo con límite gradual a

B21 18/40-90 Arcilloso gris aceituna (5Y 5/2 en húmedo), con manchas frecuentes pequeñas, pardo intenso (7.5YR 5/6); aglomerado, rompe a estructura en bloques angulares, débil, gruesa; extremadamente duro, extremadamente firme, y muy adherente y muy plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, que disminuyen a pocos con la profundidad; superficies "slickensides" frecuentes cortantes, buzamiento 30-60 grados; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,6); límite difuso a

B22 90-150+ Arcilloso pardo amarillento (10YR-2.5Y 5/6 en húmedo) y gris aceituna (5Y 5/2 en húmedo); aglomerado, sin estructura; extremadamente firme y muy adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; manchas negras frecuentes, pequeñas, de forma irregular; superficies "slickensides" frecuentes cortantes, buzamiento 30-60 grados; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,6).

Notas: 1/ grietas superficiales 4 a 6 cm de anchura separan rectángulos 15 a 30 cm a través y grietas verticales penetran más de 1,5 metros; 2/ pH por indicadores y un gráfico La Motte; 3/ superficies planas, brillantes de poros tubulares en horizontes B2 aparecen como similares a revestimientos de arcilla, pero se han formado probablemente por presión de las raíces.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B25

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.					
A11	0- 18	55,4	23,5	12,7	8,0	0,4	0,0	2,82	0,40	7	5,55	
A12	18- 40	52,7	22,3	14,6	9,7	0,7	0,0	0,97	0,15	6	5,6	
B21	40- 90	61,2	20,0	11,5	7,3	0,0	0,0	0,18	0,05	4	4,85	
B22	90-150	57,0	21,8	14,8	6,4	0,0	0,0	0,10	0,04	2,5	5,55	

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0- 18	58,1	31,2	10,3	0,82	0,56	42,9	-	74	24
18- 40	54,3	28,8	10,2	0,76	0,74	40,5	-	75	43
40- 90	56,4	25,4	11,3	0,39	1,66	38,8	4,5	69	15
90-150	58,3	30,6	12,7	0,39	3,59	47,3	0,2	81	6

Perfil B26

Situación: Plancha 52, a 1 km al oeste de Sampues;  $9^{\circ}11'N$ ,  $75^{\circ}24'W$

Altitud: 160 metros

Lluvia: 120 cm/año

Material de partida: arenisca terciaria, débilmente consolidada

Topografía: pendiente 11%, ligeramente cóncava; terreno ondulado (pendientes 6-15%)

Uso: pastoreo, hierba, pocos arbustos; ligera erosión laminar

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: moderadamente bien drenado

Clasificación: Normacuepte sáfrico lítico

A11 0-9 cm Franco arcilloso pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4/1,5 en húmedo); pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/1,5) sobre caras de agregado estructural; estructura granular moderada, mediana; firme a friable y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños y muy pocos medianos; raíces frecuentes; moderadamente ácido (pH 6,0); límite plano, gradual a

A12 9-20 cm Franco arcilloso pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4,5/2 en húmedo), con muchas manchas pequeñas, pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/1,5); estructura en bloques subangulares débil, mediana; firme y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pocos; rellenos negros (2.5Y 2/1) en poros tubulares pequeños, pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,6); límite difuso a

A3 20-32 cm Franco arcillo-arenoso pardo (2.5Y 5/3 en húmedo), con manchas frecuentes pequeñas, pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/1,5); aglomerado, sin estructura; firme y adherente, y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños; rellenos negros (2.5Y 2/1) en poros tubulares pequeños; pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite plano, gradual a

B1 32-40 cm Franco pardo amarillento claro (2.5Y 6/4 en húmedo), con manchas frecuentes pequeñas, amarillo rojizo (7.5YR 6/6) y pocas manchas pequeñas, gris verdoso claro (10Y 7/1); aglomerado, sin estructura; friable y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños; muy pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite plano, gradual a

(continúa en la página siguiente)

- B2 40-50 cm Franco limoso pardo amarillento claro (2.5Y 6/4 en húmedo), con manchas frecuentes pequeñas, amarillo rojizo (7.5YR 6/6) y muchas manchas pequeñas gris verdoso claro (10Y 7/1); aglomerado, sin estructura; firme a friable y adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,6); límite plano, neto a
- Cr 50-75+ Arenisca meteorizada, ligeramente dura, color ante, débilmente estratificada, poco clasificada; pocos guijarros subredondeados equidimensionales de cuarzo y pedernal; neutro (pH 6,8).

Notas: 1/ pH por indicadores y un gráfico La Motte; 2/ no se observan revestimientos definidos de arcilla en muestras manuales; 3/ la mayor parte de las manchas gris verdoso claro parecen ser de arcilla producidas por meteorización de minerales en las areniscas de color ante.

Perfil B26

Horizonte	Profundidad cm	arcilla			limo	arena	C%	N%	C/N	pH
A11	0- 9	34			23	43	2,59	0,16	16	6,35
A12	9-20	33			24	43	1,03	0,10	10	6,5
A3	20-32	27			27	46	0,53	0,09	6	6,75
B1	32-40	18			37	45	0,22	0,06	4	6,55
B2	40-50	24			55	21	0,15	0,05	3	6,45
Cr	50-75	17			35	48	0,08	0,04	-	6,5

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0- 9	41,0	29,1	8,4	0,49	0,27	38,3	-	93	2,6
9-20	40,9	29,6	10,2	0,31	0,32	40,4	-	99	2,0
20-32	38,5	29,5	9,0	0,18	0,23	38,9	-	sat.	0,9
32-40	42,1	32,7	8,4	0,24	0,31	41,7	-	99	0,4
40-50	55,6	43,0	9,9	0,34	0,40	53,6	-	96	0,6
50-75	42,8	32,2	9,1	0,24	0,59	42,1	-	99	1,3

Perfil B27

Situación: Plancha 44, a 28 km al noreste de Sincelejo; 9°30'N, 75°14'W  
Altitud: 240 metros  
Lluvia: 130 cm/año  
Material de partida: arenisca terciaria, débilmente consolidada  
Topografía: pendiente corta, recta de 60%; terreno inclinado a muy inclinado  
Uso: matorral secundario; árboles de 5 m de altura, arbustos y lianas  
Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas  
Clase de drenaje: excesivamente bien drenado  
Clasificación: Haplortente lítico

O1 Capa suelta, continua de hojas de frondosas y ramas

A11 0-2 cm Franco arenoso pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/2 en seco); estructura granular, fuerte, muy fina; ligeramente adherente y ligeramente plástico; raíces frecuentes; neutro (pH 7,2)

A12 2-18 cm Franco arenoso pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/2 en seco); aglomerado, sin estructura; duro, friable y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños y medianos y muy pocos gruesos; también espacios de poro microintersticiales; raíces frecuentes; neutro (pH 6,85); límite plano, gradual a

A13 18-33 cm Franco arenoso pardo (10YR 4/3 en húmedo, 5/3 en seco); aglomerado, sin estructura; ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, y muy pocos pequeños y medianos; también espacios de poro microintersticiales; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,45); límite plano, neto a

Cr 33-50+ Arenisca aglomerada, poco diferenciada, color ante, con pocos fragmentos finos de cuarzo y pedernal; estratificación débilmente definida; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,6).

Notas: sin revestimientos.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B27

Horizonte	Profundidad cm	%				N%	C/N	pH
		arcilla	limo	arena	C%			
A11	0- 2	17	21	62	5,34	0,55	10	7,2
A12	2-18	17	6	77	1,01	0,16	6	6,85
A13	18-33	16	1	83	0,64	0,09	7	6,45
Cr	33-50	8	2	90	0,05	0,02	-	6,6

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)					% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al	
0- 2	33,9	31,7	9,8	1,41	0,13	43,0	-	sat.
2-18	18,7	14,4	5,0	0,47	0,07	19,9	-	sat.
18-33	17,7	12,3	4,5	0,17	0,18	17,2	-	97
33-50	17,7	12,4	5,5	0,08	0,08	18,1	-	sat.

Perfil B28

Situación: Plancha 30, a 6 km al sureste de Arjona; 10°13'N, 75°20'W

Altitud: 20 metros

Lluvia: 90 cm/año

Material de partida: sedimentos terciarios no consolidados sobre roca terciaria o cretácea consolidada

Topografía: pendiente recta 3%; terreno suavemente ondulado, fuertemente disecado por corrientes intermitentes

Uso: pastoreo; hierba y algunos arbustos

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: imperfectamente drenado

Clasificación: Natrustalfé ácuico

A1 0-13 cm Franco arenoso fino pardo (10YR 4/3 en húmedo, 5/3 en seco); pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/3 en seco) sobre caras de agregado estructural; aglomerado, con caras estructurales discontinuas verticales y estructura granular moderada, fina a mediana, adyacente a éstas; ligeramente duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños, frecuentes pequeños, frecuentes medianos, y pocos grandes; raíces frecuentes; neutro (pH 6,7); límite plano, neto a

A3 13-18/20 Franco arcillo-arenoso fino, pardo (10YR 4/3 en húmedo, 5/3 en seco) con pocas manchas pequeñas (7.5YR 5/6); estructura y color sobre caras de agregado estructural igual que el horizonte A1; duro y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares igual que el horizonte A1; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,2); límite ondulado, brusco a

B21t 18/20-40 Franco arcilloso fuerte rojo amarillento (5YR 5/6 en húmedo, 2.5-5YR 5/6 en seco) con muchas manchas pequeñas, amarillo pálido (2.5Y 7/4); estructura en bloques subangulares moderada, mediana; muy duro y adherente y muy plástico; pocos poros tubulares muy pequeños, pocos pequeños y muy pocos medianos; relenos y residuos de gusanos (5-10YR 4/3 en seco, 3/2 en húmedo) en poros tubulares pequeños y medianos; revestimientos delgados y moderadamente gruesos, discontinuos (7.5YR 5/4 en seco, 4/4 en húmedo) en poros tubulares, y revestimientos delgados, en bolsas sobre caras de agregado estructural; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); límite plano, gradual a

B22t 40-85 cm Arcilloso rojo amarillento (5YR 5/6 en húmedo, 2.5-5YR 5/6 en seco), con manchas frecuentes, pequeñas, pardo amarillento claro (2.5Y 6/4 en húmedo, 7/4 en seco); estructura en bloques subangulares, débil, gruesa; muy duro y adherente y muy plástico; muy pocas manchas negras, pequeñas; muy pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños; revestimientos delgados y moderadamente gruesos (5YR 5/4 en seco) en poros tubulares pequeños solamente; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,6); límite plano, gradual a

(continúa en la página siguiente)

- B3 85-110 cm Arcilloso amarillo parduzco (7.5-10YR 6/6 en húmedo), con manchas frecuentes, pequeñas, gris verdoso (5GY 6/1); aglomerado, sin estructura; muy duro, muy firme, y adherente y plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,6); límite difuso a
- C1 110-120+ Franco arcillo-arenoso con manchas amarillo parduzco (10YR 6/6 en húmedo) y gris (10Y 6/1 en húmedo); aglomerado, sin estructura; adherente y plástico; sin raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); manchas negras frecuentes, pequeñas y medianas; pocos granos de cuarzo y muchas manchas blancas mate, probablemente granos de feldespato meteorizados, tamaño de arena mediana.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B28

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.					
A1	0- 13	19,4	9,0	9,3	44,0	17,5	0,8	1,18	0,15	8	7,15	
A3	13- 18	20,4	9,2	11,8	42,0	16,3	0,3	1,03	0,13	8	6,05	
B21t	20- 40	39,6	10,1	9,8	28,6	11,5	0,4	0,48	0,10	5	4,9	
B22t	40- 85	39,7	12,4	10,0	27,8	9,9	0,2	0,22	0,05	4	4,55	
B23	85-110	41,3	13,4	8,6	27,6	8,7	0,4	0,09	0,04	2	5,15	
Cy	110-150	19,6	11,6	5,9	29,1	32,9	0,9	0,03	0,03	1	5,3	

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm	% $\text{Fe}_2\text{O}_3$
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0- 13	18,2	13,0	3,0	0,15	0,26	16,4	-	90	2,2	1,27
13- 18	16,6	9,5	4,0	0,09	0,51	14,1	-	85	2,6	1,11
20- 40	25,4	11,3	8,1	0,17	1,65	21,2	0,45	84	0,6	1,97
40- 85	26,3	10,8	10,9	0,22	2,57	24,5	0,90	93	0,2	1,92
85-110	27,7	11,0	10,9	0,17	4,26	26,3	-	95	0,4	3,79
110-150	17,3	7,4	7,5	0,14	2,52	17,6	-	sat.	2,2	1,82

Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	$\text{CC} \times 10^3$ mmohs/cm	cationes (me/l)			aniones (me/l)				
				Ca+Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0- 13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13- 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20- 40	57,2	5,25	2,43	11,6	0,0	10,0	21,6	0,8	0,8	21,1	22,7
40- 85	63,0	4,7	4,72	23,8	0,1	21,9	45,8	0,9	2,6	49,4	52,9
85-110	68,7	4,8	6,56	28,3	0,0	30,0	58,3	0,9	9,4	53,7	64,0
110-150	44,4	5,0	5,63	23,6	0,2	28,8	52,6	0,9	14,6	45,1	60,6

Aniones :

- Cb - carbonatos + bicarbonatos
- Sf - sulfatos
- Cl - cloruros

Perfil B29

Situación: Plancha 30, a 3 km al noroeste de Arjona;  $10^{\circ}17'N$ ,  $75^{\circ}22'W$

Altitud: 50 metros

Lluvia: 90 cm/año

Material de partida: depósitos de terraza recientes

Topografía: prácticamente llano; microrrelieve: alturas individuales elevadas 1/4 de metro, separadas 3 a 5 metros

Uso: pastoreo; hierba y algunos arbustos

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: moderadamente bien drenado

Clasificación: Mazusterte grúmico (Cromoxererte ácuico)

A1 0-12/20 cm Arcilloso pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo); negro (10YR 2/1) sobre caras de agregado estructural; estructura granular, moderada, mediana y gruesa; muy duro, firme y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños; raíces frecuentes; fuertemente ácido (pH 5,5); límite ondulado, gradual a

B21 12/20-60 cm Arcilloso pardo amarillento (10YR de 5/4 a 5/6 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, rojo amarillento (5YR 4/6) y pocas manchas, medianas y grandes, pardo grisáceo negro a muy oscuro (10YR 2/1 a 3/2); estructura prismática muy grande, aglomerada, dentro de prismas; muy duro, extremadamente firme y muy adherente y muy plástico; pocos poros tubulares pequeños y muy pocos pequeños; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,15); límite difuso a

B22 60-150+ Arcilloso fuerte pardo amarillento (10YR de 5/4 a 5/6 en húmedo); estructura prismática muy gruesa, aglomerada dentro de prismas; muy duro, extremadamente firme, y muy adherente y muy plástico; muy pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,95).

Notas: 1/ grietas verticales, 1 a 3 cm de anchura en la superficie; se extienden por lo menos a 120 cm de profundidad; 2/ superficies "slickensides" oblicuas que se cortan hasta 120 cm de profundidad; 3/ guijarros de cuarzo ocasionales en el suelo.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B29

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
			f.	gr.	f.	m.					
A1	0- 12	50,9	22,2	13,1	11,9	1,6	0,3	3,88	0,35	11	5,5
B21	20- 60	63,8	15,2	9,9	9,4	1,5	0,2	0,52	0,10	5	6,15
B22	60-150	74,0	14,2	6,3	4,6	0,8	0,1	0,23	0,05	5	5,95

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0- 12	48,5	24,5	10,9	0,67	0,41	36,5	=	75	1,5
20- 60	41,6	17,4	14,7	0,48	1,75	34,3	=	82	0,6
60-150	47,8	15,9	19,7	0,36	5,14	41,1	=	86	0,2

Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CCx10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)				aniones (me/l)			
				Ca+Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0- 12	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
20- 60	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
60-150	112,9	6,05	2,45	8,7	0,0	12,5	21,2	0,9	3,9	20,2	25,0

Aniones:

Cb - carbonatos + bicarbonatos

Sf - sulfatos

Cl - cloruros

Perfil B30

Situación:	Plancha 31, a 2 km al noroeste de Calamar; 15°16'N, 74°56'W	
Altitud:	10 metros	
Lluvia:	100 cm/año	
Material de partida:	depósitos de vega recientes	
Topografía:	prácticamente llano; pendiente casi imperceptible lejos del Canal del Dique	
Uso:	ninguno: arbustos; hierba escasa, y algunos árboles	
Vegetación natural:	bosque de frondosas deciduas	
Clase de drenaje:	moderadamente bien drenado	
Clasificación:	Ustropepte fluvéntrico Ácuico	
1 IA1 0-2 cm	Franco arenoso pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2 en húmedo, 6/2 en seco); sin estructura, grano independiente; suelto; muchos poros intergranulares muy pequeños; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,7); límite plano, brusco a	
2 IIC1 2-8 cm	Franco arenoso muy fino, gris aceituna (5Y 5/2 en húmedo, 7/2 en seco), con manchas frecuentes, pequeñas, pardo intenso (7.5YR 5/6 en húmedo, 6/6 en seco); aglomerado, sin estructura; ligeramente duro, friable, y ligeramente adherente y ligeramente plástico; poros tubulares frecuentes, muy pequeños; raíces frecuentes; moderadamente ácido (pH 5,9); límite plano, brusco a	
3 IC2 8-17/34	Franco arenoso pardo (10YR 4/3 en húmedo, 6/3 en seco), con manchas frecuentes, medianas, pardo aceituna (5Y 5/2 en húmedo, 7/2 en seco) y pocas manchas pequeñas, pardo amarillento (7.5-10YR 5/6 en húmedo, 6/6 en seco); aglomerado a grano simple, sin estructura; blando, muy friable, y no adherente y no plástico; muchos poros intergranulares muy pequeños; abundantes raíces; ligeramente ácido (pH 6,2); límite discontinuo, brusco a	
4 IIC3 17-34 cm	Franco limoso fuerte gris aceituna (5Y 5/2 en húmedo, 7/2 en seco) y pardo (10YR 5/3 en húmedo, 6/3 en seco), con pocas manchas pequeñas, pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo, 6/6 en seco); estructura laminar, débil, fina; duro, firme a friable, y adherente y ligeramente plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,8); un horizonte discontinuo; límite plano, brusco a	
5 IIIB2 34-75 cm	Franco arcilloso pardo (10YR 4/3 en húmedo, 5/3 en seco); pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 4/3 en seco) sobre caras de agregado estructural; estructura en bloques subangulares, débil, mediana; muy duro y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,2); límite plano, gradual a	

(continúa en la página siguiente)

- 6 75-90 cm Franco fuerte pardo (10YR entre 4/3 y 5/4 en húmedo, 5/4 en seco); aglomerado, sin estructura; duro y adherente y plástico; pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,4); límite plano, brusco a  
IIIB22
- 7 90-150+ Franco arenoso, con granos de arena incoloros a color ante (10YR 7/4), pocos negros; aglomerado, sin estructura; blando y ligeramente adherente y ligeramente plástico; neutro (pH 7,3).  
IVC4

Notas: 1/ pH por indicadores y un gráfico de color La Motte.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B30

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
			f.	gr.	f.	m.					
I A1	0- 2	7,7	6,0	13,4	67,7	5,1	0,1	2,66	0,40	7	6,25
II C1	2- 8	7,1	6,3	15,7	66,8	4,1	0,0	0,94	0,14	7	5,5
I C2	8- 17	5,5	3,7	8,8	80,0	2,0	0,0	0,31	0,06	5	6,2
II C3	17- 34	19,8	39,7	27,6	12,8	0,1	0,0	0,64	0,13	5	6,25
IIIB21	34- 75	31,9	20,4	15,5	31,7	0,5	0,0	0,50	0,11	5	6,2
IIIB22	75- 90	22,7	21,5	15,8	39,6	0,4	0,0	0,19	0,08	2	6,9
IV C4	90-150	13,7	14,6	17,4	54,0	0,3	0,0	0,13	0,05	3	7,8

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0- 2	15,0	7,9	3,9	1,62	0,20	13,6	--	91	88
2- 8	10,1	4,7	3,0	0,66	0,17	8,5	--	84	50
8- 17	9,1	4,8	3,3	0,32	0,28	8,7	--	96	14
17- 34	21,4	12,5	5,4	0,21	0,74	18,9	--	88	7
34- 75	20,6	10,9	7,5	0,44	0,64	19,5	--	95	45
75- 90	16,7	8,6	6,9	0,27	0,84	16,6	--	99	24
90-150	11,2	13,8	6,4	0,21	1,25	21,7	--	sat.	20

Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CCx10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)				aniones (me/l)			
				Ca+Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0- 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2- 8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8- 17	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17- 34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
34- 75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
75- 90	46,1	7,0	2,71	19,9	0,1	8,5	28,5	0,8	6,3	19,4	26,5
90-150	45,2	7,6	7,31	63,3	0,2	23,1	86,6	1,5	46,9	45,6	94,0

Aniones :

Cb - carbonatos + bicarbonatos

Sf - sulfatos

Cl - cloruros

Perfil B31

Situación: Plancha 31, a 28 km al suroeste de Calamar;  $10^{\circ}04'N$ ,  $75^{\circ}06'W$

Altitud: 200 metros

Lluvia: 120 cm/año

Material de partida: pizarra y arenisca terciaria o cretácea; estratificación perpendicular a la pendiente del terreno, excepto cerca de la superficie donde la estratificación es paralela a la superficie del terreno debido a hundimiento

Topografía: pendiente convexa 33%; colinas pronunciadas

Uso: ninguno; arbustos, hierba y algunos árboles

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Ustropoepe vértico

A1 0-11 cm Arcilloso pardo (10YR 4/3 en húmedo); pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) sobre caras de agregado estructural; estructura granular, fuerte, mediana; duro, firme, y adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y vacíos entre agregados estructurales; pocas raíces pequeñas y medianas, que están confinadas a los vacíos entre agregados estructurales; ligeramente ácido (pH 6,5); límite plano, gradual a

B2 11-42 cm Arcilloso pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo); pardo amarillento (10YR 5/4) sobre caras de agregado estructural; estructura granular moderada, mediana; firme a friable y adherente y plástico; fragmentos de arenisca dura subangulares menos de 1% en volumen; poros tubulares frecuentes muy pequeños, pocos pequeños, y muy pocos medianos; muchas manchas pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) y llenos de poro tubular pequeños y medianos en la parte superior del horizonte B2 disminuyendo gradualmente con la profundidad hasta cero por debajo de 21 cm; raíces frecuentes; ligeramente ácido (pH 6,6); límite plano, neto a

C1 42-72 cm Franco arcilloso pedregoso pardo amarillento (10YR 5/6 en húmedo), con pocas manchas de color pequeñas, amarillo parduzco (10YR 6/8); estructura en bloques subangulares, débil, muy fina; ligeramente duro, friable y ligeramente adherente y ligeramente plástico; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos medianos; pocas raíces; ligera reacción al HCl diluido; ligeramente alcalino (pH 7,65); el horizonte incluye una banda blanca discontinua de acumulación de cal; límite plano, neto a

(continúa en la página siguiente)

C2r 72-105+

Roca madre meteorizada, ligeramente dura; arenisca y arcilla esquistosa con estratificación paralela a la pendiente del terreno; bandas de acumulación de cal paralelas a los planos de estratificación.

Notas: 1/ Las hormigas han subido algo de material pardo amarillento desde el horizonte B2 hasta el horizonte A1.

Perfil B31

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo		arena		C%	N%	C/N	pH	
			f.	gr.	f.	m.					
A1	0- 11	51,4	26,7	6,8	14,1	0,9	0,1	2,73	0,37	7	6,5
B2	11- 42	50,1	29,3	10,2	9,9	0,4	0,1	0,67	0,14	5	6,6
C1	42- 72	45,5	23,5	9,9	20,8	0,3	0,0	0,40	0,09	4	7,65
C2r	72-105	44,5	26,6	8,0	19,0	1,9	0,0	0,22	0,07	3	7,6

Profundidad cm	CCC me/100g	caciones cambiables (me/100g)					% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma Al			
0- 11	54,5	36,5	7,1	0,46	0,30	44,4	-	82	2,0
11- 42	51,0	37,7	6,1	0,22	0,37	44,4	-	87	0,4
42- 72	38,7	42,1	3,3	0,12	0,34	45,9	-	sat.	0,2
72-105	40,7	42,0	2,9	0,20	0,41	45,5	-	sat.	0,2

Perfil B32

Situación: Plancha 30, a 0,5 km al sur de Tierra Bomba;  $10^{\circ}22'N$ ,  $75^{\circ}35'W$

Altitud: 30 metros

Lluvia: 70 cm/año

Material de partida: depósitos de caliza pleistocénicos

Topografía: banco prácticamente llano adyacente al mar

Uso: pastoreo; arbustos y árboles achaparrados

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Ustropepte lítico

O1 1- 0 cm Capa continua de hojas de frondosas sueltas

A1 0- 9 cm Franco arcilloso pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 3/2 en seco) ligeramente pedregoso; estructura granular, moderada, gruesa; duro y adherente y ligeramente plástico; pocas raíces; reacción con HCl diluido; límite plano, neto a

A3 9-21 cm Franco arcilloso muy pedregoso pardo grisáceo oscuro (10YR 3,5/2 en húmedo, 3,5/2 en seco); estructura granular, moderada, mediana; adherente y ligeramente plástico; pocas raíces; reacción con HCl diluido; límite plano, gradual a

B2 21-33 cm Franco arcilloso muy pedregoso pardo (10YR 4/3 en húmedo, 4/3 en seco); estructura granular débil, mediana; adherente y plástico; pocas raíces; reacción con HCl diluido; límite plano, neto a

C1 33-45 cm Franco arcilloso ligero, muy pedregoso, pardo (10YR 5/3 en húmedo, 6/3 en seco); sin estructura; adherente y ligeramente plástico; pocas raíces; reacción con HCl diluido; límite irregular, brusco a

C2r 45+ Caliza blanca, ligeramente dura.

Notas: 1/ Las piedras en los horizontes A y B son duras; la mayoría tienen menos de 3 pulgadas de diámetro promedio; 2/ las piedras en el horizonte C1 son ligeramente duras.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B32

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.					
A1	0- 9	42,6	18,6	8,1	24,6	5,7	0,4	3,27	0,49	7	7,65	
A3	9-21	47,0	16,8	6,9	23,8	5,5	0,0	2,29	0,37	6	7,7	
B2	21-33	49,3	15,3	9,9	20,9	4,6	0,0	1,02	0,18	6	7,8	
C1	33-45	56,7	14,9	6,5	17,8	3,8	0,3	0,50	0,09	6	7,95	

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0- 9	38,2	39,8	5,8	2,38	0,39	48,4	-	sat.	0,9	19,7
9-21	32,7	37,6	3,2	2,04	0,24	43,1	-	sat.	0,2	24,1
21-33	22,6	33,9	2,1	0,42	0,31	36,7	-	sat.	0,2	42,8
33-45	12,5	29,6	1,2	0,22	0,28	31,3	-	sat.	0,2	47,8

Profundidad cm	% hierro libre en Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
-------------------	---

0- 9	0,65
9-21	0,70
21-33	0,83
33-45	0,39

extracción de hierro libre expresado como óxido férreo, mediante ditionito sódico, modificación del método de Deb.

Perfil B33

Situación: Plancha 23, a 7 km al este de Cartagena;  $10^{\circ}24'N$ ,  $75^{\circ}30'W$

Altitud: 10 metros

Lluvia: 70 cm/año

Material de partida: arenisca terciaria con pocos guijarros (véanse notas)

Topografía: pendiente convexa 15%; terreno ondulado; erosión laminar moderada

Uso: abandonado; arbustos y terreno desnudo

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Haplustalfé lítico

O1 Capa continua, delgada de hojas de frondosas deciduas

A1 0-12 cm Franco arenoso graviscoso pardo oscuro ( $7.5-10YR\ 4/3$  en húmedo,  $5/3$  en seco) aglomerado, sin estructura; ligeramente duro, friable, y ligeramente adherente y plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y pocos pequeños; pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,5); límite plano, brusco a

B2t 12-35 cm Franco arcillo-arenoso pardo ( $7.5YR\ 4/4$  en húmedo), ligeramente graviscoso; estructura en bloques subangulares, débil, grande; revestimientos delgados a moderadamente gruesos, casi continuos, pardo oscuro ( $7.5YR\ 3/3$ ) sobre caras de agregado estructural, con granos de arena netos sobresalientes; muy duro, muy firme, y adherente y muy plástico; poros tubulares frecuentes muy pequeños y muy pocos pequeños; pocas raíces; fuertemente ácido (pH 5,4); límite plano, neto a

Cr 35+ Arenisca ligeramente dura con pocos guijarros redondeados, la mayoría de menos de 3 cm de diámetro promedio.

Notas: 1/ sin diferencias notables en cuanto a tamaño, forma o composición en grava de los horizontes A y B y en la roca madre; 2/ forma de los guijarros: 73% ecuantes, 13% prolongados por los polos, 8% aplastados por los polos, y 6% triaxiales; 3/ composición de los guijarros: 21% cuarzo; 61% pedernal; 1% arenisca; 4% arcilla esquistosa; 4% ignea fanerítica; 3% ignea afanítica (riolita y otras rocas volcánicas); 3% metamórficas (cuarcita, anfibolita, etc.) 1% breccia de toba volcánica; y 2% nódulos limoníticos.

(continúa en la página siguiente)

Perfil B33

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.					
A1	0-12	23,7	9,7	7,7	36,1	22,0	0,8	0,78	0,15	5	5,45	
B2t	12-35	29,6	11,7	5,4	30,6	20,5	2,2	0,47	0,10	5	5,35	
Cr	35-70	20,3	5,6	3,6	37,3	30,6	2,6	0,09	0,05	2	6,0	

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)					% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma		
0-12	15,4	8,0	3,9	0,18	0,21	12,3	-	80
12-35	19,4	9,5	7,0	0,19	0,58	17,3	-	89
35-70	13,1	6,7	5,6	0,05	0,54	12,9	-	99

Perfil B34

Situación: Plancha 23, a 40 km al noreste de Cartagena;  $10^{\circ}42'N$ ,  $75^{\circ}18'W$

Altitud: 20 metros

Lluvia: 70 cm/año

Material de partida: depósitos de grava terciarios no consolidados, con guijarros de hasta 8 cm de diámetro medio (véanse notas)

Topografía: pendiente convexa 30% por encima y 35% por debajo del perfil del suelo

Uso: ninguno; arbustos y árboles achaparrados

Vegetación natural: bosque de frondosas deciduas

Clase de drenaje: excesivamente bien drenado

Clasificación: Normisamiento típico

A11 0-4 cm Arenoso franco gris muy oscuro (10YR 3/1 en húmedo, 4/1 en seco); aglomerado, sin estructura; blando, friable y no adherente y no plástico; muchos espacios de poro muy pequeños y microintersticiales; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pequeños y medianos; pocas raíces; neutro (pH 6,8); límite plano, neto a

A12 4-20 cm Arenoso franco graviscoso pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 en húmedo, 5/2 en seco); aglomerado, sin estructura; ligeramente duro, friable, y no adherente y no plástico; muchos espacios de poro muy pequeños y microintersticiales; pocos poros tubulares muy pequeños y muy pocos pequeños y medianos; pocas raíces; ligeramente ácido (pH 6,4); límite plano, gradual a

C1 20-45 cm Arenoso franco muy graviscoso pardo (10YR 4/3 en húmedo, 6/3 en seco); aglomerado, sin estructura; ligeramente duro, friable y no adherente y no plástico; muchos espacios de poro muy pequeños y microintersticiales; pocos poros tubulares muy pequeños; pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,9); límite difuso a

C2 45-110 cm Arenoso franco muy graviscoso pardo amarillento oscuro (10YR 4/4 en húmedo, 6/4 en seco); aglomerado, sin estructura; ligeramente duro, friable, y no adherente y no plástico; muchos espacios de poro muy pequeños y microintersticiales; pocos poros tubulares muy pequeños; muy pocas raíces; moderadamente ácido (pH 5,6); límite plano, brusco a

(continúa en la página siguiente)

IIC3 110-150+ Franco arenoso fino pardo amarillento (10YR 5/4 en húmedo, 6/4 en seco), con muchas manchas medianas, gris claro (2.5Y 6/1 en húmedo) y pocas, pequeñas, pardo intenso (7.5YR 5/8 en húmedo); arenisca fina horizontalmente estratificada; muy duro y adherente y ligeramente plástico; pocos poros tubulares muy pequeños.

Notas: 1/ pH por indicadores y un gráfico La Motte; 2/ tamaño, forma y composición de la grava prácticamente igual en todos los horizontes por encima de 110 cm de profundidad; 3/ forma de los guijarros: 62% ecuante, 15% prolongada por los polos, 12% aplastada por los polos, y 11% triaxial; 4/ ligera indicación de orientación horizontal de guijarros no ecuantes; 5/ composición de los guijarros: 19% cuarzo; 64% pedernal; 1% arenisca; 3% arcilla esquistosa; 3% igneo fanerítica, todos fuertemente meteorizados y ligeramente duros a blandos; 5% igneo afanítica, en su mayor parte riolita; 5% cuarcita y otras rocas metamórficas.

Perfil B34

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo		arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.				
A11	0- 4	12,9	4,7	2,8	31,8	43,6	4,2	1,46	0,18	8	6,15
A12	4- 20	14,4	7,6	2,9	38,7	34,4	2,0	0,88	0,14	6	6,2
C1	20- 45	13,5	6,7	3,3	37,1	37,3	2,1	0,38	0,07	5	6,0
C2	45-110	8,9	9,0	3,7	37,5	36,6	4,3	0,14	0,04	4	5,8
IIC3	no hay muestra										

Profundidad cm	CCC me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al		
0- 4	11,7	7,4	2,9	0,11	0,67	11,1	-	95	22
4- 20	9,9	6,6	1,4	0,25	0,27	8,5	-	86	7
20- 45	6,6	3,3	1,2	0,11	0,13	4,7	-	71	0,4
45-110	6,8	2,5	2,4	0,04	0,14	5,1	-	75	3

Perfil B35

Situación: Plancha 23, a 40 km al noreste de Cartagena;  $10^{\circ}42'N$ ,  $75^{\circ}18'W$

Altitud: 1 metro, o menos, por encima del nivel del mar para marea alta

Lluvia: 60 cm/año

Material de partida: arena de playa, movida probablemente por el viento

Topografía: parte alta de una pequeña colina, sólo medio metro por encima de pantano de manglar

Vegetación natural: vegetación herbácea, terreno desnudo, y raíces de mangle rojo (Rhizophora mangle)

Clase de drenaje: imperfectamente drenado

Clasificación: Acuisamiento aérico

A1 0-7 cm Arenoso pardo oscuro (10YR 4/3 en húmedo); sin estructura, grano individual; pocos (menos de 10%) granos de arena manchados; muy friable y no adherente y no plástico; raíces frecuentes; alcalino (pH 7,7); límite plano, neto a

C1 7-20 cm Arenoso pardo pálido (10YR 6/3 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, blancas (N 9/0) y pocas manchas pequeñas, pardo amarillento (10YR 5/8); sin estructura, grano individual; granos frecuentes de arena, 10-25% manchados en matriz; sin granos manchados en volúmenes blancos; y muchos granos, 25-75%, manchados en volúmenes pardo amarillento; muy friable, y no adherente y no plástico; pocas raíces; alcalino (pH 8,0); límite plano, gradual a

C2 20-40 cm Arenoso gris (2.5Y 5,5/1 en húmedo), con manchas frecuentes, medianas, pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); sin estructura, grano individual; pocos granos, menos de 10%, manchados en matriz; y muchos, 25-75%, granos con manchas; muy friable, y no adherente y no plástico; pocas raíces; alcalino (pH 7,95); límite plano, neto a horizonte C3

33-36 cm Arcilloso gris verdoso (5GY 5/1 en húmedo), con pocas manchas pequeñas, pardo intenso (7.5YR 5/6), y pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) rodeando a poros tubulares; aglomerado, sin estructura; adherente y plástico; una inclusión lenticular discontinua en el horizonte C2, con límites bruscos.

(continúa en la página siguiente)

C3 40-120+ Arenoso gris; sin estructura, grano individual; muy pocos, menos de 2%, de granos de arena manchados; muy friable y no adherente y no plástico; muy pocas raíces; muy fuertemente ácido (pH 5,0).

Notas: 1/ composición similar en la fracción de arena fina de todos los horizontes: cuarzo igual o ligeramente mayor que feldespato; mucho clinopiroxeno, hiperesteno, y hornblenda en separaciones densas; accesoriamente biotita, epidota, etc.; 2/ muy pequeña cantidad de pedernal en arena mediana a grande por debajo de 40 cm de profundidad.

### Perfil B35

Horizonte	Profundidad cm	arcilla	limo			arena			C%	N%	C/N	pH
			f.	gr.	f.	m.	gr.					
A1	0- 7	5,0	0,9	0,5	24,7	68,3	0,6	0,51	0,05	10	7,7	
C1	7- 20	4,9	1,2	0,3	27,7	65,6	0,3	0,44	0,06	7	8,0	
C2	20- 40	3,8	1,3	0,0	21,4	73,3	0,2	0,36	0,05	7	7,95	
C3	40-120	2,8	0,2	0,4	23,0	73,3	0,3	0,25	0,04	6	5,0	

Profundidad cm	ccc me/100g	cationes cambiables (me/100g)						% saturación de base	P ppm	% CaCO <sub>3</sub>
		Ca	Mg	K	Na	suma	Al			
0- 7	5,8	2,3	1,6	0,27	1,54	5,7	-	98	28	-
7- 20	5,5	3,9	2,0	0,26	0,49	6,7	-	sat.	26	0,0
20- 40	4,8	10,0	1,5	0,16	0,53	12,2	-	sat.	19	0,7
40-120	3,5	2,1	0,7	0,13	0,09	3,0	-	86	6	-

### Extracto de saturación

Profundidad cm	% agua	pH	CCx10 <sup>3</sup> mmohs/cm	cationes (me/l)			aniones (me/l)				
				Ca+Mg	K	Na	suma	Cb	Sf	Cl	suma
0- 7	30,2	7,4	58,25	392,5	6,5	447,5	846,5	5,0	20,8	855,9	881,7
7- 20	29,2	7,6	37,0	180,1	3,5	180,0	363,6	4,5	9,6	467,0	481,1
20- 40	32,2	7,35	32,2	185,1	3,5	212,5	401,1	3,3	14,9	394,2	412,4
40-120	30,4	6,05	11,3	93,0	2,5	60,0	155,5	1,4	54,4	96,1	151,9

### Aniones :

Cb - carbonatos + bicarbonatos

Sf - sulfatos

Cl - cloruros



## MAPA N° 5

REPUBLICA DE COLOMBIA  
INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI"  
DEPARTAMENTO AGROLOGICO  
**MAPA EXPLORATORIO FISIOGRAFICO  
PEDOLOGICO**  
SECTOR NORTE DEL DEPARTAMENTO  
DE BOLIVAR  
1966

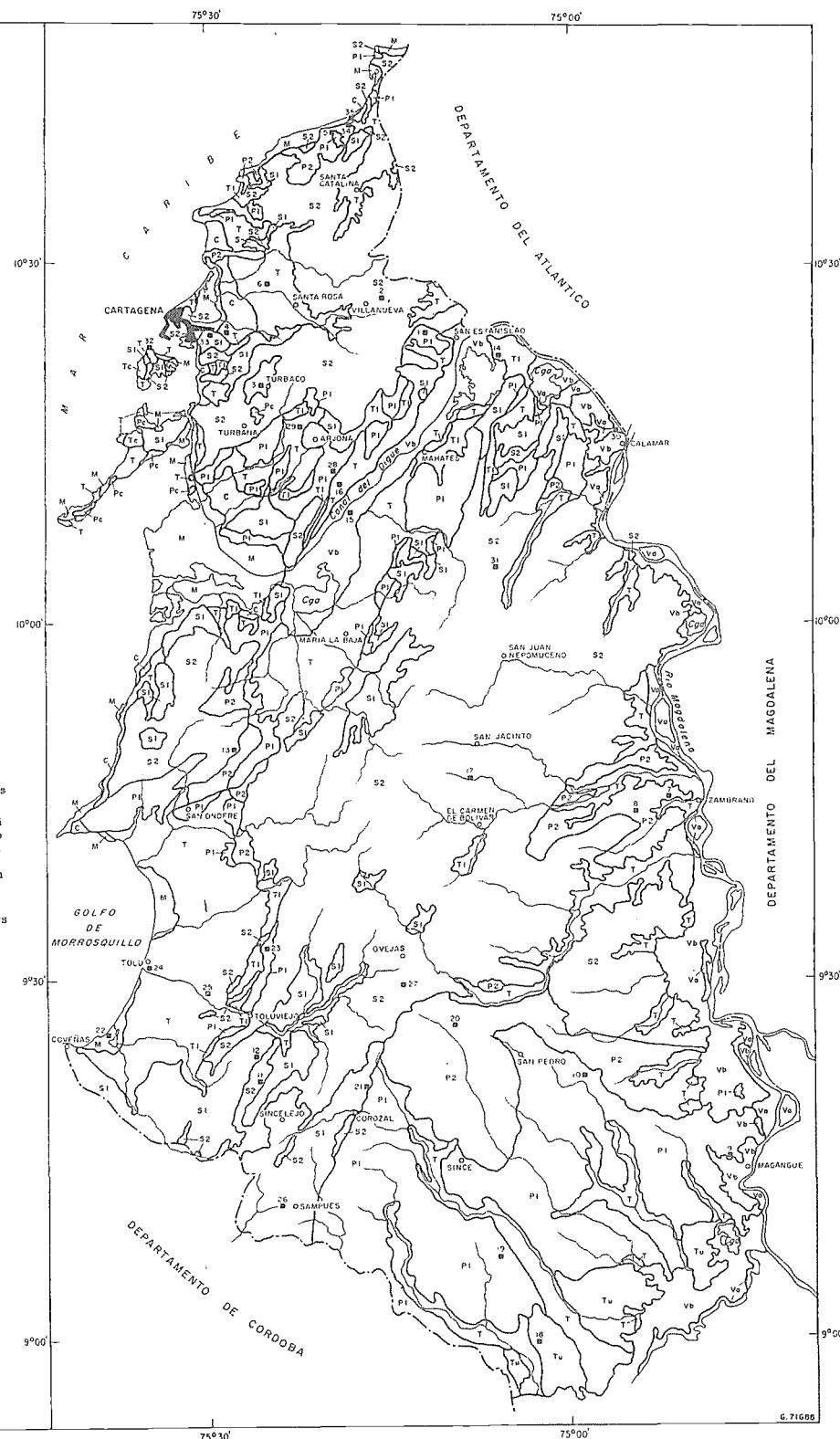
### EXPLICACION DE LOS SIMBOLOS

- [C] Planicies cercanas a la costa y casi a nivel del mar: Vertisols salinos
- [M] Marismas costeras y dunas: Hydraquepts, Halaquepts y Psammnts
- [P1] Sedimentos no consolidados con pendientes entre 1 a 15%: Ustrovepts, Haplustalfs, Normustalfs y Vertisols
- [P2] Sedimentos no consolidados con pendientes entre 12 a 30%: Psammnts y Ustrovepts
- [PC] Calizas duras con pendientes entre 1 a 6%: Rhodic Ustrovepts
- Sedimentos consolidados con pendientes entre 1 a 15%: Lithic Haplorthents, Ustropicpts, Haplustalfs, Normustalfs y Vertisols
- [S1] Sedimentos consolidados con pendientes mayores que 12% y no consolidados con pendientes mayores que 25%: Lithic Haplorthents y Ustropicpts
- Terrazas y planicies Cuaternarias de relieve casi plano, con pendientes menores que 3%, incluyendo algo de vega: Vertisols, Normaquepts y Ustrovepts
- [T1] Terrazas Cuaternarias ligeramente onduladas, con pendientes entre 1 a 6%
- [Te] Calizas suaves o ligeramente duras con pendientes menores que 3%: Lithic Rendollie Ustrovepts
- [Tu] Terrazas Cuaternarias lixiviadas con pendientes entre 1 a 3%: Plinthic Tropaquepts
- [Vb] Vega alta, con suelos bien a imperfectamente drenados Haplorthents y Ustrovepts
- [Vb] Vega baja, con suelos pobemente a muy pobemente drenados: Normaquepts

### CONVENCIONES

- Ríos
- Cahos y Quebradas
- Vb Simbolo de suelos
- Linea de suelos
- Limite departamental
- Sitio de descripción de perfiles

0 4 8 12 16 20 Km

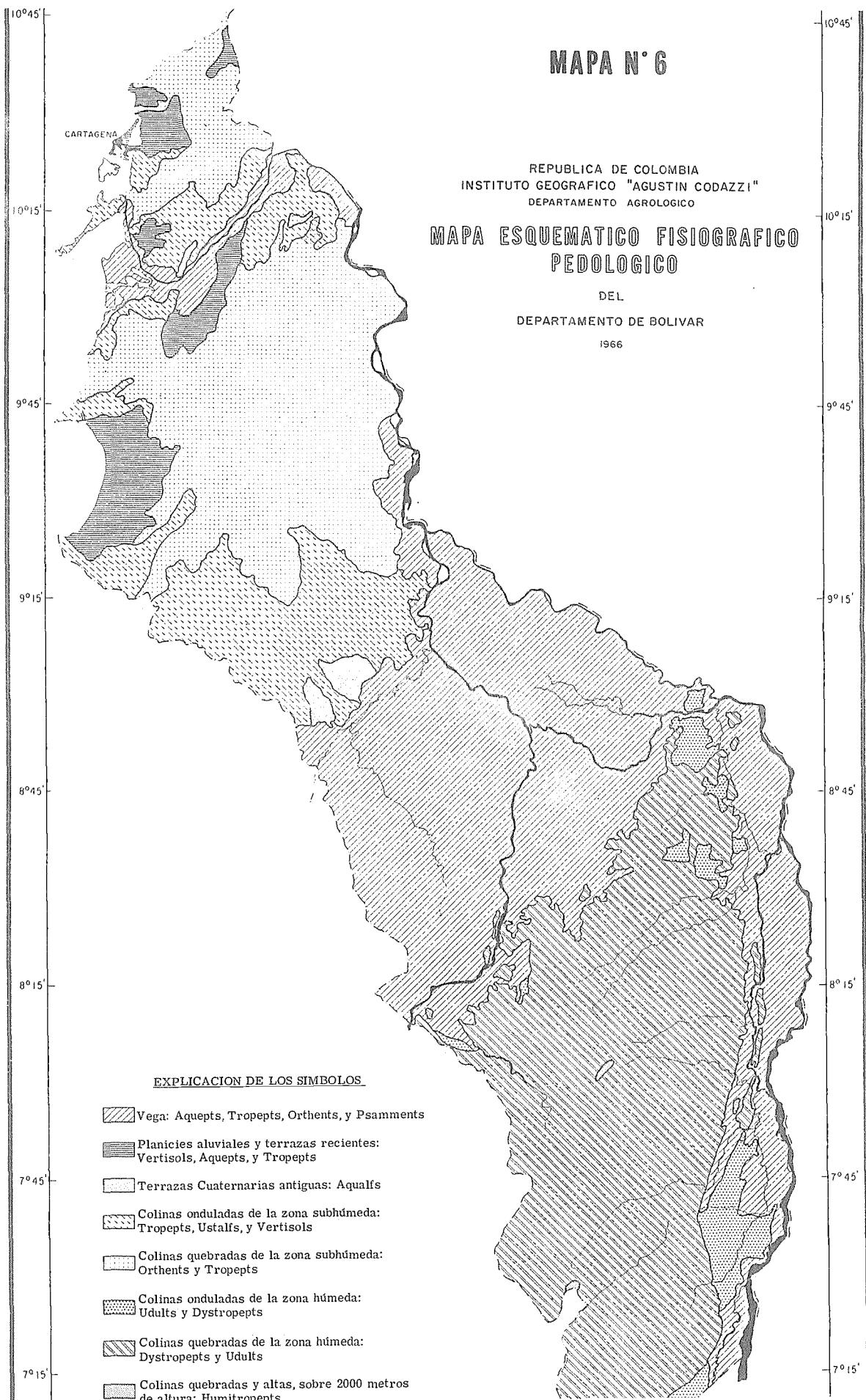


## MAPA N° 6

REPUBLICA DE COLOMBIA  
INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI"  
DEPARTAMENTO AGROLOGICO

### MAPA ESQUEMATICO FISIOGRAFICO PEDOLOGICO

DEL  
DEPARTAMENTO DE BOLIVAR  
1966



MR/71688/6.69/S.1/600