

INSTITUTO GEOGRÁFICO "AGUSTÍN CODAZZI"  
DEPARTAMENTO AGROLOGICO

Director                                      Ingeniero JOSÉ LUIS CADAVID  
Jefe del Departamento    Ing. Agr., M. S., Víctor Vega J.

ESTUDIO GENERAL DE SUELOS  
DEL  
ORIENTE ANTIOQUEÑO

Por

Fernando Fernández y Néstor Santa  
Ingenieros Agrónomos

Bogotá, D. E.

**1964**

Imprenta I.G.A.C.

## C O N T E N I D O

	Pag,
I - INTRODUCCIÓN.	1
GENERALIDADES . . . . .	4
Idealización Geográfica y Extensión . . . . .	4
Colonización y. Población . . . . .	5
Industrias . . . . .	7
Transporte y Mercados . . . . .	8
Facilidades de la Comunidad . . . . .	9
Distribución de la Propiedad Rural- . . . . .	10-
III - GEOLOGÍA . . . . .	12
Material ígneo . . . . .	12
Material Metamórfico . . . . .	13
Material Cuaternario . . . . .	13
Cenizas Volcánicas . . . . .	14
Características Mineralógicas . . . . .	17
Características Morfológicas . . . . .	18
Características Químicas . . . . .	19
Características Agrícolas . . . . .	22
Diferencias con el Material Subyacente . . . . .	23
Características de las Arcillas . . . . .	25
IV - CLIMA E HIDROGRAFÍA . . . . .	28
Clima . . . . .	28
Hidrografía . . . . .	30
V - VEGETACIÓN . . . . .	35
VI - SUELOS . . . . .	39
Materiales y Métodos . . . . .	39
Morfología y Descripción General del Área . . . . .	40
Factores de Formación del Suelo . . . . .	46
Material Parental . . . . .	47
-Clima . . . . .	49
Actividad Biológica . . . . .	51
II	

	Pag
-Relieve .....	53
Tiempo .....	53
Material Subyacente .....	54
Suelos de Colinas Altas ....	55
Suelos de Colinas .....	56
Suelos de Terrazas y Aluviones	57
Descripción de Perfiles ...	58
Características Químicas .....	69
Clasificación .....	75
Uso y Manejo Actual .....	77
Manejo.Aconsejable. - .....	81
RESUMEN	88
BIBLIOGRAFÍA	90
APÉNDICE:	
Cuadro de Análisis Físico-Químicos	
Mapa de Suelos - - - •	

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio es parte del reconocimiento general de suelos del Departamento de Antioquia que adelanta el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Pese a ello, sobrepasa los límites de tal, para llegar a ser casi uno de tipo semideta llado.

Este trabajo será de utilidad para aquellas perso\_ nas encargadas de planear y dirigir la economía agrícola de la región; para aquellas cuya labor diaria está dirigida a mejorar y elevar el nivel de vida del habitante rural, y, finalmente, ser vira como derrotero para futuras investigaciones encaminadas a veriguar los problemas que las cenizas volcánicas han impartido a los suelos, tales como su alto contenido de aluminio, el poder fijativo del fósforo y su alta capacidad amortiguadora.

Existe el convencimiento entre los agricultores de la región de la pobreza de estos suelos y lo costoso de su ma\_ nejo, lo cual atestiguan las diferentes investigaciones efectúa das, con base en las hipótesis expuestas por sus autores acerca del origen y naturaleza de los factores que aportan tales carac\_ terísticas, haciéndose hincapié en que el material parental es el factor predominante en ellos en cuanto a sus características fí\_ sicoquímicas y su marcada pobreza se refiere.

EL reconocimiento de los suelos, su ubicación, su origen y manejo constituyen la parte esencial de este trabajo.

Se diseñó un mapa de suelos para mostrar la distribución de los tipos de suelo u otras unidades de mapeo con relación a otros rasgos físicos y culturales de los mismos, habiéndose trazado sus límites mediante observaciones hechas a intervalos grandes.

Los reconocimientos de suelos incluyen aquellas investigaciones necesarias para:

- 1.- Determinar las características importantes de los suelos.
- 2.- Clasificación en tipos definidos y otras unidades.
- 3.- Establecer y trazar sobre los mapas los límites entre la clase de suelos.
- 4.- Correlacionar y predecir la adaptabilidad de los suelos a varias cosechas, árboles y pastos, y su comportamiento y productividad bajo diferentes sistemas de manejo (29).

El objetivo fundamental de un reconocimiento de suelos, como de cualquier otra investigación, es hacer predicciones.

Los experimentos con suelos, plantas y animales, continúan progresando en todo el mundo. Se están probando nuevos sistemas agrícolas tanto en la investigación como en la práctica. Fundamentalmente, la clasificación del suelo sirve como base para sintetizar e informar los resultados de tales investigaciones y

experiencias. Mientras más progrese la ciencia agrícola, más importante será el reconocimiento (29).

Uno de los principales fines de este trabajo, además del reconocimiento, fue el de tratar de demostrar el origen volcánico de los suelos y de que la mayoría de los problemas de fertilidad que los afecta depende en gran parte, del material parental. Una vez conocido el origen y los principales problemas, se entra a recomendar los sistemas de manejo adecuado y las cosechas más aconsejables.

Revisaron la Monografía, los Ingenieros Agrónomos José Luis Bermúdez C. y Mariella Escovar T., Jefe y Asistente del Grupo de Monografías y Publicaciones del Departamento Agrológico, respectivamente.-

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AGROPECUARIA Y VETERINARIA  
CARRANZA, PUNO

## GENERALIDADES

Idealización Geográfica y Extensión.-

EL área de estudio comprende los municipios de Guarne, San Vicente, Peñol, Guatapé, Marinilla, Santuario, EL Retiro, La Ceja, Carmen de Viboral, con una extensión aproximada de 2.000 Km<sup>2</sup>.

La localización geográfica de estos municipios es la siguiente: (2)

<u>Municipios</u>	<u>Latitud Norte</u>		<u>Longitud Oeste</u>	
Carmen de Viboral	6o. 05'	12"	1o. 14'	14"
Guarne	6o. 17'	06"	1o. 20'	42"
Guatapé	6o. 14'	11"	1o. 04'	23"
La Ceja	6o. 01'	14"	1o. 20'	48"
Marinilla	6o. 10'	23"	1o. 14'	56"
Peñol	6o. 13'	54"	1o. 08'	00"
Retiro	6o. 03'	36"	1o. 24'	19"
Rionegro	6o. 08'	50"	1o. 12'	16"
Santuario	6o. 08'	41"	1o. 11'	22"
San Vicente	6o. 12'	13"	1o. 14'	39"

Con respecto al Meridiano de Bogotá  
(74°04' - 51.3")

Colonización y Población.

A principios de la cuarta década del siglo XVI llegó el conquistador Jorge Robledo al Valle de Aburra, vino alentado por la idea de hallar el fabuloso valle de Arví, lleno de riquezas, según la leyenda.- Con ese mismo fin envió parte de sus hombres a explorar las montañas que se elevan hacia el Oriente del Aburra, llegando así los primeros españoles a la región; pero no se estableció ninguna población, mucho tiempo pasó sin que nadie volviera al "Oriente".

En el siglo XVII varias familias del Aburra y de Santa Fe de Antioquia fundaron a San Nicolás de

A partir de esta población, se fueron fundando las demás de la zona; casi todas se originaron a raíz de la explotación aurífera de la región, principal objetivo de los colonizadores.

Los valles de los ríos Negro, Marinilla y Pereira fueron originalmente las únicas tierras dedicadas a la agricultura y la ganadería. Según los historiadores, en el Valle de Marinilla y en las crestas de las montañas que rodean, el Valle de la Ceja, existían algunas tribus aborígenes que cultivaban el maíz, la yuca, el plátano, el aguacate, la arracacha, etc. (1). Luego llegaron los españoles, seguramente atraídos por la semejanza del clima de los mencionados valles con el de su país,

Es muy importante el hecho de que los historiadores hablen de la pobreza de los suelos de San Vicente y de la rápida pérdida de la fertilidad de los suelos del Valle de Marini

lla, lo cual obligó a los habitantes a dedicarse a la minería, en el primer caso, y a la carga, hasta de seres humanos, en el segundo.

De lo anterior se deduce que sólo los valles ofrecían limitadas perspectivas para las labores agropecuarias, pero que si se trabajaban intensamente perdían muy pronto su fertilidad, lo que daba a entender que los suelos no eran tan fértiles como se creía (1).

Por otra parte, es un dato muy importante la forma como se fundó el Carmen de Viboral. Dice el historiador (1) que por esa región iba el camino hacia el municipio de Remedios y que habiéndose enviado una gran cantidad de ganado de Arma Vieja hacia esa población, al pasar por el Valle de Marinilla se extraviaron más de 500 cabezas y se volvieron cerriles; para recuperar dicho ganado el dueño se hizo adjudicar en el Valle 2 leguas de terreno para dedicarlos a la ceba de ganado. A pesar de que ya habían colonos allí en esa época (1573), es bastante raro que solamente por no perder el ganado se hubieran aprovechado esos terrenos y que se enviara ganado a distancias tan grandes, existiendo tierras más próximas; una de las explicaciones pudiera ser la poca fertilidad del suelo.

Con el correr de los años, se fueron agotando los yacimientos auríferos y su extracción se hizo más difícil al llegar la libertad de los esclavos, encareciendo la mano de obra y, por consiguiente, la industria minera. Sólo quedaron unos pocos colonos dedicados a las faenas agropecuarias, que fueron engrosados por la emigración del Valle de Aburra y de Santa Fe de Antio\_

quia, y que fundaron villorrios que se fueron transformando en los municipios de hoy.

Actualmente el área abarcada por la penillanura posee una población de 119=552 habitantes según datos del último censo, distribuidos en 24.204 habitantes urbanos y 95.348 habitantes rurales.

La mayor parte de la porción está ubicada en la unidad denominada Aluvión, en la cual se hallan las concentraciones urbanas mayores. Los principales centros urbanos son, en orden de importancia, Rionegro, con 21.809 habitantes, EL Carmen de Viboral, con 18.147, y Marinilla, con 14.247

Industrias. -

En la región comprendida por el presente estudio existen 69 empresas manufactureras distribuidas así: calzado, cerámica, textiles de algodón y cabuya y otras menores. Entre las industrias extractivas están las de arcilla, para la fabricación de porcelanas. En baja escala se extrae el cuarzo en yacimientos muy locales y muy limitados.

Las industrias manufactureras están localizadas principalmente en Rionegro, El Carmen de Viboral y Guarne; las de extracción en Carmen de Viboral, Rionegro y San Vicente.

La industria de la cerámica utiliza personal urbano que también se ocupa de labores agrícolas., tal como sucede en El Carmen de Viboral. El obrero cumple su jornada en la empresa

y luego se dedica a trabajos agrícolas en lotes cercanos a la población.- En las industrias textiles el personal empleado es de dedicación exclusiva y no interviene en otras labores. la industria del calzado y la de tejido de la cabuya son tradicionales y casi siempre artesanales.- EL personal ocupado en ellas siempre ha sido empleado en esa labor. Las nuevas industrias, por el contrario, han empezado a ocupar, aunque en mínima parte todavía , personal rural, desplazándole de sus labores agrícolas. En el futuro es muy probable que gran parte de La población agrícola sea desplazada por el sector industrial, lo cual, lógicamente, hará aumentar tanto el nivel técnico de la agricultura como el económico de ambas poblaciones.

Por otra parte, la industria tiende a aumentar la concentración urbana, creando verdaderos centros fabriles que serán núcleos regionales, tal como sucederá con Rionegro,

#### Transporte y Mercados.-

El transporte se hace íntegramente por carretera. Actualmente la región posee un buen sistema de vías entre los diferentes municipios y Medellín.

Existen, además, muchas vías carreteables de penetración a diferentes veredas, como también caminos de herradura.

La distancia de estos municipios a Medellín es la siguiente:

	Km.
Carmen de Viboral	48
Guarne	25
Guatapé	76.5
La Ceja	40.5
La Unión	56
Marinilla	45
Peñol	67.5
Retiro	32
Rionegro	38
Santuario	57
San Vicente	48

Se presentan buenas facilidades para el transporte de los productos agropecuarios; las unidades que abarcan los mejores suelos, Aluvión y Terraza, o al menos los de uso más económico, tienen las mejores vías y están situadas más cerca de los mercados.

Todos los productos agropecuarios son enviados a Medellín, mercado obligado de la zona, en la cual no existen prácticamente factorías, plantas de empaque u otras instalaciones por el estilo.

#### Facilidades de la Comunidad.-

Escuelas, iglesias, hospitales, bibliotecas, teléfonos, electrificadora y otras facilidades comunales son frecuen

tes en la región, en forma más o menos aceptable para la mayoría de la población urbana; la rural, por el contrario, carece casi totalmente de dichos servicios, especialmente en las divisiones o separaciones Colinas Altas y Colinas. Para esta misma población las facilidades de recreación son prácticamente nulas; en cambio los habitantes urbanos, disfrutan de cines, campos de deportes y otras facilidades de recreación.

#### Distribución de la Propiedad Rural.

Aunque parte de los municipios que componen la península central de Antioquia posee zonas que no están situadas dentro de ella, los datos y apreciaciones sobre distribución de la propiedad son muy representativos, ya que el mayor porcentaje de la extensión territorial de los mismos se encuentra en esa unidad geomórfica.

Aproximadamente el 17% de la propiedad está compuesto por fundos menores de 1/2 hectárea, siendo el menor porcentaje de 6.90% para San Vicente, y de 27.82%, el mayor, para Santuario. De 1 a menos de 1 hectárea, 17% aproximadamente. Las fincas de 1 a menos de 2 hectáreas, abarcan aproximadamente el 20% del total de las propiedades. Estos porcentajes van disminuyendo notablemente hasta llegar al máximo de extensión, que es de 500 a 1.000 hectáreas, y que comprende mucho menos del 1% del total de la propiedad rural (9).

Más del 50% del total de la propiedad está compuesto por fincas cuya extensión no llega a 3 hectáreas (9).

Teniendo en cuenta la baja calidad de los suelos en cuestión, y suponiendo que quien los cultive (sea propietario o aparcerero) es un campesino, pueden considerarse como minifundio todas las propiedades menores de 6 hectáreas. Esta distribución de la propiedad incide de una manera extraordinaria en el costo de la producción y, lógicamente, en el nivel de vida del campesino.

Desde el punto de vista, de la distribución de la propiedad, es aconsejable un plan de concentración de la misma, sea por un sistema u otro, ya que es más económico el manejo de los suelos con base en extensiones más adecuadas que faciliten su cultivo y hagan más viable los programas de desarrollo agrícola.

### III

## GEOLOGÍA

La zona en estudio comprende materiales derivados de rocas ígneas y metamórficas, así como también terrazas y aluviones cuaternarios y mantos de cenizas volcánicas depositados sobre las rocas mencionadas, altamente meteorizadas.

### Material ígneo.-

La intrusión ígnea corresponde al "Batolito Antioqueño", ubicado aproximadamente entre 0° y 1.5° longitud Oeste de Bogotá y 5.5° a 8° de latitud Norte.- Son rocas del aspecto de las graníticas (cuarzo-diorita), masivas, en las cuales megascópicamente se observan plagioclasas, cuarzo, hornblenda, biotita, y, a veces, impregnaciones de pirita con gabros en los contactos (3).

EL análisis detallado de las rocas indica la predominancia de la plagioclasa, la ortoclasa y el cuarzo, además de la biotita y la hornblenda, como minerales caracterizantes.- Los minerales accesorios microscópicos son: apatita, titanita, zircón, rutilo y magnetita.

La formación es post-ordoviciana y precenozoica, siendo muy posible que tal intrusión se haya efectuado en el paleozoico superior (3). Comprende los suelos de la unidad geomorfológica denominada Colinas.

Estas rocas se caracterizan por dar, como resultado de su meteorización, suelos profundos, de texturas medianas y livianas, con muy buena permeabilidad, y de colores rojizos a pardos amarillentos con diferentes tonos. Puede observarse que el color de tales suelos varía con el grado de precipitación, haciéndose más rojos a medida que la zona es menos lluviosa, y más pardos, al aumentar este factor.

### Material Metamórfico.-

Está constituido predominantemente por esquistos cuarcíticos, micáceos, hornbléndicos y pegmatita (25). Las rocas frescas afloran en las pendientes muy fuertes, en tanto que en las áreas comprendidas entre el 25 y el 50% la meteorización es bastante profunda.

De la meteorización de estos esquistos se originan suelos arcillosos y franco-arcillosos, de colores rojo y marrones rojizos (14). Los suelos de la unidad Colinas Altas corresponden, en su mayoría, a este tipo de material.

### Material Cuaternario.-

Está constituido por los aluviones de los ríos Pereira, Río negro y La Mosca, así como por las terrazas pleistocénicas del Río negro y del Pereira, y se extiende entre los municipios de La Ceja, Río negro y Guarne. Estas terrazas se caracterizan por poseer un horizonte gley a profundidades que varían entre 70 cm. y 1 m.- Tal horizonte es típico de una laguna que consti.

\_. tuyo el altiplano de Río negro y La Ceja (14).

#### Cenizas Volcánicas.-

Las tierras onduladas y ligeramente quebradas de la penillanura central de Antioquia están cubiertas regularmente de cenizas volcánicas, variando la profundidad de tales depósitos en función de la topografía de la región. En lugares planos o ligeramente pendientes, la profundidad alcanza de 1.50 a 2.00 m., y en las tierras inclinadas de 40 a 50 cm. Sólo en áreas altamente erosionadas pueden observarse afloramientos de arcillas provenientes de la meteorización de rocas (30).

La parte superior de este depósito afloraba veces, directamente, pero en la mayoría de los sitios está influido por un alto contenido de materia orgánica (26).

Wright (3), afirma que tal formación se originó a partir del mismo complejo volcánico que dio origen a los suelos volcánicos de la región Armenia-Manizales y que la mayor parte de este polvo volcánico proviene de magmas ácidos, similares en composición a la dacita y andesita ácida rica en hornblenda. Este material está totalmente transformado en arcilla, siendo el alófano importante constituyente, observándose, además, la caolinita y gib sita en los últimos horizontes.

Scheibe (26) reconoce en esa masa pulverulenta granos de hornblenda, cristales de hierro titánico, granos de magnetita y cristales de biotita, suponiéndose que las partículas

claras arcillosas indican feldespatos descompuestos y que los granos filamentosos sean piedra pómez.

Reconoció también depósitos bastante uniformes, aunque con ciertas diferencias morfológicas, de considerable extensión y de variable profundidad, especialmente por los alrededores de Sonsón, Abejorral, Caramanta y Arma de colores grises con tintes suaves de amarillo a pardusco, así como también materiales arenosos y pulverulentos, porosos y muy deleznable, sin estratificación y atravesados por resquebrajaduras que a menudo le dan aspecto columnar.

Teniendo en cuenta que esta formación conserva su carácter petrográfico sobre grandes extensiones, cualquiera que sea la composición del subsuelo, es lógico suponer un origen más general.- Por la naturaleza de sus constituyentes (hornblenda, hierro titánico, magnetita, biotita y cuarzo), que muchas veces muestran cristales intactos, y por la carencia de estratificación que indique transporte aluvial del material, se estima que hubo transporte aéreo y que los materiales provienen de una fuente volcánica. Por tales razones, esta formación se ha denominado "Cenizas Volcánicas" (26).

En la altiplanicie de Río negro hay una formación moderna del mencionado desarrollo, con la única diferencia de que los minerales característicos son, generalmente, más escasos (26).

Ospina (22) considera que la mayor actividad de nuestros volcanes tuvo lugar entre la mitad y el fin del período cuaternario, la que debió extenderse hasta siglos antes de la conquista española. Dice que en el centro del Departamento de Antio

quia existe una serie de volcanes apagados que se hallan a una y otra banda del río Cauca, principiando en el Cerro Amarillo, en el municipio de Santa Bárbara y finalizando en el "Paso de los Pobres", entre Titiribí y Concordia. El "Carro de Tusa", en el municipio de Venecia, es parte mínima de un enorme volcán que se destruyó en su última erupción. Las lavas de tales volcanes son todas verdaderas andesitas y raras veces presentan escorias, además del escaso contenido de obsidianas,

Todos los suelos, en general, se han desarrollado bajo una fuerte meteorización de los materiales volcánicos, si en de evidente una marcada lixiviación, un incipiente blanqueamiento de los primeros horizontes y acumulación de hierro en el horizonte B, presentando, además, fuerte gleisación del subsuelo, en el límite con las arcillas batolíticas (30). El actual contacto entre ambos materiales constituye un "pan de hierro" fuertemente cementado, especialmente en aquellas áreas de mayor precipitación.

En perfiles representativos se observan claramente dos zonas: una superior gris, pulverulenta, y una inferior, arcillosa y compacta, amarilla, o pardusca, con placas aisladas; o continuas de limonita, de concentración posterior, que tiene 10 cm. de espesor (30).

La apariencia general de la mayoría de los perfiles indica un podzol gleizado, pero las propiedades de campo, químicas y geomorfológicas, se combinan para indicar que los suelos poseen suficiente alófono con» para clasificarse en un miembro extremo del grupo ALOFANO-HUMICO derivado de cenizas volcánicas ácidas (30).

Con base en las características dadas por Wright (30) para los suelos Humo-Alófanos de Sur América, derivados de cenizas volcánicas, se establecen a continuación las siguientes comparaciones con respecto a los suelos volcánicos en estudio:

Características mineralógicas.- Las características dadas por el autor (30) para estos suelos indican un contenido abundante en la fracción arena fina de:

- 1 - Vidrio volcánico
- 2 - Hornblenda
- 3 - Piroxenos
- 4 - Olivina.

La proporción del vidrio volcánico disminuye con el aumento de la meteorización. La fracción licuosa consiste, principalmente, de vidrio volcánico y plagioclasa con algo de cuarzo, feldespatos y alófono.

Los análisis mineralógicos para los suelos en estudio identifican la frecuencia de:

- 1 - Vidrio volcánico
- 2 - Hornblenda
- 3 - Feldespato
- 4 - Cuarzo

Estos análisis indican también la presencia de óxidos de aluminio, hierro, titanio y abundancia de un material amorfo, cuya naturaleza se sospecha sea la del alófono.

Por la naturaleza de los minerales caracterizantes se deduce entonces la semejanza entre estos suelos y los descritos por Wright (30) como Humo-Alófanos de Sur América.

Características Morfológicas.- Los suelos de la penillanura central de Antioquia poseen las siguientes características morfológicas que los identifican como similares a los volcánicos descritos por Wright en Sur América (3)):

a) Todo el perfil es de consistencia friable y Posee horizontes claramente visibles, con evidentes diferencias de color, textura y consistencia, respecto a los materiales subyacentes,

b) El primer horizonte es negro o pardo oscuro, franco o franco arenoso orgánico, con alto contenido de materia orgánica, que tiñe los dedos, y con límites abruptos a claros. Posee, además, agrietamientos a través de los cuales se desusa la materia orgánica.

c) El subsuelo es de color pardo amarillento a pardo oscuro, con texturas franco a franco arcillosas. Los agregados son, aparentemente, secos; sin embargo, aparecen húmedos cuando se presionan, y jabonosos al tacto., llegando a ser el suelo grasiento y untuoso cuando se comprime.

d) Los horizontes más profundos son estratos depositados, con cambios bruscos de textura, compactación y consistencia.

e) En los horizontes superiores no se nota pegajosidad ni plasticidad, y en los inferiores hay ligera plasticidad y pegajosidad.

f) Los horizontes superiores poseen una baja densidad aparente, presentándose, además muy mullidos, y, generalmente, agregados porosos.

g) En general, el perfil es bastante poroso y posee una alta capacidad de retención de agua. El subsuelo desarrolla grandes grietas, posiblemente por contracción en seco.

h) A pesar de las excelentes facilidades de laboreo, un pH normal y buen drenaje superficial, las cosechas son exiguas cuando no se utilizan los fertilizantes en forma intensa.

Características Químicas.- Alto punto isoeléctrico del alófano que produce pH más altos, aunque la cantidad actual de bases a menudo es baja; alta capacidad catiónica de cambio; baja relación entre la capacidad catiónica y aniónica; alta fijación del fósforo, conteniendo cantidades relativamente altas de aluminio intercambiable y compuestos de aluminio libre (30).

Los análisis de estos suelos indican una alta capacidad iónica de cambio, especialmente de cationes con predominancia del H, el cual ocupa un porcentaje muy alto dentro de la saturación total.

Un aspecto muy importante y que coincide con las

--anotaciones dadas por Wright (30) para los suelos de origen volcánico, es el alto poder fijador de fósforo que poseen los suelos en estudio. Todos los autores coinciden en esta afirmación y los mismos agricultores de la región han experimentado en sus tierras este hecho. Estudios llevados a cabo por la fundación Rockefeller (27), indican que un suelo de la zona fijó todo el fósforo agregado, en cantidad de 300 p.p.m., y que los análisis mineralógicos indican la presencia, en cantidad apreciable, de alófanos (sílica hidratada de Al), el cual es el responsable de la mayor parte de esta fijación.

Por otro lado, es evidente la presencia relativamente alta de aluminio libre, el cual ha sido hallado hasta 400 p.p.m. en los horizontes superiores y 100 p.p.m. en los inferiores.

No se efectuaron los estudios para determinar el punto isoeléctrico de estos suelos, y tampoco, se determinó la capacidad amónica para establecer su relación con respecto a la capacidad catiónica.

Los suelos humo alofánicos derivados de la meteorización de cenizas volcánicas se caracterizan, según Wright (30), por:

a) pH generalmente más alto de lo que indicaría la cantidad de bases.

b) Alta capacidad catiónica de cambio.

c) Alta capacidad aniónica de cambio y alta fijación de fósforo.

d) En la fracción arcillosa domina el alófanos en la parte superior del suelo, y a medida que se profundiza en el perfil, aumenta el contenido de arcillas cristalizadas, tales como la halloisita, la gibsita y la caolinita.- Cerca de los límites de los estratos pueden presentarse acumulaciones de hidróxidos de hierro, de gibsita, caolinita y sílice amorfa.

c) La dispersión es difícil, pero cuando se logra, el suelo presenta más arcilla de la que aparentemente da en el campo,- Presenta un alto contenido de limo, sobre todo en el subsuelo.

f) Nitrógeno total alto; alto porcentaje de carbono y alta relación C/N.

Los análisis correspondientes a los suelos de la penillanura central de Antioquia indican:

1.- Escasa saturación total de bases, alta en hidrógeno y pH bajo.

2.- Alta capacidad catiónica de cambio.

3.- Alta relación de fósforo fijado.

4.- Según diferentes investigadores (27, 30), el contenido de alófanos en los suelos es muy alto, y en las partes intermedias y profundas del perfil se presentan arcillas tales como la gibsita y la caolinita. En el límite de este substrato vol

cánico puede observarse la concentración de hidróxidos de hierro, especialmente limonita (26).

5.- Aceptado, como lo es el hecho de que la capacidad catiónica de un suelo depende fundamentalmente del contenido de arcillas y de la materia orgánica, y pudiendo observarse en los análisis la alta capacidad catiónica para un contenido aparentemente bajo de arcillas, se deduce que la dispersión es deficiente cuando se efectúa por los métodos corrientes y que la alta capacidad obtenida corresponde a la arcilla alofánica no dispersada.

6.- Los estudios indican alto contenido de N total, aunque es de esperarse que el disponible sea muy escaso, teniendo en cuenta que las cosechas responden bien a la adición de fertilizantes nitrogenados.

Características Agrícolas. a)- Rendimiento bajo o nulo en ausencia de fertilizantes.

b) Síntomas de toxicidad en los cultivos sensibles al alto contenido de aluminio, que son reducidos por la aplicación de fertilizantes fosfóricos.

c) Poca respuesta al encalamiento, aunque el pH indica que la cal puede ser benéfica.

d) Buena respuesta a los fertilizantes nitrogenados

dos aunque presente un alto porcentaje de nitrógeno total.

Diferencias con el material subyacente. La formación en estudio se presenta bastante homogénea en toda la zona, variando únicamente por su posición. Las características mineralógicas, morfológicas, físicas, mecánicas y químicas son distintas y difieren altamente del material subyacente, sea cual fuere su naturaleza. Este material subyacente, bastante meteorizado, varía de ígneo (constituído por el batolito) a metamórfico, el cual comprende esquistos cuarcíticos, hornbléndicos, micáceos, pegmatita, etc.

El siguiente cuadro es indicativo de las diferencias entre ambos substratos.

	DEPOSITOS VOLCANICOS	MATERIAL SUBYACENTE
1 - Material parental.	Cenizas Volcánicas	Rocas ígneas y metamórficas.
2 - Minerales	Vidrio volcánico, hierro titánico, hornblenda, feldespato, cuarzo.	Cuarzo, ortoclasa, plagioclasa, biotita, hornblenda, zircón, rutilo, magnetita. Esquistos hornbléndicos, cuarcíticos y micáceos.

Continúa

	DEPOSITOS VOLCANICOS	MATERIAL SUBYACENTE
3 - Características	Predominan los colores pardos y pardo amarillentos.	Colores rojo a rojo amarillento.
	Consistencia friable en húmedo, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica en mojado.	Consistencia friable a firme en húmedo, plástica y pegajosa en mojado.
	Abundante presencia de agrietamientos a través de los cuales se desliza la materia orgánica.	Escasa o nula presencia de agrietamientos.
	Texturas de franco a franco-arenosas.	Texturas de franco-arcillosas a arcillosas.
4 - Características Químicas y de Laboratorio.	No se observa ninguna diferencia en cuanto a reacción se refiere.	
	Alta capacidad catiónica de cambio, alcanzando niveles hasta de 64 m.e./100 gr. de suelo.	Baja capacidad catiónica de cambio, siendo el mayor de 11 m.e./100 gr. de suelo.
	Altas concentraciones de hidrógeno, alcanzando en muchos casos a constituir el 95% de la capacidad catiónica de cambio.	Igual cosa.

Continúa

	DEPOSITOS VOLCANICOS	MATERIAL SUBYACENTE
	Muy bajo el contenido de bases totales, como también la saturación por las mismas.	Muy bajo el contenido de bases totales, pero la saturación guarda un mejor equilibrio con respecto a la capacidad catiónica de cambio.
	Muy baja la saturación de calcio, aunque en los horizontes inferiores la concentración es mayor, posiblemente por el lavado a que han sido sometidos los horizontes superiores.	La saturación de calcio es mayor, explicable por la naturaleza del material parental.
	Altas concentraciones de aluminio libre, especialmente en los primeros horizontes.	La concentración de aluminio es mucho más baja.
	En el escaso contenido de otros cationes intercambiables la relación es normal.	El contenido de otros cationes es un poco mayor y bien balanceado.

Características de las arcillas.-

Existe una marcada diferencia entre la clase de arcillas dominantes en ambos substratos, constituyendo esta la razón principal que atestigua el carácter volcánico de los suelos.

El análisis mecánico de los materiales, efectuado

por los métodos normales, indica claramente la presencia de altas concentraciones de arcilla en el suelo subyacente, no así en el depósito volcánico, en el cual este mineral aparece en muy bajas cantidades.

Los resultados anteriores contrarían el principio bien aceptado de que la capacidad catiónica de cambio es función del tipo y contenido de arcilla y de la materia orgánica.

De esta manera, los análisis permiten observar una alta capacidad catiónica, para un contenido muy bajo de arcilla en el depósito volcánico.

Este hecho indica que en tales materiales existe un alto contenido de arcilla y que los métodos de dispersión en el laboratorio son incapaces de separar este tipo de material.

Efectivamente, los investigadores coinciden en afirmar que este substrato es rico en un material arcilloso amorfo llamado alofano (silicato hidratado de Al) (27), el cual es imposible dispersar de las otras partículas mediante los métodos que actualmente se utilizan en el laboratorio.

Este tipo de arcilla es característica de suelos desarrollados a partir de la meteorización de cenizas volcánicas y es prácticamente una transición antes de cristalizar en arcillas definidas, tales como la gibsitita, la caolinita y la montmorillonita. En este período de transición tiene la propiedad de liberar gran cantidad de aluminio y compuestos aluminicos tóxicos que afectan gravemente el crecimiento de las plantas (30).

Cuando se trató el capítulo referente a la fertilidad de los suelos, se habló de un factor desconocido que afecta altamente la capacidad productora de los suelos. Este factor muy posiblemente corresponde al alto contenido de arcillas alofánicas que imparten a los suelos características químicas y morfológicas que, según Wright (30), dan pie a que sean clasificados en un miembro extremo del grupo Alofano Húmico derivado de cenizas volcánicas ácidas, y en los cuales el alofano está jugando un papel dominante en la determinación del régimen de fertilidad y en las características físicas y químicas.

Lo contrario sucede con las arcillas del material subyacente, las cuales son dispersadas mediante los métodos empleados frecuentemente en el laboratorio, especialmente el de Bouyoucos (4), caso en el cual la apreciación textural de campo guarda un equilibrio más estrecho con los resultados dados por aquel, indicando que su naturaleza cristalina es bien diferente a las arcillas amorfas de las primeras capas o acumulaciones volcánicas.

No cabe duda, entonces, que la naturaleza y el origen de ambos substratos es totalmente diferente y que las características mineralógicas, físicas, mecánicas, químicas, morfológicas y agrícolas de los primeros horizontes se combinan para indicar suelos altamente semejantes a los descritos por Wright como Humo-Alofanos de Sur América (30).

IV

CLIMA E HIDROGRAFIA

Clima.-

El conjunto de caracteres atmosféricos que distingue la región es, en general, bastante homogéneo. Con base en los datos pluviográficos registrados por las Empresas Públicas de Medellín en 7 estaciones ubicadas en la zona, se hará la siguiente discusión para un período de diez años:

La precipitación total promedia de la región está comprendida entre 1.800 y 2.000 mm. anuales, con ligeras variaciones hacia el Sur de la zona en estudio, que sobrepasa un poco el límite de los 2.000 mm., y hacia el centro, con precipitaciones ligeramente inferiores a los 1.800 mm. Estas variaciones de precipitación son uno de los factores que se tienen presentes para la separación ecológica establecida por Espinal (11).

Las condiciones de régimen pluviométrico se identifican con dos períodos anuales de lluvia, comprendidos de Abril a Junio y de Septiembre a Noviembre, siendo Mayo y Octubre los meses más lluviosos y en los cuales la precipitación alcanza hasta 280 mm. Los períodos de Diciembre a Marzo y de Junio a Agosto son más escasos en lluvia total, especialmente en el primero, en el cual las precipitaciones no pasan de 50 a 60 mm. en los meses de Enero y Febrero.

Se deduce entonces una marcada normalidad en el régimen de lluvias del área estudiada, presentándose dos períodos de verano y dos de invierno, por lo que no se hace necesaria la aplicación de riego, si se escoge la época apropiada para las siembras.

La influencia que ha tenido la precipitación sobre la formación y desarrollo de los suelos está relacionada con el tipo de vegetación y con el alto grado de meteorización y lixiviación a que han sido sometidos. La formación de bandas de hierro se hace más conspicua en lugares donde la precipitación es mayor.

La temperatura de la región fluctúa entre 16 y 19°C, con una media predominante de 17°C.

De un área total de 2.142 kilómetros cuadrados que comprende la región, 1.681 corresponden a clima frío. En esta forma, el 78.48% pertenece a este piso térmico y el 20.77% al clima medio, con un área de 445 kilómetros cuadrados. Sólo mínimos porcentajes (0.14 y 0.60), pertenecen a la zona de clima caliente y páramo respectivamente, por lo cual se deduce la predominancia absoluta del clima frío en toda la región (8).

Todo parece indicar que no existe el peligro de heladas y no se tiene tradición de ellas en la región.

No existen actualmente datos relativos a vientos, luminosidad, humedad relativa, pero I.C.A. <sup>✱</sup> está llevando a cabo estas investigaciones en la sub-estación "La Selva", en Rionegro.

---

✱ Instituto Colombiano Agropecuario.

### Hidrografía.-

Toda la zona corresponde a la parte alta de la hoya hidrográfica del río Nare, principalmente dentro del tramo llamado río Negro. En este trayecto el río Nare recibe varios afluentes de importancia, no sólo para la región en sí, sino también para las vecinas; son afluentes, además, varias quebradas de poco caudal, por ambas márgenes.- Los principales tributarios se encuentran sobre la margen derecha, y son los ríos Marinilla y Peireira; sobre la izquierda está el río Mosca.

Los ríos mencionados constituyen las fuentes de a provisionamiento de agua para el consumo de toda la población.

El río Nare (Negro) abastecerá el futuro acueducto de Medellín; el río La Mosca es una de las fuentes del actual acueducto de la misma ciudad. La quebrada "Chachafruto" está represada en la parte alta del valle de Rionegro y surte el acueducto de esa población. Ninguna de las corrientes mencionadas se utiliza con fines de riego, ya que esta práctica no es necesaria en la región.

Muchos de estos ríos y quebradas fueron utilizados antiguamente en la industria de la minería; parece que aún sucede de lo mismo, pero en muy pequeña escala.

En sitios más alejados de la zona, el río Nare es aprovechado para generar energía eléctrica; más concretamente, en las cercanías del municipio de Alejandría.

Lo mismo sucede con el agua utilizada en el actual acueducto de Medellín: en sitio cercano al Valle de Aburrá se aprovecha el potencial hidráulico de la corriente para la generación de energía.-

PRECIPITACION PROMEDIA MENSUAL Y ANUAL EN 7 ESTACIONES UBICADAS EN EL  
 AREA ESTUDIADA. DATOS SUMINISTRADOS POR LAS EMPRESAS PUBLICAS  
 DE MEDELLIN PARA EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1952 Y 1.962

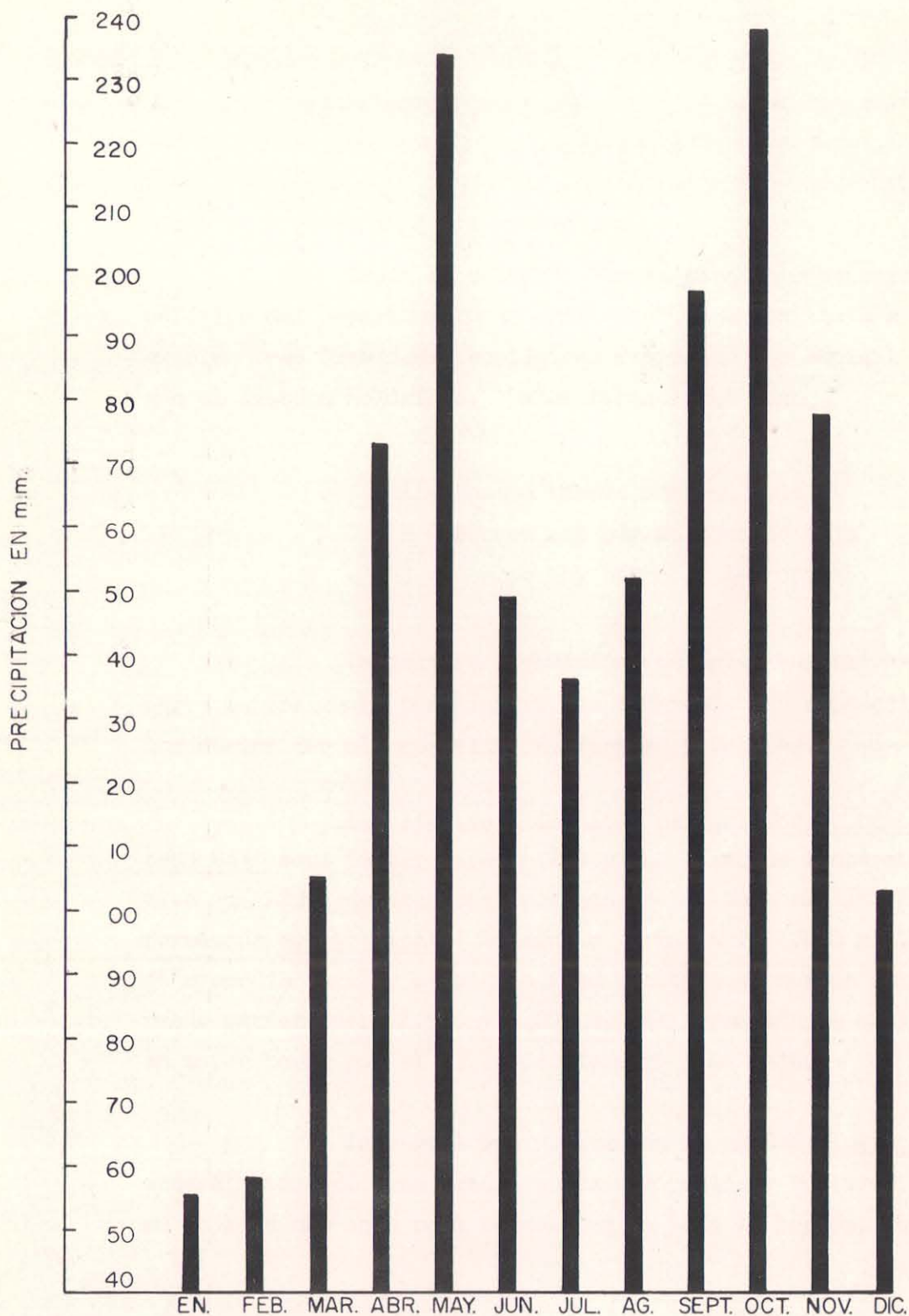
ESTACION	Ene	Feb	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Máxima	Mímina	Promedio Anual.
"La Severa"	55.28	53.51	94.10	155.84	212.86	119.78	105.50	121.25	163.05	227.08	184.88	102.63	227.08	53.51	1.598.68
"El Chuscal"	65.24	72.13	127.93	187.65	244.69	167.17	138.32	163.17	190.51	241.56	184.78	124.38	244.69	65.24	1.907.53
"La Mosca"	46.63	47.53	88.92	203.39	239.07	129.86	133.91	130.46	198.75	239.84	168.13	88.03	239.84	46.63	1.714.50
"Rionegro"	51.29	57.54	108.09	144.20	243.16	175.58	164.16	188.89	232.07	243.17	175.01	95.68	243.17	51.29	1.876.43
"Las Palmas"	47.0	58.8	121.0	165.1	244.6	150.7	111.34	125.5	190.0	246.3	197.8	141.0	246.3	47.0	1.801.20
"La Fé"	62.2	67.6	119.5	188.6	238.4	165.0	126.5	140.3	204.3	252.6	196.5	121.8	252.6	62.2	1.883.30
"El Retiro"	77.1	81.4	151.4	204.5	252.8	168.0	134.3	145.0	211.1	280.8	208.1	136.5	280.8	77.1	2.051.0

PISOS TERMICOS

MUNICIPIO:	Ext. Km <sup>2</sup>	Tem. med.	Kilómetros Cuadrados				Porcentaje			
			caliente	medio	frío	páramo	caliente	medio	frío	páramo
Carmen de V.	463	17	-	141	314	8	-	30	67	3
Guarne	144	17	-	-	144	-	-	-	100	-
Guatapé	97	20	-	59	38	-	-	60	40	-
La Ceja	127	18	3	22	102	-	3	17	80	-
La Unión *	270	17	-	73	107	-	-	28	72	-
Marinilla	117	17	-	-	112	5	-	-	95	5
Peñol	182	20	-	109	73	-	-	59	49	-
Retiro	266	16	-	38	228	-	-	15	85	-
Rionegro	218	18	-	-	218	-	-	-	100	-
Santuario	83	17	-	-	63	-	-	-	100	-
San Vicente	195	17	-	3	192	-	-	2	98	-
TOTALES	2.142	-	3	445	1.681	13	0.14	20.77	78.48	0.60

\* Fuera de la penillanura

MINIMA = 54.71 ENERO  
MAXIMA = 237.91 OCTUBRE  
PRECIPITACION PROMEDIA ANUAL  
DE LA ZONA = 1.774.28 m.m.



PRECIPITACION PROMEDIA MENSUAL

DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO

V

VEGETACION

Según el estudio "Bases para un reconocimiento ecológico del Departamento de Antioquia", en la penillanura central existen tres formaciones ecológicas separadas por Espinal (11) según el sistema Holdridge. Tales formaciones son:

- 1 - Bosque húmedo montano bajo
- 2 - Bosque muy húmedo montano bajo
- 3 - Bosque muy húmedo sub-tropical.

La primera formación ecológica vegetal abarca la parte central de la penillanura que comprende las separaciones de los suelos denominados Aluvión, Terraza y Colinas.

Los límites climáticos para el Bosque húmedo montano bajo son: temperatura de 12°C y una línea de temperatura crítica o línea de escarcha en zonas secas, para el límite con la formación sub-tropical. La lluvia varía entre 1.000 y 2.000 mm. de promedio anual y ocupa una faja altitudinal que, en general, se puede marcar entre 1.900 y 3.000 m. La formación se extiende en su mayor parte por el Valle de Rionegro y La Ceja.

La vegetación nativa en la unidad Aluvión es muy escasa; toda el área está ocupada por pastos y cultivos, ya que es la zona más apta para tales usos en toda la región. No obstan

te, en las orillas de los ríos aparecen algunos sauces (Salix humboldtiana Mol. (Wild)), casi siempre asociados a los aluviones muy recientes; en los antiguos cauces de los ríos aparece asociada a esos terrenos semipantanosos una vegetación baja de ciperáceas, muy característica, que indica las "madreviejas" y algunos lugares de nivel freático alto.

En la Terraza aparecen con bastante frecuencia pequeñas manchas de pinos plantados por el hombre, especialmente en las cercas; algunos sietecueros (Tibouchina sp.), bastantes guayabos (Eugenia foliosa) y helecho gallinero.

En la separación denominada Colinas, la vegetación predominante es el helecho gallinero, especialmente en la dirección Noreste de la penillanura; este tipo de vegetación aparece asociado con un primer horizonte completamente orgánico, de regular espesor y de color negro muy intenso. Asociados al helecho aparecen algunos arbustos que forman, a veces, pequeños matorrales. El helecho prácticamente no tiene ningún uso; de algunos de los arbustos se saca carbón.

Bordeando la formación Bosque húmedo montano bajo, que abarca la parte central de la penillanura y que constituye la zona menos húmeda de la región, formando una especie de "enclave" climático, aparece la formación Bosque muy húmedo montano bajo que abarca los extremos de las unidades Colinas y Colinas Altas.

Esta última formación (bmh-MB), en cuanto a temperatura y altitud, es similar al Bosque húmedo montano bajo.-- La

precipitación promedio anual está entre 2.000 y 4.000 mm. de lluvia.- La unidad Colinas Altas está ocupada, principalmente, por pastos y cultivos; se presentan, además, rastros que son testigos de lo que fue un bosque, hoy terminado por la explotación para obtener carbón.

En algunas pequeñas manchas de bosque que pueden encontrarse ocasionalmente, el suelo muestra un horizonte orgánico grueso, generalmente pardo muy oscuro, con un buen mantillo de hojarasca.

Encerrando parte de la zona de Colinas aparece en dirección Este la formación Bosque muy húmedo sub-tropical; esta formación, que se extiende hacia las laderas del Magdalena, penetra en la penillanura en forma de lengua, estrechando el Bosque húmedo montano bajo.

La formación tiene como límite de temperatura y de altura, más o menos las mismas que los del Bosque húmedo sub-tropical (900 y 2.100 metros sobre el nivel del mar). La temperatura tiene como límite superior 24°C. en promedio, y como inferior, o una línea de escarcha en zonas secas, u otra de temperatura crítica en zonas de humedad; la precipitación promedio anual está entre 2.000 y 4.000 mm. de lluvia.

A continuación se da una lista de las especies más comunes en el Oriente Antioqueño, según Espinal (11):

<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>NOMBRE BOTANICO</u>	<u>FAMILIA</u>
Pategallina	<u>Schefflera uribei</u>	Araliaceae
-	<u>Cordia archeri</u>	Boraginaceae
Sauco	<u>Viburnum anabaptista</u>	Caprifoliaceae
Chiriguaco	<u>Clethra fagifolia</u>	Clethraceae
Silbo-silbo	<u>Hedyosmum bonplandianum</u>	Chloranthaceae
Encenillo	<u>Weinmannia balbisiana</u>	Cunoniaceae
Carbonero	<u>Befaria glauca</u>	Ericaceae
Uvito de monte	<u>Cavendishia pubescens</u>	Ericaceae
-	<u>Croton magdalenensis</u>	Euphorbiaceae
Carate	<u>Vismia guianensis</u>	Guttifereae
Tabaquillo	<u>Macrocarpaea macrophylla</u>	Gentianaceae
Totumo	<u>Eschweilera antioquiensis</u>	Lecythidaceae
-	<u>Gaiadendron tagua</u>	Loranthaceae
Amarrabollo	<u>Meriania nobilis</u>	Melastomaceae
Sietecueros	<u>Tibouchina lepidota</u>	Melastomaceae
Espadero	<u>Rapanea guianensis</u>	Myrsinaceae
Olivo	<u>Myrica pubescens</u>	Myricaceae
-	<u>Siparuna lepidota</u>	Monimiaceae
Yolombo	<u>Panopsis yolombo</u>	Proteaceae
-	<u>Palicourea angustifolia</u>	Rubiaceae
Canelo de páramo	<u>Drymis granatensis</u>	Winteraceae
Dulumoco	<u>Saurauia ursina</u>	Actinidaceae
Chilco colorado	<u>Escallonia floribunda</u>	Saxifragaceae
Roble	<u>Quercus humboldtii</u>	Fagaceae
-	<u>Brunellia subsessilis</u>	Brunelliaceae
-	<u>Freziera sericea</u>	Theaceae
Quina	<u>Cinchona pubescens</u>	Rubiaceae

VI

S U E L O S

Materiales y Métodos.-

Para el reconocimiento general de los suelos de la penillanura central de Antioquia se utilizaron fotografías aéreas de escala aproximada 1:60.000 y mapas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística y algunos del servicio minero, a escala 1:25.000. El primero es un mapa geográfico y el segundo señala las diferentes rocas halladas en la ruta seguida por los geólogos.

Para la descripción de los perfiles se emplearon herramientas propias para esta clase de trabajos, tales como palas, martillos, etc.

Las descripciones se hicieron con base en las normas del manual de reconocimiento del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

El método seguido consistió en armar un mosaico de

la región con las fotografías aéreas, hacer separaciones mayores a simple vista con lápiz "vidriograf", y posteriormente, con un estereoscopio de espejos marca Zeiss, se efectuó un fotoanálisis de cada unidad, detallando de manera precisa las unidades a estudiar. Las separaciones se hicieron teniendo en cuenta los rasgos geomorfológicos característicos de cada formación y se les dió un nombre de acuerdo con dichos rasgos.

El trabajo de campo consistió en conocer los suelos de cada unidad y agruparlos en asociaciones, en cada una de las cuales se estudiaron los perfiles más representativos, aprovechando los cortes de las carreteras y de los caminos y, cuando fué necesario, se hicieron calicatas. Se realizaron las descripciones de los perfiles típicos de los suelos como también la de los correspondientes a las variaciones que se presentaron. Se tomaron las respectivas muestras de cada horizonte y se enviaron al Laboratorio del Instituto Geográfico para análisis físico-químico.

#### Morfología y Descripción General del Area.-

Los suelos de la penillanura central de Antioquia difieren, principalmente, por posición, ya que los factores de formación son muy uniformes, lo cual les imprime un carácter relativamente homogéneo.

El material parental está constituido por cenizas volcánicas. Las características diferenciales se presentan en forma encadenada debido a la uniformidad de la secuencia topográfica y a su posición con respecto al posible lugar de origen, formando una verdadera unidad catenaria.

Los suelos de las Colinas Altas, con topografía fuertemente ondulada, están formados por depósitos volcánicos más o menos profundos que constituyen la unidad más cercana al posible lugar de origen. El material subyacente está formado por los productos de la meteorización de rocas ígneas, en la zona Norte, y metamórficas, en la Sur.

Siguiendo esta secuencia, con relación al punto de origen, aparece la unidad Colinas, con suelos originados a partir del mismo material volcánico, pero menos profundos que en la unidad anteriormente descrita. La topografía es ondulada y el material subyacente está constituido por arcillas provenientes de la meteorización de rocas ígneas, principalmente.

La Terraza y los Aluviones con topografía plana y con depósitos profundos, seguramente aumentados por los materiales erosionados de las unidades adyacentes, descansan sobre un material arcilloso de posible origen lacustre y con evidentes muestras de gleyzación en las capas profundas.

La mayor área de la región está representada por la unidad Colinas, siguiéndole en su orden las Colinas Altas, los Aluviones y la Terraza.

El paisaje fisiográfico está constituido por un conjunto de colinas bajas, redondeadas, de igual tamaño, separadas por cortas extensiones de terreno generalmente cóncavas, dando origen a superficie de ondulaciones suaves.- Esta superficie ondulada es interrumpida por dos valles estrechos y alargados, de carácter fluvial; originado el primero por el río La Mosca, entre Guarne y Rionegro, constituye una faja muy angosta y de forma rectangular; el segundo, originado por el río Negro, se extiende entre las poblaciones de La Ceja y Rionegro, es más amplio que el anterior y en él se observan los antiguos cauces por donde se ha desplazado el río, el cual ha sufrido múltiples variaciones en su curso, a juzgar por la presencia de numerosos meandros, movimientos que están limitados a una extensión relativamente pequeña en amplitud. También ocupa extensión apreciable dentro del paisaje el valle formado por el río Pereira, en el municipio de La Ceja, y que forma una especie de concavidad circular.

Otros rasgos geomórficos importantes constituyen la presencia de un resto de terraza bastante amplio, paralelo al río y al cerro del Capiro, localizado frente al valle del río Pereira, el cual es de forma cónica, de cúspide aguda y de base muy amplia; esta última, bordeada por el lado que da a dicho valle, por estrecha franja muy semejante a las colinas que dominan todo el paisaje.

El paisaje fisiográfico descrito está limitado por una zona montañosa que a veces intenta penetrar en la zona de colinas; pero, en otros lugares, el límite lo constituye una serie de colinas altas que forman un paisaje fuertemente ondulado.

El relieve general de la zona consta de dos partes:

1a.- Area plana, constituida por los valles de los ríos Negro y La Mosca y por la Terraza. El valle del río Negro posee un ligero micro-relieve ondulado y presenta también algunos pantanos formados por los antiguos cauces del río. El pequeño valle de La Mosca muestra algunos montículos formados por residuos de antiguos trabajos de minería. La terraza posee una superficie completamente plana.

2a.- Area ondulada, constituida por colinas encadenadas por suaves declives. Un rasgo prominente y único lo constituye el cerro del Capiro, en La Ceja, en forma cónica y con pendiente prolongada y fuerte.

El relieve general de la zona puede incluirse dentro del tipo normal que comprende tierras de pendiente suave con drenaje medio, en las cuales el suelo está renovándose al mismo tiempo que se erosiona, estableciéndose una especie de equilibrio dinámico, que se cumple especialmente en las ondulaciones formadas por las colinas.

La terraza de La Selva y los valles de los ríos Pereira y Rionegro están dentro del tipo de relieve plano, que comprende las tierras planas, con drenaje muy lento o sin ningún drenaje y sin erosión natural.

El cerro del Capiro y la zona limítrofe de la penillanura están dentro del tipo de relieve excesivo, que comprende terrenos de escorrentía rápida a muy rápida y que sufren erosión

mayor a las áreas en la posición normal asociada (29).

La mayor altura relativa del terreno está localizada en el cerro del Capiro, con 100 m. aproximadamente, siguiendo, en su orden, las Colinas Altas con 15 a 25 m. y las Colinas de la zona ondulada, con alturas de 10 a 15 m. La Terraza está a unos 8 m. por encima de los aluviones del río Negro.

A las diferentes separaciones geomorfológicas corresponden las siguientes clases y tipos de drenaje:

Suelos de Colinas Altas: clase excesivamente drenada, en la cual el agua es removida del suelo rápidamente, por escorrentía.- El tipo de sus caídas hacia la penillanura es subparalelo.

Suelos de Colinas: clase bien drenada, en la cual el agua es fácil pero no rápidamente removida. El tipo de drenaje es el dendrítico.

Suelos de Terraza: clase moderadamente bien drenada, en la cual el agua es removida lentamente, de tal manera que el perfil permanece mojado durante una pequeña pero significativa parte de tiempo. Tipo de drenaje rectangular.

Suelos de Aluviones: clase imperfectamente drenada, y en donde el agua es removida muy lentamente, de tal manera que permanecen húmedos por períodos significativos. Existen algunos sitios con

drenaje muy pobre, de suerte que el nivel freático permanece por largos períodos en la superficie o muy cerca de ella. En la unidad se presentan los tipos paralelo en el valle de La Mosca y anastómico en el río Negro.

La erosión edáfica es la resultante del disturbio del paisaje natural, ocasionado generalmente por el hombre, en contraste con la natural, que tiene lugar en el paisaje no modificado (29).

En los suelos sobre Colinas Altas, especialmente en la parte Suroeste de la penillanura, en los lugares dedicados a la ganadería, se presentan algunos deslizamientos de poca extensión pero muy notorios por su forma exagonal, profundos y situados en medio de partes poco erosionadas.- Posiblemente se originan al aumentar de peso el terreno por la presencia de la sobresaturación de agua y servir de plano de deslizamiento la banda de hierro o el substrato arcilloso. Estos síntomas de erosión aparecen en lugares pendientes. Por otra parte, en los cortes de la carrtera o en los bordes de los caminos de herradura, se observan perfiles completamente truncados en los cuales sólo aparece el substrato arcilloso.

El peligro que presentan a la erosión estos suelos, bajo usos intensivos, es obvio.- Por su carácter de livianos y friables, en sitios pendientes sobre una banda de hierro o un substrato arcilloso, pueden ser fácilmente removidos, especialmente por el agua, ya que en esta formación la precipitación es intensa. La erosión puede calificarse de moderada.

En los suelos situados sobre las Colinas, la erosión es muy poca, clasificándose dentro de la clase ligera.- La posición topográfica y las lluvias son factores más benévolos. No obstante, pueden presentarse algunas manifestaciones leves en aquellos sitios muy trabajados y en los cuales la pendiente es un poco mayor a la dominante en la región. Es común también observar perfiles completamente truncados en los cortes de caminos y carreteras, lo cual demuestra la facilidad con que puede erosionarse el suelo desarrollado a partir de las cenizas volcánicas.

Los suelos planos de la Terraza y los Aluviones prácticamente están libres de erosión, aunque en la parte alta de aquella puede presentarse en forma muy ligera.

#### Factores de Formación del Suelo.-

El suelo es el medio natural para el crecimiento de las plantas. Se compone de una mezcla variable de fragmentos de una roca friable o totalmente meteorizados, materia orgánica, agua y aire con diferentes capas u horizontes desarrollados bajo la influencia del clima y de los organismos vivientes (5).

Un corte de los horizontes, desde la superficie hasta el material parental, se conoce con el nombre de perfil del suelo. El grado de desarrollo del material depende de la intensidad y duración de la actividad de los diferentes factores de formación del suelo y de la naturaleza del material de origen. Los suelos son de carácter dinámico; están sujetos a cambios constantes, pero normalmente alcanzan un estado de equilibrio casi total con

su medio ambiente después de un largo período de exposición a un grupo determinado de condiciones. Después de alcanzado este punto de equilibrio, los cambios que pueda sufrir el suelo son muy leves, a menos que haya una variación fundamental en el medio ambiente (5).

Los factores de formación del suelo, según Jerny, (15) son:

Material parental.

Clima.

Actividad Biológica.

Relieve.

Tiempo.

Material parental.-

El primer paso en el desarrollo del suelo es la formación del material parental, acumulado principalmente como una función de la meteorización de la roca.- La roca madre es el almacén relativamente inerte del material del suelo más bien que un factor activo en su formación (5).

El material parental de la zona estudiada está constituido por depósitos de cenizas volcánicas sobre rocas ígneas y metamórficas. De acuerdo con los diferentes autores (26, 30) y con los actuales estudios, estos materiales han sufrido una fuerte meteorización, pudiéndose aseverar igual cosa de los materiales subyacentes, en los cuales se observa una desintegración profunda de las rocas.

Según varios autores (16, 20, 30), uno de los primeros productos de la meteorización de las cenizas volcánicas es una arcilla amorfa que posee características físicas y químicas definidas y que no es posible determinar cuantitativamente por los métodos comunes utilizados hoy en el laboratorio. Los mismos autores aseveran su presencia en estos suelos. Se trata de los diferentes tipos de arcillas alofánicas (silicatos hidratados de aluminio) que, en su estado de transición a materiales cristalizados, imparten al suelo características tales como la alta capacidad de cambio, alta saturación de hidrógeno, baja saturación de bases intercambiables, altos contenidos de compuestos aluminicos y aluminio solubles y baja fertilidad de los suelos.

Es muy posible también la presencia de arcillas "imogolíticas", identificadas en suelos de esta misma naturaleza, y que según Naganori y Shigenori (21), tienen la propiedad de tender a cristalizar y son de tamaño relativamente uniforme. Son arcillas intermedias entre las alofánicas y las cristalizadas.

Por el escaso contenido de arcillas cristalizadas y la abundancia de amorfas, el material parental ha impartido a estos suelos características químicas y geomórficas particulares. El análisis físico indica gran predominancia de arenas, para constituir suelos livianos, porosos, de buen drenaje interno y de una gran capacidad para liberar la saturación de agua.- Estas circunstancias facilitan grandemente el lavado de los suelos y de allí que Wright (30) haya atestiguado el proceso de podzolización.

Los resultados químicos se identifican con pH ácidos de una gran capacidad buffer, con alta saturación de H y Al

y con escaso contenido de bases intercambiables, lo que constituye un material extremadamente pobre e inerte y con un alto poder para la fijación de fósforo.

La naturaleza misma del material parental ha dado también a los suelos características morfológicas semejantes a los suelos volcánicos descritos por Wright (30):

- 1 - Todo el perfil es de consistencia friable.
- 2 - Primer horizonte negro intenso, franco o franco-arenoso orgánico y con límite abrupto a claro.
- 3 - Subsuelo pardo amarillento o pardo oscuro con texturas un poco más pesadas.
- 4 - Horizontes superiores, sin pegajosidad ni plasticidad, propiedades estas que aumentan con la profundidad. Baja densidad aparente.

#### Clima.-

Este factor influye de manera directa o indirecta en la formación de los suelos por la meteorización de las rocas, por la alteración del material parental, por los fenómenos de erosión y lavado de los suelos y por su influencia en la vida animal y vegetal (5).

Tal como se discutió en el capítulo referente a clima, la zona es bastante homogénea en cuanto a temperatura se refiere, variando de 16 a 19°C y con una media aproximada de 17°C. La cantidad y distribución de las lluvias sufren continuas varia

ciones, las que han dado pie para la identificación de 3 formaciones vegetales (11).

Bosque húmedo-Montano Bajo (bh-MB):

Con precipitaciones entre 1.000 y 2.000 mm., precipitación y altitudes comprendidas entre 1.900 y 2.000 m. Dentro de esta formación está situada la mayor parte del área en estudio y comprende los municipios de Guarne, San Vicente, Rionegro, Marinilla, Santuario y parte de Carmen de Viboral.

Bosque muy húmedo - Montano Bajo (bmh-MB):

Con altitudes y temperaturas semejantes a las de bh-MB, pero con precipitaciones anuales entre 2.000 y 4.000 mm. Dentro de esta formación están los municipios de EL Retiro, La Ceja, La Unión, parte del Carmen, de Santuario y San Vicente.

Bosque muy húmedo - Subtropical (bmh-ST):

Con alturas un poco más bajas que las correspondientes al bh-MB y temperaturas un poco más elevadas. La precipitación también varía entre 2.000 y 4.000 mm. anuales. Dentro de ellas están comprendidos los municipios de EL Peñol y Guatapé.

Aunque, en general, los suelos son bastante homogéneos, se pueden observar ligeras variaciones en función de estas formaciones. Es evidente que el grado de lixiviación es mayor en

los suelos dentro de la formación bmh-MB y claramente se observan bandas de hierro más conspicuas y mejor conformadas, no sucediendo así en la formación bh-MB, en la cual esta banda es menos frecuente y clara.

En general, todos los suelos han estado sometidos a una fuerte meteorización, observándose igual cosa en los materiales subyacentes derivados de rocas ígneas y metamórficas.

Actividad Biológica.-

Los organismos vivientes, como factores de formación de los suelos, se pueden dividir en dos clases: macro y microorganismos. La principal función de los primeros se refiere al aprovechamiento de materia orgánica y, con ella, a su fertilidad, interviniendo en sus propiedades físicas y químicas. La influencia de los segundos, aunque su acción es imposible de apreciar en el campo, estriba en la disponibilidad de los nutrientes (5).

La vegetación natural prácticamente no existe y está limitada a vestigios o reductos. La actual es de tipo arbóreo y arbustivo. Los cultivos limpios predominan, especialmente en las tierras planas y ligeramente onduladas, siendo notoria también la abundancia de pastos perennes y de corte.

Existe gran abundancia de helechos y rastros, especialmente en la parte Norte de la zona.

Esta vegetación ha proporcionado al suelo una gran

cantidad de materia orgánica en toda la región, pero es más notoria en la zona de helechos, en la cual el color negro es intenso y tiñe los dedos. Por razón de las bajas temperaturas, esta materia orgánica es bastante inerte y se conserva por mucho tiempo. Es entonces de esperarse que las cosechas no aprovechen eficazmente los beneficios de su alto contenido de materia orgánica, dada su inactividad. Este alto nivel de materia orgánica es responsable, en parte, de la marcada capacidad catiónica de cambio y de la acidez de los suelos.

Si bien no se conoce la actividad de los microorganismos en estos suelos, se presume que es muy limitada por las condiciones desfavorables que los rodean. Bajas temperaturas, acidez del suelo, escaso contenido de bases, especialmente de calcio y magnesio, son factores desfavorables al desarrollo de los microorganismos.- Esto puede explicar, en parte, el por qué las cosechas responden muy bien a la aplicación de compost y fertilizantes nitrogenados.

Según Wright (30), en la vegetación de la penillanura del Oriente Antioqueño aparecen plantas de gran poder acidificante que ejercen sobre el suelo una función quizá tan fuerte como la vegetación de coníferas en las zonas templadas.- Tal acción origina un proceso de podzolización. Este tipo de vegetación podría explicar, en parte, la formación de una banda de hierro que aparece en la mayoría de los suelos moteados, ya en forma incipiente, ya en forma definida. Se dice que explica en parte la formación de la banda, porque en su origen deben contribuir otros factores tales como topografía y precipitación.

Relieve.-

La influencia del relieve sobre la formación del suelo se caracteriza principalmente por su control sobre la acción del drenaje, la escorrentía y otros factores del agua, incluyendo la erosión normal y acelerada (5).

El relieve de la zona, en general, varía de plano en los Aluviones y Terrazas, a ondulado y fuertemente ondulado en las Colinas y Colinas Altas, respectivamente.

Por las condiciones de relieve anotadas, puede decirse que el drenaje externo es bueno en la zona ondulada, y relativamente pobre en las partes planas.

Los suelos situados en las partes pendientes están sujetos a un grado moderado de erosión, en tanto que las planas se encuentran libres de su acción.

Tiempo.-

El tiempo requerido para la formación de un tipo de suelo depende, principalmente, de los otros factores mencionados (5).

Los suelos de las partes pendientes son normalmente jóvenes, en término de años y estado de desarrollo, a causa de la rápida erosión.- Los de los aluviones también son de edad reciente a causa de la acumulación continua de materiales (5).

La erosión en los suelos en cuestión no ha sido lo suficientemente uniforme y acelerada para que permita la exposición al medio ambiente de nuevas capas. Si se tiene en cuenta la formación de bandas de hierro, el lavado de los suelos y los procesos de podzolización y gleyzación que actualmente se desarrollan (30), se llega a la conclusión de que han entrado ya en un período normal de equilibrio, y con las condiciones ambientales como para clasificarse dentro de los suelos maduros o zonales.

#### Material Subyacente.-

Las condiciones químicas y físicas del substrato son bien diferentes de la capa volcánica, ya que posee características que indentifican a sus materiales como originados "in situ", a partir de la meteorización de rocas ígneas y metamórficas.

En los lugares en donde la erosión del material volcánico ha sido fuerte, estos suelos afloran con coloraciones rojas a rojo amarillentas. Aunque estos sitios son muy limitados, suelen presentarse, sobre todo en la unidad Colinas Altas.

Los análisis físicos de este material, en contraposición con los volcánicos, indican la predominancia de texturas arcillosas y franco-arcillosas (35-60% de arcilla), disminuyendo, por lo tanto, el porcentaje de arenas y de limos. La reacción es de carácter ácido. La capacidad de cambio es muy baja (un promedio de 9 m.e./100 gramos de suelo) en relación a un alto contenido de arcilla. La relación Ca/Mg guarda un mejor equilibrio, aunque sus contenidos son muy escasos. La saturación total de H es

menos acentuada; la de bases totales es mucho mayor, lo mismo que la de calcio, factores estos que claramente indican una fertilidad actual y potencial mayor a la del mismo estrato que sirve de sustento a las cosechas.

Las influencias del material subyacente sobre la formación y desarrollo de estos suelos es muy notoria, sobre todo si se tiene en cuenta la formación de bandas de hierro en medio de ambos substratos, la pseudogleyización de los horizontes volcánicos inferiores y la acumulación de materiales provenientes de los horizontes superiores.

#### Suelos de Colinas Altas.-

Forman parte de las estribaciones de una zona montañosa que rodea prácticamente la penillanura y que constituye un ramal de la Cordillera Central, especialmente por la parte Suroeste de la región, hacia el municipio del Retiro.- Las pendientes varían del 25 al 50%, siendo a veces cortas, y entonces forman un relieve superior de pequeñas colinas, sobre un conjunto de colinas altas reunidas por sus bases. En general, tienen forma redondeada, por lo cual las ondulaciones son muy definidas. La altura relativa de estas colinas varía de 15 a 25 m.

Sus suelos presentan un perfil que consta de dos grandes capas, con características químicas y físicas diferenciales. La primera está constituida por el depósito volcánico de color pardo en la parte superior y pardo amarillento en la inferior, y cuyo espesor varía en forma ascendente en la dirección Noreste-

suroeste de la formación.- La segunda capa es producto de la meteorización de rocas ígneas y metamórficas, de coloraciones amarillo y rojo amarillento.

En medio de estas dos capas y en forma discontinua, aparece una banda de hierro, producto de la lixiviación de los materiales volcánicos, cuyo espesor varía entre 5 y 10 cm. Todo parece indicar que esta formación está íntimamente relacionada con la precipitación, toda vez que es más conspicua en aquellas regiones donde la lluvia total es mayor, es decir, dentro del bnh-MB.

La capa superior o depósito volcánico se caracteriza por las texturas livianas de sus horizontes, que varían de franco a franco-arenosas; estructuras de bloques subangulares en los primeros horizontes y masivos en los subsiguientes. El contenido de materia orgánica y de raicillas decrece normalmente con la profundidad.- Cuando la vegetación está constituida por helechos, el primer horizonte es muy orgánico, de color negro intenso que tiñe los dedos, con estructura granular, muy porosa y poco densa. Reacción fuertemente ácida en todo el perfil.

Todo el perfil posee, además, una consistencia friable y es característica general su poca plasticidad y pegajosidad.- En los horizontes inferiores cercanos a la banda de hierro, pueden observarse evidentes síntomas de gleyzación.

#### Suelos de Colinas.-

Con igual material parental al de Colinas Altas y con alturas relativas promedias entre 10 y 15 m. Las pendientes

varían entre 15 y 25%.

El primer horizonte es de regular espesor (20-30 cm.), negro, franco o franco-arenoso orgánico (más de 30% de materia orgánica), estructura granular incipiente y abundante cantidad de raicillas. Los subsiguientes horizontes son generalmente de color pardo amarillento, de texturas medianas a livianas. Estructuras muy incipientes, y en la mayoría de los casos, de carácter masivo.

Perfil poco denso y muy poroso, con gran capacidad de absorber agua, como también de liberarla, cuando las condiciones climáticas (vientos), topográficas y de subsuelo lo permiten. Todos los horizontes son de consistencia friable, siendo muy frecuente la presencia de agrietamientos verticales a través de los cuales penetra la materia orgánica y que constituyen fuentes de erosión en muchos casos.- En cortes secos se observa claramente la contracción que experimentan los suelos, dando origen a una estructura mayor prismática. En mojado, el material es ligeramente pegajoso y ligeramente plástico.

En el contacto de este depósito con los materiales subyacentes, se observa también la banda de hierro. La reacción de todo el perfil es ácida.

#### Suelos de Terraza y Aluviones.-

Con topografía plana y con los siguientes rasgos morfológicos:

Un primer horizonte de color negro intenso, de textura franca a franco-arenosa orgánica. Estructura muy incipiente, pero con tendencia a bloques subangulares. Abundante cantidad de raicillas.

Los siguientes horizontes son de colores pardo oliva y pardo oliva amarillentos, de texturas livianas y con estructuras en bloques subangulares, siendo de estructura masiva los más inferiores. Muy escaso el contenido de raicillas y ausencia de macroorganismos.- A partir de los 60 cm. aparecen síntomas de gleyzación, y, a 1 m., el agua freática. Son suelos imperfectamente drenados, sujetos a inundaciones frecuentes y libres de erosión.

Todo el perfil es de consistencia friable, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica, en mojado, y de reacción ácida. El depósito volcánico alcanza hasta 2 m. y descansa sobre una arcilla caolínica de posible origen lacustre.

Los aluviones, que ocupan un área relativamente muy pequeña, se han separado por posición, ya que el material de origen es el mismo de la terraza.

Descripción de Perfiles.-

Perfil No. 1

Convención: A - Aluvión

Localización: En la finca de Gonzalo Aristizábal, y al lado de recho de la carretera Rionegro-La Ceja.

0-25 cm. Franco; color negro en húmedo (10YR2/1); estructura en bloques subangulares, fuertes y medios; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, no pegajosa y no plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas; abundante; contenido de materia orgánica, abundante; pH 5.25, fuertemente ácido; límite claro.

25-64 cm. Franco-arenoso; color pardo amarillento oscuro en húmedo (10YR4/4); estructura con tendencia a bloques subangulares; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, no pegajosa y no plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, regular; contenido de materia orgánica, bajo; pH 6.30, ligeramente ácido; límite, claro.

64-84 cm. Franco-arenoso; color pardo amarillento en húmedo (10YR5/6); estructura en bloques subangulares, moderados y medios; consistencia en húmedo, firme, y en mojado, no pegajosa ni plástica; sin raicillas ni materia orgánica; pH 6.40, ligeramente ácido; límite, claro.

84-100 cm. Arenoso-franco; color pardo oliva claro en húmedo (2.5Y5/4); sin estructura; consistencia en húmedo, firme, y en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; canaliculos de color ocre en cantidad regular; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 6.70, neutro; límite, claro.

100-130 cm. Franco-arenoso; color pardo amarillento en húmedo (10YR5/6); consistencia en húmedo, firme, y en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; poros finos en regular cantidad; canalículos ferruginosos, escasos; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 6.50, ligeramente ácido; límite, abrupto.

130-150 cm. Arenoso-franco; color amarillo pardusco en húmedo (10YR6/8); consistencia en húmedo, firme, y en mojado, no pegajosa y no plástica; poros finos en regular cantidad; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 6.45, ligeramente ácido; límite, abrupto.

150-185 cm. Franco-arenoso; color gris oliva claro en húmedo (5Y6/2); consistencia en húmedo, firme, y en mojado, no pegajosa y no plástica; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 6.60, neutro.

Observaciones: A los 185 cm. aparece conglomerado de espesor no conocido.

Perfil No. 2

Convención: A - Aluvión.

Localización: En la finca de Manuel J. Vallejo, y al lado izquierdo de la carretera Don Diego-Rionegro.

0-30 cm. Franco-arenoso; color negro en húmedo (7.5YR2/0);

estructura en bloques subangulares, fuertes, medios; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y no plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, regular; contenido de materia orgánica, abundante; pH 4.90, muy fuertemente ácido; límite, abrupto.

30-55 cm. Franco-arenoso; color oliva en húmedo (5Y4/3); consistencia en húmedo, muy friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; con canalículos de color ocre; sin macroorganismos; presencia de raicillas, de regular a escasa; sin materia orgánica; pH 5.40, fuertemente ácido; límite, claro.

55-95 cm. Franco-arenoso; color gris oliva en húmedo (5Y5/2); consistencia en mojado, pegajosa y plástica; sin tomas de gleyzación; canalículos de color ocre; presencia de raicillas, escasa; sin materia orgánica; pH 5.85, moderadamente ácido; límite, claro.

95 - X cm. Franco-arenoso; color pardo amarillento en húmedo (10YR5/6); consistencia en mojado, pegajosa; presencia de agua freática; pH 5.2, fuertemente ácido.

Observaciones: Nivel freático a 95 cm., después de la época de lluvias. Es necesaria la construcción de canales permanentes de desagües, con 80 cm. de profundidad, más o menos, para un uso adecuado.

Perfil No. 3

Convención: C - Colinas

Localización: Al lado derecho de la carretera La Unión-Sonsón ,  
a 100 m. del restaurante "Bellavista".

0-25 cm. Franco-arenoso; color pardo muy oscuro en húmedo (10YR2/2); sin estructura; consistencia en húmedo, muy friable, y en mojado, no pegajosa y no plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, abundante; contenido de materia orgánica, alto; pH 5.05, muy fuertemente ácido; límite, claro.

25-45 cm. Arenoso-franco; color oliva en húmedo (5Y4/4); estructura en bloques subangulares, moderados, finos; consistencia en húmedo, friable a firme, y en mojado, pegajosa y ligeramente plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, regular; sin materia orgánica; pH 5.35, fuertemente ácido; límite, gradual.

45-77 cm. Arenoso-franco; color oliva en húmedo (5Y5/4); estructura, masiva; consistencia en húmedo, friable a firme, y en mojado, ligeramente pegajosa y no plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, escasa; sin materia orgánica; pH 5.85, moderadamente ácido; límite, gradual.

77-100 cm. Franco-arenoso fino; color pardo oliva claro en húmedo (2.5Y5/4); consistencia en húmedo, friable, y

en mojado, pegajosa y no plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, escasa; sin materia orgánica; pH 6.00, moderadamente ácido.

110-115 cm. Comprende un horizonte amarillento (ocre) con una banda de hierro en la parte media, de unos 2 cm. de espesor.

115-135 cm. Capa amarilla de textura franco-arenosa fina; a continuación una capa gris clara de 20 cm. de espesor, la que a su vez descansa sobre una capa amarilla arcillosa.

Observaciones: Primer horizonte: capa arable intensamente labo-  
rada en cuya base se observa una zona un poco me-  
nos liviana de unos 3 a 5 cm. de espesor, con pequeñas y escasas  
manchas de color ocre.

En el segundo horizonte: manchas rojizas abundan-  
tes y chorreaduras de materia orgánica.

Perfil No. 4

Convención: CA - Colinas Altas.

Localización: En la vereda La Planta, al lado izquierdo de la ca-  
rretera Marinilla-Santuario y frente a la finca  
San Antonio.

0-20 cm. Franco-arcillo-arenoso; color negro en húmedo (10  
YR2/1); estructura en bloques subangulares, modera

dos, medios; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y plástica; presencia de macroorganismos, escasa; presencia de raicillas, regular; contenido de materia orgánica, medio; pH 5.00, muy fuertemente ácido; límite, gradual.

20-40 cm. Franco-arcillo-arenoso; color pardo a pardo oscuro en húmedo (10YR4/3); estructura en bloques subangulares, moderados, gruesos; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, escasa; contenido de materia orgánica, bajo; pH 5.30, fuertemente ácido; límite, gradual.

40 - X cm. Arcilloso; color amarillo rojizo en húmedo (7.5YR 6/8); consistencia en húmedo, friable, y en mojado, pegajosa y ligeramente plástica; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 5.10, fuertemente ácido.

Perfil No. 5

Convención: C - Colinas.

Localización: En la vereda Partidas de Chaparral, al lado izquierdo de la carretera Guarne-San Vicente, en "Alto Sepulturas".

0-20 cm. Franco-arenoso; color negro en húmedo (10YR2/1); estructura granular, débil, media; consistencia en

húmedo, friable, y en mojado, no pegajosa y no plástica; presencia de macroorganismos, escasa; presencia de raicillas, abundante; contenido de materia orgánica, abundante; pH 5.22, fuertemente ácido; límite, claro.

25-55 cm. Franco-arenoso; color pardo amarillento oscuro en húmedo (10YR4/4); estructura en bloques subangulares, finos, medios; consistencia en húmedo, muy friable, y en mojado, pegajosa y plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, escasa; contenido de materia orgánica, muy bajo; pH 5.7, moderadamente ácido; límite, gradual.

55-105 cm. Franco-arcillo-arenoso; color amarillo pardusco en húmedo (10YR6/6); consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y plástica; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 5.7, moderadamente ácido; límite, claro.

105 - X cm. Material parental muy meteorizado. Mantos profundos.

Observaciones: En lugares no muy retirados del sitio de descripción, aparecen explotaciones ocasionales de cuarzo lechoso.

Perfil No. 6

Convención: C - Colinas

Localización: Carretera Medellín-La Ceja, en finca de la Investigadora Lanar.

0-37 cm. Franco-arenoso; color pardo muy oscuro en húmedo, (10YR2/2); estructura en bloques subangulares, moderados y medios; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y no plástica; presencia de macroorganismos, escasa; presencia de raicillas, abundante; contenido de materia orgánica, medio; pH 5.15, fuertemente ácido; límite, claro.

37-58 cm. Franco-arenoso; color pardo amarillento en húmedo (10YR5/6); estructura en bloques subangulares, moderados, medios; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y no plástica; presencia de macroorganismos, escasa; presencia de raicillas, escasa; contenido de materia orgánica, bajo; pH 5.90, moderadamente ácido; límite, claro.

58-85 cm. Arenoso-franco; color pardo fuerte en húmedo (7.5 YR5/6); estructura en bloques subangulares, moderados, medios; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; pedregones y a veces bandas de hierro que llegan a formar orstein; canaliculos; sin macroorganismos; presencia de raicillas, escasa; contenido de materia orgánica, muy bajo; pH 6.00, moderadamente ácido; límite, claro.

85-115 cm. Franco-arenoso; color pardo amarillento claro en

húmedo (2.5Y6/4); consistencia en húmedo, friable a firme, y en mojado, pegajosa y plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, escasa; sin materia orgánica; pH 6.20, ligeramente ácido; límite, claro.

115 - X cm. Arcilloso; color amarillo en húmedo (10YR7/8); consistencia en húmedo, firme, y en mojado, pegajosa y ligeramente plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, escasa a ninguna; sin materia orgánica; pH 5.30, fuertemente ácido.

Perfil No. 7

Convención: CA - Colinas Altas

Localización: 3 Km. después de la estación de bombeo "La Mosca" y al lado izquierdo de la carretera que conduce de ésta a la represa de "Piedras Blancas".

0-17 cm. Franco-arenoso; color negro en húmedo (10YR2/1); estructura granular; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, no pegajosa y no plástica; sin macroorganismos; presencia de raicillas, abundante; contenido de materia orgánica, alto; pH 5.20, fuertemente ácido; límite, claro.

17-45 cm. Franco-arenoso; color pardo oliva en húmedo (2.5Y 4/4); sin estructura; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, no pegajosa y no plástica; sin

macroorganismos; presencia de raicillas, regular; contenido de materia orgánica, bajo; pH 5.73, moderadamente ácido; límite, claro.

45-60 cm. Franco-arenoso; color pardo fuerte en húmedo (7.5 YR5/6); estructura en bloques subangulares, moderados, gruesos; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, no pegajosa y no plástica; presencia de macroorganismos y de raicillas, escasa; sin materia orgánica; pH 5.95, moderadamente ácido; límite, claro.

60-97 cm. Arcillo-arenoso; color amarillo pardusco en húmedo (10YR6/6); sin estructura; consistencia en húmedo, friable, y en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 5.55, fuertemente ácido; límite, gradual.

97-107 cm. Arcilloso; color amarillo pardusco en húmedo (10YR6/8); consistencia en húmedo, firme, y en mojado, ligeramente pegajosa y ligeramente plástica; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 5.32, fuertemente ácido; límite, claro.

107 - X cm. Arcilloso; color rojo amarillento en húmedo (5YR 5/8); consistencia en húmedo, firme, y en mojado, ligeramente pegajosa y no plástica; sin macroorganismos, raicillas, ni materia orgánica; pH 5.50, fuertemente ácido.

Observaciones: En el tercer horizonte aparece una banda de hierro discontinua, delgada y muy endurecida. Se observan también chorreaduras de materia orgánica. En el cuarto horizonte, presencia de perdigones rojizos, escasos.

#### Características Químicas.-

Teniendo en cuenta que el material parental de toda la región es el mismo y que sólo se presentan ligeras variaciones en cuanto a profundidad de los depósitos y posición de los mismos, se hará una discusión general sin tener en cuenta las unidades geomorfológicas. Existen ligeras variaciones referentes a clima, pero los análisis físicos, químicos y biológicos indican gran semejanza y homogeneidad en los suelos.

Si bien no existen criterios lo suficientemente claros para definir el grado alto o bajo de fertilidad, sí es muy evidente la pobreza de estos suelos y su marcada acidez. El estado mismo de la vegetación y la escasa o nula producción de las cosechas cuando no han sido previamente fertilizadas, son argumentos que apoyan estas afirmaciones. A esto hay que agregar la indisponibilidad de los escasos nutrientes, el alto poder fijador de los elementos esenciales que poseen los suelos, especialmente de fósforo, su gran poder amortiguador que exige grandes cantidades de cal para elevar el pH, y la presencia de otros factores altamente limitantes de las cosechas, tales como el contenido de compuestos de aluminio libre en cantidades tóxicas.

El suelo en su estado natural es bastante inactivo, de donde se presume que la función microbiológica es muy li

mitada, y, consecuentemente, la formación y disponibilidad de compuestos nitrogenados. De allí que los suelos respondan ampliamente a la aplicación de compost y de compuestos nitrogenados. La naturaleza del material parental, sus propiedades físicas y químicas, además de las condiciones climáticas, presentan un campo favorable a la lixiviación, dando como resultado suelos ácidos, con escasa saturación de bases y alto contenido de hidrógeno.

Se ha establecido que la mayoría de los nutrientes indispensables a las plantas son asimilables cuando la reacción del suelo se acerca a la neutralidad (pH de 6.0 a 7.5). Aunque el fósforo y el potasio vuelven a ser asimilables por encima de un pH 8.0 (28), es de suponer la acción definitiva de tan importante factor en la fertilidad de estos suelos, ya que los análisis, en general, indican reacciones de carácter ácido.

Es muy evidente el alto contenido de hidrógeno que alcanza niveles hasta de 70 y 80 m.e./100 gramos de suelo. En esta forma, la suma de las bases totales es muy baja y muy reducida la saturación. Por otra parte, la saturación de calcio es muy escasa, y teniendo en cuenta la importancia de este elemento en los suelos, es innegable que constituye un factor muy limitante en cuanto a fertilidad se refiere y una prueba más para atestiguar la pobreza de los suelos.

En general, los suelos poseen una alta capacidad catiónica de cambio, pero alrededor de un 95% de la saturación corresponde al hidrógeno. Quizá sea esta una de las razones explicativas del alto poder amortiguador de los suelos. Por lo tanto, a esta alta saturación de hidrógeno corresponde una muy baja de

bases.- El notorio desequilibrio entre los elementos esenciales y el hidrógeno, es uno de los problemas más graves con que cuenta el manejo de los suelos.

Los análisis químicos indican evidente pobreza de elementos esenciales, especialmente de nitrógeno y fósforo.

Posiblemente no se presentan deficiencias de potasio y en la escasa concentración de bases está bien equilibrada la relación Ca/Mg. En general, el contenido de estos cationes, incluyendo el sodio (Na), está por debajo de 1 m.e./100 gramos de suelo, y cuando se hallan concentraciones mayores, ello puede deberse a la aplicación de cal y fertilizantes plurales.

El aluminio se halla en altas concentraciones, especialmente en los horizontes superiores, siendo muy factible que este sea uno de los factores más importantes y definitivos para explicar la pobreza de los suelos.

La teoría de la toxicidad del aluminio en suelos ácidos, se basa en la suposición de que tal elemento se halla en concentraciones suficientemente altas como para ser perjudiciales al crecimiento de las plantas (23).

La cantidad de aluminio que se encuentra en la solución del suelo depende de la clase de fuentes presentes y de la reacción. Este elemento es el tercero en abundancia en la corteza terrestre, encontrándose normalmente en casi todos los suelos, con ligeras excepciones. Los ácidos presentes en el suelo reaccionan con ciertos compuestos de aluminio, produciendo sales solu-

bles, las que aumentan proporcionalmente el grado de acidez (18). El compuesto aluminico más fácilmente atacado por los ácidos es la Gibsita (7, 19).

Los compuestos presentes en un suelo que más fácilmente disuelven el aluminio son los ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico. Los suelos fertilizados con sulfato de amonio ganan acidez gradualmente, y al final, la solución contiene considerable sulfato de aluminio (13).

El aluminio soluble es tóxico al crecimiento de las plantas porque causa la coagulación del protoplasma celular. Tal elemento aumenta el espesor de la raíz principal, impidiendo la absorción de los nutrientes y desplazando además a otros cationes como el Ca y el K (18).

Magistad (18), concluyó que el aluminio ejerce una acción tóxica en la mayoría de las plantas en crecimiento, cuando se halla en concentraciones de 50 a 100 p.p.m. El grado de tolerancia es fundamental y depende del tipo de planta.

Los análisis químicos efectuados sobre estos suelos indican un contenido de 300 a 400 p.p.m. de aluminio soluble en los primeros horizontes, y de 100 a 150 en los subsiguientes. Es menester aclarar que estos resultados varían con el método de extracción y la naturaleza de los reactivos.

Si bien aún no se conocen los niveles críticos sobre los cuales el aluminio ejerce acción tóxica para las condiciones de los suelos en estudio, sí merece tenerse en cuenta como u

no de los posibles factores limitantes en su fertilidad.

Hay que destacar el fenómeno de la alta capacidad de cambio con un contenido muy bajo de arcilla. Es muy conocido el principio de que la capacidad catiónica de un suelo está dada, principalmente, por el tipo y cantidad de arcilla, además del contenido de materia orgánica.

En el presente estudio, y, especialmente, en los análisis físicos de los suelos, se han obtenido resultados que contrarían los anteriores principios. De esta manera, a cantidades muy pequeñas de arcilla en el complejo coloidal de suelo, corresponde una alta capacidad catiónica de cambio. Si bien en el primer horizonte es explicable este fenómeno por el alto contenido de materia orgánica, para los subsiguientes la explicación no es clara y por tanto se sugiere la presencia de un factor que contribuye a este aumento, el cual está limitado al depósito volcánico, toda vez que el material subyacente guarda normal equilibrio entre el contenido de arcilla y su capacidad de cambio.- La discusión de este factor se trató en el capítulo GEOLOGIA que incluye Cenizas Volcánicas.

Las investigaciones llevadas a cabo en el campo y en el invernadero con diferentes aplicaciones de fertilizantes son indicativas de por sí de la extrema pobreza de los suelos. Rodríguez (24) concluyó que son indispensables 60 toneladas de cal/Hect. para obtener un pH neutro en estos suelos, en condiciones de invernadero, y que requieren 450 Kgr. de  $P_2O_5$  para obtener una producción máxima de 16 Ton/Hect. de papa. (El testigo sólo produjo 4 Ton/Hect. en ensayos de campo).

El alto poder fijador de fósforo de estos suelos se ha demostrado muchas veces, siendo muy elocuente el resultado obtenido por la fundación Rockefeller (27) para un suelo de Rionegro que fijó totalmente 800 ppm. de  $P_2O_5$  aplicado. Tratando de averiguar la fuente de esta fijación, se llegó a la conclusión de que el suelo posee gran cantidad de arcillas alofánicas con alta capacidad de fijación de este elemento.

Correa (6) atestigua la baja fertilidad de los suelos y la acentuada respuesta al tratamiento completo con cal, usando como plantas indicadoras lechuga romana, frijol y maíz. Las fórmulas utilizadas fueron  $N_0-P_6-K_1$ ;  $N_2-P_0-K_1$  y  $N_2-P_6-K_0$ . No se observó respuesta significativa al  $K_2O$ .

Resultados similares fueron obtenidos por Lotero (17) e Irusta y Fortoul (14). Todas las investigaciones, en general, llevan a la conclusión de la buena respuesta al fósforo y al nitrógeno y que no hay respuesta significativa al  $K_2O$ , pero sí a los elementos menores.

Los análisis físicos, por su parte, indican que el suelo originado a partir de las cenizas volcánicas desarrolla texturas livianas, con alta predominancia de arenas (más del 60%) y bajo contenido de arcillas. El material subyacente, constituido en su mayoría por arcillas derivadas del batolito y de rocas metamórficas, posee condiciones totalmente opuestas, haciéndose claro el alto contenido de arcillas y la disminución de las arenas.

Esta desigualdad textural favorece un proceso de pseudogleización en la línea de contacto de los dos estratos. La

textura liviana, muy arenosa de la capa volcánica, permite la rápida infiltración del agua hasta el estrato arcilloso sobre el cual se reduce la infiltración, permaneciendo sobresaturada la parte inferior por un espacio de tiempo relativamente largo durante la época de lluvias.

Cuando se presenta la banda de hierro, aumenta la retención de humedad en la base del depósito y el proceso de gleyización se hace más conspicuo.

Por las condiciones físico-químicas anotadas, se infiere claramente la baja productividad de estos suelos en su estado natural, concluyéndose que sólo es posible obtener resultados positivos acudiendo a buenas prácticas de manejo, previos estudios de la aplicación económica de fertilizantes.

#### Clasificación.-

Aquí se tratará de situar los suelos reconocidos dentro de las clasificaciones internacionales consultadas por los autores. Para este efecto, debe advertirse que la clasificación se hace con un criterio general y empírico, en vista de las limitaciones de los análisis químicos y de la poca experiencia al respecto. Estos párrafos tienen como fin dar algunas ideas a aquellas personas conocedoras de estos problemas y crear cierta inquietud entre nuestros reconocedores.

Debemos tener un sistema de clasificación lo más homogéneo posible que ayude al rápido y verdadero conocimiento de

nuestros recursos en materia de suelos.

La clasificación de G. Aubert y Ph. Duchaufour (10) divide los suelos en clases, subclases, grupos y subgrupos, siguiendo, en especial, las características fundamentales de la evolución.

En esta clasificación, los suelos estudiados podrían colocarse tentativamente dentro de la clase de suelos evolucionados con humus bruto, perfil ABC y sub-clase de suelos podzólicos hidromórficos - grupo - Tipo podzol con pseudogley (10).

La clasificación americana, según la séptima aproximación (12), divide los suelos en órdenes, subórdenes, grandes grupos, subgrupos, familia, serie, basándose en la generalización de propiedades comunes entre suelos que parecen diferir poco en sus horizontes y relativamente mucho en los procesos tendientes al desarrollo de los mismos, para separar los órdenes; en aquellas características que permitían hacer agrupaciones de la mayor homogeneidad genética para separar los subórdenes; principalmente por la presencia o ausencia de horizontes característicos y por la disposición de dichos horizontes para separar los grandes grupos; los sub-grupos se definen con relación al grupo; la serie es una colección de individuo-suelo esencialmente uniforme en sus características diferenciales. En esta clasificación los suelos de la penillanura central de Antioquia podrían corresponder al orden Inceptisoles, suborden Andepts, no pudiéndose aproximar más categorías por carecer de elementos de juicio necesarios para ello.

Por su parte Wright (30), de acuerdo con el sistema europeo, dice que estos suelos poseen suficiente cantidad de alofano y que sus características morfológicas, físicas, mineralógicas y químicas se combinan para dar pie a clasificarlos como un miembro extremo del grupo de suelos Alofano-Húmico, derivado de cenizas volcánicas ácidas.

#### Uso y Manejo Actual.-

El mayor porcentaje de los suelos de Colinas Altas está ocupado principalmente por pastos, y en orden descendente, por papa, maíz, cultivos hortícolas (repollo, arracacha, lechuga) flores, fique, algunos frutales, bosques artificiales y algunos vestigios de bosques naturales.

Es frecuente encontrar, además, grandes extensiones ocupadas por rastrojos de pequeños arbustos y helechos, posteriores a la destrucción del bosque natural.

La ganadería posee pastos de corte y de pastoreo. Predomina el ganado de leche, principalmente de las razas Holstein, Ayrshire y Blanco Orejinegro. Ultimamente el Ministerio de Agricultura ha iniciado un programa de investigación con ganadería ovina, con buen éxito, y que a no dudar promete un buen futuro. También son notorias las explotaciones porcinas en sus diferentes ramas, aunque en menor escala.

En la represa de Piedras Blancas, que se halla localizada en esta unidad, cerca al municipio de Guarne, existe un programa de reforestación de la hoya con base en plantas coníferas, principalmente.

De las escasas áreas boscosas existentes se extrae

madera de buena calidad para usos comerciales, pero en pequeñas cantidades, dada la poca extensión y densidad de los bosques.

Los suelos de la unidad Colinas están desprovistos de toda vegetación boscosa, natural o artificial. Hay un ligero equilibrio en la utilización agrícola y ganadera de los predios, con presencia, además, de rastros que pueden ocupar aproximadamente un 20% del área total.

Los cultivos tradicionales de la unidad, con excepción de las áreas forestales, son exactamente los mismos que corresponden a los suelos de Colinas Altas, variando un poco en el aspecto de su intensidad, dadas las condiciones más favorables que presentan sus suelos en relación con su topografía. Los pastos predominantes son poa, kikuyo, india, trébol y pangola.

Las unidades Terraza y Aluvión están ocupadas, en su mayor parte, por fincas de recreo en las cuales se presentan los cultivos regionales mencionados en las otras unidades. La ganadería de leche es abundante, y la equina se explota en forma técnica.

Prácticamente, en toda la región, el manejo de los suelos por los agricultores es muy semejante y las variaciones son muy escasas, lo cual se debe, especialmente, a la capacidad económica de los propietarios y a la cultura de sus gentes.

Entre los agricultores hay el convencimiento de la poca fertilidad de los suelos, existiendo por ello la tradición del uso de los fertilizantes, para lograr resultados aceptables en sus cosechas que de otra manera serían negativos.

Teniendo en cuenta que el cultivo de la papa es el

más importante de la región, las principales prácticas de manejo del suelo giran a su alrededor. Las prácticas correspondientes a la arada y rastrillada se hacen, principalmente, a base de azadón, con las llamadas "pica" y "repica". En las áreas planas donde se facilita el uso de equipo mecánico, esas labores se hacen con arado de bueyes y, en menor escala, con tractor.- Los suelos tienen la ventaja de su friabilidad y soltura, facilitando altamente las labores mencionadas.

Los agricultores acostumbran aplicar fertilizantes altos en fósforo.- La fórmula más usada es la del tipo 12-36-24 aplicada una vez al año. Una vez recolectada la papa, se continúa con un cultivo de maíz o con una siembra de pasto, para aprovechar los remanentes de fertilizantes aún presentes en el suelo. Los fertilizantes se aplican, por lo general, todos los años en que se cultive la papa, y la cantidad aplicada varía con las capacidades económicas de los cultivadores.

Es común, también, la aplicación de cal en cantidad de 2 a 3 toneladas por hectárea, aunque actualmente la cantidad aplicada ha disminuído debido a su alto costo.- Aproximadamente se aplican unas 5.000 toneladas al año en toda la región.

Una gran parte de los agricultores aplica abono orgánico en forma de compost, el cual preparan mezclando las basuras y residuos de las cosechas en las zanjas que usan como límite de las propiedades, labor que se efectúa en forma continua, utilizando el ya fermentado al mismo tiempo que las van llenando, y con lo que constituyen un verdadero fondo rotatorio de abono orgánico. Es muy efectivo el uso del compost en los suelos, y en los

campesinos existe el convencimiento de que esta práctica conserva la humedad y aporta nutrientes.

Es interesante observar el gran sentido práctico que poseen los agricultores de la región. Con frecuencia muchos de ellos efectúan aradas profundas que permiten traer a los primeros horizontes materiales provenientes del substrato, con resultados muy halagadores. Demuestran así estar convencidos de la pobreza e inactividad de las primeras capas del suelo, que en el presente trabajo han sido identificadas como depósitos de cenizas volcánicas.

Las prácticas de rotación se efectúan principalmente para aprovechar los residuos de fertilidad después de cosechada la papa. Generalmente, a este cultivo sigue uno de maíz entre mezclado con frijol, para aprovechar la caña como soporte. Al siguiente año se continúa en idéntica forma, y así sucesivamente por períodos de 3 ó 4 años, al cabo de los cuales, en muchas partes se deja crecer el llamado "cañero" para soltar el ganado. Posteriormente se destruyen los chamizales y continúan con el cultivo de papa.

La rotación se hace con pasto de corte en las fincas dedicadas a la ganadería.

En terrenos pendientes es frecuente la siembra en curvas de nivel y el uso de barreras vivas para evitar la erosión acelerada.

#### Manejo Aconsejable.-

Dada la baja fertilidad de los suelos, su gran poder amortiguador y la capacidad para fijar el fósforo, se hace bastante difícil su manejo, y por lo tanto, todas las medidas han de estar dirigidas hacia el aumento de la fertilidad, para el normal desarrollo de las cosechas.

Al gobierno, por intermedio de la investigación, le corresponde la tarea de averiguar el uso económico de los fertilizantes hasta donde la ley de los rendimientos decrecientes lo permita. Estas investigaciones deben estar completadas con el mejoramiento de variedades en cuanto a productividad y precocidad se refiere.

Un programa de educación rural, mediante los servicios de extensión y la facilidad de obtener crédito, son indispensables en toda la región, en la cual predomina el minifundio y sus agricultores son de muy escasos y limitados recursos. En esta forma se puede afrontar ventajosamente el problema de la baja fertilidad de los suelos.

Paso previo a la aplicación de cal y de fertilizantes, debe ser el investigar la clase y cantidad económica de ellos. Hoy en día puede afirmarse que se emplean con base en estudios muy someros, y prueba de ello es la diversidad de fórmulas y cantidades empleadas por los agricultores en una región en la cual se conoce la homogeneidad en cuanto a la naturaleza y problemas de sus suelos.

Se ha llegado a la conclusión de que el aluminio libre, presente en cantidades tóxicas en estos suelos, es uno de los factores que limitan su fertilidad y que hacen más costoso su manejo. En el futuro, muchas de las investigaciones deben ir dirigidas hacia este tópico.

La cal aplicada a suelos ácidos puede ser benéfica al crecimiento de las plantas, no sólo porque suple de calcio al suelo, sino también porque reduce la concentración de iones de hidrógeno y precipita el aluminio tóxico como una consecuencia de la disminución de la acidez. La aplicación de fosfatos al suelo debe ir acompañada de la adición de cal, a fin de que las plantas puedan aprovechar el fósforo precipitado por el aluminio libre (17).

Las investigaciones llevadas a cabo en estos suelos (14) indican que los fertilizantes que se vayan a aplicar deben poseer una relación entre el nitrógeno y el fósforo de 1:3; que no se requieren adiciones de potasio y que aplicaciones de la fórmula  $N_2-P_6-K_1$ , más 5.5 Ton. de cal, dieron muy buenos resultados en suelos de La Ceja.

El alto costo de la cal y de los fertilizantes ricos en fósforo ha reducido en buena parte estas prácticas en toda la región.- Es aconsejable el uso de escorias básicas por su alto contenido de fósforo, además de cal y elementos menores. Últimamente se está llevando a cabo esta práctica con muy buenos resultados.

Los cultivos tradicionales de la zona son los más

aconsejables, si se tiene en cuenta que ellos son la base de la agricultura regional, son los más susceptibles de mejorar, son objeto de investigaciones tendientes a aumentar su precocidad, productividad y calidad, y poseen mercado conocido por los agricultores.

Se estima que las hortalizas constituyen uno de los cultivos más recomendables. Actualmente se cultivan en pequeña escala, comparadas con otros, debido, principalmente, a las dificultades que presenta el mercado. Los suelos poseen propiedades físicas ideales para el cultivo de la mayoría de ellas; por otra parte, los abonos necesarios para corregir las deficiencias nutritivas del suelo son utilizados más económicamente por las hortalizas debido a su rápido crecimiento, lo cual permite obtener hasta dos cosechas en el mismo lapso en que sólo se obtiene una de otros cultivos, como por ejemplo el maíz; esto disminuye, además, la posibilidad de lavado o fijación, según el caso, de los nutrientes.

Los cultivos mencionados son recomendables para aquellos lugares de la unidad que presenten una pendiente favorable.

En los sitios más pendientes, los pastos y el bosque que son los más aconsejables. Los primeros poseen la ventaja de estar en proceso de investigación para averiguar sus enfermedades, sus épocas de corte, su fertilización y, en general, su manejo. Deben pues, aprovecharse los datos que la Granja Experimental emita al respecto. En cuanto al uso forestal se refiere, debe decirse que, según Wright (30), es el más adecuado para todos los suelos de la región. El citado autor dice que, a menos que pueda de

mostrarse el uso eficaz de los fertilizantes, la utilización más adecuada de estas tierras es la de plantar árboles maderables, especialmente coníferas que, como el Pinus caribaea, podrán traer magníficos resultados. El substrato sobre el cual descansan las cenizas volcánicas, es actual y potencialmente más fértil que el suelo que soporta; por esta razón, se estima que las especies de raíces profundas y fuertes como las de árboles corpulentos podrán aprovechar esa condición y desarrollar una vegetación fuerte y resistente. El ejemplo de la reforestación de la hoya de Piedras Blancas demuestra lo acertado del uso recomendado.

Debe anotarse que las presentes recomendaciones se hacen teniendo en cuenta los factores sociales y económicos, hasta donde ello es posible, y por tal causa no se hace mucho énfasis en algunos usos, ya mencionados, que pueden llamarse ideales y pueden llevar confusión a especialistas en esas materias.

Los sistemas de rotación contribuyen a mejorar y conservar las condiciones de fertilidad del suelo, además de prevenir la presencia de plagas y enfermedades.- En toda la región esta práctica va encaminada, principalmente, a aprovechar los residuos de la fertilización hecha para el primer cultivo.

No es aconsejable la rotación con cultivos entre mezclados, como maíz y frijol, práctica que ayuda a la propagación de plagas y enfermedades que afectarán el cultivo siguiente, generalmente la papa, muy susceptible, sobre todo, a enfermedades.

Se estima que un buen sistema de rotación, hasta donde las condiciones económicas lo permitan es papa, maíz y hor

talizas, incluyendo pastos al final de la rotación. La papa es uno de los principales cultivos de la región; pero es muy susceptible a las enfermedades, muchas veces específicas. Dejando el suelo libre de cultivo, por un espacio aproximado de 2 años, muchas de las plagas y enfermedades que la atacan deben, si no desaparecer, al menos disminuir notablemente. Las hortalizas que vienen después del maíz no necesitarán una cantidad muy apreciable de fertilizantes y en cambio se obtendrá una cosecha relativamente rápida por su corto período vegetativo.

El frijol es otro cultivo para la rotación, si se emplean variedades precoces y de buen rendimiento.

En cuanto a pastos se refiere, la rotación con papa es adecuada, pero, para un mayor rendimiento, deben fertilizarse y no aprovechar únicamente el residuo de la fertilización de esta última, modalidad que se aconseja especialmente para los pastos de corte. Para los pastos perennes debe existir la renovación periódica y la fertilización, por cuanto que, por las condiciones de suelo, el rendimiento no es aceptable si no se acude a dicha práctica.

La rotación con barbecho no parece una práctica muy recomendable, al menos económicamente, pues debido a la proximidad y calidad del mercado de Medellín, es necesario aprovechar las tierras todo el tiempo posible. Una de las maneras de prevenir ese agotamiento total del suelo es utilizando, precisamente, una buena rotación.

La fertilización debe ser constante pues así lo exi

ge el suelo. Los fertilizantes usados deben ser ricos en fósforo y medianos en potasio, según los análisis químicos.

Los abonos orgánicos, práctica recomendable para todos los cultivos, dan buena respuesta, especialmente en hortalizas.

En los sitios pendientes aumenta demasiado el peso del suelo por razón de la humedad, lo cual puede provocar derrumbes.- En la mayor parte de los suelos deben utilizarse siembras en curvas de nivel para evitar la erosión. En donde la pendiente es más pronunciada se recomiendan prácticas adecuadas de conservación.

Actualmente existen en la zona algunos frutales que prosperan bien y que con el uso de buenos métodos culturales son aconsejables para la región. El manzano, el tomate de árbol, el granadillo y la curuba, son los principales.- La selección y adaptación de variedades de buen rendimiento, el estudio de las plagas y enfermedades que los atacan, y estudios económicos complementarios, son medidas previas que deben tomarse para establecer el cultivo de cualquiera de ellos.

La floricultura es uno de los renglones de la producción agrícola que puede dar mayores utilidades en la región, por las siguientes razones: relativo bajo costo de abonamiento; muchas de las plantas son perennes; en un espacio pequeño pueden cultivarse distintas clases y obtener buenos rendimientos; son poco llamativos para el robo y más fáciles de cuidar; pueden tenerse flores todo el año, mercado permanente y más o menos regular

facilidad para trabajar toda la familia; facilidad para combinar con otra clase de cultivos; relativamente menor susceptibilidad a plagas y enfermedades y de más fácil control, etc.

No sobra mencionar que existen argumentos negativos, tales como el mercado, pero esas objeciones son vistas generalmente desde un solo ángulo.- En el presente trabajo se trata de involucrar la mayoría de los factores que intervienen en un cultivo, pero es imposible, en vista del carácter de estudio estrictamente agrológico que tiene, abarcar todos los factores. El estudio y solución de los problemas que surjan, con algunas de las recomendaciones hechas en este trabajo, son competencia de otra clase de investigaciones.

En el sector ganadero las recomendaciones van dirigidas al aumento de la población en el renglón lechero; favorecer el cruce de BON (Blanco Orejinegro) con razas de gran producción, y aprovechamiento de las investigaciones sobre pastos efectuadas en la estación experimental regional. Se estima que por altos que sean los costos de producción, la demanda siempre en aumento de productos lácteos, absorberá cualquier aumento de los gastos de producción. Se debe aprovechar las investigaciones sobre ganado ovino y medir sus posibilidades económicas para el campesino medio regional.

La porcicultura es aconsejable para establecimientos grandes que puedan absorber fácilmente pérdidas muy comunes en esta industria.

VII

R E S U M E N

- 1 - Toda la zona que comprende la penillanura central de Antioquia está formada por suelos cuyo material parental está constituido por cenizas volcánicas.
- 2 - Estos depósitos se hallan sobre arcillas provenientes de la meteorización de rocas ígneas y metamórficas.
- 3 - La excesiva pobreza de sus suelos y los problemas de manejo están íntimamente relacionados con la naturaleza del material parental.
- 4 - El escaso contenido de nutrientes, la alta saturación de hidrógeno, la presencia de aluminio libre con carácter tóxico, el poder fijador de fósforo y la capacidad amortiguadora, son las características predominantes de estos suelos y las responsables de su pobreza y de lo costoso de su manejo.
- 5 - Las futuras investigaciones deben estar encaminadas a constatar el carácter limitante de estos factores y los métodos indicados para contrarrestarlos.
- 6 - Por lo que a aplicación de fertilizantes se refiere, se hace indispensable dirigir la investigación hacia el tipo y cantidad adecuada, hasta donde la ley de los rendimientos decre-

cientes permita una aplicación económica de los mismos.

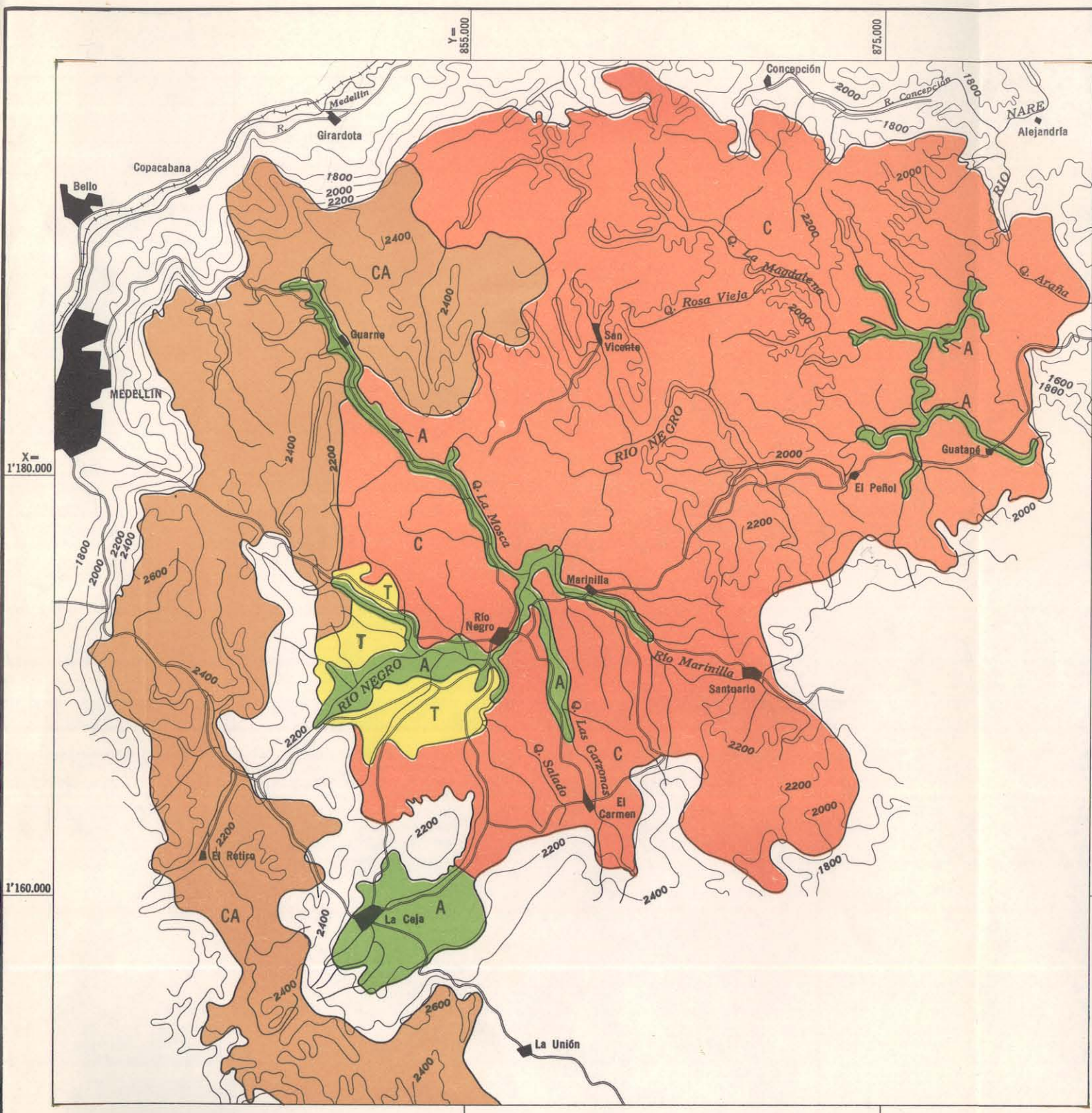
- 7 - Tentativamente los suelos pueden clasificarse como podzólicos, hidromórficos con pseudogley según la clasificación francesa; como Inceptisoles (orden), Andepts (suborden) según la 7a. aproximación; y como suelos del grupo Alofano-Húmico de rivados de cenizas volcánicas, según Wright.





ANALISIS DE SUELOS DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO

PAISAJE	PROF. cm.	POR CIENTO				TEXTURA	pH	MILIEQUIVALENTES POR CEN GRAMOS DE SUELO								POR CIENTO				Kg/Hect.	
		ARENAS	LIMOS	ARCILLAS	HUMEDAD			C.C.C.	Ca	Mg	K	Na	H	Al	B.T.	S.T.B.	C	S. Ca	N	P	
ALUVION Y TERRAZA	0 - 25	49	42	9	8.64	F	5.25	74.14	0.50	0.37	0.38	0.75	72.14	4.73	2.00	2.69	15.10	0.67	237.12	2.98	
	25 - 64	75	20	5	11.03	FA	6.30	51.24	0.33	0.51	0.55	0.38	49.47	—	1.77	3.47	3.08	0.64	—	—	
	64 - 84	61	34	5	16.66	FA	6.40	51.33	0.39	0.25	0.09	0.26	50.34	—	0.99	1.92	1.87	0.75	—	—	
	84 - 100	78	17	5	17.92	AF	6.70	56.73	0.54	0.13	0.07	0.24	55.75	—	0.98	1.72	1.82	0.95	—	—	
	100 - 130	68	26	6	18.00	FA	6.50	53.10	0.54	0.16	0.46	0.25	51.69	—	1.41	2.65	1.84	1.01	—	—	
	130 - 150	77	16	7	20.40	AF	6.45	67.72	0.45	0.31	0.73	0.40	65.83	—	1.89	2.79	1.48	0.26	—	—	
	150 - 185	73	19	8	9.87	FA	6.60	18.12	0.41	0.10	0.07	0.20	17.34	—	0.78	4.30	0.45	2.26	—	—	
	0 - 30	52	38	10	8.27	FA	4.90	71.73	0.54	0.84	0.49	0.42	69.44	2.42	2.29	3.21	18.66	0.75	205.01	3.96	
	30 - 55	68	28	4	11.69	FA	5.40	54.50	0.56	1.05	0.16	0.35	52.38	0.42	2.12	3.88	5.09	1.02	—	—	
	55 - 95	46	49	5	10.50	FA	5.85	46.13	0.84	1.10	0.13	0.35	43.71	—	2.42	5.24	2.71	1.82	—	—	
	COLINAS	0 - 25	56	31	13	10.44	FA	5.05	49.97	5.35	0.22	0.11	0.10	44.19	0.90	5.78	11.57	8.57	10.71	49.40	60.53
		25 - 45	77	17	6	16.31	AF	5.35	55.83	0.67	0.14	0.13	—	54.89	0.13	0.94	1.68	2.92	1.20	—	—
45 - 77		77	19	4	16.65	AF	5.85	50.74	0.93	0.05	0.03	0.10	49.63	—	1.11	2.19	2.61	1.83	—	—	
77 - 110		69	26	5	21.12	FA	6.00	59.35	1.36	0.24	0.05	0.04	57.66	—	1.69	2.85	2.80	2.29	—	—	
110 - 115		76	13	11	21.25	FA	6.00	70.02	1.82	0.17	0.06	0.15	67.82	—	2.20	3.14	2.41	2.60	—	—	
0 - 20		48	28	24	0.22	FARa	5.00	43.70	0.42	0.20	0.14	0.40	42.54	3.27	1.16	2.65	6.45	0.96	192.66	3.96	
20 - 40		52	24	24	9.90	FARa	5.30	20.05	0.37	0.24	0.06	0.34	19.04	1.08	1.01	5.03	2.85	1.84	—	—	
40 - X		32	26	42	3.20	Ar	5.10	11.61	0.35	0.22	0.08	0.24	10.72	3.20	0.89	7.66	0.45	3.01	—	—	
0 - 25		73	17	10	9.13	FA	5.22	84.03	0.69	0.35	0.48	1.07	81.44	5.70	2.59	3.08	17.40	0.82	237.12	1.98	
25 - 55		67	23	10	16.10	FA	5.70	63.66	0.56	0.08	0.06	0.39	62.57	0.22	1.09	1.71	5.07	0.87	—	—	
55 - 105		55	12	33	3.24	FARa	5.70	9.39	0.47	0.35	0.09	0.36	8.12	0.17	1.27	13.52	0.33	5.00	—	—	
COLINAS ALTAS		0 - 37	41	47	12	9.83	FA	5.15	63.97	0.74	0.48	0.09	0.37	62.29	2.62	1.68	2.62	10.12	1.15	301.34	0.99
	37 - 58	66	29	5	12.56	FA	5.90	56.28	0.63	0.13	0.07	0.26	55.19	0.24	1.09	1.93	4.95	1.11	—	—	
	58 - 85	85	11	4	14.80	AF	6.00	50.51	0.43	0.11	0.09	0.29	49.59	—	0.92	1.82	4.31	0.85	—	—	
	85 - 115	72	17	11	8.76	FA	6.20	38.06	0.54	0.28	0.25	0.41	36.58	0.17	1.48	3.88	0.79	1.41	—	—	
	115 - X	22	17	61	2.19	Ar	5.30	8.32	0.43	1.12	0.05	0.26	6.46	—	1.86	22.35	0.33	5.16	—	—	
	0 - 18	63	23	14	5.99	FA	4.35	61.21	0.30	0.47	0.04	0.03	60.37	4.75	0.84	1.37	12.92	0.49	83.98	23.81	
	18 - 58	77	17	6	22.07	AF	5.80	55.85	0.29	0.07	0.04	0.05	55.40	—	0.45	0.81	3.50	0.52	—	—	
	58 - 85	73	19	8	23.22	FA	5.75	76.05	0.21	0.18	0.03	0.13	75.55	—	0.55	0.72	4.52	0.28	—	—	
	85 - 100	75	19	6	19.04	FA	5.83	45.53	0.19	0.12	0.02	0.06	45.14	—	0.39	0.86	3.90	0.42	—	—	
	0 - 17	57	31	12	13.60	FA	5.20	69.96	0.34	0.18	0.05	0.24	69.05	2.25	0.81	1.16	12.29	0.49	49.40	3.97	
	17 - 45	72	20	8	16.66	FA	5.73	69.99	0.28	0.09	0.09	0.15	69.38	—	0.61	0.87	4.83	0.40	—	—	
	45 - 60	78	13	9	20.34	FA	5.95	58.96	0.29	0.14	0.10	0.18	58.25	—	0.71	1.20	2.96	0.49	—	—	
60 - 97	46	14	40	8.81	ARa	5.55	12.72	0.17	0.28	0.02	0.11	12.14	0.25	0.58	4.56	0.50	1.34	—	—		
97 - 107	25	16	59	4.90	Ar	5.32	7.87	0.27	0.17	0.02	0.14	7.27	1.22	0.60	7.62	0.39	3.43	—	—		
107 - X	16	36	48	3.82	Ar	5.50	8.05	0.50	0.29	0.02	0.03	7.21	1.69	0.84	10.43	0.20	6.21	—	—		



REPUBLICA DE COLOMBIA  
 INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI"  
 DEPARTAMENTO AGROLOGICO  
 ESTUDIO GENERAL DE SUELOS DEL "ORIENTE ANTIOQUEÑO"  
 DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA  
 ESCALA 1:250.000  
 1964

EXPLICACION DE LOS SIMBOLOS

 CA	Suelos de colinas altas	 T	Suelos de terraza
 C	Suelos de colinas	 A	Suelos de Aluvión

CONVENCIONES

	Carretera	 T	Símbolo de suelos
	Curva de nivel		Ferrocarril
	Línea de suelos		

