

**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA**

Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá

Tomo I

Bogotá D. C., 2005

Director

Iván Darío Gómez Guzmán, Director General IGAC

Comité Editorial

Gabriel Martínez Pélaez, Subdirector de Catastro; Miguel Ángel Cárdenas Contreras, Subdirector de Geografía y Cartografía; Napoleón Ordoñez Delgado, Subdirector de Agrología (C); Marcela Urueña Gómez, Jefe Oficina Asesora de Planeación; Dora Inés Rey Jefe Oficina CIAF; María Claudia Sánchez Acosta, Jefe Oficina de Difusión y Mercadeo de Información; Johana Trujillo Moya Asesora Externa de Comunicaciones.

Coordinadores Generales:

Ricardo Siachoque Bernal, Napoleón Ordoñez Delgado.

Trabajo de campo e informe técnico:

Raúl Álvarez Beltrán, Lázaro Barriga, Ricardo Siachoque, Domingo Mendivelso.

Revisión general de textos y mapas:

Ricardo Siachoque, Deyanohora Cardenas, Hugo Díaz, Carlos Pulido, Ángela Pinzón, Jaime Forero.

Análisis de laboratorio:

Laboratorio Nacional de Suelos.

Colaboradores:

Área de Sistemas y Cartografía Temática y Grupo de Edición y Diagramación de Textos, Subdirección de Agrología.

Diseño de Carátula:

Oficina de Difusión y Mercadeo de Información.

Portada:

Panorámica de Actividades Agropecuarias en los alrededores del Embalse La Copa, Municipio de Toca (Fotografía IGAC, 2004)

Parte posterior: Imagen Landsat # 756 bandas 4-5-3

Impreso en Colombia – Printed in Colombia

Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá.

ISBN: 958-9067-93-X

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi

ES PROPIEDAD DEL ESTADO

Derechos reservados. Queda estrictamente prohibida su reproducción total o parcial, por cualquier medio o procedimiento, sin la autorización expresa del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

ALVARO URIBE VÉLEZ
Presidente de la República

IVÁN DARÍO GÓMEZ GUZMÁN
Director General



CONSEJO DIRECTIVO

ERNESTO ROJAS MORALES
Presidente Consejo Directivo
Director del Departamento Nacional de Estadística DANE

SANTIAGO MONTENEGRO TRUJILLO
Director Departamento Nacional de Planeación

ANDRÉS FELIPE ARIAS LEIVA
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

CAMILO OSPINA BERNAL
Ministro de Defensa Nacional

SANDRA SUÁREZ PÉREZ
Ministra de Medio Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial

ALBERTO MENDOZA MORALES
Representante Presidente de la República
Presidente Sociedad Geográfica de Colombia

ALEJANDRO GAVIRIA URIBE
Representante Presidencia de la República

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA



CARLOS AUGUSTO SALAMANCA ROA
Rector UPTC

ESAÚ RICARDO PAÉZ GUZMÁN
Vicerrector Académico

ALFONSO LÓPEZ DÍAZ
Director Administrativo y Financiero

ENRIQUE VERA LÓPEZ
Dirección de Investigaciones

HUGO CASTRO FRANCO
Decano Facultad de Ciencias Agropecuarias



PRESENTACIÓN

Siendo uno de los departamentos más importantes del Centro de Colombia, Boyacá no contaba hasta el momento con un Estudio de Suelos, que integrara todo su territorio. Por esto el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, presenta al país y al Departamento, el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá, cuya publicación ha sido cofinanciada con el importante apoyo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Es preocupante el deterioro de los recursos naturales, especialmente de la flora natural en la zona central del Departamento, donde prácticamente ha desaparecido la vegetación natural quedando algunos relictos, y algunos casos de vegetación exótica de tipo arbórea como el eucalipto y el pino pátula; esta área corresponde a la de mayor concentración de la población, a las actividades agrícolas, pecuarias y mineras y por ende, a la de mayor desarrollo territorial.

Actualmente se presenta una discrepancia entre el uso que el hombre hace del medio natural y el uso que éste debería tener de acuerdo con la oferta ambiental, es decir existen conflictos porque las tierras son utilizadas inadecuadamente ya sea por sobreutilización o por subutilización.

Con base en el estudio de la Erosión de las Tierras Colombianas (1998), realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, combinando la utilización de imágenes de satélite y trabajo de campo, se logró determinar que en el departamento de Boyacá el problema de la erosión es muy preocupante, no sólo por los efectos físicos que ocasiona, sino por los efectos económicos, sociales y ambientales que se derivan cuando, sumado a lo anterior, se presenta una fuerte deforestación, ampliación de la frontera agrícola, la tradicional actividad minera y los conflictos derivados de la sobre explotación de los suelos por el problema del minifundio.

En tal sentido, el presente trabajo propone reorientar el uso del suelo rural con propósitos de sostenibilidad, de acuerdo con las potencialidades y limitaciones del recurso suelo, confrontando las cualidades agronómicas y ambientales de las tierras contra los requerimientos de uso, con el fin de determinar el uso más apropiado y sostenible en una unidad de tierra, procurando el menor riesgo de deterioro al medio ambiente y a la sociedad que lo habita.

Dichas actividades deben ser organizadas para el bienestar social, económico y ambiental de la comunidad en general, tanto la urbana como la rural. Para este propósito, se presenta un estudio con información consolidada a nivel departamental de uno de los recursos importantes para el desarrollo rural, como es el suelo, aportando lo básico y necesario para su conocimiento, manejo y explotación actual y potencial, y en algunos casos haciendo recomendaciones para su recuperación.

Este documento también aporta una propuesta de Zonificación de Tierras del Departamento, basada en la interpretación del Estudio de Suelos, así como en los planteamientos sobre el Uso Actual y la Capacidad de Uso de las Tierras.

Iván Darío Gómez Guzmán
Director General

PRESENTACIÓN

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, interpretando el verdadero sentido de su misión formativa y de socialización de conocimiento que impacte el desarrollo regional, ha integrado acciones, para que dentro del Convenio de Cooperación Interinstitucional IGAC - UPTC, fuese posible la publicación del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá.

El estudio mencionado, producto de la tarea ardua y sostenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para mostrar al país el inventario regional del los recursos naturales, presenta al departamento de Boyacá, en este caso, un aporte sustantivo para reconocer y reflexionar sobre el estado de deterioro biofísico y ambiental de gran parte de su territorio.

Al entender que cerca del 31% del Producto Interno Bruto (PIB) del departamento de Boyacá se deriva del sector rural, constituye un imperativo para su planificación estratégica, el conocimiento minucioso del medio natural, en sus aspectos climáticos, geológicos, edáficos, hidrológicos y ambientales. En este sentido, el presente trabajo permitirá a las entidades de planificación y desarrollo regional, relacionadas con el sector agrario, minero y ambiental, analizar local y regionalmente el estado de los conflictos de uso de la tierra por sub o sobreutilización, conocer la tendencia de la fertilidad de los suelos agrícolas, apreciar la dimensión de los problemas de degradación de la tierra por erosión y valorar la capacidad de uso de las tierras, de acuerdo con su aptitud para usos específicos de carácter agropecuario.

Frente al nuevo enfoque que exige el modelo de libre comercio, que está por darse, muchos elementos de este diagnóstico pueden ser aprovechados favorablemente para replantear a mediano y largo plazo la planificación y competitividad del sector agropecuario regional. Igualmente, las instituciones comprometidas con el tema ambiental (principalmente las

corporaciones regionales) y las alcaldías municipales, podrán hacer uso de esta publicación para reorientar sus planes de desarrollo y conservación de ecosistemas en las grandes cuencas hidrográficas del Departamento.

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y, en particular, del Grupo Interinstitucional de Suelos Sufaltados Ácidos Tropicales, categoría B, COLCIENCIAS, ha venido haciendo significativos aportes investigativos en el área de recursos naturales y suma esfuerzos que enriquecen el presente trabajo, al culminar recientemente el Estudio de Suelos Semidetallado del Distrito de Riego del Alto Chicamocha, proyecto COLCIENCIAS - UPTC - USOCHICAMOCHA.

Como una contribución al desarrollo regional, la Universidad cumple con el sector rural del Departamento al hacer entrega a cada uno de los municipios del **Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá**, el cual está constituido por dos tomos de papel, un anexo de resultados analíticos y perfiles de suelos modales en medio magnético y 76 planchas (75 mapas y una leyenda de suelos).

Carlos Augusto Salamanca Roa
Rector UPTC

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una región radica en el uso adecuado de los recursos naturales existentes en su territorio. Para el buen uso de esas riquezas naturales es indispensable que se adelanten los respectivos inventarios para establecer qué tiene la región y en qué área están los recursos.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, a través de la Subdirección de Agrología, inicia el inventario del recurso suelo para el departamento de Boyacá hacia el año de 1963, realizando estudios generales de suelos y en zonas planas específicas, estudios detallados. Esta labor de inventario terminó en la década de los 80 y 90, dando como resultado cerca de 10 inventarios independientes para gran parte del Departamento.

Dadas las exigencias de la ley de Ordenamiento Territorial y para facilitar la elaboración de los planes de desarrollo regional, se consideró pertinente integrar el inventario de suelos de los diferentes sectores (provincias), en un solo estudio que se presenta hoy bajo el título Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá.

Este inventario de suelos es el resultado de la correlación de los estudios regionales existentes, realizada por los profesionales de la Subdirección con la metodología disponible, cuyo resultado es una mayor homogeneidad técnica en la cartografía y en el informe que la respalda. Dichos mapas corresponden a una mayor generalización, avalada por el trabajo de campo correspondiente y el análisis de información existente, según el método de correlación utilizado.

Además del inventario, se relevan problemas importantes relacionados con el uso y manejo del recurso suelo y aporta algunas recomendaciones para colaborar con el trabajador del campo, en el logro de mejores resultados económicos y en el control de procesos de degradación existentes.

La zonificación de tierras anexa se refiere a una interpretación del estudio de suelos, útil para la elaboración de los planes de desarrollo municipal y departamental y constituyen a la vez, la base de integración de los planes de manejo ambiental tendientes a controlar procesos de degradación de los suelos y el deterioro del medio ambiente.

CÓMO CONSULTAR EL INFORME

El Informe del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá consta de tres tomos en los que se tratan diversos temas del medio natural, primordialmente los suelos, la capacidad de uso de las tierras, el uso actual y la zonificación de tierras.

Los tres primeros temas van acompañados por sus respectivos mapas a escala 1:100.000.

Para consultar el Informe siga los siguientes pasos:

1. Seleccione el tópico de su interés: suelos, capacidad de uso, zonificación de tierras.
2. Ubique en el mapa el lugar de interés y anote el símbolo que identifica la unidad.
3. Busque el símbolo en la leyenda del mapa correspondiente. Allí se presenta un resumen de las características de la unidad en mención.
4. Una información más amplia la encontrará en el Informe. Para acceder a ella, guíese por el índice o contenido.
5. Si su tema de interés es el de suelos, en el anexo dispuesto en formato digital encontrará la descripción morfológica de los perfiles de suelos, dispuestos en orden alfanumérico. Igualmente, en el anexo encontrará descritas, de manera breve, las metodologías utilizadas en el campo y en el laboratorio de suelos, así como las tablas y figuras que dan soporte al informe técnico.

CONTENIDO GENERAL

CAPÍTULO I

Características Generales

CAPÍTULO II

Aspectos del Medio Natural

CAPÍTULO III

Descripción de los Suelos

CAPÍTULO IV

Propiedades de los Suelos

CAPÍTULO V

Génesis y Taxonomía de los Suelos

CAPÍTULO VI

Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso

CAPÍTULO VII

Zonificación de Tierras

El departamento de Boyacá tiene una extensión de 23.189 Km² que corresponden al 2.03% del país; está situado en el Centro - Oriente de Colombia, en la parte central de la Cordillera Oriental.

Cuenta con 123 municipios repartidos en 15 provincias que tenían 1.315.579 habitantes según el censo de 1993. La población rural es mayoritaria en el Departamento, 57.23%, el resto es urbana; el 42.77%, según las proyecciones del DANE para el año 2002, se concentra en las cabeceras municipales de Tunja, Duitama, Sogamoso, Paipa, Chiquinquirá y Puerto Boyacá.

Boyacá es un departamento donde la población rural tiende a emigrar internamente a las ciudades del Departamento o hacia las zonas esmeraldíferas y, externamente a Bogotá, Casanare, Venezuela y los Santanderes.

La actividad económica del Departamento se centra en el sector agropecuario de alimentos frescos, la minería de las esmeraldas, el carbón, el hierro, el petróleo y en la industria siderúrgica; por subsectores el Producto Interno Bruto del año 1995 se originó el 24% en el sector agropecuario (68.6% la agricultura y 31.4% la ganadería), 11% en el minero, 10% en el industrial, 16% en el de servicios, 12% en el transporte, 10% en el comercio y 17% en otros sectores.

En el rubro denominado otros sectores son importantes la artesanía y el turismo. La artesanía se ha desarrollado tradicionalmente y tiene profundas raíces históricas y culturales; se destacan las producciones de cerámica, tejidos de lana y fique, tagua, tapices, instrumentos musicales y cestería. El turismo es una importante actividad dinamizadora de la economía del Departamento, cuenta con una buena oferta hotelera, recreativa y de apoyo (centros de convenciones, deportes náuticos y aguas termales) en los municipios de Tunja, Duitama, Sogamoso, Paipa y la región de Chivor.

El empleo en el Departamento es provisto por la agricultura en un 38%, la actividad pecuaria en un 20%, la minería en un 4%, la industria en un 4%, los servicios en un 18%, el comercio en un 11%, las actividades públicas en un 3% y por otras actividades en un 2%.

Boyacá posee vías terrestres, férreas, aéreas y fluviales entre sí y con los Departamentos vecinos; contaba en 1997 con 985 Km de vías nacionales

(482 Km pavimentados y 485 en afirmado), 4774 departamentales (365Km 365 Km pavimentados y 2.663 en afirmado), 3.874 de caminos vecinales (3.416 en afirmado) y 7.000 Km de carretables y caminos construidos por el Comité de Cafeteros y los municipios. Las vías férreas están divididas en dos ramales con un total de 167 Km de largo en trocha angosta, que comunican al Departamento con la capital de la nación. Los transportes fluvial y aéreo son de menor importancia.

Boyacá es un importante generador de energía eléctrica, cuenta para ello con las cuatro plantas térmicas de Paipa y la hidroeléctrica de Chivor con 182 y 1.000 MW de capacidad instalada respectivamente que abastecen las necesidades del Departamento y de regiones vecinas, en 1993 produjeron 473.98 y 3.171.31 GWH respectivamente. La cobertura del servicio fue del 89.7% en el sector urbano.

En lo relacionado a la Geología, el Departamento está localizado, en su mayor parte, sobre la cordillera Oriental de los Andes Colombianos, formando parte de cuatro cuencas sedimentarias conocidas como: Cuenca Valle Medio del Magdalena, Cordillera Oriental, Sierra Nevada del Cocuy y Cuenca del Piedemonte Llanero. Estas cuencas, a su vez, están conformadas por bloques tectónicos con unidades litológicas y estratigráficas que reflejan ambientes geotectónicos cambiantes los cuales le imprimen características geológicas y geomorfológicas particulares.

La conforman en su mayoría rocas de origen sedimentario o con muy bajo metamorfismo, de ambientes marinos y continentales, plegadas y fracturadas durante las fases de deformación tectónica y posterior levantamiento durante la Orogenia andina, a finales del Terciario, que desarrollaron diferentes estilos estructurales como el extremo Occidental del Departamento ocupado por el Valle del Magdalena y un lomerío sobre rocas de origen volcánico y sedimentario cubiertas por depósitos cuaternarios. Al centro occidente, centro y oriente, se encuentra la zona geográfica - tectónica de la Cuenca de Cundinamarca – Boyacá, con un estilo estructural de fallas inversas asociadas a pliegues anticlinales, a veces invertidos, y amplios sinclinales de dirección Noreste, el macizo de Quetame, representado en el sector de Chivor y compuesto por rocas metamórficas del Paleozoico, intruídas por algunos cuerpos de rocas ígneas y cubierto por rocas sedimentarias del Mesozoico. En el municipio de Cubará, en límites con el departamento de Arauca, comienzan los Llanos Orientales, rodeados en su mayor parte por rocas sedimentarias del Paleógeno - Neógeno, recientes y aportadas en gran parte por el río Arauca.

Las características geomorfológicas del Departamento, están directamente relacionadas con el origen y evolución de la Cordillera Oriental, en la cual se han presentado diferentes procesos y eventos de carácter tectónico, estratigráfico, estructural, denudacional, glacial y agradacional, responsables de la configuración de las distintas geoformas que se han modelado sobre la superficie terrestre del Departamento, a lo largo del tiempo geológico, desde el Paleozoico hasta el presente.

Se destacan los paisajes de Montaña, Lomerío, Altiplanicie, Piedemonte, Planicie y Valles aluviales. Desde el punto de vista morfogénico se identifican las geoformas de diversos orígenes tales como: las de origen glacial con nieves perpetuas que ocupan la cima de las áreas montañosas sobre la sierra nevada del Cocuy, las geoformas representativas de los ambientes morfoestructurales-denudacionales de alta montaña; lomas y colinas asociadas al paisaje de lomerío, las geoformas fluvio -coluviales y fluviales asociadas a los piedemontes, planicies aluviales y lacustres, como también los abanicos y terrazas asociadas a los valles intramontanos.

Para el análisis de la distribución de los ríos, el departamento de Boyacá capta sus aguas en dos vertientes, la del Caribe con dirección norte y la del Atlántico hacia el oriente. La oferta bruta de agua superficial del departamento de Boyacá es de 314478 millones de metros cúbicos en un año promedio.

Entre los principales ríos podemos mencionar el Magdalena y sus tributarios, el río Minero, Sogamoso, Suárez y Chicamocha; entre los ríos que tributan las aguas al Océano Atlántico, están los pertenecientes a la Cuenca del Orinoco y subcuenca Alto Meta, el río Jenesano, a la mesocuenca río Upía y sistema hídrico laguna de Tota, y las mesocuenas río Cusiana, Cravo Sur, río Pauto, ríos Bojabá y Boyatá, río Cobaría, río Cubugón, y a las subcuencas bajo Meta y río Arauca. También presenta un sistema hídrico de lagos, lagunas y embalses, destacándose la laguna de Tota y Fúquene, las ciénagas de P algua y Marañal y el embalse de Chivor.

El clima de Boyacá es muy variado por ser un Departamento con territorio distribuido en todos los pisos térmicos y en cuatro regiones fisiográficas diferentes; por su diversa topografía y su ubicación en la zona de confluencia intertropical los elementos climáticos más importantes son la lluvia y la temperatura del aire, influidos por el relieve y regionalmente, por condiciones propias de las zonas del Valle Medio del Magdalena y de los Llanos Orientales. El relieve actúa como un obstáculo para el paso de las corrientes de aire y como coadyuvante para las variaciones e inversiones térmicas. Las precipitaciones en el Departamento son muy variables, van desde 500 milímetros o menos en algunas zonas de los cerros del noroccidente entre Tunja y Duitama, hasta más de 5.000 mm en sectores del flanco Oriental de la Cordillera Oriental.

Los vientos locales del Valle Medio del Magdalena, como los vientos alisios del Sur-Este, provocan zonas de alta pluviosidad; los primeros en el Occidente de Boyacá y los segundos en el flanco oriental de la cordillera Oriental; esta última zona es más lluviosa por el mayor efecto de freno de la Sierra Nevada de Güicán y sus estribaciones; este flanco por su elevada altura no permite pasar las masas de aire húmedo, generando el clima seco que caracteriza a la zona central de Boyacá, la provincia de Ricaurte Alto y la región del Cañón del Chicamocha.

La distribución territorial de la temperatura, expresada por las variaciones verticales, origina los pisos térmicos; a cada nivel altimétrico le corresponde una temperatura específica que está influida por el grado de la pendiente y la humedad del lugar; debido a esto se pueden presentar variaciones de 100 a 300 metros de una región a otra, según las condiciones locales. En Boyacá existen todos los pisos térmicos que se presentan en el país, desde el cálido hasta el nival, con temperaturas inferiores a 1° hasta superiores a 24° Centígrados.

Los vientos de mayor velocidad se presentan en los meses de julio a agosto, habiéndose medido velocidades de 6 a 7 m /segundo en las estaciones de Cuítiva, Aquitania y Tibasosa y de 5.85 a 6.1m /segundo en la de Socotá.

Las heladas ocurren con mayor frecuencia en las épocas de menores lluvias, particularmente en los meses de enero y febrero, en la faja altitudinal de 2500 a 2.800 m.s.n.m., que en Boyacá corresponde a las zonas del altiplano central. Este fenómeno es un factor limitante para la agricultura y la ganadería, agravándose a medida que el clima es más seco.

La vegetación natural está muy intervenida por los usos de la tierra en agricultura y ganadería, los pocos lugares donde aun subsiste la vegetación natural son regiones de difícil acceso o de climas poco propicios para las labores agropecuarias; los bosques y zonas de vegetación especial cubren un área de 4708 Km².

En lo relacionado a la amenazas naturales, la gran complejidad tectónica y la variedad geológica, geomorfológica y climática, unida a una intensiva actividad minera, agropecuaria e industrial, hacen de éste, un departamento con alta susceptibilidad a los riesgos naturales como la actividad sísmica, erosión, movimientos en masa e inundaciones. Por otra parte la actividad agrícola, ganadera, minera e industrial en el departamento, ocasionan la existencia de numerosos fenómenos de contaminación y deterioro de las condiciones naturales con graves efectos para la población, la infraestructura y las actividades productivas.

Para la realización del reconocimiento de suelos se extractó información de los diferentes Estudios Generales de Suelos del Departamento de Boyacá, publicados desde 1970 hasta 1982 por la Subdirección de Agrología. Se adquirieron 1.270 aerofotografías de escala 1:30.000 a 1:60.000, la mayoría de ellas correspondientes a la décadas de los 60, 70, 80 y 90 y 2000.

Se delimitaron cuatro paisajes, el de Montaña, Altiplanicie, Lomerío y el Valle, teniendo en cuenta aspectos de geología, topografía, uso, drenaje y erosión. Para integrar los anteriores conocimientos se elaboró una leyenda geomorfológica preliminar con base en el sistema propuesto por Zinc (1998).

Se realizó trabajo de campo, iniciándose por el paisaje de Montaña a una altitud de más de 4.600 metros, dentro del municipio de Güicán, Cocuy, Cubará hasta llegar a los Valles irrigados por los ríos Magdalena, Arauca y Chicamocha, los dos primeros se encuentran en altitudes de 200 metros y el último a 2700 metros. Se formaron dos comisiones de trabajo, en el año 2001 y 2003, recopilando información valiosa de las características y propiedades externas e internas de los suelos y de las tierras, en cuanto a su uso, coberturas y demás.

Se tomaron muestras de suelos las cuales fueron enviadas al Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC, para someterlas a los correspondientes análisis químicos o de caracterización (granulometría, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica, calcio, magnesio, potasio, sodio, saturación de bases, fósforo, aluminio de cambio), mineralógicos en la fracción arena y en la de arcilla de algunos suelos (determinaciones de las diferentes especies de minerales con el microscopio polarizante, la identificación de las diferentes variedades mineralógicas realizada por medio del método de la difracción de rayos X) y físicos (conductividad hidráulica, estabilidad estructura, retenciones de humedad, densidades aparente y real).

La cartografía definitiva se obtuvo una vez realizada la extrapolación e interpolación de todos los datos de campo, apoyados con los de laboratorio, completando así la información necesaria para la elaboración del informe respectivo el informe del estudio de suelos.

Los suelos se clasificaron taxonómicamente hasta el nivel de subgrupo utilizando el sistema taxonómico americano (Soil Survey Staff 2000); además, se definieron para cada subgrupo fases por pendiente, y/o por erosión, y/o por pedregosidad.

Se determinaron 51 unidades cartográficas de suelos, en donde incluye, consociaciones, asociaciones y complejos y 99 unidades por fases de suelo diferente, en donde se tienen en cuenta la pendiente, la erosión, las inundaciones, presencia de pedregosidad y/o rocosidad

en superficie entre otras. Se tomaron 110 perfiles modales para las unidades cartográficas y más de 50 perfiles como inclusiones en la unidades cartográficas.

La existencia de diferentes pisos térmicos y provincias de humedad en el departamento, aporta grandes posibilidades para las explotaciones agrícolas, pecuarias y forestales. Sin embargo, para alcanzar estos objetivos es indispensable que los suelos tengan el uso y el manejo adecuados a fin de hacerlos verdaderamente productivos. Hacia el logro de este propósito, las unidades cartográficas de suelos fueron analizadas de acuerdo con las finalidades de una Clasificación Agrológica y con base en ello, se forman Grupos de Uso y Manejo de Suelos que presentan cada uno de ellos, limitaciones definidas y específicas.

Para lograr el propósito de las unidades cartográficas de suelos delimitadas, se utilizó la adaptación realizada para Colombia, por Mosquera, L. (1986) del Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos, y se tuvieron en cuenta las modificaciones realizadas por el personal técnico de la Subdirección durante los últimos cinco años.

Este sistema de agrupamiento comprende ocho clases, de las cuales las clases I y II, no se presentan en este estudio. Las clases III y IV, tienen capacidad para uso agrícola, especialmente por facilitarse la mecanización, ya que los suelos se encuentran en relieves con pendientes menores del 25%. Las clases agrológicas tienen gradaciones descendentes en calidades y aptitudes de los suelos, así por ejemplo, la Clase IV tiene un mayor número de limitaciones que la clase III, presenta riesgos en las cosechas por bajos rendimientos y es mayor el costo de operación. La clase III contiene 7 unidades cartográficas de suelos y la clase IV contiene 20 unidades cartográficas.

En la clase V se agrupan los suelos contenidos en las unidades VMBa y VVCa; sus relieves son por lo general de tipo cóncavo, con pendientes menores al 1%, permanecen encharcados y/o inundados periódicamente, su uso es limitado pero son potencialmente utilizables con altos costos de operación.

Las clases VI y VII son aptas para pastos, plantas nativas, cultivos de subsistencia o algunos cultivos específicos de buena rentabilidad como los frutales y café, con prácticas de conservación. La primera contiene 9 unidades cartográficas y la Clase VII tiene 30 unidades de suelos con la segunda mayor área del departamento.

La clase VIII no tiene aptitud agropecuaria, solamente se debe permitir el desarrollo de la vida silvestre para fines recreativos y conservación de los recursos naturales, que favorecen en especial a las fuentes de agua o adelantar procesos de recuperación para mejorar su producción ecológica; contiene 25 unidades cartográficas de suelos, todas con propósitos de conservación y en algunos casos de recuperación (ME).

En este documento, también se presenta una propuesta de Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá basada en la interpretación del Estudio de Suelos, así como en los planteamientos sobre el uso actual y capacidad de uso de las tierras, definidos con respecto a la clase VIII y los 29 grupos de uso y manejo esbozados previamente en el texto; al igual que de la información extraída del libro Perfiles Provinciales de Boyacá sobre los 123 municipios del departamento.

La delimitación de las unidades biofísicas en el mapa se presenta a escala 1:100.000 con su respectiva memoria explicativa, la cual consta de unidades de tierra representadas por dos letras mayúsculas que indican: AT: Agricultura Tecnificada, AP: Agropastoriles, AF: Agrosilvopastoriles; PP: Protectoras - Productoras, PC: Reforestación con fines protectores, CP: Conservación y Preservación, MN: Manejo Especial, PN: Parque Natural, RN: Reserva Natural, ZU: Áreas Urbanas y CA: Cuerpos de Agua.

Con convenciones se indica en el mapa los aspectos relacionados con los yacimientos mineros y centros turísticos.

Capítulo I

capítulo primero



Generalidades

Generalidades

Panorámica del Municipio de Otanche.
(Foto: Ricardo Siachoque, 2003)

Contenido

I.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.....	27
I.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	27
I.2.1 Demografía y población.....	27
I.2.2 Economía.....	34
I.2.3 Estructura de la propiedad agraria y uso de la tierra.....	39
I.2.4 Vías de comunicación y medios de transporte.....	41
I.2.5 Educación y salud	43
I.2.6 Servicios públicos.....	45
I.2.7 Necesidades básicas insatisfechas y miseria.....	45

GENERALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

1.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

El departamento de Boyacá está situado en el centro - oriente de Colombia, comparte las cuencas de los Ríos Magdalena y Orinoco a través de las subcuencas de los ríos Suárez, Minero, Ermitaño y Negro, Meta y Arauca respectivamente; su territorio está incluido en su gran mayoría en la cordillera oriental, cuyos accidentes más representativos son: la Sierra Nevada del Cocuy o Güicán, la Serranía de las Quinchas, la Cordillera de El Zorro y los Valles de los Ríos Chicamocha y Suárez, en la parte norte del llamado Altiplano Cundi Boyacense. La zona de cordillera se encuentra en el centro del departamento, flanqueada al Occidente por el Valle Medio del Magdalena y al Oriente por la parte alta de los valles de los ríos que descienden a los Llanos Orientales, alcanzando el Piedemonte de éstos en pequeños sectores de los municipios de San Luis de Gaceno, Paya, Pajarito, Labranzagrande y Cubará. Está ubicado Geográficamente entre los paralelos 4°39'10" y 7°03'17" de Latitud Norte y los meridianos 71°57'49" y 74°41'35" de longitud al Oeste de Greenwich (figura 1).

La extensión del departamento es de 23.189 Km², el 2.03% de Colombia (1'141.748 Km²) y el 8.74% de la Región Andina (265.414Km²). Limita por el Norte con los Departamentos de Santander y Norte de Santander y con la República de Venezuela; al Oriente, con los Departamentos de Arauca, Casanare y Meta; al Sur, con el Departamento de Cundinamarca y, al Occidente, con los Departamentos de Antioquia y Caldas (figura 2).

1.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

1.2.1 Demografía y Población

Según el Censo de población de 1993, Boyacá tenía 1'315.579 habitantes, destacándose las poblaciones de Tunja, Sogamoso y Duitama con más de cien mil habitantes distribuidos así: 9.08% en la capital Tunja, 9.76% en Sogamoso, 8.28% en Duitama, 7.65% en Chiquinquirá, Puerto Boyacá y Paipa y el 65.23% restante en los otros 117 municipios, la proyección para el año 2002 indica que aumentará porcentualmente la participación de las mayores zonas urbanas en la población del departamento (tabla 1 y figura 3). El 49.40% de la población eran hombres y el 50.60% mujeres.

La dispersión de la población de Boyacá es muy alta, de las 123 cabeceras municipales, solo 14 tienen más de 5.000 habitantes, existen 57 con menos de 1.000 habitantes como Busbanzá, Caldas, Tununguá y Tutazá que difícilmente pueden considerarse centros urbanos (tabla I del anexo).



FIGURA I. Localización geográfica del departamento

La densidad de población era en 1993 de 51.03 habitantes/Km² para el departamento y de 28.08 habitantes/Km² en la zona rural, siendo mayor en la zona central y occidental del departamento; sólo hacia las regiones de la Sierra Nevada del Cocuy y la vertiente oriental de la cordillera hacia el Llano hay municipios con menos de 10 habitantes/Km² (Cubará, Güicán, Chiscas, Labranzagrande, Paya y Pisba).

Tradicionalmente el territorio departamental se ha subdividido en provincias que, si bien no son entidades territoriales, están fuertemente arraigadas en la idiosincrasia de la población y facilitan la ubicación espacial en el departamento (figura 2, figura 4 y tabla 2).

La población estará distribuida en el año 2002, según proyecciones del DANE así: un 42.77% en las cabeceras municipales y un 57.23% en el sector rural (Gobernación de Boyacá, 1999); desde 1964 ha aumentado en la parte urbana y disminuido en la rural por la migración, principalmente hacia Bogotá y en menor proporción a Casanare, Venezuela, Cúcuta y las zonas esmeraldíferas y urbanas del departamento. Actualmente las únicas regiones rurales que atraen población son Chivor, Ráquira, Cubará y las zonas esmeraldíferas, todas las demás son expulsoras y su población disminuyó o se estancó. Las zonas urbanas de Tunja, Duitama y Sogamoso atraen inmigrantes de otras regiones de Boyacá; las demás, en general, presentan poco crecimiento vegetativo y se han convertido en expulsoras de población con excepción de las cabeceras municipales de Belén, Paipa, Puerto Boyacá, San Pablo de Borbur, Santa Rosa de Viterbo, Muzo y otras menores.

TABLA I. Participación de la población total y urbana de algunos municipios de Boyacá en las respectivas poblaciones del departamento. Proyección al 2002.

Municipio	% del total	% de la urbana	Municipio	% del total	% de la urbana
Sogamoso	11.17	19.38	Belén	1.2	0.77
Tunja	8.86	19.06	Muzo	1.19	1.21
Duitama	8.42	14.42	Ramiriquí	1.11	0.71
Chiquinquirá	3.74	7.26	Guayatá	1.1	0.35
Puerto Boyacá	2.64	4.33	San Pablo de Borbur	1.03	0.23
Paipa	1.99	2.07	Saboyá	1	0.22
Moniquirá	1.72	1.51	Samacá	0.98	0.54
Soatá	1.69	1.68	Ráquira	0.98	0.25
Aquitania	1.48	0.82	Santa Rosa de Viterbo	0.92	1.13
Socotá	1.33	0.31	Turmequé	0.92	0.38
Garagoa	1.25	1.76	Toca	0.91	0.57
Chita	1.24	0.37	Otanche	0.72	0.56
Quípama	1.22	0.45	Tibasosa	0.7	0.53
Pesca	1.22	0.75	Villa de Leyva	0.69	0.78
Boavita	1.2	0.5	Socha	0.62	0.53
			Paz de Río	0.45	0.57

Tradicionalmente el departamento desde 1928 fue y sigue siendo, un gran expulsor de población; según cifras de los diferentes censos y cálculos recientes del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), ésta ha pasado del 11.22% del total nacional en 1918 al 3.20% en el 2003. (tabla 3).

La emigración se produce básicamente por falta de oportunidades de trabajo debido al minifundio, la baja actividad industrial la búsqueda de educación y mejores perspectivas económicas y en menor proporción, por la violencia y fenómenos de orden público, éste se deterioró en los últimos años. La capital presenta una atracción de población desde otras zonas del departamento y una emigración hacia otras partes del país por lo cual tiene apenas un crecimiento vegetativo (Tabla 3). La alta emigración hacia otros departamentos se refleja en la diferencia entre la tasa bruta de crecimiento de la población y la tasa real, 1.74% y 0.8% respectivamente; ha provocado un marcado desbalance en la distribución por sexo; en la zona urbana predominan las mujeres que suman el 52.62%, mientras en la rural predominan los hombres, 51.04% del total.

La tasa bruta de natalidad era en 1997 de 23.7 por mil y la de mortalidad de 6.3 por mil. Esto indica una tasa vegetativa de crecimiento del 17.4 por mil que al compararla con el crecimiento real, 8 por mil, indica la continuación de la emigración hacia fuera del departamento (Gobernación de Boyacá, 1999).

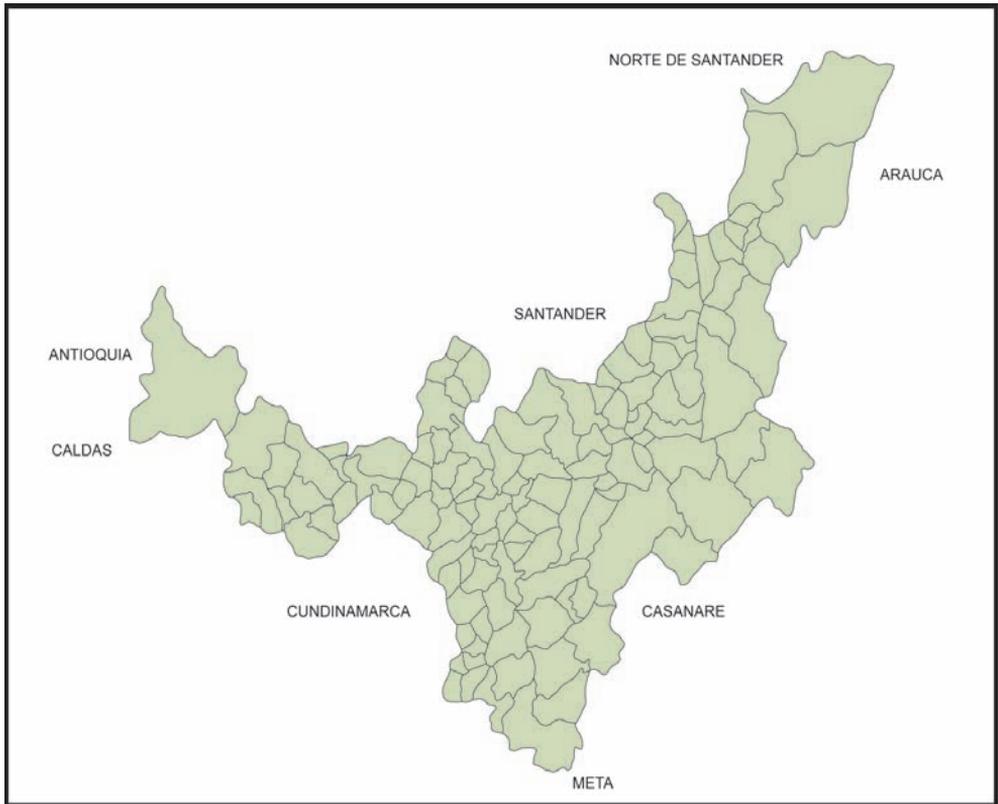


FIGURA 2. Límites de Boyacá

TABLA 2. Organización provincial de Boyacá

Provincia	Área (Km ²)	Población (1996)	Densidad (Hab./Km ²)	Capital	Municipios de la provincia
Ricaurte Alto	765	44615	58.3	Villa de Leyva	Gachantivá, Ráquira, Sáchica, Santa Sofía, Sutamarchán y Tinjacá
Ricaurte Bajo	720	56880	79.0	Moniquirá	Arcabuco, Chitaraque, Santana, San José y Togui
Sugamuxi	2447	233608	95.5	Sogamoso	Aquitania, Cuitiva, Firavitoba, Gámeza, Iza, Tibasosa, Tópaga, Tota, Mongua, Mongui, Nobsa y Pesca
Occidente Alto	609	74149	121.8	Chiquinquirá	Caldas, Saboyá y San Miguel
Occidente Bajo	3263	127822	39.2	Puerto Boyacá	Briçeño, Buenavista, Coper, La Victoria, Maripí, Muzo, Otanche, Pauna, San Pablo, Tununguá y Quipama
Gutiérrez	3083	41360	13.4	El Cocuy	Cubará, Chiscas, El Espino, Guacamayas, Güicán y Panqueba
Oriente	488	53725	110.1	Guateque	Almeida, Chivor, Guayatá, Tenza, Sutatenza, Somondoco y La Capilla
Neira	1388	43148	31.1	Garagoa	San Luis de Gaceno, Santa María, Macanal, Chinavita y Pachavita
La Libertad	1877	15165	8.1	Labranzagrande	Pajarito, Pisba y Paya
Lengupá	1313	28535	21.7	Miraflores	Berbeo, Campohermoso, Páez
Márquez	912	79241	86.9	Ramiriquí	Boyacá, Ciénega, Jenesano, Nuevo Colón, Rondón, Tibaná, Turmequé, Úmbita y Viracachá
Centro	1768	230824	130.6	Tunja	Chivatá, Chíquiza, Cómbita, Cucaita, Motavita, Oicatá, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Tota, Tutá y Ventaquemada
Norte	1154	74458	64.5	Soatá	Boavita, Covarachía, La Uvita, San Mateo, Sativanorte, Sativasur, Susacón y Tipacoque
Valderrama	1958	66348	33.9	Socha	Betéitiva, Tasco, Paz de Río, Socotá, Jericó, Chita y Socha
Tundama	1184	181210	153.0	Duitama	Paipa, Santa Rosa de Viterbo, Belén, Cerinza, Corrales, Floresta, Tutazá y Busbanzá

Gobernación de Boyacá, 1997

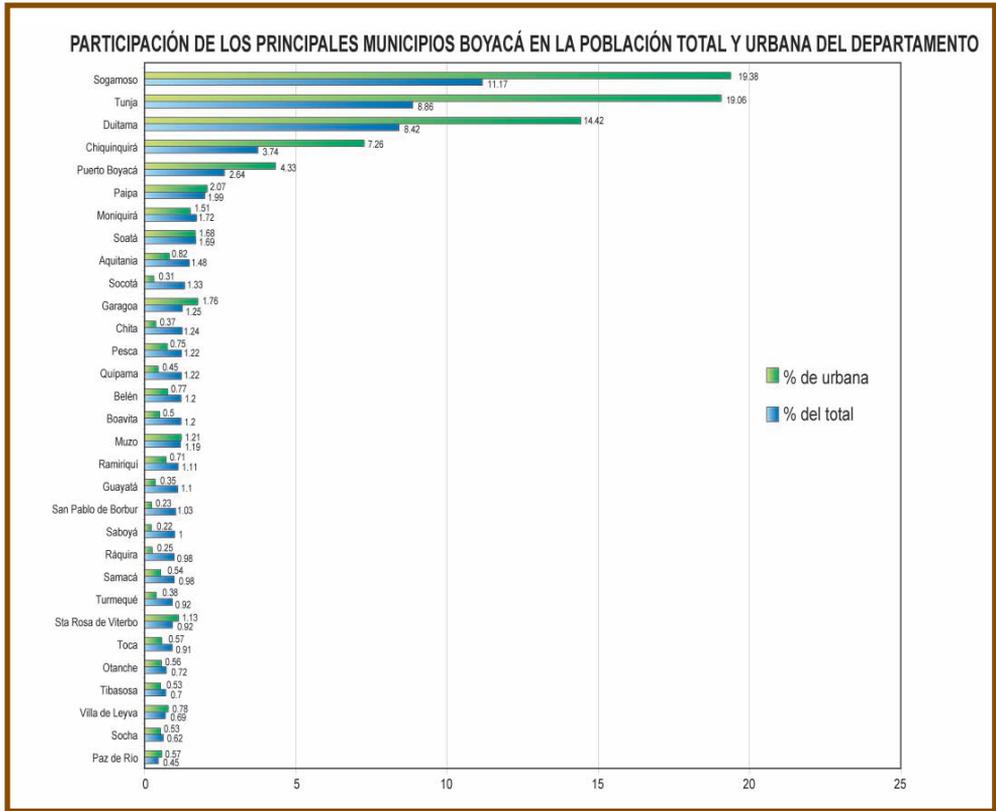


Figura 3. Participación de los principales municipios de Boyacá en la población total y urbana del departamento.

La dinámica poblacional del departamento es muy compleja por cuatro factores en especial: la cercanía a Bogotá y su atractivo como ciudad cosmopolita; la actividad turística y artesanal mayor en las cercanías de Tunja, Villa de Leyva y Paipa; la minería del carbón y las esmeraldas así como las obras civiles que atraen y desplazan población.

TABLA 3. Participación de Boyacá en la población Nacional en los últimos 100 años.

Año	Porcentaje	Año	Porcentaje	Año	Porcentaje
1918	11.22	1951	6.75	1985	3.94
1928	12.10	1964	6.42	1993	3.56
1938	8.21	1973	5.02	*2003	3.20

Gobernación de Boyacá, 1999. *Proyección.

La distribución de la población no es uniforme, por el contrario tiene marcados contrastes al interior del departamento, provocados por la especial atracción laboral y económica de Bogotá y por la facilidad de comunicación con ella. Las provincias de clima frío y medio alto de las zonas Central, Occidental y Oriental tienen densidades mayores (Tundama, Centro,

Occidente Alto, Oriente, Sugamuxi, Márquez y Ricaurte Bajo); en contraste, las regiones más alejadas de Bogotá tienen las menores densidades (Cubará, La Libertad, Gutiérrez, Lengupá y Puerto Boyacá); las demás provincias tienen densidades intermedias producto de la actividad económica predominante y la topografía montañosa (tabla 4).

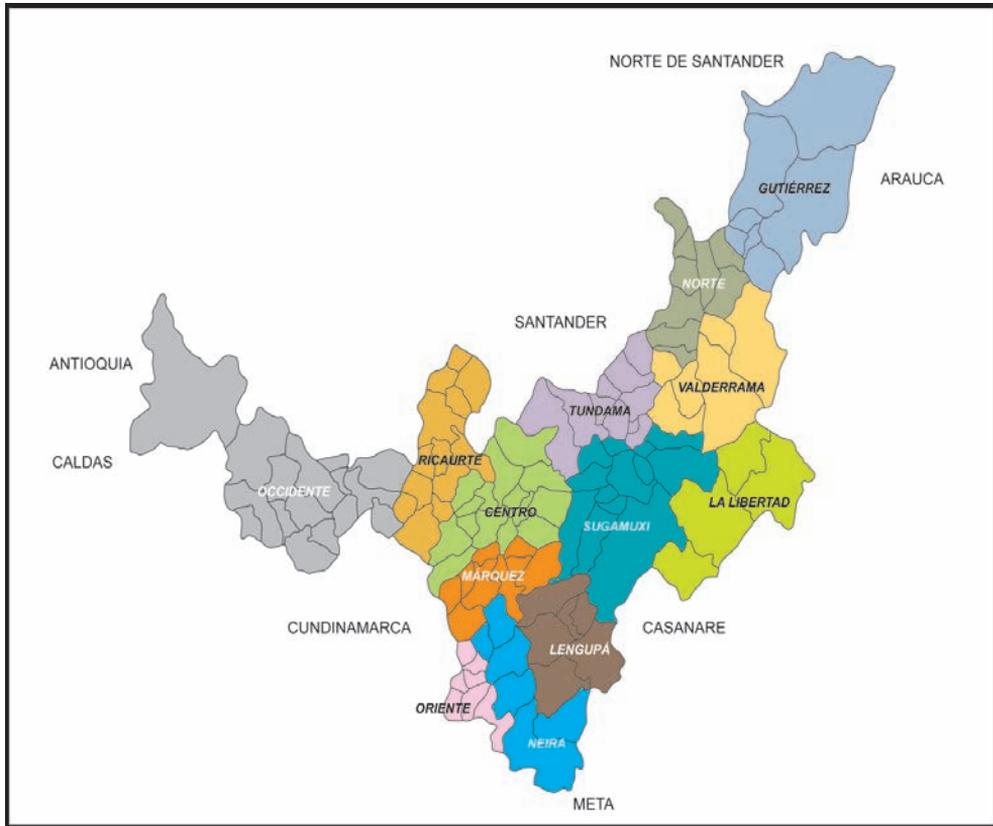


Figura 4. Organización provincial y municipal de Boyacá.

La densidad rural está relacionada con la actividad económica agropecuaria dominante, intensiva en mano de obra, y la topografía suave de los suelos; los cultivos de frutales, papa y hortalizas y la ganadería lechera intensiva en clima frío y los cultivos de caña panelera, plátano y hortalizas en clima medio provocan buenas densidades rurales en las provincias de Oriente, Márquez, Centro, Tundama, Ricaurte Bajo y Occidente Alto. La predominancia de actividades no agropecuarias, los climas limitantes para la agricultura y las pendientes fuertes caracterizan a las regiones de densidades rurales medias (Sugamuxi, Norte, Ricaurte Alto y Occidente Bajo); las actividades agropecuarias de poca intensidad de mano de obra (Ganadería de carne) y las pendientes fuertes provocan bajas densidades rurales en las provincias de Valderrama, Neira, Lengupá, Gutiérrez, La Libertad, Puerto Boyacá y Cubará, a esto también contribuye la lejanía de Bogotá (tabla 4).

TABLA 4. Densidades totales y rurales de las provincias de Boyacá

PROVINCIA	DENSIDAD TOTAL	DENSIDAD RURAL	PROVINCIA	DENSIDAD TOTAL	DENSIDAD RURAL
Tundama	153	58	Ricaurte Alto	58	44
Centro	131	59	Occidente Bajo	51	39
Occidente Alto	122	51	Valderrama	34	27
Oriente	110	78	Neira	31	18
Sugamuxi	95	41	Pto Boyacá	22	6
Márquez	87	72	Lengupá	22	17
Ricaurte Bajo	79	57	Gutiérrez	18	13
Norte	65	47	La Libertad	8	7
Ricaurte Alto	58	44	Cubará	6	5
Occidente Bajo	51	39	DEPTO	58	

Fuente. Gobernación de Boyacá, 1997.

La provincia de Sugamuxi tiene densidades totales altas pero rurales medias, debido al dominio de las actividades industriales y mineras sobre las agropecuarias, lo que provoca la concentración de la población en los núcleos urbanos.

1.2.2 Economía

La actividad económica del departamento se centra en el sector agropecuario de alimentos frescos, la minería de las esmeraldas, el carbón, el hierro, el petróleo y en la industria siderúrgica; por subsectores el Producto Interno Bruto del año 1995 se originó en una 24% en el sector agropecuario, 11% en el minero, 10% en el industrial, 16% en el de servicios, 12% en el transporte, 10% en el comercio y 17% en otros sectores. (ANIF, 1997 en Gobernación de Boyacá, 1999).

Del sector Agropecuario el 68.6% correspondió a la agricultura y el 31.4% a la ganadería. La agricultura se desarrolla principalmente en las zonas de clima medio y frío, la ganadería de leche en el clima frío, la de carne en el cálido y la de lana en el muy frío. Los principales cultivos son los semestrales con el 61% del área sembrada, le siguen los anuales con el 12% y los semipermanentes y permanentes con el 27%; el área sembrada total en 1997 fue de 188.872 hectáreas siendo los cultivos más importantes la papa, la caña panelera, el trigo, la cebada, la cebolla junca, las hortalizas, los frutales y la arveja, conz los cuales Boyacá ocupa los primeros lugares en el país (tabla 5).

La ganadería bovina es la más importante del departamento habiendo producido en 1997 un total de 1.105.000 litros de leche al día; el 41.6% de la leche se obtuvo de ganado especializado y el resto de ganado de doble propósito (Gobernación de Boyacá, 1999); en 1993 se produjeron 33.568 toneladas de carne, el 93.3% en ganaderías especializadas y de doble propósito y el resto en la ganadería lechera. La población Bovina total era de 948.597 cabezas en 815.134 hectáreas de pastos, para una carga promedio de una cabeza de ganado grande por hectárea (URPA, 1994 en DANE, 1995).

La producción de leche, que se vende a empresas de Bogotá, no tiene un buen mercado lo cual ha forzado, hasta cierto punto, el desarrollo de pequeñas industrias lácteas en Chiquinquirá, Sotaquirá y Belén, donde la producción de queso es actividad sobresaliente.

Las ganaderías ovina y caprina tienen una baja incidencia económica en Boyacá, siendo importantes en las áreas de minifundio de los sectores del Centro y Norte del departamento. En 1997 había 242.600 ovinos y 83.600 caprinos que produjeron 2980 toneladas de carne y 285 de lana destinadas al consumo doméstico y los mercados artesanales y locales (Gobernación de Boyacá, 1999).

La producción de lana se utiliza principalmente en Nobsa, donde existe una industria textil en la que se fabrican ruanas, cobijas y algunas prendas, logrando renombre local y nacional. En cuanto a la producción de carne de ovinos y caprinos, constituye una base de la dieta local y es atractivo gastronómico para turistas.

Los porcinos en el departamento se explotan en forma tradicional y semitecnificada, sólo el 8% de las explotaciones están tecnificadas; en 1993 había 244.807 cabezas. La producción porcina es de consumo local y con ella se elaboran platos típicos muy solicitados por la población lugareña y visitantes. Son platos famosos el cuchuco con espinazo de cerdo y la longaniza. La avicultura se practica en el sistema tradicional en casi todas las provincias; se ha tecnificado en Tundama, Ricaurte Bajo, Márquez y Oriente que al final de 1997 sobrepasaron los 4 millones de aves en explotación (URPA, 1994 en DANE, 1995).

Los animales de trabajo y recreación estaban representados en 1997 por 111.484 caballos, 43890 mulas, 20797 asnos y un número indeterminado de bueyes y búfalos (Gobernación de Boyacá, 1999). El ganado bovino es importante para los procesos de producción de panela y miel de caña, el transporte en zonas sin carreteras, el turismo y la preparación de tierras en los minifundios de clima frío.

La producción agropecuaria del departamento es muy variada, sin embargo está concentrada por provincias debido, principalmente, a los climas de cada una de ellas, a las facilidades de transporte con Bogotá y la idiosincrasia y tradición productiva; este último factor pesa cada vez menos a medida que las explotaciones se van diversificando y tecnificando para satisfacer las necesidades del mercado y sembrar los productos que ofrezcan mayores utilidades en cada suelo (tabla 5).

La producción agrícola de Boyacá incluye una importante variedad de productos poco cultivados en otras partes del país, por no tener el clima apropiado o por estar alejadas del mercado de Bogotá; estos productos son en su mayoría de clima frío y se caracterizan por competir con los importados o estar destinados a la exportación, especialmente frutas, granos y hortalizas como arveja, manzana, pera, durazno, haba, garbanzo, lenteja, cebolla, habichuela, fresa, caducifolios, feijoa, frijol, papayuela, pasifloras, tabaco rubio, caña panelera y cereales como cebada, avena, trigo. En todos estos productos Boyacá está entre los primeros cuatro productores del país; no se indica el lugar en muchos de ellos porque sus estimados de producción nacionales no existen o son poco confiables (tabla 5).

TABLA 5. Principales productos agrícolas de Boyacá (DANE y URPA, 1998).

PRODUCTO	Lugar	%	PRINCIPALES PROVINCIAS PRODUCTORAS y su porcentaje
Arvejas	3°	25.0	Centro 43.2 Márquez 25.3 Sugamuxi 10.8 Occidente Alto 7.9 Valderrama 7.2 Otras 5.6
Habas	2°	21.1	Sugamuxi 45.8 Márquez 29.4 Centro 15.2 Valderrama 6.4 Otras 3.2
Frijoles	4°	8.0	Norte 26.1 Márquez 24.7 Oriente 8.6 Occidente Alto 8.5 Gutiérrez 6.7 Otras 25.4
Papas	3°	21.2	Centro 49.4 Márquez 15.3 Sugamuxi 14.1 Tundama 7.6 Otras 13.6
Tomates	7°	8.0	Oriente 37.7 Norte 34.2 Ricaurte Alto 20.9 Neira 6.5 Otras 0.7
Trigo	2°	27.6	Centro 37.1 Gutiérrez 17.5 Valderrama 14.1 Norte 13.2 Sugamuxi 10.0 Otras 8.1
Cebada	1°	43.9	Centro 73.4 Sugamuxi 14.0 Valderrama 5.5 Tundama 5.3 Otras 1.8
Avena			Centro 60.2 Occidente Alto 39.8
Ajos			Valderrama 81.1 Tundama 18.9
Garbanzos			Márquez 72.8 Oriente 27.9
Habichuelas			Oriente 91.2 Neira 8.8
Remolachas			Centro 81.6 Márquez 8.8 Sugamuxi 6.7 Tundama 2.9
Cebolla bulbo	1°	35.7	Centro 65.8 Sugamuxi 14.5 Ricaurte Alto 14.0 Otras 5.7
Cebolla junca	1°	71.6	Sugamuxi 100.0
Zanahorias	9°	3.3	Centro 56.2 Tundama 25.1 Sugamuxi 17.6 Otras 1.1
Panelas	4°	9.9	Ricaurte Bajo 99.0 Otras 1.0
Arracachas			Márquez 80.4 Oriente 10.1 Lengupá 7.0 Neira 2.5
Habas			Sugamuxi 45.8 Márquez 29.4 Centro 15.2 Valderrama 6.4 Otras 3.2
Duraznos			Centro 55.3 Márquez 16.7 Tundama 13.3 Sugamuxi 5.6 Otros 9.1
Feijoas			Márquez 27.3 Sugamuxi 26.3 Oriente 15.3 Tundama 13.5 Occidente Alto 8.4 Otras 8.8
Fique			Márquez 30.0 Norte 29.3 Neira 26.3 Lengupá 14.0 Otras 0.4
Flores			Ricaurte Alto 84.1 Occidente Alto 15.9
Fresas			Centro 51.2 Tundama 39.8 Ricaurte Bajo 9.0
Guayabas			Ricaurte Bajo 74.8 Occidente Bajo 24.1 Otras 1.1
Lulos			Márquez 46.2 Oriente 19.5 Occidente Alto 14.2 Neira 12.2 Otros 7.9
Manzanas			Márquez 83.3 Centro 8.9 Ricaurte Alto 5.3 Otras 2.5
Moras			Lengupá 45.7 Occidente Bajo 15.0 Márquez 13.9 Ricaurte Alto 9.8 Ric Bajo 7.0 Otras 8.6
Peras			Márquez 94.5 Centro 5.1 Otros 0.4
Alfalfa			Valderrama 98.7 Sugamuxi 1.3
Brevas			Valderrama 79.5 Sugamuxi 16.4 Tundama 4.1
Ciruelas			Márquez 79.7 Centro 14.3 Tundama 5.6 Otras 0.4
Tomate Arbol			Occidente Bajo 84.7 Occidente Alto 6.5 Otras 8.8
Uvas			Sugamuxi 57.1 Ricaurte Alto 42.9
Miel			Mar 23.8 Len 17.1 Tun 9.3 Cen 8.8 Oc Ba 8.4 Ri Al 7.3 Nor 7.0 Gut 6.9 Sug 5.1 Otras 6.3

Continuación Tabla 5

Lulos			Márquez 46.2 Oriente 19.5 Occidente Alto 14.2 Neira 12.2 Occidente Bajo 4.1 Otras 3.8
Caducifolios	1°	34.2	Márquez 59.2 Neira 32.5 Sugamuxi 4.2 Occidente Alto 4.1
Papayuelas	1°	49.0	Occidente Bajo 100.0
Pasifloras	1°	20.8	
Papa criolla	4°	9.8	Tundama 73.6 Occidente Bajo 15.5 Márquez 10.9
Tabaco rubio	6°	9.8	Norte 87.6 Gutiérrez 12.4
Leche	4°	7.7	Occ Al 28.7 Centro 13.9 Suga 10.8 Tundama 7.6 Márquez 6.1 Pto Boyacá 5.3 Otras 27.6
Der. Lácteos	5°	7.9	
Bovinos	11	3.7	Pto Boyacá 15.1 Centro 9.3 Leng 8.7 Neira 8.1 Suga 8.0 Occ Ba 7.3 Occ Al 6.8 Marq 6.1
Mulares	5°	9.1	Occid Bajo 34.3 Libertad 13.9 Sugam 10.5 Ric Bajo 9.7 Neira 6.7 Lengupá 6.0 Otras 18.9
Asnales	6°	8.1	Centro 22.0 Sugamuxi 15.2 Occid Ba 13.4 Occid Alto 11.1 Tund 8.6 Márq 6.6 Otras 23.1
Ovinos	1°	17.8	Sugamuxi 20.8 Valde 17.8 Centro 12.2 Tunda 11.8 Guti 11.7 Nort 5.9 Ric Al 5.3 Marq 5.2
Caprinos	1°	16.2	Norte 35.7 Valde 14.1 Gutiérrez 12.8 Suga 11.8 Cent 8.2 Ric al 5.3 Pto Boy 5.1 Otras 7.0
Conejos	1°	26.3	Tunda 17.2 Cent 17.1 Marq 11.1 Nort 7.9 Occ Al 6.6 Ric Al 6.1 Gut 5.4 Val 5.1 Otras 13.5
Aves corral	8°	6.4	Oriente 22.2 Tundama 13.1 Centro 10.3 Márquez 6.7 Norte 5.3 Occid Bajo 5.1 Otras 37.3
Porcinos		4.4	Centro 19.4 Ric Bajo 10.3 Suga 8.3 Nei 7.0 Mar 6.8 Oc Ba 7.5 Nor 5.7 Ori 5.6 Otras 29.4

La acuicultura, la cunicultura y la apicultura han adquirido importancia en los últimos años, constituyéndose en una actividad complementaria de las fincas que emplea una cantidad importante de mano de obra y contribuye a su tecnificación. La producción de pescado en el segundo semestre de 1997 fue de 13.6 toneladas de bocachico, 170.2 de cachama, 132.8 de mojarra común y 348.2 de roja, 14.7 de tilapia, 635.3 de trucha, 10 de carpa y 25.8 de capitán; la producción de miel de abejas en el mismo período alcanzó 20.6 toneladas producto de la explotación de 2570 colmenas; en el mismo período había 122.816 conejos (Gobernación de Boyacá, 1999).

La minería es el segundo sector productivo del departamento después de la agricultura (figura 5). En el país, Boyacá es el primer productor de hierro, carbón coquisable y esmeraldas, (hierro con 615.000 toneladas producidas en 1988, provincias Valderrama y Norte); esmeraldas con 3'417.516 quilates en 1989 (Provincias de Oriente y Occidente); el tercero de carbón térmico y el cuarto de hidrocarburos, también es productor importante de calizas con 1'820.000 toneladas en 1988 (Gobernación, 1991), arcillas, roca fosfórica, arenas, yeso y mármol. En 1995 produjo 1'927.200 barriles de petróleo y 3'330.000 toneladas de carbón (IGAC, 1996).

TABLA 6. Producción Agrícola de Boyacá

Cultivo	Producción (toneladas)	Lugar en el país	Cultivo	Producción (toneladas)	Lugar en el país
Cebada*	44469	1º	Yuca*	32349	15º
Trigo*	36584	2º	Cacao*	326	16º
Caña miel*	37720	2º	Plátano*	19512	22º
Papa*	694257	3º	Arveja	10901	
Tabaco rubio*	680	3º	Haba	1840	
Maní*	773	3º	Hortalizas	92922	
Tabaco negro*	3126	5º	Alfalfa	342	
Frijol*	11196	5º	Arracacha	3639	
Fique*	763	5º	Cebolla junca	238500	
Caña panela*	63630	5º	Olivo	8	
Maíz*	49022	11º	Frutales	38255	
Café*	9390	13º			

Fuentes: URPA 1990 y *1994 en DANE, 1995

Con excepción del petróleo, casi todo el hierro y el 53% del carbón, la producción minera proviene de explotaciones artesanales con medianos y bajos niveles de tecnología. El petróleo es especialmente importante para las finanzas departamentales y en 1998 produjo 16.509 millones de pesos en regalías (ECOPETROL, 1999, en periódico EL TIEMPO, Marzo 15 de 2000). Las esmeraldas son consideradas las más famosas del mundo por su calidad y belleza.

Figura 3. Participación de los sectores productivos en la economía de Boyacá en 1995.



Fuente: Gobernación de Boyacá, 1999.

La industria en Boyacá representó el 1.7% de la producción bruta y el 2.6% del valor agregado del país (DANE, 1985); ha tenido poco dinamismo por la alta concentración en los sectores de hierro y acero y de bebidas que generan el 77% de la producción industrial bruta, se concentra principalmente en las zonas de Sogamoso y Duitama. Son importantes las producciones de acero, metalurgia del hierro y aleaciones, metalmecánica, cervecera, gaseosas, motores y carrocerías para vehículos, muebles de madera, materiales de construcción, calzado, artículos de cuero y alimenticios. Se destacan a nivel nacional las industrias siderúrgica con 220.000 toneladas de acero en 1985, de cemento gris con 848.702 toneladas en ese mismo año y cervecera, siendo Boyacá el primer, segundo y segundo productor del país respectivamente en estos renglones; con la excepción de estas tres industrias y las de gaseosas, motores y carrocerías el resto es de pequeño tamaño y poco desarrollo tecnológico.

En el rubro denominado otros sectores son importantes la artesanía y el turismo. La artesanía se ha desarrollado tradicionalmente y tiene profundas raíces históricas y culturales; se destacan las producciones de cerámica en Ráquira, tejidos de lana en Nobsa, fique, tagua, tapices, instrumentos musicales en Chiquinquirá y cestería. Regionalmente son famosas las artesanías de Tenza.

El turismo es una importante actividad dinamizadora de la economía del departamento, cuenta con una buena oferta hotelera, recreativa y de apoyo como centros de convenciones, deportes náuticos y aguas termales en Tunja, Duitama, Sogamoso, Paipa y la región de Chivor.

El empleo en el departamento es provisto por la agricultura en un 38%, la actividad pecuaria en un 20%, la minería 4%, la industria 4%, los servicios 18%, el comercio 11%, las actividades públicas 3% y por otras actividades 2%.

1.2.3 Estructura de la propiedad agraria y uso de la tierra

La estructura de la propiedad agraria está determinada por el micro y el minifundio, situación que dificulta la incorporación de tecnologías modernas y la mejora en la productividad agropecuaria. Según el IGAC en el año 1994 Boyacá contaba con 48.35% de predios rurales de menos de 1 hectárea, el 28.40% entre 1 y 3 hectáreas, el 9.11 % entre 3 y 5 hectáreas y el 6.38% entre 5 y 10 hectáreas, ocupando el 4.06, 9.92, 7.04 y 8.78% del área predial rural del departamento calculada en 2'318.900 hectáreas.

El factor más problemático de los micro y minifundios para la productividad, es su concentración en la zona central del departamento (provincias de Centro, Occidente Alto y Bajo, Oriente y Márquez), donde ocupan más del 50% de las tierras; además son las tierras de mayor calidad en estas provincias (tabla 7).

Los latifundios ocupan más del 50% del área solamente en unos pocos municipios de las zonas periféricas del departamento como Chita, Cubará, Pajarito, Labranzagrande y Puerto Boyacá, en este último está especialmente concentrada la tenencia de la tierra, hasta el punto que el 14.2% del área pertenece a 8 propietarios.

TABLA 7. Tamaño de los predios en las provincias de Boyacá.

PROVINCIA	MICROFUNDIO		MINIFUNDIO		LATIFUNDIO	
	% PREDIOS	% AREA	% PREDIOS	% AREA	% PREDIOS	% AREA
Centro	46.3		95.2*	52.8*		
Gutiérrez	92.2	10.5				66.4
La Libertad	67.5	11.0			15.8	74.5
Lengupá	50.6		91.0*			
Neira			87.3*			
Márquez			97.0*			
Norte			95.8*		0.16	26.8
Occid Alto	73.6~	61.3				
Occid Bajo	43.2~	38.8	94.7*	53.3*		
Oriente	70.0~	49.0~	98.0*			
Ricaurte			79.0	31.4		
Sugamuxi	49.0	6.0	96.2*	35.6*	0.5	28.0+
Tundama	52.7		87.0			
Valderrama	55.8		96.3*	31.0*	0.23	38.2++

Fuente: Gobernación de Boyacá, 1997.

Nota: Los microfundios se consideran menores de una hectárea, excepto en algunas provincias en las cuales el límite es 3 hectáreas.

Los minifundios incluyen a los microfundios tanto en el % de predios como en el área; para el tamaño se tuvo en cuenta el límite de la Unidad Agrícola Familiar (UAF), excepto en las provincias de Ricaurte y Tundama donde se tomó el de 5 hectáreas. Los latifundios son predios mayores a 500 hectáreas, aunque en la provincia de Sugamuxi el límite fue de 100 hectáreas y en la de Valderrama 200.

Las provincias de Gutiérrez, La Libertad, Lengupá, Neira, Norte, Ricaurte Alto y Bajo, Tundama y Valderrama tienen gran cantidad de micro y minifundios, pero también medianas propiedades que disminuyen el problema de los minifundios (tabla 6). Las provincias de Gutiérrez y La Libertad tienen áreas mayores al 50% del total clasificado como latifundios, sin embargo este dato es engañoso porque incluye las áreas de los parques naturales de la Sierra Nevada del Cocuy o Güicán y del Páramo de Pisba.

El uso de la tierra está relacionado con el micro y minifundio; provincias donde dominan estas formas de tenencia tienen importantes áreas dedicadas a agricultura y/o ganadería lechera en pastos manejados o naturales de buena calidad (Centro, Márquez, Occidente Alto y Bajo, Ricaurte Bajo, Tundama y Oriente). Las regiones donde es importante el latifundio tienen una mayoría o gran parte de las tierras dedicadas a usos diferentes a los agropecuarios, debido a la baja intensidad de explotación de este tipo de predios (Puerto Boyacá, Labranzagrande y Pajarito) y/o a la presencia de zonas con nula o muy baja productividad (Gutiérrez, La Libertad, Valderrama y Sugamuxi).

TABLA 8. Uso de la tierra en Boyacá.

Provincia	Pastos			Cultivos			Otros Usos
	Manejados	Naturales	Total	Transitorio	Permanente	Total	
Centro	15.8	17.1	32.9	39.0	0.6	39.6	27.5
Cubará	7.3	1.9	9.2	1.4	2.3	3.7	87.1
Gutiérrez	3.9	7.8	11.7	6.5	0.4	6.9	81.4
La Libertad	9.5	33.2	42.7	1.7	1.8	3.5	53.8
Lengupá	22.6	40.7	63.3	3.2	8.5	11.7	25.0
Márquez	27.0	29.8	56.8	23.3	2.4	25.7	17.5
Neira	32.1	37.5	69.6	5.4	7.7	13.1	17.3
Norte	5.6	14.2	19.8	28.8	0.6	29.4	50.8
Occid Alto	72.6	10.0	82.6	14.4	0	14.4	3.0
Occid Bajo	11.8	38.6	50.4	10.9	23.6	34.5	15.1
Oriente	16.3	47.3	63.6	8.7	17.5	26.2	10.2
Pto Boyacá	26.3	56.9	83.2	0.9	0	0.9	15.9
Ricaur Alto	10.5	34.4	44.9	16.2	3.0	19.2	35.9
Ricaur Bajo	12.5	23.8	36.3	15.0	29.9	44.9	18.8
Sugamuxi	12.1	17.1	29.2	15.9	0	15.9	54.9
Tundama	43.3	14.0	57.3	14.6	0.4	15.0	27.7
Valderama	2.3	10.8	13.1	11.6	0	11.6	75.3
TOTAL DEPTO	16.6	24.6	41.2	12.6	4.7	17.3	41.5

Fuente: Gobernación de Boyacá, 1999.

1.2.4 Vías de comunicación y medios de transporte

El Departamento cuenta con transporte terrestre, fluvial y aéreo. El terrestre es el más desarrollado e importante con tres tipos de vías de transporte por tierra así: las carreteras, el ferrocarril y los ductos de traslado de combustible; el fluvial se efectúa por el río Magdalena y el aéreo por los aeródromos de Tunja, Sogamoso, Paipa, Muzo, Quípama y Puerto Boyacá.

Las carreteras comunican a casi todo el departamento; algunas tienen deficiencias por especificaciones insuficientes y deficiente mantenimiento. En 1997 tenían una longitud de 9603 Km de los cuales 985 eran vías nacionales (482 Km pavimentados y 485 en afirmado), 4774 departamentales (365 Km pavimentados y 2663 en afirmado), 3874 de caminos vecinales (3416 en afirmado) y 7000 Km de carretables y caminos construidos por el Comité de Cafeteros y los municipios. (Gobernación de Boyacá, 1999).

Las vías nacionales cruzan el departamento provenientes de las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga y Cúcuta y lo comunican con los departamentos de Antioquia, Santander, Cundinamarca, Norte de Santander, Casanare y Arauca; las más importantes son: La carretera central del Norte, las Troncales del Norte y del Magdalena Medio, la variante de Barbosa a Chía, la carretera de Cúcuta a Arauca, la transversal de Boyacá, la carretera del Cusiana, la ruta de los Libertadores y la vía alterna al Llano.

La carretera central del Norte está pavimentada, es amplia y rápida, tiene buen mantenimiento y permite el transporte de carga pesada comunica a Bogotá con Tunja, Bucaramanga, el norte del país., adicionalmente y algunos municipios del departamento localizados entre Ventaquemada y Santana. La Troncal del Norte parte de Tunja y comunica al departamento con Capitanejo y Málaga en Santander, Pamplona y Cúcuta en Norte

de Santander; se encuentra pavimentada en el tramo de Tunja a Soatá y se avanza hasta Capitanejo, permite el tráfico pesado y está en buen estado.

La Troncal del Magdalena Medio o Troncal de la Paz a Puerto Boyacá con Santander, Tolima, Cundinamarca y la Costa Atlántica, así como con Antioquia a través de la Autopista a Medellín; es una carretera pavimentada y amplia de altas especificaciones que permite tráfico pesado y buena velocidad para el transporte de carga y pasajeros. La variante de Barbosa a Chía en Cundinamarca, es un ramal de la carretera central del Norte que está pavimentado, es amplio y de altas especificaciones para tráfico pesado y rápido; en Boyacá atraviesa por Saboyá y Chiquinquirá.

La carretera de Cúcuta a Arauca comunica a Cubará con estas dos capitales, es destapada pero se encuentra en buen estado y permite el tráfico pesado. La Transversal de Boyacá atraviesa todo el departamento desde Puerto Boyacá a los llanos, está en proceso de pavimentación y une a los municipios de las provincias de Occidente, Ricaute, Centro, Márquez y Lengupá entre Otanche y Páez. La carretera de Cusiana se encuentra en proceso de modernización y pavimentación, esta en regular estado, comunica a Sogamoso, el sector de la Laguna de Tota y Pajarito con Yopal en Casanare.

La Ruta de los Libertadores partiendo de Belén, une con Paz de Río y Socha, en Boyacá, con Sácama y Tame en Casanare; está en proceso de pavimentación y en regular estado. La vía alterna al Llano se encuentra pavimentada hasta Santa María y en proceso de pavimentación hasta El Secreto en los límites con Casanare; sirve la comunicación entre Villanueva, Valle de Tenza y Bogotá.

Las carreteras Departamentales son de menores especificaciones que las nacionales, cumplen la función de comunicar los municipios entre sí, con Tunja y la zona industrial y turística del departamento. Además de estas vías hay varias carreteras menores interdepartamentales que unen a las provincias con los departamentos vecinos.

La vía de la Zona Esmeraldífera que presenta pésimas condiciones, parte de El Ramal en la vía de Chiquinquirá a Pauna y sirve la comunicación intermunicipal en la provincia de Occidente. La vía alterna de Tunja a Sogamoso pasa por Toca y Pesca. Otras vías importantes integran las provincias de Neira y Oriente. Todas estas vías se encuentran pavimentadas parcialmente y están en proceso de rehabilitación y continuación de la obra.

Hay unos pocos municipios con vías precarias para comunicarse; entre éstos están Paya, Pisba, Campohermoso y La Victoria. Cubará está aislado del resto del departamento pero tiene carretera con los departamentos de Norte de Santander y Arauca.

Según el plan de desarrollo de Boyacá 1998-2000 el 70% de las vías están en mal estado. Se encuentran en proceso dos nuevas carreteras para mejorar las comunicaciones con Casanare: Labranzagrande - El Morro y Páez - Sirasí - Chámeza, por parte del departamento y la doble calzada Briceño (Cundinamarca) - Sogamoso y la continuación de la transversal de Boyacá, por la Nación.

Las vías férreas están conformadas por dos ramales de trocha angosta pertenecientes al ferrocarril de Cundinamarca que comunican a Barbosa (Santander) con Chiquinquirá y Bogotá (sin uso) y a Paz de Río con Tunja y Bogotá.

Atraviesan al departamento tres ductos, dos que transportan petróleo crudo, el oleoducto Caño Limón - Coveñas que pasa por Cubará, proveniente del departamento de Arauca, y sigue hacia el de Norte de Santander y el Oleoducto Colombia que viene del departamento de Casanare, atraviesa el departamento de sudeste a Noroeste y continua en el departamento de Santander; el tercer ducto transporta derivados del petróleo y va de Barrancabermeja a Bogotá cruzando por Puerto Boyacá. Están en construcción varios ductos para distribución de gas natural de los yacimientos de Ballenas, en el departamento de La Guajira, que darán servicio a los municipios más importantes del centro del país.

El transporte fluvial es poco importante por la falta de ríos navegables para embarcaciones de mediano calado en todo tiempo; se efectúa por el río Magdalena en barcos y planchones de poca capacidad con base en Puerto Boyacá y movimientos hacia Puerto Triunfo (Antioquia), La Dorada (Caldas), Puerto Salgar (Cundinamarca), Puerto Berrío (Antioquia) y Barrancabermeja (Santander).

El transporte aéreo es escaso por la carencia de aeropuertos y la cercanía a Bogotá; es de tipo turístico en avionetas de pocos pasajeros entre los aeródromos de Paipa, Sogamoso y Tunja con Bogotá. Los aeródromos de Muzo, Quípama y Puerto Boyacá son particulares, este último se encuentra ubicado en el corregimiento de Centro Calderón. Hay pistas de aterrizaje en San Luis de Gaceno (corregimiento San Carlos), Miraflores y Cubará.

1.2.5 Educación y Salud

Según la Secretaría de Educación la escolaridad en Boyacá para el nivel de Preescolar en 1997 era del 46% en el sector urbano, 12% en el rural y 26 % en el nivel departamental; para el nivel de primaria era 100% en la zona urbana, 71% en la rural y 83% en el departamento; para el nivel de educación básica secundaria y media era del 61%, con una cobertura del 57%. (Tabla 9). La tasa de analfabetismo para la población de 15 y más años era de 15.75% en 1994 (Gobernación de Boyacá, 1999).

TABLA 9. Estadísticas básicas de la educación en Boyacá en 1994

SECTOR	TIPO EDUCACIÓN	ESTABLECIMIENTOS	ALUMNOS	PROFESORES
	Preescolar	294	12186	568
Urbano	Primaria	355	76744	2990
	Secundaria	182	80759	4340
	Preescolar	55	1134	60
Rural	Primaria	1895	86914	3859
	Secundaria	48	11577	777
	Preescolar	349	13320	628
Total	Primaria	2250	163658	6849
	Secundaria	230	92336	5117

Fuente: Secretaría de Educación de Boyacá, 1997, mencionado en Gobernación de Boyacá, 1999.

En 1997 había 8 centros universitarios en Tunja, Sogamoso, Duitama, Chiquinquirá, Toca, Ramiriquí, Sotaquirá y Turmequé con 9334 alumnos en cuatro instituciones, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja, la Corporación Universitaria de Boyacá, la Universidad Santo Tomás de Aquino y la Institución Universitaria Juan de Castellanos con programas

técnicos, tecnológicos y profesionales; 3 de ellos tenían programas de especialización y 1 de maestría; hoy existen sedes universitarias en otros municipios. El SENA dictó 950 cursos en áreas técnicas a 16.206 alumnos.

Los niveles de escolaridad son bajos en todos los segmentos; hay niveles más bajos de cubrimiento en primaria en las provincias de predominio agrícola y mejores para aquellas con minifundio o actividades comerciales, administrativas y turísticas de importancia (Centro, Ricaurte Bajo, Neira, Occidente alto). El cubrimiento de la secundaria es mayor en las provincias con actividad comercial, administrativa o industrial de importancia (Centro, Lengupá, Occidente Alto, Sugamuxi y Tundama). El nivel de profesionales entre la población es bajo en el departamento, mejora solamente en las provincias industriales y administrativas (Centro, Tundama y Sugamuxi). Todos los niveles educativos son bajos en el departamento debido a la emigración de la población mejor educada hacia otros lugares del país, especialmente a Bogotá (Tabla 10).

TABLA 10. Niveles de cubrimiento escolar (%), nivel de profesionalismo y de médicos (profesionales/10000 habitantes) en las provincias de Boyacá.

PROVINCIA	Preescolar	Primaria	Secundaria	Médicos	Profesionales
Centro	46.9	87.1	68.3	2.9	684
Cubará	3.0	40.8	39.8	0.3	172
Gutiérrez	22.1	81.8	32.0	2.0	174
La Libertad	16.4	78.0	14.0	3.0	43
Lengupá	24.5	81.0	71.2	3.3	141
Márquez	15.2	79.6	34.2	1.3	100
Neira	22.7	93.0	48.0	3.1	179
Norte	7.5	67.0	37.0	1.6	227
Occidente Alto	32.0	88.6	71.3	4.2	321
Occidente Bajo	26.3	85.0	16.5	0.6	88
Oriente	16.4	70.6	34.0	4.3	144
Ricaurte Alto	19.4	73.4	28.9	2.0	308
Ricaurte Bajo	43.1	99.9	38.2	2.0	305
Sugamuxi	14.8	74.0	62.7	1.9	413
Tundama	12.9	73.0	63.0	2.0	512
Valderrama	16.6	76.0	36.0	1.3	234
Departamento	21.5	79.6	51.5	2.5	342

Fuente: Gobernación de Boyacá, 1997.

En relación con el sector de la salud, el departamento disponía de 26 hospitales públicos (15 de primer nivel, 10 de segundo y uno de tercero) con 1204 camas, 10 clínicas particulares y 3 del ISS, 49 centros de salud con 243 camas, 191 puestos de salud con 28 camas, 340 médicos y 111 odontólogos vinculados al sector oficial y 2403 centros de atención del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar para atender los aspectos relacionados con la salud (Secretaría de Salud de Boyacá, 1997 mencionado en Gobernación de Boyacá, 1999). Vale la pena relevar que los casos de enfermos graves son remitidos a hospitales regionales y, en último caso, a Tunja o Bogotá.

El total de médicos por cada 10000 habitantes era de 2.5 en 1997, nivel muy bajo comparado con el nacional de 5.2; sólo en las provincias de Occidente Bajo y Oriente se acerca a este nivel. Las razones de los bajos niveles se deben a la cercanía con Bogotá, lugar

donde se atienden los casos más complejos y a la preferencia de la población de algunas provincias por los servicios médicos de los departamentos limítrofes (Tabla 10).

Las cinco causas de morbilidad por enfermedades transmisibles más frecuentes en 1997 fueron las infecciones respiratorias, la diarrea, la enteritis, la hipertensión esencial, la varicela y la influenza. Las cinco causas más frecuentes de hospitalización fueron partos normales, abortos, bronconeumonía, infección intestinal e insuficiencia cardíaca. Las cinco principales causas de mortalidad fueron insuficiencia cardíaca, enfermedades cerebro vasculares agudas, septicemia, obstrucciones crónicas de las vías respiratorias y diabetes mellitus.

La cobertura de vacunación en 1997 fue de 99.07% para polio, 98.38% para DPT, 114.59% para BCG, 100.36% para hepatitis B, 14.31% para sarampión y para triple viral, 85.89% en la población de 1 año, 7.55% en la de 10-12 años y 69.56% en la de 14-15 años (Secretaría de salud de Boyacá, 1997 mencionado en Gobernación de Boyacá, 1999).

1.2.6 Servicios públicos

La cobertura de los servicios básicos de acueducto y alcantarillado en 1997 era deficiente, 62 y 43% respectivamente en el área urbana y 34 y 4% en la rural. Su calidad también era deficiente con sólo 21 cabeceras municipales y un sector rural con planta de tratamiento de agua potable.

La disposición de basuras y otros residuos sólidos se hace con grave perjuicio para la salud humana y el equilibrio ecológico del departamento; sólo 6 cabeceras municipales cuentan con relleno sanitario, 16 entierran las basuras y 4 las depositan cerca a cursos de agua, los otros 97 municipios depositan estos residuos a cielo abierto. (Gobernación de Boyacá, 1999).

Boyacá es un importante generador de energía eléctrica; cuenta para ello con las cuatro plantas térmicas de Paipa y la hidroeléctrica de Chivor, con 182 y 1000 MW de capacidad instalada respectivamente, que abastecen las necesidades del departamento y de regiones vecinas; en 1993 produjeron 473.98 y 3171.31 GWH respectivamente. La cobertura del servicio fue del 89.7% en el sector urbano.

La combinación de las coberturas de los tres servicios públicos ya mencionados da un 46.8% de la población con necesidades básicas insatisfechas en el sector urbano; este indicador es más precario en el sector rural.

1.2.7 Necesidades básicas insatisfechas y miseria

Los niveles de necesidades básicas insatisfechas y miseria son similares a los de la nación pero su distribución provincial es muy disímil. Las necesidades básicas insatisfechas y la pobreza son más altas en las provincias alejadas de Tunja y de mayor dependencia agropecuaria (La Libertad, Occidente Bajo, Puerto Boyacá, Valderrama, Norte y Gutiérrez). Todas las provincias tienen mayores índices de necesidades básicas insatisfechas en la parte rural que en la urbana con excepción de Puerto Boyacá y Lengupá debido a la consolidación reciente de los núcleos urbanos y a fenómenos de desplazamiento hacia algunas cabeceras municipales desde las zonas rurales de estas provincias (Tabla 11).

TABLA II. Necesidades básicas insatisfechas (NBI) y miseria en porcentaje en las provincias de Boyacá.

Provincia	NBI	NBI	NBI	Miseria	Provincia	NBI	NBI	NBI	Miseria
	urbanas	rurales	total			urbanas	rurales	total	
Centro	19	44	31	9	Occ Bajo			58	20
Cubará	33	55	47	22	Oriente	21	42	37	11
Gutiérrez	50	63	54	22	Pto Boy	58	39	56	28
La Libertad	44	78	73	48	Rica Alto	33	59	53	14
Lengupá	52	30	47	18	Rica Bajo	28	52	46	14
Márquez	19	44	31	9	Sugamuxi	20	40	29	9
Neira	24	50	39	11	Tundama	17	33	24	11
Norte	27	65	56	22	Valderram	26	65	58	27
Occid Alto			36	9					
Departamento	22.5	51.2	39.0	14	Nación			36	15

Fuente: Gobernación de Boyacá, 1997.

Capítulo II

capítulo segundo



Medio - Natural

Medio - Natural

Valle del río Guacuaquí - Municipio de Otanche.
(Foto: Deyanora Cárdenas, 2003)

Contenido

2.1 GEOLOGÍA.....	53
2.1.1 Secuencia Litoestratigráfica	55
2.1.2 Cuenca del Valle Medio del río Magdalena	56
2.1.2.1 Bloque Valle Medio del Magdalena.....	57
2.1.2.2 Bloque de Otanche	58
2.1.3 Cuenca de la Cordillera Oriental.....	60
2.1.3.1 Bloque Chiquinquirá-Arcabuco	61
2.1.3.2 Bloque Tunja-Duitama	67
2.1.3.3 Bloque Tota-Paz de Río	69
2.1.3.4 Bloque del macizo de floresta.....	73
2.1.4 Cuenca de la Sierra Nevada del Cocuy	75
2.1.4.1 Formación Silgará (PDs).....	75
2.1.4.2 Formación Floresta (Df)	75
2.1.4.3 Formación Rionegro (Kirn).....	75
2.1.4.4 Formación Tibú-Mercedes (Kitm)	75
2.1.4.5 Formación Capacho (Ksca).....	76
2.1.4.6 Formación La Luna (Ksl)	76
2.1.4.7 Formación Colón- Mitojuan (Kscm).....	76
2.1.4.8 Formación Barco (Tpb).....	76
2.1.4.9 Formación Los Cuervos (Tec).....	77
2.1.4.10 Formación Mirador (Tem).....	77
2.1.4.11 Formación Carbonera (Toc).....	77
2.1.4.12 Formación León (Tal).....	77
2.1.4.13 Formación Guayabo (Tmg)	77
2.1.5 Cuenca del Piedemonte Llanero	78
2.1.5.1 Grupo Palmichal (TKp).....	78
2.1.5.2 Formación Arcillas del Limbo (Tal).....	78
2.1.5.3 Formación Areniscas del Limbo (Tarl)	78
2.1.5.4 Formación San Fernando (Tsf)	79

2.1.5.5 Formación Diablo (Td).....	79
2.1.5.6 Formación Caja (Tc).....	79
2.1.5.7 Formación La Corneta (QTlc).....	80
2.1.5.8 Depósitos Cuaternarios (Qal).....	80
2.1.6 Geología Estructural y Tectónica	81
2.1.6.1 Plegamiento	82
2.1.6.2 Fallamiento	83
2.1.7 Evolución Geológica	84
2.1.8 Geología Histórica.....	86
2.1.8.1 Paleozoico Inferior facies Anfibolita.....	87
2.1.8.2 Neoproterozoico, facies Anfibolita.....	87
2.1.8.3 Paleozoico inferior, facies Esquisto Verde	87
2.1.8.4 Rocas del Macizo de Santander	88
2.1.8.5 Rocas de la Subcuenca de Cundinamarca - Boyacá.....	88
2.1.8.6 Rocas del Valle Medio del Magdalena	88
2.1.8.7 Rocas de la prolongación del Macizo de Santander.....	88
2.1.8.8 Rocas de la Subcuenca de Cundinamarca - Boyacá.....	88
2.1.8.9 Rocas del Triásico - Jurásico.....	88
2.1.9 Geología Económica.....	93
2.1.9.1 Metales y Piedras Preciosas	93
2.1.9.2 Minerales Industriales.....	93
2.1.9.3 Minerales Energéticos	95
2.1.9.4 Materiales de Construcción.....	96
2.2 GEOMORFOLOGÍA.....	97
2.2.1 Principales Paisajes Geomorfológicos de Boyacá.....	98
2.2.1.1 Paisaje de Montaña	98
2.2.1.2 Paisaje de Lomerío.....	103
2.2.1.3 Paisaje de Piedemonte	104
2.2.1.4 Paisaje de Altiplanicie.....	105
2.2.1.5 Paisaje de Valle.....	106
2.2.2 Tipos de Relieve de Origen Estructural - Denudacional.....	107
2.2.2.1 Cuestas.....	107
2.2.2.2 Crestones.....	108
2.2.2.3. Crestas de tipo Homoclinal	108
2.2.2.4 Espinazos o “Hogbacks”.....	109
2.2.3 Tipos de Relieve de Origen Denudacional	110

2.2.3.1. Crestas Ramificadas (Filas y vigas)	110
2.2.3.2 Lomas.....	111
2.2.4 Tipos de Relieve en el Ambiente Glaciar-periglacial	112
2.2.4.1 Campos Morrénicos.....	112
2.2.4.2 Artesas glaciares	113
2.2.5 Tipos de Relieve de Origen Agradacional.....	113
2.2.5.1 Abanicos aluviales	113
2.2.5.2 Terrazas Agradacionales	114
2.2.5.3 Vegas	114
2.2.5.4 Vallecitos.....	114
2.2.5.5 Depósitos de Ceniza Volcánica	115
2.3 HIDROGRAFÍA	115
2.3.1 Vertiente Caribe	116
2.3.1.1 Cuenca Magdalena Cauca.....	116
2.3.2 Vertiente Atlántico	118
2.3.2.1 Cuenca Orinoco.....	118
2.3.3 Lagos, lagunas y embalses.....	120
2.4 CLIMA.....	120
2.4.1 Precipitaciones	122
2.4.2 Temperatura	122
2.4.3 Humedad Relativa.....	124
2.4.4 Índice de aridez anual.....	124
2.4.5 Vientos	125
2.4.6 Heladas.....	127
2.5 ZONAS DEVIDA.....	127
2.5.1 Nival (N).....	130
2.5.2 Páramo Subandino y páramo pluvial Subandino o tundra pluvial andina (p - SA y pp - SA).....	130
2.5.3 Bosque pluvial Montano (bp - M).....	130
2.5.4 Bosque muy húmedo Montano (bmh - M).....	130
2.5.5 Bosque húmedo Montano (bh - M)	130
2.5.6 Bosque pluvial Montano Bajo (bp - MB).....	131
2.5.7 Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh - MB).....	131
2.5.8 Bosque húmedo Montano Bajo (bh - MB)	131
2.5.9 Bosque seco Montano Bajo (bs - MB).....	131
2.5.10 Bosque pluvial Premontano (bp - PM).....	132
2.5.11 Bosque muy húmedo Premontano (bmh - PM).....	132

2.5.12 Bosque húmedo Premontano (bh - PM)	132
2.5.13 Bosque seco Premontano (bs- PM).....	132
2.5.14 Monte espinoso Premontano (me – PM).....	132
2.5.15 Bosque muy húmedo Tropical (bmh - T)	138
2.5.16 Húmedo Tropical (bh - T).....	138
2.5.17 Bosque muy seco Tropical (bms - T)	139
2.5.18 Bosque muy húmedo Premontano - transición cálida (bmh - PM tr - c).....	139
2.6 VEGETACIÓN NATURAL	139
2.6.1 Bosque de piso Basal.....	140
2.6.2 Bosque de piso Subandino.....	140
2.6.3 Bosque de piso Andino.....	140
2.6.4 Vegetación graminoide de páramo	141
2.6.5 Vegetación de zonas áridas.....	141
2.7 ECOLOGÍA.....	141
2.8 AMENAZAS NATURALES.....	146
2.8.1 Actividad Sísmica	146
2.8.2 Movimientos en masa	147
2.8.3 Soliflucción y/o Reptación	148
2.8.4 Inundaciones.....	148
RIESGO SÍSMICO:.....	148
2.8.5 Avalanchas Fluvio-Torrenciales.....	149
2.8.6 Procesos Erosivos	150
2.8.7 Amenazas por desertificación y sequía	151

2.1 GEOLOGÍA

El Territorio del departamento de Boyacá está localizado, en su mayor parte, sobre la cordillera Oriental de los Andes Colombianos, formando parte de cuatro cuencas sedimentarias conocidas como: Cuenca Valle Medio del Magdalena, cordillera Oriental, Sierra Nevada del Cocuy y Cuenca del Piedemonte Llanero. Estas Cuencas, a su vez están conformadas por bloques tectónicos con unidades litológicas y estratigráficas que reflejan ambientes geotectónicos cambiantes los cuales le imprimen características geológicas y geomorfológicas particulares sobre esta parte de la cordillera Oriental de Colombia.

La porción que pertenece a la cuenca del Valle Medio del Magdalena, está localizada al occidente del departamento y su configuración es de tipo continental, con predominio de ciclos de sedimentación y tectonismo, dentro de un relleno interior fracturado, en cuya evolución se han desarrollado diferentes estilos tectónicos y estructurales, tales como los bloqueos que afectan a los sedimentos Pre-Eocénicos y los fenómenos de compresión que dieron origen a fallas inversas. En la parte que le corresponde al departamento de Boyacá, se encuentran extensas y potentes secuencias de rocas sedimentarias de diferentes edades, que abarcan desde el Precámbrico, Paleozoico Inferior, Cretácico, Paleógeno y Neógeno; como también rocas ígneas extrusivas del Neógeno al Cuaternario y una gran variedad de depósitos no consolidados del Cuaternario. Una síntesis de las eras, períodos, épocas y edades de las rocas existentes en el departamento, se muestra en la tabla 12 y figura 6.

TABLA 12. Síntesis de la Escala del tiempo geológico.

ERAS	PERÍODOS	ÉPOCAS	EDADES (en millones de años)	
CENOZOICO	CUATERNARIO		Holoceno	0.01
	TERCIARIO	NEÓGENO	Pleistoceno	1.6
			Plioceno	5.3
			Mioceno	23.7
		PALEÓGENO	Oligoceno	36.6
			Eoceno	57.8
			Paleoceno	66.4
MESOZOICO	CRETÁCEO		144	
	JURÁSICO		208	
	TRIÁSICO		240	
PALEOZOICO	PÉRMICO		286	
	CARBONÍFERO		360	
	DEVÓNICO		408	
	SILÚRICO		438	
	ORDOVÍCICO		505	
	CÁMBRICO		570	
PRECÁMBRICO	PROTEROZOICO		2500	
	AZOICO		3800?	

Fuente: DNAG, 1983 en IGAC, 1996.

En el núcleo de la cordillera Oriental se encuentran rocas que forman parte de los macizos cristalinos y representan el basamento, con rocas de edad precámbrica que no afloran en superficie debido a la potente cobertura de rocas sedimentarias que lo cubren. Pero el departamento tiene una historia tectónica y geológica muy compleja, que se traduce en la presencia de distintos tipos de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. La mayor parte de las secuencias de rocas expuestas en el departamento de Boyacá, son sedimentarias de ambiente marino del Cretácico y de ambiente continental del Terciario que en su conjunto, conforman y definen las principales estructuras plegadas y falladas las cuales, a su vez, definen y controlan las características geológicas y geomorfológicas actuales.

La porción más oriental del departamento forma parte de la Orinoquia y está conformada por franjas de rocas sedimentarias del terciario, parcialmente cubiertas por depósitos clásticos superficiales y no consolidados del Cuaternario de origen glaciar, fluvio-glaciar, coluvial, fluvial, coluvio-aluvial y lacustre, que ocupan y cubren las áreas montañosas y del piedemonte, por donde drenan los principales ríos procedentes de la parte alta de la cordillera y que conforman los valles labrados por los ríos actuales, responsables del entallamiento, la erosión y formación de abanicos y terrazas hacia los departamentos de Arauca, Casanare y Meta.

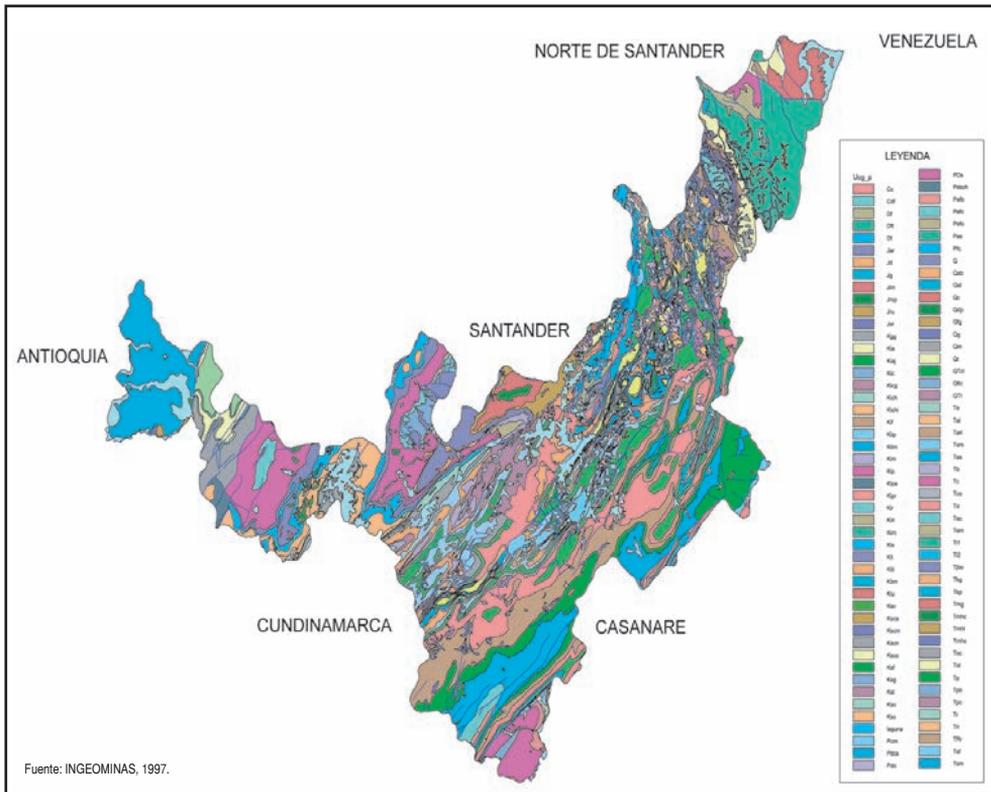


FIGURA 6. Mapa geológico del departamento de Boyacá (Tomado y adaptado de INGEOMINAS, 1997).

2.1.1 Secuencia Litoestratigráfica

Este documento ha sido elaborado con base en la compilación de información geocientífica producida y publicada por INGEOMINAS, a partir de trabajos de investigación geológica, estratigráfica, paleontológica y de recursos minerales, llevados a cabo durante muchos años en el departamento de Boyacá. Se describe en forma sucinta la secuencia litoestratigráfica, los depósitos superficiales y las diferentes estructuras que conforman el complejo y variado relieve existente en el departamento.

Para una completa comprensión de la secuencia litoestratigráfica, se ha tomado como referencia el mapa geológico y la nomenclatura estratigráfica utilizada en la elaboración del mapa geológico del departamento de Boyacá a escala 1:250.000 de INGEOMINAS (1997). Además, se ha tenido en cuenta la configuración de las diferentes subcuencas existentes en el departamento. En los párrafos siguientes, se efectuará una descripción de las principales unidades litoestratigráficas asociadas a cada una de las cuencas sedimentarias y bloques tectónicos en los que se ha dividido el departamento de Boyacá, cuya descripción se presenta de occidente a oriente, iniciando por el Valle Medio del Magdalena y culminando al oriente con el Piedemonte Llanero.

De occidente a oriente las principales cuencas son: la cuenca sedimentaria del Valle Medio del río Magdalena, con sus bloques tectónicos del Valle Medio del río Magdalena - Puerto

Boyacá, bloque de la vertiente occidental de la cordillera Oriental, bloque de Otanche y zona esmeraldífera del occidente de Boyacá; cuenca sedimentaria de la cordillera Oriental con sus bloques de Chiquinquirá - Arcabuco, bloque Tunja - Duitama, bloque Tota- Paz de Río y el bloque macizo de Floresta; cuenca sedimentaria Sierra Nevada del Cocuy con su bloque Cocuy – Cubará - Margua; cuenca sedimentaria del Piedemonte Llanero con su Bloque San Luis de Gaceno.

Para una mayor comprensión de la estratigrafía de cada uno de los bloques tectónicos, ver mapa geológico de Boyacá versión digital INGEOMINAS a escala 1:250.000. (ver figura 7, para su ubicación). Los bloques antes mencionados serán descritos en los párrafos siguientes. La estratigrafía del departamento de Boyacá incluye el estudio y la descripción de seis grupos litoestratigráficos, 69 formaciones conformadas en su mayor parte por rocas sedimentarias, cuatro unidades compuestas por rocas metamórficas de bajo a medio grado de metamorfismo, un macizo ígneo y tres pequeños cuerpos intrusivos tipo stock. Todo el registro litológico abarca un lapso de tiempo comprendido desde el Proterozoico hasta el Plioceno. Además, existen grandes coberturas de depósitos superficiales del cuaternario de diferente origen, que cubren en forma discordante a las rocas existentes en el departamento, desde las nieves perpetuas hasta los profundos valles aluviales, localizados en las cuencas de los principales ríos que drenan por el departamento.

Sobre las diferentes secuencias litoestratigráficas, se han desarrollado seis provincias fisiográficas, con características muy contrastantes entre sí, que de Occidente a Oriente más o menos coinciden con los bloques tectónicos en los que se ha dividido el territorio del departamento. Las áreas son: Valle Medio del Magdalena (alturas menores a 500 m), El sector de Otanche y flanco occidental de la cordillera Oriental (terrenos escapados), El sector Moniquirá –Ramiriquí (relieve quebrado), La Altiplanicie Central o más conocida como el “Altiplano Cundiboyacense” (alternancia de valles intramontanos con montañas alongadas y plegadas), El sector de la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Guicán (con las máximas alturas sobre la cordillera Oriental) y El flanco Oriental de la cordillera Oriental incluyendo el sector del Piedemonte Llanero (relieve quebrado y escarpado, pendiente mayor a 30°, hasta plano en los abanicos del piedemonte). Para efectos de la descripción de la secuencia litoestratigráfica, se considera la división propuesta por INGEOMINAS, en el Mapa geológico del departamento de Boyacá, donde se ha dividido el territorio en cuatro cuencas sedimentarias, con sus bloques tectónicos y secuencias litoestratigráficas, con sus respectivos Grupos y Formaciones, los cuales se describen a continuación en orden secuencial de occidente a oriente.

2.1.2 Cuenca del Valle Medio del río Magdalena

A esta cuenca pertenecen dos zonas geológica y geomorfológicamente diferentes; la primera conformada por la planicie aluvial del río Magdalena de relieve plano, cubierta por depósitos cuaternarios que cubren parte de las rocas del Terciario y se extienden hasta la Falla de Cambrás. La segunda zona está sobre el flanco occidental de la cordillera Oriental y es denominada bloque de Otanche, se extiende desde la falla de Cambrás hasta las fallas de Guadualito y La Salina; está constituida por rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario y depósitos cuaternarios.

Sobre este bloque, se encuentra la parte más occidental del departamento, comprendido entre el río Magdalena y la falla de Cambrás. Este bloque se caracteriza por la presencia de

espesos depósitos cuaternarios de origen fluvial del holoceno, que cubren las secuencias de rocas sedimentarias e ígneas extrusivas de origen reciente (pleistoceno y plioceno), con evidencias de tectonismo caracterizado por la presencia de fallas inversas y normales, subparalelas y cubiertas por los materiales antes descritos; la más notoria es la falla de Honda, en su tramo final cerca al caserío de Bellavista, 2.5 Km al norte del río Negro.

2.1.2.1 Bloque Valle Medio del Magdalena

Presenta las siguientes unidades litoestratigráficas: rocas del Terciario Grupo Honda, constituidas por las formaciones Cambrás, San Antonio, Los Limones y Mesa.

2.1.2.1.1 Rocas del Terciario. (Unidades de Piroclastitas del Neógeno)

Estas unidades se encuentran en el valle del Magdalena y están constituidas por rocas volcánicas de facies proximales y distales, piroclastitas, flujos de lodo y escombros, epiclastitas y materiales de ambiente fluvial; en Boyacá pertenecen a este grupo las formaciones Cambrás, San Antonio, Los Limones y Mesa que se encuentran en vastas zonas del municipio de Puerto Boyacá.

2.1.2.1.2 Formación Cambrás (Tmhc)

Esta formación debe su nombre a De Porta, (1966) y fue redefinida por Rodríguez y Ulloa, (1981), estableciendo la localidad tipo en el camino que va de la hacienda La Viuda a la Loma Salamina, cerca a la estación del ferrocarril de Cambrás. Las rocas de esta formación constan de arcillolitas grises, verdosas y violáceas con intercalaciones de areniscas de cuarzo de grano fino a medio, cementadas por sílice en las partes media y superior; en la parte inferior areniscas de cuarzo de grano medio a grueso con intercalaciones de arcillolitas violáceas. Las mejores exposiciones están en el municipio de Puerto Boyacá, al norte del caserío de Puerto Romero; allí está separada del grupo Guaguaquí por la falla de Cambrás y al Norte del río Negro, en cercanías del caserío de Bellavista, está limitada por la falla de Honda. El ambiente de depositación de estas rocas es continental de tipo fluvial, con variaciones de la velocidad de las corrientes, con períodos de sedimentación en aguas tranquilas (niveles arcillosos). La edad asignada a estas rocas es Mioceno, según De Porta (1966).

2.1.2.1.3 Formación San Antonio (Tmhs)

El nombre proviene del Cerro San Antonio, localizado al este de la población de Honda, descrito por De Porta (1965).

Formada por capas gruesas de areniscas y conglomerados polimícticos estratificados en capas muy gruesas con intercalaciones esporádicas de arcillolitas rojas; se encuentran al occidente del caserío Bellavista, limitando con las formaciones Cambrás y Los Limones. Esta unidad suprayace, en contacto normal, a la formación Cambrás y su límite superior con la formación Limones, aunque en algunos sectores se encuentra en contacto con unidades cretácicas por medio de fallas. La edad según De Porta (1965), es Mioceno.

2.1.2.1.4 Formación Los Limones (Tmhl)

Las rocas de esta formación constan de arcillolitas rojas y areniscas de cuarzo, en capas delgadas que afloran al oriente del caserío de Bellavista, limitando con la formación San Antonio. Esta unidad descansa sobre el Miembro La Ceibita de la Formación San Antonio; el

límite superior es con la Falla de Chambas, que pone en contacto esta unidad con las rocas sedimentarias de la Formación Cimarrona.

2.1.2.1.5 Formación Mesa (Tsm)

El nombre de esta formación fue establecido por Wellman (1970) y la sección tipo se le encuentra entre Baraya y Villavieja (Valle superior del Magdalena). La unidad está compuesta por areniscas y lutitas rojas, en capas delgadas que afloran en una extensa zona del municipio de Puerto Boyacá; no se encuentran depósitos de material piroclástico producto de la actividad volcánica explosiva de los volcanes de la cordillera Central. Los escasos cantos que se hallan, corresponden a cuarzo, liditas, chert, fragmentos de areniscas y rocas metamórficas. Esta unidad descansa sobre la Formación San Antonio. La edad según De Porta es Mioceno.

Descrita por Hettner (1892) y redefinida por Butler (1942), determinando la localidad tipo en el Alto de Gigante, al noroeste de Honda. De Porta (1966) propone la nueva sección de referencia en el camino que de Mariquita conduce al Cerro Zumbí. La formación Mesa aflora al occidente del departamento de Boyacá. Litológicamente está compuesta por gravas, arenas e intercalaciones de capas de arcillas. Las gravas presentan cantos de cuarzo, fragmentos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias (chert). El contacto con la infrayacente formación Los Limones es discordante. Se correlaciona con Las formaciones Tilatá de la Sabana de Bogotá y Corneta del Piedemonte Llanero. La edad de las rocas de esta formación según De Porta (1966), es Plioceno-Pleistoceno.

2.1.2.2 Bloque de Otanche

La estratigrafía de este Bloque comprende la Zona Esmeraldífera del occidente de Boyacá y corresponde al bloque tectónico comprendido entre las fallas de Cambrás y La Salina e incluye áreas en jurisdicción de los municipios de Puerto Boyacá, Otanche, Pauna, San Pablo de Borbur y Quípama (zona esmeraldífera del occidente de Boyacá). Su característica tectónica más sobresaliente es la presencia, hacia el centro y occidente, de un sistema de fallas conocidas como el sistema Bituima - La Salina que, en el departamento de Boyacá, incluye las fallas de la Quebrada Cunchala, Betania, Chirche, Guadualito y la Salina. Este bloque consta de las unidades descritas a continuación.

2.1.2.2.1 Unidad Litoestratigráfica Grupo de la Palma (Kipa)

El nombre de este Grupo fue propuesto por Rodríguez y Ulloa (1994), (planchas 169 y 189), para representar una secuencia estratigráfica que infrayace a las areniscas de Chiquinquirá y pertenecen a las formaciones Paja, Tablazo y Simití. Estas unidades representan las rocas del ambiente marino de aguas poco profundas y tranquilas del Cretácico Inferior – Superior; están constituidas por una serie monótona y espesa de limonitas, lutitas y arcillolitas gris claro a oscuro, muscovíticas, con intercalaciones finas de shale oscuro y calcáreo, bancos gruesos de cuarzoarenitas grises y blancas de grano fino a grueso, con concreciones calcáreas huecas, limolitas calcáreas y síliceas y areniscas calcáreas. El ambiente de depositación de esta unidad es marino de aguas poco profundas y tranquilas. La edad de estas rocas oscila entre Barremiano a Albiano Superior.

2.1.2.2.2 Formación Puerto Romero (Kipr)

Esta unidad fue descrita por Rodríguez y Ulloa (1994) y su sección tipo se sitúa en el Caserío Puerto Romero, Municipio de Puerto Boyacá. La litología está compuesta por una sucesión de capas gruesas a muy gruesas de calizas bioesparíticas arenosas, de grano medio a grueso, con intercalaciones de arcillolitas negras laminadas; se desarrolló en un ambiente marino litoral, dada la cantidad de fósiles de bivalvos. Esta unidad infrayace en contacto concordante con el Grupo Guaguaquí y su parte inferior presenta contacto fallado con la Formación Cambrás. La edad de estas rocas asignada por Etayo (1979), es Albiano Inferior a Medio.

2.1.2.2.3 Grupo Guaguaquí (Kgg)

Esta unidad fue descrita por Rodríguez y Ulloa (1994), quienes dieron ese nombre a una unidad de litología diferente a las Formaciones Honda y Loma Gorda de De Porta (1966). La sección tipo fue establecida en la Quebrada La Cristalina, al este del Caserío Puerto Romero, y la sección de referencia, ubicada sobre el río Guaguaquí, cerca de la desembocadura de la Quebrada Cristales en el departamento de Boyacá. Este grupo está formado por una sucesión de lodolitas y lutitas negras, con concreciones calcáreas y síliceas de 0.50 cm y capas concrecionarias e intercalaciones de capas gruesas de calizas micríticas arenosas, con espesores hasta de 20 m e intercalaciones delgadas de liditas negras. Se presenta en varias zonas de los municipios de Puerto Boyacá, Otanche y Quípama. Esta unidad infrayace al Grupo Olini. El ambiente de depositación, es marino hemipelágico de aguas profundas, Martínez (1990). La edad de las rocas oscila entre Albiano Medio a Coniaciano Inferior.

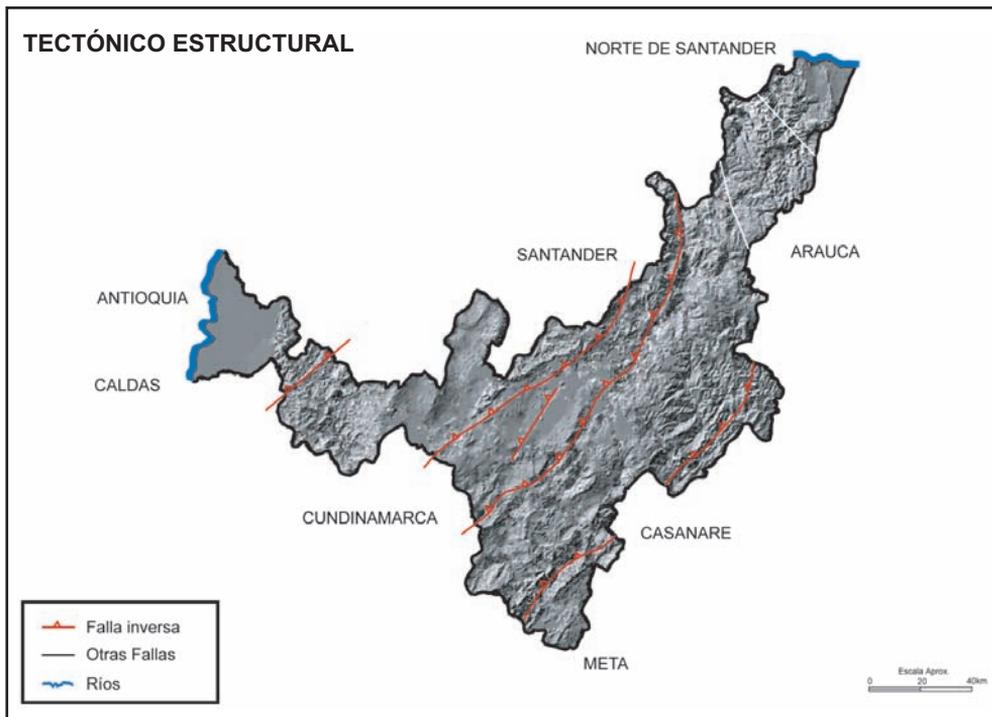


FIGURA 7. Unidades Pre - Tectónicas del departamento de Boyacá (Tomado y adaptado de INGEOMINAS, 1997).

Los sedimentos del Cretácico Superior están constituidos por lutitas y arcillolitas limosas grises a negras, con nódulos ferruginosos e intercalaciones de areniscas arcillosas finas, bancos de calizas, areniscas y calizas arenosas, carbón en la parte media, margas arenosas, limolitas calcáreas y silíceas grises a negras, con concreciones calcáreas y cuarzosas finas, bancos de arcillolitas con nódulos fosfáticos; están representadas por el Grupo Olini y la Formación Córdoba.

2.1.2.2.4 Grupo Olini (Kso)

Petters (1954) en De porta (1968), usa el término para referirse a una secuencia de liditas separadas por lodositas. Este grupo está formado por dos niveles de limolitas calcáreas, silíceas y gruesas grises oscuras, separadas por lutitas negras; se presenta en franjas delgadas y alargadas separando la Formación Córdoba del grupo Guaguaquí, en los municipios de Puerto Boyacá y Otanche. No obstante, la localidad tipo del Grupo Olini se encuentra por el Camino Piedras- La Tabla, en el departamento del Tolima. De acuerdo a la posición estratigráfica, esta unidad ha sido datada como Santoniano - Campaniano.

2.1.2.2.5 Formación Córdoba (Ksco)

Nombre propuesto por Rodríguez y Ulloa (1994), en la memoria de la plancha 189 (La Palma). La sección tipo se encuentra expuesta a lo largo de la línea del ferrocarril, entre las estaciones ferroviarias de Córdoba y Cambrás. Esta formación está constituida por una sucesión de limolitas calcáreas en capas gruesas de color gris oscuro, con intercalaciones de calizas arenosas y lutitas negras; es la más extensa dentro del bloque, ocupa la parte central y occidental. Esta unidad infrayace a la formación Seca; el contacto inferior con el Grupo Olini es concordante. El ambiente de formación es de plataforma calcárea influida simultáneamente por algunas corrientes de surgencia que aportaban carbonatos y fosfatos Acosta y Ulloa (1996). Estas rocas aparecen en las diferentes cuencas de la cordillera Oriental. La edad asignada a esta formación es Maestrichtiano-Campaniano, según Rodríguez y Ulloa (1994b).

2.1.2.2.6 Formación San Juan de Rioseco (Tis)

Nombre propuesto por De Porta (1966), para describir una secuencia de rocas sedimentarias. Las rocas de esta formación están compuestas por cinco segmentos, de base a techo, areniscas de cuarzo gruesas a conglomeráticas con intercalación de capas de arcillolitas rojas a violáceas, en la parte superior, y por areniscas cuarzosas de grano muy grueso a conglomerático, en la inferior; se presenta en grandes áreas del occidente de Boyacá, municipios de Puerto Boyacá y Otanche. La depositación de esta unidad se desarrolló en un ambiente fluvial meandriforme. La edad de estas rocas es Oligoceno, según De Porta (1966).

2.1.3 Cuenca de la Cordillera Oriental

Corresponde a una serie de bloques tectónicos levantados en forma diferencial y desarrollados sobre potentes secuencias de rocas sedimentarias Mesozoicas que de occidente a oriente corresponden a los bloques de Chiquinquirá-Arcabuco, bloque Tunja-Duitama, bloque Tota- Paz de Río, bloque Macizo de Floresta.

2.1.3.1 Bloque Chiquinquirá-Arcabuco

Este bloque está localizado entre las fallas de la Salina al occidente y la falla de Boyacá al oriente; presenta una litología monótona, constituida por areniscas cuarzosas, líticas y feldespáticas, conglomerados, lutitas y limolitas rojas y, en ocasiones, niveles calcáreos y piroclásticos. Estas unidades están representadas por las formaciones La Rusia, Palermo, Montebel y Arcabuco las cuales representan la acumulación en ambientes fluviales, subaéreos con influencias salobres y marinas de tipo paralítico y litoral. La edad de estas rocas varía desde el Jurásico hasta el Neógeno Superior.

2.1.3.1.1 Formación Palermo (Jrsp)

El Autor Renzoni (1967), describe los afloramientos de esta formación en el río Huertas entre Palermo y Gámbita, lo mismo que en La Quebrada Las Varas, subiendo de Palermo. La unidad aflora en el río Huertas y se compone hacia la base de un conglomerado con guijas de areniscas cuarzosas de colores rojo y verde y niveles de shales de 50 m. En la quebrada las Varas contiene una sucesión de areniscas de grano fino a medio de colores rojizos a verdes. Esta unidad ha sido datada como Jurásico Renzoni (1967) y se correlaciona con la Formación Girón.

2.1.3.1.2 Formación Montebel (Jim)

Descrita por Trumpy (1943), bajo la denominación de series de Montebel y posteriormente elevada al nivel de formación. Aflora por la vía Duitama-Charalá y sobre la carretera Belén-Alto Los Colorados y por el camino Palermo- Paipa. La formación Montebel consta de limolitas de colores grises, ocre y rojizos como también por shales negros, areniscas arcillosas y feldespáticas y niveles conglomeráticos. Suprayace discordantemente al Miembro Tibet y está cortada por rocas volcánicas de tipo riolita. El ambiente de depositación de esta formación es en aguas marinas tranquilas, donde se precipitaron carbonatos. La edad de estas rocas ha sido datada como Triásico Superior.

2.1.3.1.3 Formación La Rusia (Jru)

La denominación se debe a Renzoni (1961). Esta formación está compuesta hacia la base, por areniscas de grano grueso a medio que descansan sobre conglomerados gruesos y limolitas; las rocas afloran en el páramo de la Rusia, por la vía que de Belén conduce al alto de los colorados, al noreste de la plancha 172 (Paz de Río). Tiene una sucesión de conglomerados, areniscas de grano fino a conglomeráticas de color gris y limolitas rojas estratificadas en capas gruesas. El contacto inferior con la formación Montebel, es normal; el límite superior con la formación Arcabuco no aflora en el área. La formación La Rusia está asociada a una extensa zona de la parte alta de los municipios de Tutazá, Belén, Cerinza, Santa Rosa de Viterbo, Duitama, Paipa y Sotaquirá. El ambiente de formación es continental fluvial. La edad de estas rocas ha sido establecida del Jurásico Superior. Senzoni (1981).

2.1.3.1.4 Formación Arcabuco (Jar)

La denominación se le atribuye a Olsson (según Taborda 1952), aunque también podría ser Scheibe (1938). Se compone de areniscas cuarzosas finas a medias, blanco amarillentas a rojizas con intercalaciones de limolitas rojizas y shales rojos; se presenta en muy vastas

zonas del centro del departamento, hacia los límites con el departamento de Santander, en jurisdicción de los municipios de Arcabuco, Moniquirá, Gachantivá, Villa de Leyva, Sotaquirá, Paipa y Cómbita.

Las rocas pertenecientes a este período están constituidas por areniscas cuarzosas, líticas y feldespáticas con conglomerados, lutitas y limolitas rojas, ocasionalmente, niveles calcáreos y piroclásticos. La formación Arcabuco es la unidad más representativa de este ambiente; se originó por la acumulación en ambientes fluviales subaéreos con influencias salobres y marinas de tipo paralítico y litoral. Está compuesta de areniscas cuarzosas finas a medias, blanco amarillentas a rojizas, con intercalaciones de limolitas rojizas y shales rojos; se presenta en muy vastas zonas del centro del departamento, hacia los límites con Santander, particularmente ocupando parte de los municipios de Arcabuco, Moniquirá, Gachantivá y Villa de Leyva. La edad de estas rocas ha sido establecida por Olson y Scheibe como Jurásico superior; no obstante Renzoni en el Proyecto Cretácico (Etayo et al 1985), con base en correlaciones establece una edad jurásico superior a Cretácico inferior.

Este Bloque tectónico y estratigráfico, cubre la parte occidental del departamento entre la falla La Salina, el bloque del gran sinclinorio de la Sabana y el sinclinorio de Chiquinquirá; sus principales características tectónicas son la presencia al occidente de las fallas longitudinales de La Victoria, Guaquimay y el río Minero, unidas por la falla transversal de Itoco a lo largo de la cual afloran varias minas de esmeraldas; entre estas fallas hay amplios sinclinales y anticlinales que son desplazados y/o interrumpidos por ellas, especialmente por la transversal; al oriente se presentan amplios sinclinales y anticlinales hasta la limitación del prominente escarpe desarrollado por las areniscas del grupo Guadalupe que lo separa del Gran Sinclinorio de La Sabana y el Sinclinorio de Chiquinquirá.

2.1.3.1.5 Formación La Cumbre (Kic)

Descrita por Renzoni (1967), para caracterizar secuencias de rocas de espesor variable, según el sitio donde aflora, como al norte de Sotaquirá y noreste de Gámbita. Esta formación, está compuesta por areniscas cuarzosas gris verdosas oscuras con intercalaciones de shales negros piritosos, con lamelibranquios, gasterópodos y restos vegetales, capas de caolín; aparece en una gran extensión en los municipios de Santa Sofía, Moniquirá, Toguí, Chitaraque y Arcabuco, con pequeñas manifestaciones en Sotaquirá. La unidad suprayace a la formación Arcabuco e infrayace a la formación Rosablanca. La formación Cumbre representa el inicio de la transgresión marina del cretácico en la cordillera Oriental Etayo, (1985). El ambiente de depositación corresponde a una llanura de marea mixta con sedimentación sobre un antiguo frente deltaico subaéreo fósil Etayo (1978). La edad asignada a estas rocas es Cretácico inferior (Valanginiano), aunque otros autores la consideran Berriasiano.

2.1.3.1.6 Formación Los Medios (Kim)

El autor del nombre de esta formación fue Renzoni (1967) y su localidad tipo se le encuentra en el área de los Medios y por el carretable entre Paipa y Palermo. Esta formación en Boyacá, está presentada por tres conjuntos litológicos diferentes, representados en dos miembros, el superior con limolitas y lodolitas y el inferior compuesto por conglomerados prevaecientes sobre las areniscas cuarzosas y limolitas; se encuentran aflorando en una pequeña franja en los municipios de Paipa y Sotaquirá. Las rocas de esta formación suprayacen en forma discordante a la formación Arcabuco y se acuña al occidente. El

ambiente de depositación de esta unidad se considera como el vestigio de un depósito local existente, antes de la invasión marina durante el Hauteriviano en toda el área. La edad de esta formación se considera Valanginiano Superior, Según Renzoni (1967).

2.1.3.1.7 Formación Rosablanca (Kir)

El nombre de esta formación, se debe a Wheeler (1929), Según Julivert et al (1968), en Rodríguez y Ulloa (1994). En el área del anticlinal de la Chapa, la Formación Rosablanca presenta capas de calizas de 40 cm a 2 m de espesor; color oscuro a negro. Se compone de calizas duras, gris azulosas de textura gruesa, macizas y fosilíferas, estratos margosos que van pasando gradualmente a arcillolitas calcáreas, gris oscuro con intercalaciones de lutitas y esporádicamente shales negros; ocupa grandes extensiones en dos sectores del departamento, el menor es una franja larga y angosta en los municipios de Chitaraque, Toguí, Moniquirá y Gachantivá; el sector más amplio está concentrado en los municipios de Pauna, San Pablo de Borbur, Maripí y Muzo; en esta formación se encuentran minas de caliza.

Estos materiales sedimentarios están constituidos por lodolitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas finas de color gris oscuro y niveles de calizas, conglomerados con cantos de arenitas, cuarcitas, limolitas y filitas de matriz arenosa micríticas de color gris oscuro. Están representados por las formaciones Rosablanca y San Gil Inferior y Superior. El contacto inferior es discordante con la formación La Cumbre y el contacto superior lo es con la Formación Paja. El ambiente de depositación marino es somero bajo condiciones neríticas costeras de poca profundidad Ward et al (1973). La edad de estas rocas según Burgl (1954), se considera como Valanginiano superior; con base en fauna coleccionada en el río Cane.

2.1.3.1.8 Formación Ritoque (Kiri)

El autor de este nombre es Etayo (1968). Las rocas de esta formación afloran en la región de Villa de Leyva, sobre la Quebrada Ritoque, donde se encuentra ubicada localidad tipo. También aflora en el anticlinal de Oiba, sobre la carretera a Gambita, al sur de la localidad de Vado Real. Las rocas de esta formación se componen de shales negros ligeramente calcáreos y micáceos, contiene concreciones calcáreas de hasta 30 cm, septarias y vetas de calcita, hacia la parte inferior de limolitas arenosas y lutitas, con intercalaciones de areniscas de poco espesor; se presenta en franjas largas y angostas, especialmente hacia los límites con Santander, en las provincias de Ricaurte Alto y Bajo. Sobre el flanco oriental del anticlinal de Arcabuco, reposa concordantemente sobre la Formación Rosablanca e infrayace al miembro arenoso de la formación Paja; en inmediaciones de Arcabuco descansa sobre la Formación Cumbre. Los sedimentos que dieron origen a estas rocas se acumularon en un ambiente de Albufera o lagoon sobre márgenes de altos topográficos preexistentes de acuerdo con Ballesteros, en Etayo (1985). Según este último la edad las rocas es Hauteriviano Inferior.

2.1.3.1.9 Formación Paja (Kip)

El autor de esta formación es Wheeler, según Morales et al (1958). La mejor exposición de esta unidad se encuentra a lo largo de la vía, entre Sáchica y Tunja. Está compuesta por shales negros, ligeramente calcáreos y micáceos, Hacia la parte inferior se encuentran concreciones calcáreas de 30 cm, con septarias y vetas de calcita. Existen niveles de areniscas que alternan con capas de lutitas grises y shales negros que contienen láminas de yeso. El ambiente de depositación probablemente fue bajo un mar somero en un medio reductor

con circulación restringida. La edad establecida inicialmente por Etayo (1979a), está comprendida en el Hauteriviano- Aptiano superior, pero el mismo Etayo posteriormente determina una edad que oscila entre el Valanginiano Superior hasta el Aptiano Superior.

2.1.3.1.10 Formación Tablazo (Kit)

Según Morales et al (1958), el autor de este nombre es Wheeler. Al noroeste de la población de Sutamarchán está constituida por una alternancia de areniscas arcillosas muscovíticas, calizas y lutitas gris oscuras a negras, con intercalaciones de limolitas claras; hacia la mitad superior, por una sucesión de calizas azulosas y duras, muy fosilíferas y hacia la parte media inferior está conformada por margas. Los contactos con la infrayacente formación Paja y la suprayacente Formación Simití son discordantes. La correlación de esta unidad con otras formaciones, fue establecida por Hubach (1957), quien emplea el nombre de Formación San Gil para referirse a una secuencia calcárea que aflora en cercanías de San Gil, Socorro y en el Valle del Río Suárez, que podría correlacionarse con la Formación Tablazo. Etayo (1968b), al referirse al Grupo San Gil lo divide en San Gil Inferior (que corresponde a la formación Tablazo) y San Gil Superior que equivale a la formación Simití. El ambiente de depositación es marino somero; la edad establecida para la misma es Aptiano Superior- Albiano Inferior y la misma edad es asignada por Etayo (1968b).

2.1.3.1.11 Formación Simití (Kis)

Según Morales et al (1958), en Julivert (1968), este nombre fue empleado por primera vez por geólogos de Intercol (1953), considerándolo como formación en el área de Samacá-La Candelaria- Sutamarchán. El nombre de "Simití Shale" proviene de la orilla sur de la Ciénaga de Simití; litológicamente consta de una secuencia de lutitas grises a negras, micáceas intercaladas con areniscas arcillosas de grano fino a medio, color blanco amarillentas, en capas medias a gruesas dominantes hacia la parte media, con nódulos calcáreos; hacia la parte superior predominan las arcillolitas calcáreas. La expresión morfológica de esta Formación siempre da relieves bajos. Esta unidad suprayace a la Formación Tablazo e infrayace a la formación Areniscas de Chiquinquirá, en contacto concordante. La edad establecida para esta unidad con base en fósiles de amonites es Albiano temprano y tardío, según Petters 1954.

2.1.3.1.12 Formación Areniscas de Chiquinquirá (Kichi)

Los autores del nombre para este grupo de rocas son Rodríguez y Ulloa (1991). Esta formación aflora en la región de Chiquinquirá, sobre la carretera Sutamarchán a Chiquinquirá. Litológicamente consta de areniscas cuarzosas de grano fino en capas delgadas con intercalaciones de lodolitas y limolitas. La unidad es de ambiente marino del Cretácico Inferior – Superior. Se compone de tres niveles de areniscas de grano fino a medio, gris oscuro a negro, en capas medias a muy gruesas, intercaladas con lutitas y limolitas grises oscuras a negras; se presenta en áreas muy extensas en las provincias de Occidente y Ricaurte. La depositación corresponde a un ambiente marino litoral de alta energía. La edad de esta formación según Burgl (1954), es Albiano Medio a Cenomaniano.

2.1.3.1.13 Grupo Churuvita (Kich)

Definido por Etayo (1968b), Litológicamente está compuesto por tres niveles, el inferior con areniscas cuarzosas, muscovíticas de color gris, calizas e intercalaciones de limolitas y

arcillolitas; el intermedio conformado por bancos de calizas lumaquéticas y calizas arcillosas alternando con arcillolitas, limolitas y areniscas cuarzosas de grano fino el y superior que consta de una secuencia de arcillolitas y limolitas, alternando con areniscas de grano fino a medio y bancos macizos de calizas. Las rocas de este grupo están ubicadas en un pequeño sector de los municipios de Ráquira, Samacá, Ventaquemada y Turmequé. La litología está consta por areniscas, lutitas, limolitas y calizas. La edad asignada a estas rocas es Cenomaniano, según Etayo (1968b).

2.1.3.1.14 Formación Simijaca (Kss)

Definida por primera vez por Cáceres y Etayo (1969) para referirse a un Miembro de la Formación La Frontera. Posteriormente Rodríguez y Ulloa (1991), la denominan Formación Simijaca. Ocupa vastas áreas en los municipios de Chiquinquirá, Caldas, Buenavista y San Miguel; está compuesta por lutitas y limolitas grises oscuras, intercaladas con areniscas cuarzosas y calizas. Consta de arcillolitas laminadas de color negro a gris oscuro que afloran en la Quebrada Don Lope, al sur del municipio de Simijaca; la posición estratigráfica bajo la Formación La Frontera, permite correlacionarla con la Formación Chipaque, sus contactos son bien marcados; la litología está conformada por lutitas y limolitas grises oscuras, intercaladas con areniscas cuarzosas y calizas. El ambiente de depositación corresponde a una cuenca cerrada y la presencia de terrígenos indicaría su formación en un prodelta. La edad de estas rocas, Según Etayo (1979), es Cenomaniano.

2.1.3.1.15 Formación La Frontera (Ksf)

Hubach (1931) y Burgl (1961) la denominan horizontes de la Frontera y Cáceres y Etayo (1969), la elevan al rango de formación. La sección tipo se encuentra en el sitio denominado La Gran Vía, sobre la carretera que conduce de Alicachín a Mesitas del Colegio, departamento de Cundinamarca. La unidad consta de lodolitas calcáreas en capas delgadas laminadas de color gris – café por efecto de la meteorización, alternando con liditas y micritas de color gris oscuro; presenta concreciones hasta de 60 cm. El contacto inferior lo conforman limolitas silíceas que infrayacen a una secuencia de color oscuro. El ambiente de esta unidad, corresponde a condiciones pelágicas y semipelágicas, como producto del ascenso relativo del nivel del mar. La edad de estas rocas fue dada por Etayo (1969) como Turoniano Temprano y Martínez (1990) por Turoniano a Coniaciano Medio.

2.1.3.1.16 Formación Conejo (Ksc)

Inicialmente Cáceres y Etayo (1969) la denominan informalmente “lodolitas grises indenominadas”, Rodríguez y Ulloa introducen el término de Formación Conejo. La litología consta de una sucesión de arcillolitas y lodolitas laminadas, a veces calcáreas. La edad asignada a esta formación es Coniaciano, Etayo (1979) y Martínez (1990).

2.1.3.1.17 Grupo Guadalupe (Ksg)

El autor de esta unidad es Hettner (1892). Hubach (1931), fija el límite del Guadalupe-Villeta, ubicándolo por encima de un nivel de caliza fosilífera llamado Nivel de Exogyra Mermeti o Conjunto Chipaque. Este mismo autor divide la unidad en un conjunto inferior arcilloso y otro superior arenoso; posteriormente eleva el Guadalupe a la categoría de Grupo y a cada conjunto le asigna el rango de formación, denominándolos Guadalupe

Inferior y Guadalupe Superior; además subdivide la Formación Superior en tres miembros llamados de base a tope Arenisca Dura, Plaeners y Arenisca de Labor y Tierna. La sección tipo se sitúa a lo largo de la carretera Choachí-Bogotá, entre la Quebrada Raizal y la Hoya de la Quebrada Rajadero. La edad de esta formación abarca desde el Santoniano hasta Maestrichtiano temprano.

2.1.3.1.18 Formación Guaduas (TKg)

Hettner (1892), es quién da el nombre a la unidad, pero Hubach (1957), restringe el término para referirlo a la unidad de lodolitas y areniscas comprendidas entre el Grupo Guadalupe y la Formación Cacho. La unidad consta de arcillolitas laminadas a no laminadas de color gris claro a abigarradas, con intercalaciones de areniscas grises, de grano fino a medio y con algunas capas de carbón. Según Sarmiento (1992), el ambiente de depositación, ocurrió posiblemente en una costa clástica, con subambientes de llanuras deltaica fluvial y de marea, albufera y barras paralelas. La edad asignada por Van der Hammen (1957), con base en foraminíferos, es Maestrichtiano- Paleoceno.

2.1.3.1.19 Formación Cacho (Tpc)

El Autor del nombre de esta Formación fue Hubach (1957). La localidad tipo se encuentra aflorando a lo largo del río San Cristóbal en la Puerta de la Fábrica de Municiones al sur de Bogotá; litológicamente consta de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso hasta conglomerática. Localmente presenta lentes de areniscas de grano fino, limonitas e intercalaciones de lodolitas. Esta unidad descansa sobre la Formación Guaduas e infrayace a la Formación Bogotá en contacto erosivo discordante; se presenta en los municipios de Samacá, Ventaquemada, Úmbita y Tibaná. La edad asignada por Van der Hammen (1958), con base en flora fósil es del Paleoceno Temprano.

2.1.3.1.20 Formación Bogotá (Tb)

El autor de este nombre fue Hettner (1892), la localidad tipo se ubica en el flanco oeste del sinclinal de Usme, Quebrada Zanjón Grande, Julivert (1963). La parte inferior consta de areniscas subfeldespáticas a sublitoarenitas de grano medio a fino, color gris verdoso, gris azulado a gris marrón hacia la base. Ocurren intercalaciones de lodolitas y arcillolitas de color verdoso con moteados gris claro y gris rojizo en menor proporción. La parte superior consta de una alternancia de arcillolitas y limonitas abigarradas y capas de areniscas de grano medio a grueso. Presenta contactos discordantes con la formación Cacho e infrayace a la formación Regadera. El ambiente de depositación es fluvial meandriforme a llanura de inundación. La edad establecida por Hoorn (1984), citado por De Porta (1968), es Eoceno superior-Mioceno Inferior.

2.1.3.1.21 Formación Regadera (Tr)

Nombre propuesto por Hubach (1957) y elevada a la categoría de Formación por Julivert (1963). La localidad tipo se ubica en cercanías del Embalse La Regadera, según De Porta et al (1974). La unidad está conformada por tres conjuntos arenosos, separados por dos conjuntos arcillosos. El contacto inferior es erosivo con la Formación Bogotá y presenta cobertura de depósitos cuaternarios de origen fluvial y fluvio-glaciar. Esta formación de arenisca cuarzosa y grano medio a grueso con estratificación cruzada e intercalación de arcillolitas se presenta en los municipios de Ráquira y Samacá.

2.1.3.2 Bloque Tunja-Duitama

2.1.3.2.1 Paleozoico Del río Nevado (Pzm)

Los autores de esta unidad fueron Stibane y Forero (1969). Los afloramientos principales de estas rocas se encuentran en el Puente El Totumo sobre el Río Nevado. Las rocas de esta unidad están expuestas en jurisdicción de los municipios de Covarachía, Boavita, San Mateo, Soatá y Susacón; ocupan una gran área hacia los límites con el departamento de Santander. Esta unidad está compuesta por limolitas grises bandeadas, arcillolitas y limolitas de color rojo, con inclusiones de nódulos calcáreos, calizas y areniscas cuarzosas de color blanco. Las rocas constan de lutitas grises con intercalaciones delgadas de areniscas seguidas por una serie calcárea y margosa. Las calizas se encuentran en bancos lenticulares intercalados con conglomerados y brechas calcáreas. El ambiente de depositación es marino de aguas poco profundas. La edad de estas rocas establecida por Stibane y Forero (1969) es Devónico superior y correlaciona con la formación Diamante del departamento de Santander a la cual le han asignado una edad del Carbonífero al Pérmico.

2.1.3.2.2 Formación Girón (JKg)

El autor del nombre de esta formación fue Hettner (1892), quién utilizó este término para describir la sucesión de rocas que actualmente corresponden a las formaciones Bocas, Jordán, Girón y Tambor. Cediél (1968), le dio el rango de Grupo, denominando su parte inferior como Formación Girón y la parte superior como Formación Los Santos. Lagengeim (1959), denominó como localidad tipo la sección aflorante en el Cañón del Río Lebrija, al oeste de Bucaramanga. En el departamento de Boyacá, según la Plancha 172 (Paz de Río) aflora en dos franjas alargadas y también por la vía Santa Rosa a Tobasía.

La Formación Girón es la más representativa y consta de una secuencia de rocas, en su parte basal, de conglomerados con bloques, cantos y guijarros de cuarcitas y areniscas, limolitas violáceas, localmente guijarros de granito en una matriz arenosa limosa; hacia la parte media areniscas y conglomerados y la superior con una alternancia de areniscas, conglomerados y limonitas de colores violáceos a verdosos. Suprayace a la Formación Floresta y presenta discordancia angular con la Formación Cuche.

Se presenta en una franja angosta y alargada continua que ocupa grandes extensiones al Sur, especialmente entre Nobsa y Belencito y hacia el Norte, entre los municipios de Sativanorte y Susacón. Allí están compuestas por: conglomerados masivos, lenticulares y areniscas conglomeráticas de color gris amarillento a pardo rojizo y limolitas de color pardo rojizo. La edad de esta formación es Jurásico Superior-Cretácico inferior, con base en las relaciones estratigráficas de las unidades superior e inferior, respectivamente.

2.1.3.2.3 Formación Tibasosa (Kiti)

Nombre propuesto por Renzoni (1967), la localidad tipo se ubica en Tibasosa. Consta de dos conjuntos uno inferior y otro superior. La formación, se encuentra expuesta, en pequeñas franjas desde los municipios de Rondón, Tibasosa y Sogamoso al Suroccidente, hasta Covarachía y San Mateo al Nororiente, atravesando las provincias de Sugamuxi, Centro, Tundama, Valderrama y Norte, continúan hacia el departamento de Santander, donde está compuesta por varios miembros así: el calcáreo superior con calizas y shales arenáceos; el intermedio de areniscas cuarzosas y shales calcáreos; el inferior con shales

negros, prevalecientes sobre calizas y areniscas. El miembro basal está conformado por conglomerados y areniscas conglomeráticas, con intercalaciones de areniscas cuarzosas y limolitas de color morado y verde; estas rocas presentan un muy bajo grado de metamorfismo. Las rocas de la Formación Tibasosa correlacionan con las formaciones areniscas de las Juntas y Fómeque. La edad asignada por autores como Renzoni, es del Hauteriviano-Albiano tardío.

2.1.3.2.4 Formación Une (Kiu)

Nombre atribuido a Hubach (1957 a y b). Consta de areniscas cuarzosas de color gris claro a blanco amarillento, grano fino a grueso, localmente conglomeráticas y algo micáceas, con intercalaciones de lodolitas negras; la estratificación es variable en capas delgadas y gruesas. Estratigráficamente suprayace e infrayace en forma discordante a las formaciones Fómeque y Chipaque respectivamente. El ambiente de depositación es marino deltaico. Se puede correlacionar con la formación Aguardiente de la Cuenca del Catatumbo y con la formación Caballos del valle superior del Magdalena. Según Burgl (1957) y Capbell la edad es Albiano-Cenomaniano.

2.1.3.2.5 Formación Chipaque (Ksc)

El autor inicial (Hubach 1931) y es redefinida por Renzoni (1962, 1968), como Formación Chipaque. Ocupa una extensa área, en forma de franjas alargadas y anchas en las provincias de Occidente, Márquez, Centro, Sugamuxi, Oriente y Neira; está constituida por lodolitas y lutitas grises oscuras a negras, interestratificadas con limolitas micáceas y areniscas arcillosas; localmente, presenta niveles calcáreos, con intercalaciones esporádicas de calizas y algunos niveles de carbón, hacia la parte inferior y media; hacia la parte superior se presentan areniscas cuarzosas de color gris claro con algunos niveles de carbón. Los contactos con la Formación Une son concordantes y transicional con la Formación Arenisca Dura del Grupo Guadalupe. El ambiente de sedimentación marino de aguas poco profundas y circulación restringida. Esta unidad se correlaciona con al Formación Capacho de la Cuenca del Catatumbo y con las formaciones Simijaca, la Floresta y Conejo. Según Hubach (1957), Burgl (1959) y Etayo (1964), la edad de esta formación oscila entre el Cenomaniano Superior y el Coniaciano.

2.1.3.2.6 Grupo Guadalupe (Ksg)

Fue definido en el Bloque Chiquinquirá-Arcabuco

2.1.3.2.7 Formación Guaduas (TKg)

Fue definida en el Bloque Chiquinquirá-Arcabuco

2.1.3.2.8 Formación Bogotá (Tb)

Fue definida en el Bloque Chiquinquirá-Arcabuco

2.1.3.2.9 Formación Tilatá (QTt)

El autor de esta unidad, fue Scheibe (1933), la sección tipo se ubica sobre la región entre la represa del Sisga hasta Villapinzón, al norte del departamento de Cundinamarca. Consta

de areniscas conglomeráticas y conglomerados con cantos bien redondeados, arcillas rojas y capas de turba. Esta unidad yace en contacto discordante, sobre rocas del terciario y cretácico. Van der Hammen (1957), considera que la mayor parte de las rocas son del Plioceno, aunque los horizontes superiores podrían ser del Pleistoceno.

2.1.3.3 Bloque Tota-Paz de Río

2.1.3.3.1 Grupo Farallones (CDF)

El autor es Segovia (1963), aflora en los Farallones de Medina, en el Cañón de la Mina (Alto Bojará) y entre Miralindo y El Cañón de la Mina (Camino Gachalá- La Medina). El Grupo Farallones se ha dividido en las siguientes unidades: Areniscas de Gutiérrez, Devónico de Pipiral y Capas rojas del Guatiquía. En el mapa geológico de Boyacá no se diferenció en la parte noreste del departamento, mientras que, en la parte sur del departamento, sólo se diferenció la unidad correspondiente a las areniscas de Gutiérrez. La litología está constituida por limolitas, arcillolitas y conglomerados; en la zona del Guavio descansa discordantemente sobre las rocas de Grupo Quetame e infrayace a la Formación Batá. Según Segovia (1963), la edad oscila entre el Devónico Medio y el Carbonífero.

2.1.3.3.2 Formación Batá (Jb)

Buril (1960) la definió Liásico del río Bata. Posteriormente Radelli (1967), denominó a estos estratos Formación Santa María. Rodríguez y Ulloa (1976), le asignaron el nombre actual. Los mejores afloramientos se encuentran en el Cañón del río Batá, sobre la carretera Guateque- Santa María, en el sector suroriental del departamento. Las rocas están conformadas por conglomerados en la base, limolitas y areniscas hacia la parte media y superior. El ambiente de deposición es continental a marino en aguas someras. La edad establecida para estas rocas es Rético- Liásico.

2.1.3.3.3 Formación Calizas del Guavio (Kigc)

Los autores Rodríguez y Ulloa (1979); la localidad tipo se encuentra ubicada en el Alto de Miralindo y La Cuchilla de Manizales. Litológicamente consta de calizas micríticas macizas de color gris claro hacia el tope, con intercalaciones de lutitas y limolitas negras fosilíferas; presenta un conglomerado basal con cantos de areniscas, cuarcitas y limolitas. Hacia el techo, se encuentran cuarzoarenitas de grano fino a medio; el ambiente de deposición es marino somero con aguas poco oxigenadas. La Edad Titoniano - Berriasiano, según Rodríguez y Ulloa (1979).

2.1.3.3.4 Intrusivo de Pajarito (Kiip)

Definido por Rodríguez y Ulloa (1976). Los afloramientos más importantes se encuentran al oeste de la población de Pajarito. El cuerpo intrusivo consta de una roca de color gris verdoso a verde, con textura porfirítica y fenocristales oscuros; la roca hace parte de una serie de pequeños cuerpos intrusivos en forma de apófisis y diques de 2 a 5 cm de espesor y lamprófidos de 2 a 20 cm espesor. Las rocas de este cuerpo intrusivo se encuentran cortando las rocas sedimentarias de la formación lutitas de Macanal y se podrían considerar como los estados terminales del emplazamiento de un batolito, localizado en cercanías de Aguazul. La edad de estas rocas es considerada Valanginiano, es decir Pos-lutitas de Macanal.

2.1.3.3.5 Formación Lutitas de Macanal (Kilm)

Esta unidad hace parte del Grupo Cáqueza que está compuesto por tres formaciones llamadas Areniscas de las Juntas, las Lutitas de Macanal y las Calizas del Guavio. La Formación Areniscas de las Juntas está compuesta en la base por areniscas macizas con intercalaciones de lutitas; en el medio, por lutitas y limolitas y, en la parte superior, por areniscas intercaladas por lutitas y limolitas; se presenta en franjas continuas y largas que ocupan grandes extensiones; la franja más oriental penetra en Boyacá por el municipio de Santa María, atraviesa Campohermoso, Páez, Pajarito, Labranzagrande y Paya, siguiendo hacia Casanare; la siguiente franja hacia el occidente es más ancha, viene de Cundinamarca y entra al departamento por el municipio de Guayatá, por las provincias de Oriente, Neira y Lengupá, se hunde por un trecho y vuelve a aparecer al Norte del caserío de Toquilla, municipio de Aquitania, siguiendo por las provincias de Sugamuxi, La Libertad y Valderrama y continuando hacia Casanare.

La Formación Lutitas de Macanal contiene lutitas y limolitas con intercalaciones ocasionales de areniscas y bolsones de yeso; aparece en una larga y ancha franja ocupando grandes extensiones entre las dos franjas de la formación Areniscas de las Juntas en terrenos de las provincias de Oriente, Neira y Lengupá, pasa a Casanare y vuelve a Boyacá, cruzando por los municipios de Pajarito, Labranzagrande, Paya y Pisba, penetrando nuevamente en Casanare. La formación calizas del Guavio está compuesta por tres miembros arenosos, calcáreos y conglomeráticos, separados por lutitas negras; se presenta en una estrecha franja en el municipio de Santa María.

La localidad tipo se encuentra localizada en el Cañón del río Batá, entre las Quebradas El Volador y la Esmeralda, Rodríguez y Ulloa (1979). Esta unidad aflora al oriente del departamento de Boyacá, donde forma un valle de dirección N-45-E. Las rocas están constituidas por lodolitas negras micáceas, compactas, fosilíferas y ligeramente calcáreas, con intercalaciones de areniscas macizas de color gris claro. Se presentan venas de calcita, nódulos arenosos y vetas de yeso. Los contactos inferior y superior con las calizas del Guavio y las Areniscas de las Juntas son concordantes. El ambiente de depositación de esta formación es marino somero en una cuenca cerrada. La edad de estas rocas ha sido establecida por Burgl (1960) como Titoniano-Valanginiano, con base en fósiles hallados en la región.

2.1.3.3.6 Formación Areniscas de las Juntas (Kigl)

La localidad tipo de esta formación, se encuentra entre las cuchillas de El Volador y El Dátil carretera Guateque Santa María, Rodríguez y Ulloa (1979). La litología está constituida por cuarzoarenitas de grano fino, bien estratificadas en capas gruesas de color gris claro con intercalaciones de capas delgadas de lodolitas negras micáceas.

Está compuesta, en la base, por areniscas macizas, con intercalaciones de lutitas; en la parte media, por lutitas y limolitas y hacia la parte superior, por areniscas, intercaladas con lutitas y limolitas; se presenta, en franjas continuas y largas que ocupan grandes extensiones, en los municipios de Chiscas y Cubará, y hacia el Norte y Oriente de la Sierra Nevada del Guicán. Los contactos superior e inferior son transicionales con las formaciones Fómeque y Lutitas de Macanal respectivamente. El ambiente de depositación corresponde a marino deltaico. Según Burgl (1960), la edad de las rocas es Hauteriviano.

2.1.3.3.7 Formación Fόμεque (Kif)

Autor Hubach (1957a y b), en Rodríguez y Ulloa (1979), La sección tipo se halla a lo largo de la carretera Bogotá-Villavicencio. Esta formación se encuentra en franjas alargadas, a veces angostas y a veces muy anchas, ocupando vastas áreas en las provincias de Valderrama, Sugamuxi, Lengupá, Oriente y Neira; está integrada por intercalaciones de lutitas negras, limolitas, areniscas de pocos metros de espesor, margas y arcillas. Esta unidad, está integrada por una serie de intercalaciones de lutitas grises a negras, limolitas grises, areniscas de pocos metros de espesor, margas, arcillolitas y lentes de calizas gris oscuras a negras, con frecuentes intercalaciones de cuarcitas grises de grano fino. Los contactos inferior y superior son concordantes con las formaciones Cáqueza y Une respectivamente. El ambiente de depositación es marino somero, con circulación restringida. Rodríguez y Ulloa (1976). La edad de esta formación es considerada como Barremiano Medio a Aptiano Superior Hubach, según (1957).

2.1.3.3.8 Formación Une (Kiu)

Esta formación está compuesta por areniscas cuarzosas, de grano fino a grueso, con intercalaciones de lutitas y limolitas. Ocupa muy vastas extensiones en las provincias de Oriente, Neira, Centro y Sugamuxi.

2.1.3.3.9 Formación Chipaque (Ksc)

Esta formación ocupa vastas extensiones en franjas largas y anchas en las provincias de Occidente, Sugamuxi, Oriente, Neira, Lengupá y Valderrama; está compuesta por lutitas grises oscuras a negras, intercaladas de limolitas micáceas y areniscas arcillosas; localmente presenta niveles calcáreos.

2.1.3.3.10 Grupo Guadalupe (Ksg)

Ocupa vastas extensiones en franjas largas, discontinuas y angostas; tiene una gran diversidad de materiales subdivididos en diferentes formaciones así: la Formación Arenisca Tierna que consta de areniscas cuarzosas blancas y macizas, con intercalaciones de lutitas grises; los miembros Arenisca de Labor y Los Pinos son de lutitas y limolitas negras intercaladas de areniscas cuarzosas de grano fino; la Formación Plaeners consta de limolitas silíceas, cherts y areniscas cuarzosas de grano fino; la Formación Arenisca Dura compuesta de areniscas cuarzosas de grano fino, con arcillolitas intercaladas. Las formaciones de este Grupo, se presentan en conjuntos abigarrados en las provincias de Oriente, Neira, Lengupá, Sugamuxi y Valderrama.

2.1.3.3.11 Formación Guaduas (TKg)

Esta formación está conformada por arcillolitas abigarradas, intercaladas con areniscas y con mantos frecuentes de carbón. Ocupa vastas extensiones en las provincias de Márquez, Centro y Sugamuxi.

2.1.3.3.12 Formación Areniscas de Socha (Tras)

Propuesta por Alvarado y Sarmiento (1944). La sección tipo se encuentra ubicada en Socha Viejo y aflora al noroeste de la plancha 192 (Laguna de Tota). Está compuesta por

una sucesión de areniscas de grano fino a grueso con niveles conglomeráticos. Los planos de estratificación paralelos a ondulados con intercalaciones de lodolitas grises a rojizas. Suprayace en contacto normal a la Formación Guaduas e infrayace a las arcillas de socha en contacto concordante. El ambiente de depositación según Fabre (1983), es de barras litorales y playas. Osorno (1994), sugiere un ambiente de depositación de ríos trezados meandriformes y llanuras aluviales, tal como se observa en la región de la Laguna de Tota. Se puede correlacionar con la Formación Barco de Norte de Santander y con la Arenisca del Cacho de la Sabana de Bogotá, así como con la parte superior del Grupo Palmichal en el Piedemonte Llanero. La edad de esta formación según Van der Hammen (1957), es Paleoceno Inferior, Paleoceno Superior, según Sarmiento (en Osorno, 1994).

2.1.3.3.13 Formación arcillas de Socha (Tas)

Propuesta por Alvarado y Sarmiento (1967). Está constituida por lodolitas gris oscuro que por alteración dan colores rojo-amarillentos; hacia la parte media presenta intercalaciones de areniscas líticas de grano fino a medio, color gris verdoso en paquetes de 0.50 a 1.50 m de espesor. Suprayace en forma concordante a la Arenisca de Socha e infrayace a la Formación Picacho. Se presenta en varias zonas del Centro, Oriente y Norte del departamento, provincias de Gutiérrez, Norte, Valderrama y Sugamuxi. Se correlaciona con la Formación Los Cuervos de Santander, con las Arcillas de la formación El Limbo del Piedemonte Llanero y con la formación Bogotá de la Sabana de Bogotá. El ambiente de depositación corresponde a Llanuras aluviales de inundación con canales distributarios. La edad, según Van der Hammen (1953) es Paleoceno Medio a Eoceno Superior.

2.1.3.3.14 Riolitas de Iza

Se le encuentra formando cuerpos circulares pequeños de 1 a 2 km que afloran en la zona de Paipa e Iza y la Laguna de Tota. Son cuerpos de composición riolítica y corta a las rocas sedimentarias de las formaciones Plaeners y Arenisca Tierna. La edad de estas rocas oscila entre el Mioceno y eventualmente, Plioceno tardío Renzoni, según (1969), basado en correlaciones estratigráficas, le asigna una edad Mioceno a Plioceno tardío.

2.1.3.3.15 Formación Picacho (Tp)

Los autores de esta unidad son Alvarado y Sarmiento (1994). La sección tipo se encuentra localizada en el Cerro El Picacho, localizado 1.5 km al noreste de Paz de Río. Está compuesta por areniscas líticas y cuarzo feldespáticas de grano medio a grueso con guijos de cuarzo y delgadas intercalaciones de lutitas verdosas y areniscas finas, se presenta en franjas delgadas y alargadas en las provincias de Sugamuxi y Márquez. El ambiente de depositación de esta unidad es fluvial de llanuras bien drenadas con patrones trezados. Correlaciona con las areniscas del Limbo del borde Llanero, Regadera de la Sabana de Bogotá y Mirador de la región de los Santanderes. Según Van der Hammen (1957), la edad es Eoceno Inferior a Medio.

2.1.3.3.16 Formación Concentración

Los autores de esta unidad son Alvarado y Sarmiento (1967). La sección tipo se localiza a lo largo del Río Soapaga, entre el caserío de Concentración y el Punto del Uvo; aflora

también sobre la carretera Santa Rosa-Paz de Río-Socha y en el extremo nordeste de la plancha 192 (laguna de Tota). La unidad está constituida por arcillolitas yesíferas y areniscas de grano fino a grueso; localmente y hacia la parte inferior contiene hierro oolítico que al meteorizar produce una coloración rojo-amarillenta. El contacto inferior descansa sobre la Formación Picacho y está recubierta por depósitos cuaternarios. Correlaciona con las Formaciones San Fernando y Diablo del Piedemonte Llanero, Formación Carbonera de la cuenca de Maracaibo y Formación Usme de la Sabana de Bogotá. La edad establecida por Van der Hammen (1957b) es Eoceno Medio a Oligoceno Medio, con base en estudios palinológicos efectuados en el área de Paz de Río.

2.1.3.4 Bloque del macizo de floresta

2.1.3.4.1 *Filitas Cordieríticas de Busbanzá*

Este nombre fue propuesto por Ulloa y Rodríguez (Plancha 172 de Paz de Río), para referirse a una unidad de rocas metamórficas, conocidas como Filitas cordieríticas de Busbanzá, de color gris claro, con manchas grisáceas que afloran en el sector suroriental del Macizo de Floresta y a lo largo de la carretera Busbanzá - Floresta y por el camino de herradura de Busbanzá a la escuela el Carmen; donde predominan las rocas de tipo filitas con porfiroblastos de cordierita indicando un grado de metamorfismo medio, facies anfibolita. El contacto superior con las filitas de Otengá es transicional y se encuentran intruídas por rocas ácidas del pre-Girón. Estas rocas se han derivado de secuencias de lodolitas ricas en aluminio con intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, algo feldespáticas. La edad de estas rocas es considerada del Paleozoico inferior e incluso se piensa que puede llegar al Proterozoico, según Rodríguez G.

2.1.3.4.2 *Filitas de Otengá (Pefo)*

Los autores de la descripción de esta unidad en (Plancha 172 de Paz de Río) son Ulloa C., Rodríguez E. y Rodríguez G. La localidad tipo se encuentra en el sector de Otengá- Floresta y sobre el carreteable Otengá a las Quebrada los Puentes y Buntia. Consta de filitas de color amarillento a rojizo cuando están alteradas, y verdosas cuando están sin alterar; varían con delgadas intercalaciones de cuarcitas y metaconglomerados y en menor proporción esquistos micáceos, cuarcitas y metaconglomerados cuarzosos de poco espesor. La parte superior de la unidad está en contacto con la Formación Tibet, la cual aflora en la Quebrada Canoas por la carretera Floresta-Busbanzá. Los materiales de donde se derivan, provienen de lodolitas, areniscas cuarzosas y conglomerados con cantos de cuarzo. La edad de estas rocas con base en su posición litoestratigráfica es Paleozoico Inferior a Pre-Girón.

2.1.3.4.3 *Filitas de Chuscales (Pefc)*

Litológicamente está conformada por filitas, cuarcitas y metaconglomerados que afloran en la parte superior de la Quebrada Chuscales. El contacto superior es con las filitas de Otengá. La edad de estas rocas es considerada como Devónico Inferior; aunque existen opiniones de que pueden ser más antiguas.

2.1.3.4.4 *Triásico Riolítico (Trr)*

2.1.3.4.5 *Ortoneis de Santander (PDo)*

Son las rocas más antiguas que se presentan en el departamento y están asociadas a las formaciones Floresta, Sílbara, Quetame. En el municipio de Tipacoque aflora otra roca sin nombre específico, al parecer de esta unidad.

2.1.3.4.6 *Cuarzo Monzonita de Santa Rosita (Pdos)*

La cuarzomonzonita de Santa Rosita, de edad predevónica, aflora en los municipios de Belén, Tutazá, Cerinza, Sativanorte, Susacón y Soatá; allí, ocupa extensas áreas y su composición, es de cuarzomonzonita biotítica blanca a rosada de grano medio, con aspecto de alaskita. También se encuentra una roca tipo riolita grisácea, grano fino, afanítica y porfirítica; en ocasiones con riodacitas, granófiros y brechas de edad Jurásica. Estas rocas, afloran en los municipios de Tasco y Soatá.

2.1.3.4.7 *Stock de Chuscales (Pdsch)*

En el Macizo de La Floresta, se presenta El stock de Chuscales, constituido por rocas graníticas de 450-490 millones de años (Paleozoico Inferior). Estas rocas, afloran en jurisdicción de los municipios de Paipa y Firavitoba, en pequeñas áreas, y tienen una composición andesítica con edades del Terciario superior a Cretácico inferior.

2.1.3.4.8 *Formación Tibet (Dt)*

Está compuesta por conglomerados con guijos y cantos de areniscas, rocas metamórficas y cuarzo; se presenta asociada a una extensa región en las provincias de Sugamuxi, Tundama, Valderrama y Norte.

2.1.3.4.9 *Formación Cucho (Cc)*

Está formada por areniscas cuarzosas, argilitas de color rojo violeta y amarillo crema, limolitas y arcillolitas de colores violeta y verdoso.

2.1.3.4.10 *Formación Floresta (Df)*

Está conformada por limolitas y arcillolitas laminadas de color amarillo crema, intercaladas con areniscas de grano fino.

2.1.3.4.11 *Batolito de Otengá (Tibo)*

Está compuesto por una cuarzomonzonita y granito rosado. Estas rocas afloran en áreas de los municipios de Busbanzá, Tasco, Beteitiva y Paz de Río. La edad de éstas varía del Triásico al Jurásico.

2.1.3.4.12 *Andesitas (Tpla)*

Propuesta por Renzoni (1967), para describir un cuerpo de forma circular de ignimbritas de composición riolítica, color blanco con fenocristales de cuarzo, feldespato y plagioclasa. Presenta minerales accesorios como magnetita, zircón, apatito y leucita. En los bordes del cuerpo se encuentran brechas y rocas volcánicas con texturas de flujo. El cuerpo volcánico

intruye a las formaciones Plaeners y Arenisca Tierna. Nigrinis et al (1961), reporta que estas rocas intruyen a la Formación Guaduas en el sector de El Salitre, municipio de Paipa. La edad de éstas se considera del Plioceno, ya que fueron emplazadas en tiempos post- Bogotá y pre-Tilatá.

2.1.4 Cuenca de la Sierra Nevada del Cocuy

Corresponde a la parte más nororiental del departamento de Boyacá, está comprendida entre el Sistema de falla de Guaicaramo y las estribaciones de la Sierra Nevada del Cocuy, donde se encuentra la mayor altura sobre la cordillera Oriental, en el Pico Pan de Azúcar (5490 m.s.n.m). La cuenca está conformada por una potente secuencia de más de 6000 m de espesor de rocas sedimentarias del Cretácico, plegadas y falladas, como producto de las deformaciones tectónicas que afectaron la región. Esta cuenca se caracteriza por presentar los casquetes nevados y vestigios de antiguas y mucho más extensas zonas glaciares sobre la cordillera Oriental. La secuencia litoestratigráfica está conformada por las siguientes unidades:

2.1.4.1 Formación Silgará (PDs)

Esta unidad fue definida por Ward et al (1973) y su sección tipo se encuentra localizada en la Quebrada Silgará (NE del cuadrángulo H-12, Bucaramanga). Litológicamente consta de pizarras, filitas, metalimolitas, metaareniscas y metagrawacas con grado de metamorfismo bajo a medio, localmente con facies anfibolita. Estas rocas descansan sobre el Gneis de Bucaramanga. La edad establecida para éstas en cercanías de Floresta es Devónico medio, con base en la presencia de fósiles, y descansa discordantemente sobre una secuencia metasedimentaria semejante a la Formación Silgará.

2.1.4.2 Formación Floresta (Df),

Ya definida en la cuenca de la cordillera Oriental, Bloque Macizo de Floresta.

2.1.4.3 Formación Rionegro (Kirn)

Descrita por Hedberg (1931), para una sección por el río Cesar y posteriormente Richards (1968), aconseja el uso de este nombre para denominar una secuencia de capas arenosas basales en la Concesión Barco, que habían sido consideradas como la base de Tibú. En el sector de Molagavita, la unidad está representada por un conjunto variable de lutitas oscuras, areniscas cuarzosas y conglomerados, Vargas et al (1976). (plancha 137, El Cocuy Vargas, 1980), la Formación Río Negro se divide en tres partes de las cuales la inferior y media corresponden con la formación Lutitas de Macanal y la superior a la arenisca de las Juntas. Fabre (1986), hace una descripción similar a la realizada antes para las unidades de la Sierra Nevada del Cocuy. Esta unidad descansa en forma discordante sobre rocas pre-devónicas así como sobre rocas ígneas y metamórficas de la formación Silgará. La edad ha sido establecida como Aptiano y Valanginiano en la Provincia de García Rovira, departamento de Santander.

2.1.4.4 Formación Tibú-Mercedes (Kitm)

Definida por Notestein et al (1944), quienes la consideraron como un miembro de la formación Uribante. Litológicamente, consta de una serie de paquetes de areniscas

guijosas de grano grueso en la base, seguidas de gruesas capas de calizas fosilíferas de color gris con intercalaciones de shales negros y areniscas glauconíticas de grano fino a medio, algunas calcáreas. Secciones medidas más representativas se encuentran sobre el río Nevado- Chulavita, municipio de Boavita y sobre la carretera Capitanejo-El Espino. Los contactos inferior y superior de esta unidad con las formaciones Río Negro y Capacho, son concordantes. El ambiente de depositación se efectuó en un mar abierto, poco profundo, de aguas cálidas con salinidad normal y muy ricas en fauna, como lo muestra la abundancia de fósiles. La edad establecida por varios autores para esta unidad es Aptiano Superior-Albiano Inferior entre ellos Etayo en Fabre (1986).

2.1.4.5 Formación Capacho (Ksca)

Nombre introducido por Sievers (1888). Los mejores afloramientos se encuentran sobre la carretera Chiscas la Bricha. En la secuencia del cretácico del río Servitá, consta de lutitas negras con intercalaciones arenosas hacia la base y bancos de calizas fosilíferas dentro de las cuales se destacan la Exogira Squamata, Vargas et al (1976). Sobre el Cañón del río Chicamocha y sobre la carretera Soatá-Susacón y al sur de Sátiva Norte por la vía que conecta con la central del norte, se hallan hacia la parte basal una serie de calizas arenosas fosilíferas, dónde se encuentran equinodermos y ostreidos. Los contactos superior e inferior con las formaciones La Luna y Aguardiente, son concordantes. La edad de estas rocas, según Richard (1968) abarca el Cenomaniano-Turoniano.

2.1.4.6 Formación La Luna (Ksl)

El primer autor en describirla fue Garner (1926) en Julivert (1968), posteriormente Heideberg y Sass (1937), hacen una descripción detallada de la misma unidad y dan el nombre de “La Luna Formation”. Notestein et al (1944), introdujeron el término en Colombia y describen la Formación Luna en la Concesión Barco. La sección tipo de esta formación se encuentra en la Quebrada La Luna sobre la Serranía del Perijá Estado del Zulia en Venezuela. En Boyacá se encuentra en el extremo noreste de la plancha 172 de Paz de Río. Litológicamente consta de areniscas cuarzosas de color gris oscuro en estratos delgados con niveles calcáreos, limolitas calcáreas con intercalaciones delgadas de cherts y limolitas calcáreas de color gris, con microfauna. Esta unidad suprayace a las rocas de la formación Chipaque. La edad establecida por Osorno (1994), es Campaniano Superior a Maestrichtiano Inferior, pero en la Serranía del Perijá es más antigua hacia el norte y más joven hacia el sur, considerándose el intervalo Turoniano-Maestrichtiano.

2.1.4.7 Formación Colón- Mitojuan (Kscm)

Definida por Garner (1926), para describir una secuencia litológica constituida por shales gris oscuros a negros, piritosos, ligeramente calcáreos y ricos en fósiles de foraminíferos e intercalaciones delgadas de arcillolitas ferruginosas, hacia la base presenta capas delgadas de areniscas glauconíticas, ricas en foraminíferos, peces y coprolitos, (Plancha 137 de El Cocuy) La edad establecida es Campaniano-Maestrichtiano.

2.1.4.8 Formación Barco (Tpb)

Definida por Notestein (1944), en la Concesión Barco. La sección tipo se encuentra localizada sobre el filo Barco del flanco este del Anticlinal de Petrólea. La unidad consta de

areniscas, shales y arcillolitas intercaladas de color gris oscuro, se presentan algunos niveles ferruginosos en la parte superior y capas de carbón hacia la parte media y baja. En el norte del departamento en los municipios de Chiscas y Güicán, está compuesta por areniscas cuarzosas sub - líticas blancas de grano medio a grueso, a veces ligeramente conglomeráticas, tienen estratificación cruzada con delgadas intercalaciones de lodolita y arenisca muy fina gris oscuro. Suprayace a las formaciones Colón- Mitojua e infrayace a la formación Los Cuervos en contacto transicional. Según Van der Hammen (1958) la edad de esta formación es Paleoceno.

2.1.4.9 Formación Los Cuervos (Tec)

Definida por Notestein et al (1944), para describir una secuencia de arcillolitas y shales de color gris oscuro a negro, intercalados con delgadas capas de areniscas de grano fino y limolitas micáceas. Hacia la parte media superior es notable la presencia de arcillolitas moteadas de colores rojo, amarillo y violáceos. El ambiente de sedimentación es paludal. Según Van der Hammen (1958), la edad es considerada como Paleoceno Medio a Eoceno Inferior.

2.1.4.10 Formación Mirador (Tem)

Definida por Sutton (1946) para describir una secuencia de rocas, compuesta por areniscas de grano fino a grueso con capas conglomeráticas y esporádicas intercalaciones de lutitas algo carbonosas y limolitas grises. Las areniscas son de color claro, masivas con estratificación cruzada. Los contactos superior e inferior de esta unidad son concordantes gradacionales con las formaciones Carbonera y los Cuervos. El ambiente de depositación es marino somero, con influencia de mareas. Según Van der Hammen (1958), la edad asignada es Eoceno inferior a Medio.

2.1.4.11 Formación Carbonera (Toc)

Definida por Notestein (1944), para describir una secuencia constituida por arcillolitas gris verdoso a marrón, con intercalaciones de areniscas arcillosas con capas de carbón; hacia la parte inferior y superior, se encuentran intercalaciones de calizas y areniscas con glauconita. Esta unidad está en contacto conforme y gradacional con la infrayacente formación Mirador. El ambiente de depositación es marino deltaico. Según Van der Hammen (1958), la Edad asignada es Eoceno Superior-Oligoceno Inferior.

2.1.4.12 Formación León (Tal)

Descrita por primera vez por Notestein (1944), para una secuencia expuesta por la Quebrada León, afluente del río Zulia, al oriente del anticlinal de Petrólea en la Concesión Barco, Norte de Santander. La unidad consta de shales grises y gris verdosos con intercalaciones de areniscas que contienen capas y láminas carbonosas; los shales pasan gradualmente a limolitas hacia la base y techo de la unidad. Los contactos superior e inferior de esta unidad son concordantes con las respectivas unidades supra e infrayacentes. Van der Hammen (1958), le asigna una edad Oligoceno Medio, Oligoceno Superior y Mioceno Inferior.

2.1.4.13 Formación Guayabo (Tmg)

Descrita inicialmente por los geólogos de la Caribbean Petroleum Company y publicada por primera vez en Notestein et al (1944). Su nombre procede del Cerro Guayabo en el

Distrito Colón (Venezuela). La sección tipo descrita por Vander Hammen, se encuentra en la Quebrada León (aunque falta la parte superior). De base a techo la unidad consta de arcillolitas arenosas, con areniscas moteadas. Esta unidad descansa en contacto normal con la formación León, pero su parte superior no está determinada. Según Van der Hammen (1958) y Olson la edad de esta formación es Oligoceno Superior- Mioceno.

2.1.5 Cuenca del Piedemonte Llanero

Estas unidades están representadas por las formaciones Arcillas y Areniscas de El Limbo (Tal), compuestas por areniscas con estratificación cruzada, alternancia de areniscas, lodolitas y carbones; están asociadas y se presentan paralelas una a la otra; la Formación Arenisca está conformada por dos niveles de arenitas de cuarzo, localmente conglomeráticas y un nivel de lutitas separándolos; la Formación Arcillas está integrada predominantemente por lodolitas y arcillolitas; las dos formaciones se presentan en franjas alargadas y muy angostas en los municipios de San Luis de Gaceno, Páez y San Eduardo, en sitios de contacto con el Piedemonte Llanero.

Esta cuenca limita al norte con la cuenca de El Cocuy, en los alrededores de Los Pinos y el páramo de Pisba. La parte Norte de la Cuenca del Piedemonte, se caracteriza por su complejidad estructural; en ella se aprecian las prolongaciones norte de las fallas de Santa María y Lengupá. Al este de la falla de Santa María se presentan pequeñas estructuras sinclinales como la de Mesitas y los anticlinales de Cerro Negro, La Horqueta, Romeral y Santa Bárbara; al Oriente limita con la falla de Guaicaramo que lo separa del bloque de los Llanos Orientales. Todas las rocas que componen este grupo estratigráfico son del Terciario y el Cuaternario. Se caracteriza por una sucesión de anticlinales y sinclinales amplios.

2.1.5.1 Grupo Palmichal (TKp)

Definida por Rodríguez y Ulloa (1979). La localidad tipo se encuentra ubicada en la Quebrada Palmichal. Consta de areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, en capas delgadas; hacia el tope se encuentran conglomerados finos con cantos de cuarzo y estratificación cruzada; hacia la parte media se encuentran lentes de calizas. Presenta una morfología abrupta, de fuertes pendientes, especialmente en el sector comprendido entre las fallas de Santamaría y Tesalia. La unidad descansa discordantemente sobre la formación Chipaque, Rodríguez y Ulloa (1979). El ambiente de depositación es marino de aguas someras con influencia deltaica. Por su posición estratigráfica ha sido definida como Coniaciano-Paleoceno, según Ulloa (1988). Vander hammen la data como Paleoceno inferior. Este grupo se presenta en pequeñas zonas de la provincia de La Libertad; está formado por tres conjuntos arenosos y dos miembros lutíticos con algunas intercalaciones de limolitas silíceas.

2.1.5.2 Formación Arcillas del Limbo (Tal)

Descrita por Hubach (1941) y Vander Hammen (1960). La localidad tipo se encuentra ubicada cerca del Caserío El Limbo, 2 km al noroeste del Morro y sobre el Río Cravo Sur, Rodríguez y Ulloa (1976). También aflora como una faja delgada en la parte baja del río Guaicaramo, hacia el extremo oriental del departamento. La unidad consta de arcillolitas grises y verdosas con intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso

de color blanco amarillento en capas de 1 a 5 m, presenta una morfología ondulada con pendientes suaves. Esta unidad suprayace concordantemente a los estratos del Grupo Palmichal e infrayace a las areniscas de El Limbo. El ambiente de depositación es marino con variaciones entre pantanoso y lagunar. Según Van der Hammen (1958), la edad es Paleoceno.

2.1.5.3 Formación Areniscas del Limbo (Tarl)

Descrita por Hubach (1941), en Van der Hammen (1960). Litológicamente consta de areniscas conglomeráticas, arcillolitas, lutitas y conglomerados con cantos redondeados de cuarzo en matriz arenosa, que cambia a areniscas de grano fino intercaladas con arcillolitas, lutitas y cuarzoarenitas de grano fino a medio a veces conglomeráticas, estratificación cruzada e ichnofósiles. Hacia la parte media se encuentran estratos lenticulares de hierro oolítico. El ambiente de depositación es marino deltaico con influencias lagunares. Correlaciona con la Formación Mirador y Regadera de la Sabana de Bogotá. Duque Caro, en Ulloa et al (1988), le asignan una edad Eoceno superior.

2.1.5.4 Formación San Fernando (Tsf)

Descrita por Renz (1938), en Rodríguez y Ulloa (1969), para describir afloramientos en la Mesa de Hernández y al este del sinclinorio de Medina. Aparece sólo la Formación San Fernando (Tsf) con sedimentación de origen marino en pequeñas zonas del municipio de San Luis de Gaceno. Esta unidad está compuesta por arcillolitas grises y cuarzoarenitas de grano medio a grueso en bancos de hasta 3 m, estratificación cruzada; hacia la parte inferior y media se presentan lentes de carbón que alcanzan los 30 cm de espesor; suprayace concordantemente a las areniscas del Limbo. Ambiente de depositación, marino lagunar con influencia deltaica. Esta unidad ha sido llamada por algunas compañías petroleras como Formación Carbonera. Duque Caro, en Ulloa et al (1988), le asigna una edad Eoceno Superior.

2.1.5.5 Formación Diablo (Td)

Definida por Renz (1938), citado en Rodríguez y Ulloa (1976), para definir unos afloramientos en el Domo de Tunubá (Río Cusiana) y en el flanco oriental del sinclinorio de Medina. Está compuesta por capas muy gruesas de cuarzoarenitas de color blanco amarillento, grano medio a grueso, lentes de conglomerados con cantos de cuarzo e intercalaciones de arcillolitas grises y limonitas silíceas en capas delgadas. Esta unidad reposa en forma concordante sobre la formación San Fernando. El ambiente de depositación es marino lagunar con influencia deltaica. La edad según Van der Hammen (1957), es Oligoceno medio a superior. Rodríguez y Ulloa (1976), la ubican en el Mioceno Inferior a Medio.

2.1.5.6 Formación Caja (Tc)

Definida por Valencia (1938), para describir la sección tipo en el río Caja, al oeste de la población de Tauramena y se encuentra formando una franja de dirección NE-SW, en el sector del Piedemonte. Está compuesta por una alternancia de lutitas, areniscas blancas de grano fino a medio hasta conglomeráticas de color gris amarillento, conglomerados con cantos de cuarzo, arenisca y chert; hacia la base capas de carbón. Infrayace y suprayace en forma concordante a las formaciones La Corneta y El Diablo; en algunos casos es discordante con esta última. El ambiente de depositación de la parte inferior es marino

en zona de fuerte oleaje y la superior varía entre pantanosa y fluvial. La edad asignada por Van der Hammen para esta formación, oscila entre Oligoceno Superior y Mioceno Inferior, mientras que Duque en Rodríguez y Ulloa (1976), asigna una edad de Mioceno Medio a Pleistoceno.

2.1.5.7 Formación La Corneta (QTlc)

La localidad tipo se encuentra en la Quebrada La Corneta, afluente del río Guavio, en la localidad de Nazareth; suprayace discordantemente los estratos de la formación Caja. Esta unidad está formada por gravas con cantos de areniscas y cuarzos, interestratificadas con limolitas que afloran en el sinclinal de Nazareth. El ambiente de depositación es fluvial, pero al parecer de tipo Molasa. De acuerdo a su posición estratigráfica y teniendo en cuenta las características tectónicas y estructurales, sugiere que no ha sido afectada por la segunda fase de la Orogenia Andina, cuya máxima deformación ocurrió en el Pleistoceno Inferior.

2.1.5.8 Depósitos Cuaternarios (Qal)

En el departamento de Boyacá, existen numerosos depósitos cuaternarios de origen glacial, fluvio-glacial, coluvial, fluvial, abanicos y terrazas y muchos derrubios.

• Depósitos de origen glacial (Qm)

Se encuentran localizados sobre las áreas montañosas de la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Guicán, representados por depósitos caóticos de morrenas, con bloques angulares, conglomerados y arenas en una matriz areno-arcillosa.

• Depósitos fluvio-glaciares (Qfg)

Corresponden a depósitos clásticos gruesos, localizados sobre las áreas contiguas a los actuales casquetes glaciares de la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Guicán, dejados como producto del movimiento y descongelación de casquetes glaciares que ocupaban posiciones mucho más bajas que las actuales, en áreas periglaciares. Los materiales son gruesos con bloques y cantos angulosos en matriz areno-arcillosa. Dentro de éstos se incluyen los depósitos fluvio-lacustres que ocupan los valles en U de los antiguos glaciares.

• Depósitos coluviales (Qc)

Incluyen los depósitos de talus y derrubios, conformados por las acumulaciones de bloques y cantos angulosos de materiales clásticos gruesos heterométricos, acumulados por la acción hidrogravitacional y embebido en matriz arenosa.

• Depósitos fluviales y/o aluviales (Qal)

Se localizan sobre ambos márgenes de los ríos y quebradas que drenan por el departamento. Están constituidos por materiales clásticos gruesos con bloque redondeados a subredondeados de areniscas cuazosas en matriz areno-arcillosa.

• Depósitos de terraza (Qt)

Constituidos por materiales clásticos de diferente granulometría, embebidos en matriz areno-arcillosa y generalmente asociados a los márgenes de los ríos actuales, como evidencia de los cambios dinámicos ocurridos en el pasado por la acción de la erosión geológica.

• Depósitos de abanicos (Qa)

Corresponde a todos aquellos depósitos clásticos gruesos heterométricos, producto de la erosión y posterior acumulación en las zonas de transición entre la zona montañosa y el piedemonte. Se encuentran principalmente sobre los frentes montañosos que gradualmente pasan a zonas de transición planas, y generalmente asociadas a la dinámica de ríos mayores que drenan por estas partes del departamento.

• Depósitos de pendiente (Qdp)

Son depósitos de forma irregular y con diferentes espesores, constituidos por la superposición de materiales producto de la erosión que afecta las partes altas de las montañas y los materiales caóticos depositados por la acción hidrogravitacional, sobre las laderas y pendientes más fuertes.

2.1.6 Geología estructural y tectónica

La tectónica del departamento de Boyacá y su geomorfología están íntimamente relacionados con el origen y evolución de la parte central de la cordillera Oriental de los Andes Colombianos, dominados por rocas de origen sedimentario o con muy bajo metamorfismo, de ambientes marinos y continentales, plegadas y fracturadas durante las fases de deformación tectónica y posterior levantamiento durante la Orogenia andina, a finales del Terciario, que desarrollaron diferentes estilos estructurales así:

El extremo occidental del departamento está ocupado por el Valle del Magdalena y un lomerío sobre rocas de origen volcánico y sedimentario, cubiertas por depósitos cuaternarios. El occidente se encuentra en la zona geográfico - tectónica del Valle Medio del río Magdalena con un estilo estructural compuesto por pliegues amplios, limitados por fallas regionales de cabalgamiento como las de Cambrás y Honda que terminan en la de Bucaramanga considerada como una falla de rumbo (González et al, 1988) y la presencia de sinclinales y anticlinales estrechos.

Al centro occidente, centro y oriente, se encuentra la zona geográfica - tectónica de la cuenca de Cundinamarca – Boyacá, con un estilo estructural de fallas inversas asociadas a pliegues anticlinales, a veces invertidos, y amplios sinclinales de dirección noreste; en la parte norte de esta cuenca, límite este de la cordillera Oriental, hay fallas con convergencia oriental, que cambian de rumbo a la altura de la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán, levantando el terreno al comprimirlo contra las fallas de la parte occidental y el Macizo de Santander, afectado por la intrusión de rocas ígneas en el Paleozoico y el Mesozoico; este macizo se encuentra en pequeñas zonas de las partes más altas de la cordillera, límites con los departamentos de Santander y Norte de Santander.

El Macizo de Quetame, representado en el departamento de Boyacá en el sector de Chivor, está compuesto por rocas metamórficas del Paleozoico, intruídas por algunos cuerpos de rocas ígneas y cubierto por rocas sedimentarias del Mesozoico. En el municipio de Cubará, en límites con el departamento de Arauca, comienzan los Llanos Orientales, la mayor parte está rodeada por rocas sedimentarias del Paleógeno - Neógeno, recientes y aportados por el río Arauca.

2.1.6.1 Plegamiento

La cordillera Oriental está conformada por una sucesión de estructuras plegadas, producto de esfuerzos compresivos que afectaron la totalidad de las secuencias de rocas metamórficas con edad Paleozoica; por rocas sedimentarias del Cretácico y el Terciario, las cuales se encuentran formando estructuras anticlinales y sinclinales. En el núcleo de los sinclinales, afloran rocas sedimentarias clásticas de grano fino, predominando las arcillolitas y lutitas; en los núcleos de los anticlinales, dominan las secuencias de rocas sedimentarias de grano grueso y edad cretácica, compuestas por areniscas y conglomerados. En el territorio del departamento de Boyacá, la gran mayoría de las estructuras sinclinales y anticlinales mayores, tienen dirección predominante Noreste-Suroeste

2.1.6.1.1 Sinclinales

El único sinclinal presente en el Bloque de Cambrás es el de Córdoba. Los sinclinales más importantes en el Bloque de Guaduas son el de La Salitrona, interrumpido por la falla de Cambrás y los de Llano Mateo y Caparrapí - Piedra Candela, sobre rocas Cretácicas y Terciarias del Paleógeno. En el Anticlinorio de Villeta se encuentran los sinclinales de Verdum, El Almendro, Coper y Buenavista, sobre rocas Cretácicas.

En el Gran Sinclinorio de La Sabana de Bogotá y el Sinclinorio de Chiquinquirá los sinclinales más importantes que se encuentran son los de Caldas, Ráquira, La Isla, Guacheta, Albarracín, Chivatá y Umbita sobre rocas del Cretácico y el Paleógeno. En el Anticlinorio de Los Farallones los sinclinales más importantes son los de Movita - Pachavita, Guayatá, Garagoa, Mamapacha, Berbeo, Beteitiva, Rondón, Mesalta, El Criso, del Desespero, Peña Laura, del río Upía, Santa Bárbara, Chámeza y El Retiro, sobre rocas del Cretácico. En el Sinclinorio de Nazareth, hay algunos sinclinales con tramos cortos en el departamento, los más importantes son: los de Nazareth y el Río en rocas del Neógeno. En el Anticlinorio de Arcabuco, existentes los sinclinales de Los Medios en rocas del Cretácico y La Floresta en rocas del Devónico.

2.1.6.1.2 Anticlinales

Los anticlinales, por lo general, están enmarcados por dos sinclinales a menos que esta secuencia se vea interrumpida por fallas o por sinclinales cubiertos por sedimentos. Están sobre materiales de las mismas edades que los sinclinales en cada unidad pre - tectónica. Los anticlinales más importantes del Bloque de Guaduas son los de La Cuchilla El Cebú, Terama y Nazareth; en el sinclinorio de Villeta son los de Coscuez, Peñas Blancas, Alto La Chapa, Muzo, Pauna, Río Piedras y Buenavista. Los anticlinales más notorios del Gran Sinclinorio de La Sabana de Bogotá y el Sinclinorio de Chiquinquirá son los de Caldas, Ráquira, Rabanal, Gachaneca, Ventaquemada y Oiba. En el Anticlinorio de Arcabuco, los más importantes son los de Arcabuco, La Floresta y Palermo.

En el Anticlinorio de Los Farallones se destacan son los de Tibirita, Matefique, Pachavita, Guayatá, Garagoa, Miralinda, Zetaquira, Rondón, La Chapa, La Horqueta, río Sunce, río Upía, Santa Bárbara y Chámeza; en el Sinclinorio de Nazareth sólo tiene importancia el anticlinal del Guavio.

2.1.6.2 Fallamiento

Las regiones que tienen poco plegamiento en Boyacá, suelen tener un intenso fallamiento o lineamiento de muy diversa orientación, magnitud y edad que afectan las estructuras plegadas interrumpiéndolas, desplazándolas y/o cambiándoles la dirección.

2.1.6.2.1 Fallas inversas y/o de cabalgamiento

Las más notorias de estas fallas separan unidades pre-tectónicas; todas tienen dirección dominante Norte - Sur y Noreste - Suroeste así:

La de Honda, los Bloques de Cambrás y de Honda; la de Cambrás, los Bloques de Cambrás y Guaduas; la de La Salina, el Bloque de Guaduas y el Anticlinorio de Villeta; la de Soapaga, el Gran Sinclinorio de La Sabana de Bogotá y el Anticlinorio de Los Farallones; las de Santa María - Lengupá, el Anticlinorio de Los Farallones y el Sinclinorio de Nazareth. En el Bloque de Honda y el Valle Medio del Río Magdalena, se encuentra la falla de Bilbao Romero cubierta por el tramo final del río Guaguaquí, en límites con el departamento de Cundinamarca.

En el Bloque de Guaduas está la falla de Guadualito de Quípama proveniente del departamento de Cundinamarca y con un corto tramo en el municipio. En el Gran Sinclinorio de la Sabana de Bogotá está la falla de Tibaná que va desde cerca al límite con el departamento de Cundinamarca hasta la cabecera municipal de Tibaná. En el anticlinorio de Los Farallones se encuentran las fallas de San Isidro, Miralinda y Garabato, provenientes del departamento de Cundinamarca y con un corto trecho en la provincia de Oriente. En el Sinclinorio de Nazareth está la falla de Tesalia, proveniente del departamento de Cundinamarca y con un tramo en Boyacá, por la provincia de Neira hasta la inspección de policía de Santa Teresa, en el municipio de San Luis de Gaceno. En el Anticlinorio de Arcabuco la falla de Boyacá comienza cerca de Sogamoso y termina en el extremo sur de la sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán, en la frontera con los departamentos de Casanare y Arauca.

2.1.6.2.2 Fallas normales

Las fallas de carácter normal, son aquellas que ya están definidas, son de levantamiento-hundimiento; las más importantes tienen dirección Noreste - Suroeste, pero las hay de dirección Norte - Sur y Este - Oeste; la mayoría afectan los flancos de las estructuras principales, otras son de carácter local y muchas son transversales que unen las demás fallas unas a otras en algunas regiones.

En el Bloque de Guaduas, la falla más importante es la de la Quebrada Cunchala en el municipio de Otanche, atraviesa el departamento por una de sus partes más angostas.

En el anticlinorio de Villeta, se presentan las fallas asociadas de Guaquimay y el Río Minero, por la segunda corre el cauce del río Minero a su paso por el departamento; ambas vienen de Cundinamarca y mueren en Boyacá, la de Guaquimay en la falla de La Victoria y la del Río Minero, en el Territorio Vásquez, municipio de San Pablo de Borbur.

En el anticlinorio de Arcabuco se encuentran las fallas de Tutazá, Otengá, Fómata, Topan y Dugua y en los Farallones las de Bochavita y Carrizal, entre otras, que conforman verdaderas redes de fallas longitudinales y transversales.

2.1.6.2.3 *Fallas transcurrentes o de rumbo*

Este tipo de fallas se presentan en poca cantidad en el departamento; son importantes porque definen los desplazamientos de algunas secuencias litológicas y/o estructuras plegadas.

En el Bloque de Guaduas, se encuentran las fallas asociadas de El Chirche y Betania que se extienden desde el departamento de Cundinamarca, pasando por el municipio de La Victoria y se prolongan hacia el departamento de Santander, por los municipios de Otanche y Pauna. La falla de Itoco, es prácticamente transversal y conecta la falla de Guadualito, en el bloque de Guaduas, con la falla del Río Minero, en el anticlinorio de Villeta, atravesando las fallas de La Salina y La Victoria e interrumpiendo y desplazando varias estructuras de tipo sinclinal y anticlinal. En el anticlinorio de Los Farallones están las fallas de Paz de Río y Monchacuta en las provincias de Sugamuxi, Valderrama y La Libertad; la segunda de estas fallas tiene inicialmente dirección sur, luego oriente y después norte, cortando otras fallas y algunos plegamientos.

2.1.6.2.4 *Lineamientos Fotogeológicos*

Los lineamientos fotogeológicos son rasgos complementarios a los fallamientos, tienen carácter local y pueden incluir escarpes, estratificación y diaclasamientos. Muchos de ellos se relacionan con fracturamientos menores de las rocas, ocasionados por deformación tectónica; otros corresponden, con escarpes y otros con fenómenos erosivos de carácter lineal. Se presentan, principalmente en el Anticlinorio de Arcabuco y el Sinclinario de Paz de Río.

2.1.7 Evolución Geológica

La zona que ocupa hoy la cordillera Oriental estuvo sometida a varios procesos transgresivos y regresivos del mar, que se produjeron por levantamientos orogénicos y subsidencias de grandes bloques de corteza continental, cuyas evidencias se conservan en el registro litológico y paleontológico de la región, lo cual facilita su datación. Durante el Paleozoico Inferior (Cámbrico, Ordovícico y posiblemente hasta el Silúrico), la zona estaba bajo el nivel del mar y ocurrió una sedimentación marina, que concluyó con un movimiento orogénico el cual levantó, plegó y fracturó las rocas sedimentarias. Durante la misma época y en forma simultánea aparecieron pequeños cuerpos intrusivos.

Durante el Silúrico y Devónico Inferior, toda la zona se mantuvo levantada y emergida por encima del nivel del mar, como área continental. A finales del Devónico inferior, se inicia una lenta subsidencia del área que origina una fase de transgresión marina formando un lago interior de poca profundidad y circulación restringida, el cual produjo la acumulación de los sedimentos que dieron origen a las rocas conocidas como Grupo Farallones. El evento se prolongó hasta el Carbonífero-Pérmico dando origen a la Formación Cucho. A finales del Carboniano, se presentó un evento tectónico (manifestación de la Orogenia Hercínica)

con movimiento de bloques que fueron sometidos a una fase de erosión posterior. Esta situación perduró hasta finales del Triásico, cuando se inicia la ruptura y distensión de la Pangea, generando un proceso de subsidencia de los bloques que antes estaban levantados y se inicia una nueva transgresión marina, que produjo la acumulación de los sedimentos dando origen a las rocas de la formación Batá.

Durante el Jurásico, continúa la dinámica distensiva iniciada a finales del Triásico; se da la formación del Océano Atlántico producto de la separación del continente Suramericano de Africa y se desarrollan los valles de Rift, grabens y cuencas tran-arco. Durante esta época en la zona de la cordillera Oriental, se produce la depositación en forma discordante de una Molasa Mesozoica en ambiente continental, conocida como Formación Girón. A finales del Cretácico, se presenta otra fase de hundimiento que dio origen a la transgresión Cretácica. La nueva formación de un Rifting no se presenta en forma uniforme y continua en el área, sino en un movimiento diferencial de bloques, sobre los cuales se acumulan en discordancia angular los depósitos de conglomerados, calizas de la formación Guavio y las lutitas de Macanal.

A partir de este instante, el mar Cretácico cubre una superficie irregular conformada por rocas sedimentarias plegadas del Paleozoico Superior (depósitos clásticos lutitas de Macanal y Areniscas de las Juntas), formando un golfo estrecho entre el Macizo de Santander emergido al occidente y las zonas de Arauca y Casanare al oriente. Las áreas de aporte provienen del Escudo de la Guayana.

Durante el Aptiano, el ambiente se torna más profundo y se depositan lutitas, lodolitas de las formaciones Fómeque y Une, las cuales contienen una abundante fauna de amonites, lamelibranquios, gasterópodos y equinodermos. Durante el Cretácico Superior, el área sufre un basculamiento hacia el occidente, permitiendo la acumulación de los sedimentos que dieron origen, al oriente, a la Formación Une; al Grupo Churuvita y a las Areniscas de Chiquinquirá, en el centro, y al Grupo Guaguaquí al occidente.

Durante el Turoniano ocurre una sedimentación de clásticos finos que dieron origen a las lodolitas calcáreas, liditas y chert de las formaciones La Frontera y Loma Gorda. Durante el Coniaciano se depositan las arenas que conformaron las areniscas cuarzosas de la base del Grupo Guadalupe. Posteriormente, se produce un descenso del nivel del mar favoreciendo la sedimentación de la formación de las liditas, calizas y delgadas capas de conglomerados que dieron origen a la Formación Plaeners del Grupo Guadalupe.

A partir del Santoniano y hasta el Maestrichtiano se depositaron, en un ambiente deltaico, los materiales que dieron origen a las areniscas y lutitas del Grupo Palmichal. Durante el Maestrichtiano se produce una fase de regresión marina en un ambiente somero, que dio origen a los sedimentos que constituyeron las areniscas de las formaciones Arenisca de Labor y Tierna y a las lodolitas calcáreas de la formación Córdoba, hacia el occidente.

A finales del Cretácico y comienzos del Paleoceno, se comienzan a manifestar los primeros movimientos tectónicos de la Orogenia Andina con la producción de solevantamientos (Burgl, 1967), dando origen a la acumulación de sedimentos clásticos gruesos, en ambiente de transición marino-continental a lagunar, evidenciado por la presencia de carbón. Las formaciones Picacho, Areniscas y Arcillas de Socha, contienen fragmentos de rocas sedimentarias y metamórficas que demuestran el levantamiento del Macizo de Santander desde el Paleoceno. Las areniscas que se formaron con posterioridad provienen tanto del

Escudo como del Macizo de Santander. A finales del Eoceno ocurre una nueva subsidencia y una nueva transgresión del mar, originando un ambiente marino-litoral, donde se forma el hierro oolítico, perteneciente a las Formaciones Carbonera y Concentración que aflora en el sinclinal de Mercedes y en la región de Paz de Río.

El levantamiento final de la cordillera Oriental, tal como la conocemos hoy, ocurrió en el Mioceno y a partir de este momento, se convierte en la zona de aportes de los materiales sedimentarios por erosión que dieron origen a los conglomerados de la Formación Caja del Mioceno Medio.

El solevantamiento final del Macizo de Floresta, sirvió de límite entre dos regiones marcadamente distintas al Este y Oeste respectivamente y se produjo a la manera de un bloque emergido, limitado por las fallas de Boyacá y Soapaga. En los bordes de este bloque, se originaron pliegues en rocas del paleógeno y Neógeno. Las rocas del Cretácico existentes dentro del Macizo, presentan fuertes inversiones a lo largo de la zona de la falla, lo cual indica que participaron de los movimientos y deformaciones ocurridos durante la reactivación de la falla de Soapaga.

Una vez cesaron los procesos relacionados con la Orogenia Andina, sobrevino una serie de eventos que presionaron y acomodaron algunos bloques en forma diferencial sobre la cordillera Oriental. A partir del Mioceno superior hasta el Plioceno Inferior, se produce un evento compresivo que da como resultado el levantamiento del bloque occidental de la falla de Santa María, mientras que hacia el oeste, se produjo la acumulación de sedimentos de origen lagunar y fluvial hasta la depresión del río Magdalena.

En el intervalo comprendido entre el Plioceno Superior y el Pleistoceno, se desarrollan los valles intramontanos de Chiquinquirá, Tunja, Duitama, los cuales fueron rellenados con materiales erosionados de las áreas adyacentes y depositados en ambientes lagunares y fluviales, dando origen a formaciones como Tilatá, Corneta y Mesa.

Finalmente, durante el Pleistoceno ocurre un nuevo pulso de carácter compresivo que produjo el levantamiento diferencial de algunos bloques de la cordillera Oriental, los cuales fueron luego expuestos y sometidos a los diferentes procesos relacionados con las glaciaciones que afectaron las cumbres andinas. Evidencias de estos eventos, se conservan aún sobre la Sierra Nevada de El Cocuy, Chita o Güicán, donde los casquetes glaciares están sufriendo un acelerado retroceso debido al calentamiento global y la acción antrópica. El entorno se ha sometido a la acción de fuertes fenómenos como meteorización, erosión y movimientos de remoción en masa, algunos de ellos, inducidos por frecuentes sismos asociados a las fallas activas del Piedemonte Llanero.

2.1.8 Geología Histórica

La geología del departamento de Boyacá está íntimamente relacionada con la evolución de la parte central de la cordillera Oriental, la cual, a su vez, ha sufrido eventos magmáticos, tectónicos, estratigráficos, orogénicos y erosivos que originaron las geoformas actuales y modelaron la cordillera Oriental de Colombia.

El territorio del departamento de Boyacá, se encuentra enmarcado entre las subcuencas del Valle Medio del Magdalena, Chiquinquirá-Arcabuco, Tunja-Duitama, Tota-Paz del Río y la

Sierra Nevada de El Cocuy y limitado parcialmente por los Macizos de Floresta, Quetame y de Santander; en estos macizos se encuentran rocas sedimentarias del Paleozoico Superior, Triásico - Jurásico, Cretácico Inferior y Superior, Paleógeno, Neógeno; rocas ígneas intrusivas del Cambro-Ordoviciano, Jurásico, Cretácico y Terciario; rocas metamórficas del Paleozoico Inferior; y depósitos superficiales del Cuaternario, representados por aluviones, coluviones y capas discontinuas de cenizas volcánicas.

Durante el Cambro - Ordoviciano se presentó una sedimentación marina que terminó en el Silúrico (Grosser et al, 1991) con movimientos orogénicos que plegaron, metamorfizaron y produjeron intrusión de sedimentos, dando origen a las rocas del Grupo Quetame (Burgl, 1961); durante este periodo es muy probable que la zona estuviera emergida formando un terreno continental. Las rocas de este periodo están representadas actualmente por varios grupos de rocas metamórficas, siendo las más antiguas en el departamento las siguientes:

2.1.8.1 Paleozoico Inferior, facies Anfibolita

A esta unidad pertenecen la Formación Floresta, la formación Silgara, las filitas de Chuscales y de Otengá y las filitas Cordieríticas de Busbanzá. La primera formación se presenta hacia los límites con Santander aflorando en extensas zonas irregulares del macizo de Santander en las provincias de Norte y Tundama; esta formación se compone por pizarras, filitas y metaareniscas de muy bajo grado de metamorfismo; las demás tiene filitas de clorita, sericita y cuarzo y metalimolitas de cuarzo, plagioclasa, sericita y clorita que afloran en extensas áreas de los municipios de Busbanzá, Beteitiva y Tasco. La edad de esta unidad ha sido calculada en 450-480 millones de años. (Goldsmith et al, 1971).

2.1.8.2 Neoproterozoico, facies Anfibolita

A esta unidad pertenece el ortoneis de Santander que aflora a lo largo del macizo de Santander; en Boyacá se encuentra en los municipios de Covarachía y Tipacoque, está compuesto por diferentes tipos de neis así: neis augen con biotita, oligoclasa, cuarzo y biotita y augen de microclina; neis fláser cuarzomonzonítico a granodiorítico; neis granítico cuarzomonzonítico; neis granítico con lentes planos de cuarzo, muscovita, biotita y plagioclasa; neis fláser de hornblenda y biotita; neis diorítico fuertemente cizallado con hornblenda y plagioclasa y ortoneis "lit par lit" con bandas de composición variable, pobres en minerales máficos. La edad de esta unidad fue calculada entre 470 a 480 millones de años. (Restrepo - Pace, 1995).

2.1.8.3 Paleozoico inferior, facies Esquistos Verde

Unidad formada por dos miembros, uno en el macizo de Santander compuesto por filitas, pizarras, grafitos, metaareniscas, metalimolitas y horizontes de mármoles, que aflora en pequeños sectores del municipio de Tipacoque, es de edad Predevónica (Forero, 1970) y otra que aflora en el macizo de Quetame de la subcuenca de Cundinamarca – Boyacá, denominado grupo Quetame compuesto por filitas cloriticas y cuarzíticas, metaareniscas curiosas y arcósicas, pizarras gris a negras y metaconglomerados polimícticos, se presenta en pequeños sectores de los municipios de Santa María, Chivor y Macanal, varias afloraciones fueron cubiertas por el embalse de Chivor. Se les ha asignado una edad Cambro - Ordoviciano.

De este período se presentan actualmente rocas ígneas intrusivas así:

2.1.8.4 Rocas del Macizo de Santander

Se presentan batolitos, plutones y stocks constituidos por rocas no foliadas de composición que varía desde diorita a granito, así: cuarzomonzonita de Santa Rosita de edad predevónica que aparece en los municipios de Belén, Tutazá, Cerinza, Sativanorte, Susacón y Soatá en extensas áreas, su composición es de cuarzomonzonita biotítica blanca a rosada de grano medio y alaskítica.

2.1.8.5 Rocas de la Subcuenca de Cundinamarca - Boyacá

En el Macizo de Floresta se presenta el stock de Chuscales (Pdsch) constituido por rocas graníticas de 450-490 millones de años (Paleozoico Inferior).

Durante este período se formaron las rocas sedimentarias más antiguas, existentes hoy en el departamento; las sedimentitas marinas Cambro - Ordovicianas de la cordillera Oriental se vieron afectadas por un fenómeno tectometamórfico del Silúrico con intensidad variable, mayor hacia el norte y menor hacia el sur; posteriormente se presentó una sedimentación con depositación inicial de conglomerados y areniscas, seguida de secuencias más lutíticas y arcillolíticas con abundante fauna. También se encuentran en esta cordillera sedimentitas de edad Carbonífera y Pérmica, procedentes de una plataforma marina, por lo que se denominan unidades marinas del Paleozoico Superior; representadas por conglomerados y areniscas cuarzosas con niveles de lodolitas arenosas y calcáreas, lutitas oscuras, calizas grises y rojizas a veces oolíticas; en menor proporción hay areniscas y limolitas en capas rojas con escasos niveles fosilíferos. En Boyacá se encuentran las formaciones El Tíbet, Floresta, Cucho, Paleozoico del río Nevado y el grupo Farallones.

Posterior al Paleozoico, la geología del departamento es casi exclusivamente sedimentaria. Estas rocas ocupan la mayoría del territorio de Boyacá, tienen edades que van del Triásico al Cuaternario, están constituidas por una gran variedad de materiales intercalados entre sí, dando lugar a una muy diversa cantidad de grupos y formaciones.

Las pocas rocas ígneas intrusivas y extrusivas que se presentan, ocupan pequeñas áreas; las más representativas son:

2.1.8.6 Rocas del Valle Medio del Magdalena

Se han denominado formación Mesa y aparecen en una extensa zona del Municipio de Puerto Boyacá, compuesta por piroclastos del Neógeno tardío, producto de la actividad volcánica explosiva de la cordillera Oriental durante el Plioceno.

2.1.8.7 Rocas de la prolongación del Macizo de Santander

El Batolito de Otengá pertenece a esta unidad y está constituido por cuarzomonzonita y granito rosado, que aflora en áreas extensas de los municipios de Busbanzá, Tasco, Beteitiva y Paz de Río; su edad ha sido datada del Triásico - Jurásico. Una riolita grisácea de grano fino, predominantemente afanítica y porfírica, en ocasiones con riocitas, granófiros y brechas de edad Jurásica, aflora en los municipios de Tasco y Soatá.

2.1.8.8 Rocas de la Subcuenca de Cundinamarca - Boyacá

En jurisdicción de los municipios de Paipa y Firavitoba, afloran en pequeñas zonas rocas de composición andesítica de edad Terciario-Cretácica. Cerca al municipio de Pajarito aflora un apófisis de lamprófito, que intruye una pequeña área de las Lutitas de Macanal y se ha denominado el cuerpo ígneo de Pajarito. En el municipio de La Victoria, se presenta en un área muy pequeña la intrusión La Corona de composición básica, tipo gabro, estos dos últimos materiales son de edad Cretácico Inferior.

La sedimentación predominó durante el Mesozoico; en la mayor parte del área del departamento, el vulcanismo tiene poca importancia. Los materiales del Triásico - Jurásico son en buena parte detríticos, los del Cretácico son típicamente marinos y sin influencia volcánica. Durante el Mesozoico Superior del período Cretácico el mar penetró en el área de la cordillera Oriental desde el Sudoeste del Pacífico hasta unirse con las aguas del mar Caribe alcanzando la máxima extensión del mar Miogeosinclinal; con el tiempo fue perdiendo profundidad, dando lugar a las facies continentales, con acumulación de mantos de carbón; durante el Cretácico no hubo plegamientos de gran significancia, sino inconformidades menores entre las rocas Cretácicas y Terciarias.

Las rocas sedimentarias del Cretácico dominan la geología del departamento, principalmente las lutitas y areniscas; las demás (como calizas y liditas) se presentan en pequeños sectores.

La sedimentación Terciaria presenta dos facies bien definidas: una predominantemente marina y otra continental; la continental se sitúa en los valles interandinos de la cordillera Oriental ocupando por lo general una posición sinclinal, la marina del Paleoceno y Eoceno del Terciario Inferior es producto de la continuación de la regresión del mar Miogeosinclinal y el desarrollo de la acumulación de sedimentos, material detrítico y sedimentos de carbón.

Durante el Terciario Superior en los períodos Oligoceno, Mioceno y Plioceno continúa la sedimentación, se inicia la orogenia Andina en el Mioceno y con ella el plegamiento a lo largo del Miogeosinclinal y la generación de fallas inversas y de rumbo; de este período son los bancos de mineral de hierro y yeso de las regiones de Tunja, Sogamoso y Paz de Río.

La sedimentación de este ciclo corresponde a la Facies continental de gran complejidad, siendo fuertemente erosionadas las formaciones no consolidadas del Terciario de origen anterior y posterior al plegamiento Andino; estos materiales fueron transportados a los sistemas hidrológicos de los ríos Magdalena y Orinoco. Los depósitos cuaternarios están formados principalmente de material molásico del Mesozoico en las áreas de los valles y abanicos aluviales formando terrazas, mesas y cuevas; estas formas del Cuaternario continental en Boyacá fueron fuertemente modificadas por las glaciaciones especialmente en la Sierra Nevada del Güicán.

Las rocas sedimentarias ocupan la gran mayoría del territorio de Boyacá, especialmente las zonas más pobladas y desarrolladas. En el valle medio del Magdalena se encuentran areniscas blanco-amarillentas y lodolitas gris-verdosas del Cretácico Medio; areniscas cuarzosas, lodolitas silíceas, lutitas, shales, limolitas grises oscuras y bancos de calizas del Cretácico Superior; cuarzo - arenitas con capas de lodolitas rojizas, arenitas feldespáticas y

carbón del Cretácico Superior - Paleógeno; conglomerados líticos con troncos silicificados, piroclastitas, areniscas tobáceas y conglomeráticas y lodolitas blancas del Neógeno.

En la cordillera Oriental se encuentran rocas sedimentarias como conglomerados y areniscas cuarzosas con niveles de lodolitas arenosas y calcáreas, lutitas oscuras, calizas grises y rojizas del Paleozoico Superior; areniscas cuarzosas, líticas y feldespáticas, conglomerados, lutitas y limolitas rojas del Jurásico; lodolitas con intercalaciones de arenitas cuarzosas y calizas, conglomerados con cantos de arenitas, cuarcitas, limolitas y filitas en matriz arenosa del Cretácico Inferior; calizas arcillosas con intercalaciones finas de shales del Cretácico Inferior - superior; lutitas y arcillolitas limosas con nódulos ferruginosos e intercalaciones de areniscas arcillosas, bancos de calizas y horizontes de carbón, margas arenosas y limolitas calcáreas y silíceas del Cretácico Superior; lutitas con intercalaciones de areniscas y capas de carbón, arcillolitas con intercalaciones de cuarzoarenitas, limolitas con concreciones arenosas, mantos de carbón e intercalaciones de conglomerados o Areniscas blancas del Cretácico Superior - Paleógeno; lodolitas grises alternadas con areniscas y capas de carbón, areniscas alternadas con lodolitas y carbones, cuarzoarenitas y arenitas conglomeráticas intercaladas con arcillolitas del Paleógeno; areniscas amarillas con intercalación de conglomerados y arcillolitas, arcillolitas rojizas y azulosas con conglomerados líticos del Neógeno; arenas, areniscas y conglomerados con intercalaciones de arcillolitas del Neógeno - Cuaternario.

Los depósitos sedimentarios compuestos principalmente por gravas, arenas y arcillas forman abanicos aluviales, depósitos coluviales y aluviones recientes distribuidos por todo el departamento en los valles de los ríos, lagos, antiguos depósitos glaciares y en los sitios donde se presentan acumulaciones de materiales originados en derrumbes y flujos de lodo y rocas.

La geología sedimentaria posterior al Paleozoico tuvo diferentes etapas que se irán tratando a continuación, conjuntamente con la relación de las rocas de cada período.

2.1.8.9 Rocas del Triásico - Jurásico

La sedimentación de este período se caracterizó por la acumulación de gruesas secuencias continentales con predominio de capas detríticas rojas hubo pequeñas transgresiones marinas en regiones de la cordillera Oriental y el valle del Magdalena.

2.1.8.9.1 Unidades volcánico - sedimentarias del Triásico - Jurásico

De este tipo hay sólo una unidad en Boyacá, la Formación Girón (Jg) constituida por una secuencia de rocas volcánicas, lavas y piroclastitas con intercalaciones sedimentarias de extensión y espesor variables.

2.1.8.9.2 Unidades continentales del Jurásico

Rocas constituidas por areniscas cuarzosas, líticas y feldespáticas, conglomerados, lutitas y limolitas rojas y ocasionales niveles calcáreos y piroclásticos. Están representadas en Boyacá por las formaciones La Rusia, Palermo, Montebel y Arcabuco; estas formaciones se han constituido por acumulación en ambientes fluviales, subaéreos con influencias salobres y marinas de tipo paralítico y litoral.

2.1.8.9.3 Unidades Marinas del Jurásico

Representadas en Boyacá por la formación Batá (Jb) que se encuentra en un sector angosto del municipio de Santa María; está compuesta de conglomerados, limolitas, areniscas violeta verdoso y gris claro en las partes basal y media, en la superior hay conglomerados finos, areniscas y lutitas grises con niveles fosilíferos.

2.1.8.9.4 Rocas del Cretácico

Este período se caracteriza por las rocas sedimentarias marinas ocupando extensas zonas a lo largo de la cordillera Oriental, especialmente en su región central (Cundinamarca-Boyacá) y en la serranía del Perijá. Según Etayo, (1969), el avance marino correspondió a un solo ciclo que culminó a finales del Cretácico e inicios del Terciario sin fases progresivas, salvo muy localizadas. Las rocas de este período se formaron en un ambiente tropical evidente por las fosforitas, los sedimentos clásticos y la flora presente.

2.1.8.9.4.1 Unidades marinas del Cretácico Inferior

Estos materiales afloran en las cuencas de Boyacá - Cundinamarca, el macizo de Santander y el flanco Oriental de la cordillera Oriental. Están constituidas por lodolitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas finas, de color gris oscuro y niveles de calizas, conglomerados con cantos de arenitas, cuarcitas, limolitas y filitas de matriz arenosa micríticas de color gris oscuro. En el departamento están representadas por los grupos Cáqueza y La Palma, las formaciones Cumbre, Ritoque, Los Medios, Rosablanca, Tibasosa, Fómeque, Paja y San Gil Inferior y Superior.

2.1.8.9.4.2 Unidades marinas del Cretácico Inferior - Superior

Afloramientos de estas unidades se localizan en la cuenca de Cundinamarca - Boyacá constituidas por calizas arcillosas gris oscuras con intercalaciones finas de shale oscuro y calcáreo, bancos gruesos de cuarzoarenitas grises y blancas de grano fino a grueso, micáceas con concreciones calcáreas y limolitas calcáreas y silíceas, areniscas calcáreas y capas de carbón. Están representados en Boyacá por las formaciones Une o Aguardiente, las Areniscas de Chiquinquirá y los grupos Churuvita y Guaguaquí.

2.1.8.9.4.3 Unidades marinas del Cretácico Superior

Los sedimentos del Cretácico Superior que afloran en la cuenca de Boyacá - Cundinamarca están constituidos por lutitas y arcillolitas limosas grises a negras con nódulos ferruginosos e intercalaciones de areniscas arcillosas finas, bancos de calizas, areniscas y calizas arenosas, carbón en la parte media, margas arenosas, limolitas calcáreas y silíceas grises a negras, con concreciones calcáreas y cuarzosas finas y bancos de arcillolitas con nódulos fosfáticos; están representadas en Boyacá por las formaciones Simijaca y Chipaque y los Grupos Palmichal, Guadalupe y Olini.

2.1.8.9.4.4 Unidades transicionales del Cretácico Superior - Paleógeno

De este período se presentan unidades constituidas por cuarzoarenitas con capas de lodolitas rojizas alternando con capas de arenitas feldespáticas, carbón, arcillolitas rojizas, areniscas finas grises y arcillolitas arenosas. Están representadas en Boyacá por la Formación

Guaduas conformada por arcillolitas y arcillas abigarradas intercaladas de areniscas y mantos frecuentes de carbón; se encuentra en vastas extensiones del Centro, Oriente y Norte de Boyacá en las provincias de Márquez, Centro, Sugamuxi, Valderrama, Tundama, Norte y Gutiérrez.

2.1.8.9.5 Rocas del Paleógeno - Neógeno

La sedimentación del Terciario, se caracterizó por la depositación de secuencias conglomeráticas y arenaceas las cuales reflejan los movimientos tectónicos y orogénicos que ocasionaron el levantamiento de bloques que dividieron la cordillera Oriental en varias cuencas.

2.1.8.9.5.1 Unidades marinas del Paleógeno

En Boyacá aparecen sólo dos unidades de sedimentación de origen marino en este período, en pequeñas zonas del Norte y Oriente, compuestas por lodolitas grises con areniscas y capas de carbón; son las formaciones Carbonera y San Fernando.

2.1.8.9.5.2 Unidades transicionales del Paleógeno

Estas unidades aparecen en las diferentes cuencas de la cordillera Oriental y en la del Catatumbo, representadas por las formaciones Barco y los Cuervos compuestas por areniscas con estratificación cruzada, alternancia de areniscas, lodolitas y carbones; en la cuenca de Cundinamarca - Boyacá se presentan las formaciones San Juan de Rioseco y Concentración y, en la cuenca del Piedemonte Llanero, las formaciones arcillas y areniscas del Limbo.

2.1.8.9.5.3 Unidades Continentales del Paleógeno

Están localizadas a lo largo de la cordillera Oriental en las cuencas del Putumayo, Cundinamarca - Boyacá, Catatumbo y La Macarena. En la cuenca del Catatumbo están formadas por cuarzoarenitas y arenitas conglomeráticas representadas por la formación Mirador; en la subcuenca de Cundinamarca tienen además un componente arcillolítico importante en algunas unidades; se encuentran en Boyacá las unidades arenisca de El Cacho, Bogotá y La Regadera; en la subcuenca de Boyacá están las formaciones de Socha y Picacho.

2.1.8.9.5.4 Unidades Marinas del Neógeno

En la cuenca del Piedemonte Llanero afloran areniscas amarillas con intercalaciones de conglomerados y arcillolitas de este período originadas por sedimentación de carácter marino que han sido nombradas como formación Diablo; se manifiestan al Oriente, límites con Casanare en los municipios de San Luis de Gaceno y Paya.

2.1.8.9.5.5 Unidades de Piroclastitas del Neógeno

Estas unidades se encuentran en el valle del Magdalena, constituidas por rocas volcánicas de facies proximales y distales, piroclastitas, flujos de lodo y escombros, epiclastitas y materiales de ambiente fluvial; en Boyacá pertenece a este grupo la formación Mesa que se encuentra en vastas zonas del municipio de Puerto Boyacá.

2.1.8.9.5.6 Unidades continentales del Neógeno - Cuaternario.

Constituidas por arenas y arcillas están representadas en la subcuenca de Cundinamarca por la formación Tilatá y, en la cuenca del Piedemonte Llanero, por la formación Corneta.

2.1.8.9.5.7 Unidades transicionales del Neógeno - Cuaternario.

En la subcuenca del Piedemonte Llanero afloran areniscas y conglomerados con intercalaciones de arcillolitas denominadas formación Paja, la cual se presenta al Oriente de Boyacá, en un vasto sector de los municipios de San Luis de Gaceno y Santa María.

2.1.8.9.6 *Unidades del Cuaternario*

Durante este período la geología se ha caracterizado por fenómenos de movimientos en masa de carácter local y por depositación de sedimentos en los valles de los ríos Magdalena, Arauca, Upía, Chicamocha, Suarez y otros intercordilleranos.

2.1.8.9.6.1 Unidades continentales del Cuaternario.

Unidades compuestas por abanicos aluviales y flujos de lodo, se presentan en todo Boyacá en los valles de los ríos y en los grandes derrumbes que han sucedido en la cordillera formando glaciares; algunas cabeceras municipales como Gámeza, Monguí, Tópaga, Tasco, Busbanzá, Socotá, Jericó, Sativanorte, Sativasur, Güicán, Chiscas, Labranzagrande, Almeida, Tibirita, Pachavita, Santa Sofía, Coper y Muzo están asentadas en ellas.

2.1.8.9.6.2 Unidades con depósitos aluviales.

En estas unidades se encuentran ciudades y poblaciones importantes como Tunja, Duitama, Sogamoso, Chiquinquirá, Puerto Boyacá, Paipa, Samacá, Firavitoba, Arcabuco, Tibasosa, Saboyá, Moniquirá, La Capilla, Iza, Aquitania, Nobsa, Cerinza, Santa Rosa de Viterbo, Belén, Pauna, Caldas y Cubará.

2.1.8.9.6.3 Unidades de terrazas aluviales

Constituidas por gravas y arenas, algunas unidades han sido afectadas por la actividad tectónica. En Boyacá se presentan varios sectores en las orillas de los ríos, cuyo cauce discurre por zonas planas y anchas de pendientes bajas; en estas terrazas se encuentran las cabeceras municipales de San Luis de Gaceno, Pajarito y Santa María.

2.1.9 Geología Económica

El departamento de Boyacá cuenta con numerosas fuentes de recursos minerales metálicos y no metálicos, de gran importancia para el desarrollo del departamento, son muy apetecidos por su abundancia y calidad.

2.1.9.1 Metales y Piedras Preciosas

• Cobre

Se han explotado desde comienzos del siglo pasado varios filones de cobre en Gachantivá y Moniquirá y se han reportado manifestaciones en los municipios de Duitama, Paipa y Tunja

(Wokitel, 1957). El mineral primario de cobre se presenta como calcopirita y calcosina y, como minerales secundarios, los carbonatos de cobre, azurita y malaquita; generalmente, se encuentra relleno de grietas y fisuras en calizas de la formación Rosablanca. Las mineralizaciones hidrotermales y de reemplazamiento forman la ganga que consta de calcita, cuarzo y siderita.

• Plomo y Zinc

Las mineralizaciones de plomo y zinc se encuentran relleno de fracturas o cavidades en tenores de 8% para plomo y 10% para zinc. Las principales localidades donde se han reportado mineralizaciones son Togui, Gachantivá y La Paz, asociadas a la Formación Rosablanca; en Tiribita y Otanche, a la formación Paja; en Nobsa, a la formación Fómeque; en Güicán, Soatá, Tipacoque, Chiscas y La Uvita a la Formación Capacho; las mineralizaciones en formaciones arenosas, se encuentran en Villa de Leyva y Tunja asociadas a la formación Arcabuco; en Zetaquirá, a la Formación Une; en Soatá asociada a la Formación Aguardiente; en Tunja a la Formación Churuvita y en Paipa al Grupo Guadalupe.

• Hierro

Los principales yacimientos de hierro para la Industria del Acero se presentan como limolita, hematita y siderita (hierro oolítico), se encuentran asociados a rocas sedimentarias del terciario superior y, en algunos lugares, a las areniscas del Grupo Cáqueza del Cretácico inferior, principalmente areniscas y arcillolitas pertenecientes a la Formación Concentración. Los yacimientos de mayor interés se encuentran en los municipios de Paz de Río, Belencito, Socha, Sativanorte, Beteiteba, Tasco, Boavita, Jericó, San Mateo, Tuta, Sabanalarga, San Eduardo y Villa de Leyva. Los yacimientos de Belencito y Paz de Río constituyen los centros de abastecimiento de la materia prima para la siderúrgica de Belencito y se explota desde 1954.

• Piedras Preciosas o Gemas (Esmeraldas)

Las esmeraldas constituyen una de las principales fuentes de riqueza en el departamento y se encuentran distribuidas en dos cinturones estrechos localizados uno por el sector occidental y otro por el sector oriental separados entre sí por unos 110 k. El cinturón occidental comprende los yacimientos de los municipios de Muzo, Coscuéz y Otanche, la Calichona y Pénjamo asociados a los shales negros de la Formación Paja y los yacimientos de Peñas Blancas, localizadas en el municipio de Borbur, relacionados las arcillolitas negras y rocas calcáreas de la Formación Rosablanca. El cinturón Esmeraldífero Oriental, incluye los Municipios de Almeida, y Macanal, asociados a las lodolitas negras de la formación lutitas de Macanal y los municipios de Chivor y Somondoco, asociados a la formación Areniscas de la Juntas.

2.1.9.2 Minerales Industriales

Otro de los renglones importantes de aprovechamiento de recursos minerales, lo constituyen las calizas, fosfatos, yesos, caolines, sal, fluorita, dolomita y travertinos. En el departamento se le ha dado gran importancia a la exploración, estudio y explotación de este tipo de minerales industriales porque constituyen el principal motor impulsor del desarrollo de muchos de los municipios del departamento, por su bajo costo, facilidad de explotación, excelente calidad de los materiales y la facilidad de transporte.

• Arcillas y Caolines

La explotación de las arcillas y caolines de buena calidad, constituyen un importante renglón para la industria de la cerámica en Boyacá, en la fabricación de vajillas, porcelanas sanitarias, elementos eléctricos y pisos. Estas arcillas están asociadas a las formaciones: La Cumbre, Tilatá, Bogotá, Socha y Guaduas.

• Evaporitas (Yesos y sal)

La mayoría de los depósitos evaporíticos, existentes en el departamento (yesos y sal) corresponden a yacimientos de origen marino del cretácico (Turoniano). Las principales fuentes saladas con potenciales yacimientos explotables de sal se encuentran en Somondoco, Gámeza, Mongua, Pajarito, Guateque, Sáchica, Santa Sofía, Villa de Leyva, Paipa, Sogamoso, Duitama y Monguí.

Los yesos en el departamento ofrecen buenas perspectivas de explotación, por su calidad, pero generalmente se presentan como lentejones dentro de las lutitas negras, lo cual dificulta su explotación por el exceso de sedimentos hacia los cauces y el enorme impacto ambiental que se genera al tener que remover grandes volúmenes de material estéril. El yeso que se explota en Boyacá proviene de tres tipos de depósitos: el primero por evaporación del agua de mar, el segundo por reacción del ácido sulfúrico y secuencias calcáreas y el tercero por precipitación de sulfato, al paso por secuencias yesíferas. Los más abundantes son los de origen marino que se explotan en los municipios de Páez, Macanal, Belén, Villa de Leyva, Pauna, Sutamarchán y Sáchica, donde se explota en forma de selenita intercalada dentro de la Formación Paja.

• Travertinos

La explotación de travertinos, se corta en bloques de 2 a 4m y luego en láminas delgadas para ser utilizados como enchapes y enlucidos de fachadas; las áreas fuente se encuentran en: Villa de Leyva, Firavitoba y Tibasossa y provienen de la formación del mismo nombre.

• Fosfatos y Fluorita

La principal fuente de los depósitos de fosfatos que se explota en Boyacá provienen de la roca fosfórica de Pesca, Gámeza, Sogamoso, Tunja, Sotaquirá y Guachetá, donde se encuentran capas de diferentes espesores que oscilan entre 0.20 y 1.20 m. Generalmente, se asocian a la Formación Plaeners del Grupo Guadalupe del Cretácico superior; dichos yacimientos se extienden a lo largo de un cinturón por la cordillera Oriental desde Venezuela y se prolonga, hasta el Ecuador. La importancia de estos depósitos radica en su uso para fertilizar los suelos, por ser la fuente del fósforo. También se reportan depósitos de fluorita asociados a los yacimientos de esmeraldas en el municipio de Muzo, Boyacá.

2.1.9.3 Minerales Energéticos

• Carbones

En Boyacá, son importantes los yacimientos minerales energéticos tales como: carbón, petróleo y gas natural, siendo la fuente que mueven la industria actual. Los yacimientos de carbón constituyen una de las materias primas para la siderúrgica, ya que de allí se deriva el coque utilizado en la fabricación del acero, que conforma una parte importante de los

ingresos del departamento. Las reservas probadas de carbón en Boyacá, oscilan alrededor de las 1000 millones de toneladas métricas de las cuales se explotan actualmente entre 1,2 y 1.8 millones, utilizadas en la industria siderúrgica, en la generación de electricidad en las centrales térmicas y como excedentes para la exportación. Las áreas donde se encuentran localizadas las cuencas carboníferas, están sobre el Altiplano Cundiboyacense, formando cinturones elongados en dirección N15-25E. Se destacan las áreas de las subcuencas de Murca- Paz de Río –Sogamoso - Jericó, el cinturón de Tunja - Duitama- Paipa, la franja de Suesca -Albarracín y la franja del occidente de Boyacá entre Muzo y Puerto Boyacá. La mayor parte de los carbones están asociados a las formaciones Guaduas (parte media e inferior) y Socha Superior, con edades del Cretácico Superior y Paleoceno.

• Hidrocarburos

De acuerdo con la distribución de los diferentes bloques tectónicos y las subcuencas sedimentarias, se reconocen diversas unidades que por sus características litológicas, estructurales y composicionales, se pueden considerar como fuentes potenciales de hidrocarburos en el departamento de Boyacá. Los yacimientos asociados a las Subcuencas del occidente hacia el Valle Medio del Magdalena, (campos de Velázquez y Palagua) y sobre la subcuenca central de la cordillera Oriental, donde existen algunos prospectos importantes y la subcuenca del Piedemonte Llanero, donde se exploran algunas áreas bastante promisorias próximas a los grandes campos (Caño Limón, Cusiana y Cupiagua) existentes en explotación en los departamento vecinos de Casanare y Arauca. De acuerdo con el conocimiento actual, se puede inferir un sistema petrolífero conocido como (Chipaque Inferior- Picacho) y otros hipotéticos como (Chipaque Inferior- Une, Chipaque Inferior- Arenisca Dura, Conejo – Tilatá). Yacimientos de gas en cantidades económicamente explotables no se han encontrado en el departamento de Boyacá, pero se explora un bloque entre Duitama y Paz de Río, para verificar su existencia.

2.1.9.4 Materiales de Construcción

Dentro de estos materiales se encuentran las arcillas para ladrillos y tejas, las arenas y gravas para los morteros utilizados en construcción y las calizas para la industria del cemento y la elaboración de la cal agrícola. También se le utiliza en la fabricación de pisos cerámicos. Los mayores yacimientos de calizas se encuentran asociados a las formaciones: Rosablanca, como los que se encuentran en Gachantivá – Los Naranjos; en el bloque Tibasosa, se hallan calizas con espesores de 8 a 10m y en Nobsa aflora un banco a lo largo de la serranía que bordea el valle del río Chicamocha; también existen las calizas asociadas a la formación Tablazo de edad cretácica expuestas a lo largo de la carretera Barbosa-Moniquirá, donde se presentan bancos con espesores entre 1.20 y 13 m.

Las arenas y piedras ornamentales, también son abundantes en el Boyacá y son utilizadas para diferentes propósitos, desde arenas para preparación de morteros y hormigones para la construcción, hasta agregados para base, subbase y afirmados de vías, construcción de presas de tierra, muros de contención, gaviones y en obras civiles, construcción de viviendas e instalaciones industriales. Las principales fuentes para estos materiales provienen de las unidades arenosas pertenecientes al Grupo Guadalupe representadas por las formaciones: El Limbo y la Arenisca Tierna, Labor, Dura del Cretácico.

2.2 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es el estudio de las formas del relieve de la superficie terrestre; su utilización práctica permite la descripción y análisis de las formas y evolución del relieve estudiando los procesos del modelado. Tiene gran importancia en los estudios de suelos por la estrecha relación existente entre la génesis de las unidades geomorfológicas y edáficas. La geomorfología interviene en todas las etapas de los levantamientos de suelos, desde la fase de fotointerpretación, hasta el mapeo de campo e interpretación de la génesis y evolución de los suelos en cada una de las regiones y/o departamentos del país.

Para el estudio, descripción y clasificación de las unidades geomorfológicas de Boyacá, se utilizó el sistema geomorfológico taxonómico multicategorico Jerarquizado de (Zinck, 1987), para efectuar la clasificación de las geoformas basados en atributos cualitativos y cuantitativos, aplicables a la topografía y geomorfología del departamento de Boyacá. El sistema consta de seis categorías, que van aumentando el nivel de detalle, desde lo más general en la primera, hasta el mayor detalle en esta última; para el presente estudio y debido a su carácter general, se utilizó la primera categoría (Figura 8).

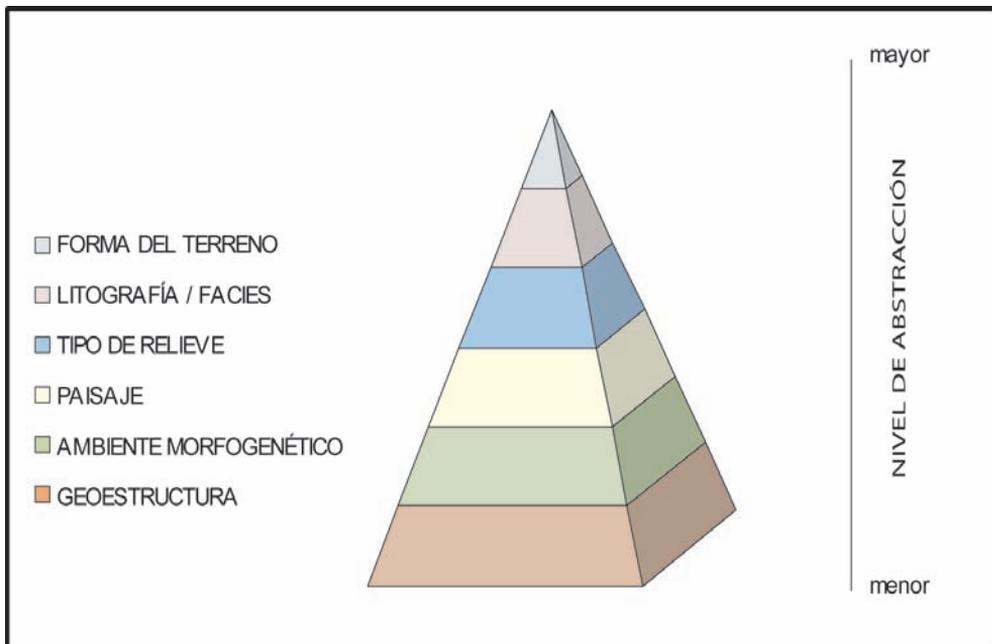


FIGURA 8. Esquema jerárquico y multi-categorico del sistema geomorfológico aplicado a suelos (Zinck, 1987).

Las características geomorfológicas del departamento de Boyacá, están directamente relacionadas con el origen y evolución de la cordillera Oriental, en la cual se han presentado diferentes procesos y eventos de carácter tectónico, estratigráfico, estructural, denudacional, glacial y agradacional, responsables de la configuración de las distintas geoformas que se han modelado sobre la superficie terrestre del departamento, a lo largo del tiempo geológico, desde el Paleozoico hasta el presente.

Los eventos más importantes que se han presentado en la región, están relacionados con la ocurrencia de la Orogenia Andina, responsable del levantamiento de la cordillera Oriental en el Terciario Superior (Mioceno); este episodio generó varios bloques tectónicos que, a su vez, le dieron la configuración al territorio actual, con varias subcuencas que fueron afectadas por fenómenos orogénicos y tectónicos del pasado, como por los posteriores al propio evento orogénico principal que dio origen a la cordillera Oriental. Entre los fenómenos previos a la orogenia Andina, se encuentran la transgresión del océano Pacífico hacia el mar Caribe, ocurrida en el período Cretácico Superior y los eventos posteriores tuvieron que ver con la continua actividad tectónica de la cordillera Oriental y los cambios climáticos, que dieron origen a las glaciaciones ocurridas durante el Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno).

2.2.1 Principales Paisajes Geomorfológicos de Boyacá

La localización geográfica del departamento de Boyacá está ocupando el eje y parte de los flancos de la cordillera Oriental y, dada la configuración geológica y climática, se destacan los paisajes de Montaña, Lomerío, Altiplanicie, Piedemonte, Planicie y Valles aluviales. Desde el punto de vista morfogénico se identifican, en jurisdicción del departamento de Boyacá, geoformas de diversos orígenes tales como: las de origen glacial con nieves perpetuas que ocupan la cima de las áreas montañosas sobre la Sierra Nevada del Cocuy, las geoformas representativas de los ambientes morfoestructurales-denudacionales de alta montaña; lomas y colinas asociadas al paisaje de lomerío, las geoformas fluvio -coluviales y fluviales asociadas a los piedemontes, planicies aluviales y lacustres, como también los abanicos y terrazas asociadas a los valles intramontanos.

Entre los principales ambientes morfogénicos se destacan los siguientes: glacial-periglacial, fluvial, coluvio-aluvial, dedunacional, estructural-denudacional y lacustre. También se han reconocido diferentes tipos de relieve, asociados a cada uno de los paisajes y ambientes morfogénicos existentes en el departamento de Boyacá.

Los paisajes y tipos de relieve que se han representado en el mapa geomorfológico, fueron delineados a partir de la interpretación de Mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM, Radar y fotografías aéreas. Estas últimas, fueron utilizadas durante las fases del levantamiento del mapa de suelos del departamento de Boyacá. Los datos geomorfológicos interpretados a partir de las imágenes antes mencionadas, fueron transferidos a un mapa base de escala (1:500.000) y a partir de allí, se ha reducido a la escala 1:1.500.000 para esta publicación.

2.2.1.1 Paisaje de Montaña

La mayor parte de los paisajes existentes en de Boyacá, corresponden al paisaje de montaña producto de los procesos orogénicos ocurridos en la cordillera Oriental durante el terciario superior (Plioceno), donde se destacan los relieves estructurales, plegados y fallados, muy disectados, abruptos y escarpados, con ríos que cortan y forman profundos cañones y valles estrechos, que cruzan al departamento en diferentes direcciones (Chicamocha, Minero, Garagoa, Lengupá, Suárez y Upía).

Basados en la localización geográfica y dada la compleja configuración geológica, climática y distribución de las diferentes geoformas, se propone una primera sectorización del departamento, dividiendo el territorio según la conformación de los paisajes geomorfológicos (montaña, lomerío, piedemonte, planicie y valle) y sus respectivos tipos

de relieves tales como abombamientos anticlinales, depresiones sinclinales, secuencias homoclinales, espinazos, cuestras, crestas ramificadas, lomas, colinas, abanicos, terrazas, etc., asociados a cada una de los ambientes morfoestructurales (estructural, denudacional, glacial, fluvial y lacustre), los cuales son comunes en las diferentes provincias del departamento.

La mayoría de las unidades geomorfológicas identificadas corresponden con geoformas de origen estructural denudacional, desarrolladas principalmente sobre rocas sedimentarias de ambiente marino y continental, plegadas y falladas. Gran parte de estas unidades pertenecen a los ambientes morfoestructural y estructural - denudacional y ocupan una parte importante de las zonas montañosas. Se encuentran asociadas a las zonas del oeste y incluyen la Serranía de las Quinchas, la cuenca plegada del río Minero, las Cuchillas Tres Zarzos, las áreas estructurales de Ricaurte y Serranía de Marchán, la Provincia Estructural-Denudacional de Arcabuco, el área del Macizo de Floresta, los Páramos de Guantiva y Rabanal, como también las geoformas de carácter estructural- denudacional de la conocida "Altiplanicie Central de Boyacá" y la Provincia Morfoestructural del Guavio y Lengupá.

La serranía estructural denudacional de las Quinchas, hace parte de una zona montañosa quebrada, plegada y fallada, que separa el Valle del Magdalena, (Territorio de Vásquez), de la cuenca del río Minero, sobre la cordillera Oriental; presenta alturas que oscilan entre 200 y 1500 m.s.n.m.; esta zona tiene un clima que varía de cálido a medio muy húmedo y tiene un paisaje de montaña, con relieve quebrado y escarpado. La zona más representativa, se encuentra entre los municipios de Puerto Boyacá y la zona esmeraldífera de Boyacá, a la altura del municipio de Otanche, donde se encuentra la subcuenca plegada y fallada del río Minero; presenta un paisaje montañoso muy disectado con profundos cañones por los que corre el río Minero y sus afluentes Ibacapí, Guazo y la Quebrada El Cobre.

Esta subcuenca, está atravesada en sentido Noreste-Suroeste por los sistemas de fallas de las quebradas Cunchala, Betania, Chirche, La Salina, La Victoria y Guaquimay; algunas de ellas interconectadas por fallas transversales como la de Itoco. El relieve presenta alturas desde 300 m hasta 2000 m.s.n.m., un clima cálido húmedo y medio muy húmedo, entre la serranía de las Quinchas y las Cuchillas de Peñas Blancas, Cajetas y Tres Zarzos. Son frecuentes algunas superficies de tipo glacis, con pendientes moderadas, sobre las cuales se asientan las cabeceras municipales de los municipios de Muzo, Coper, Pauna, Tununguá, Maripí, La Victoria, Quípama y Briceño.

Las áreas montañosas de las sierras y cuchillas de origen estructural de Tres Zarzos, Cajetas y Peñas Blancas, están caracterizadas por presentar una serie de serranías, con alturas que oscilan entre 2000 y 3500 m.s.n.m., con clima variable frío, muy frío y muy húmedo; presenta un paisaje de montaña, con relieves de origen estructural muy quebrado y escarpado, con cimas abruptas e inestables (son muy frecuentes los derrumbes), que han ocasionado la formación de glacis coluvial de tamaños variables y con pendientes moderadas en la vertiente Occidental. Sobre la ladera oriental, se presentan alturas que oscilan entre 2550 y 3500 m.s.n.m., con clima frío y muy frío, muy húmedo, que se prolonga hasta el valle del río Suárez y la depresión de la planicie lagunar de Fúquene. Este sector, tiene relieve más suave que el occidental, se destacan los relieves ondulados y ligeramente quebrados, con lomas alargadas que se prolongan hacia el valle del río Suárez y la planicie fluvio-lacustre de Fúquene. La zona montañosa está comprendida entre las cabeceras municipales de Buenavista, Saboyá y las partes altas de los municipios de Chiquinquirá y Caldas.

Otra zona montañosa de carácter estructural-denudacional, se encuentra localizada en los sectores de Arcabuco, Macizo de Floresta y Páramo de Guantiva; corresponde a una franja conformada por geoformas de origen estructural, entre las que sobresalen los abombamientos de los anticlinales de Oiba, Sutamarchán y Arcabuco; se destacan también los núcleos de los macizos denudacionales de Floresta y el Páramo de Guantiva, donde se encuentran evidencias de antiguos fenómenos de glaciación que labraron profundos valles en U, por donde se desplazaron los glaciares en dirección a la cuenca oriental del Cañón del río Chicamocha; allí predominan las rocas sedimentarias más recientes y menos afectadas por la acción de las glaciaciones, hacia el sur del río Arcabuco y continúa hacia la cuchilla de Morro Negro en los alrededores de Tunja y hacia el páramo de Rabanal, en los límites con el departamento de Cundinamarca. Estas montañas están constituidas por rocas sedimentarias de edad más joven que las anteriores y presentan diferencias menores de altura, entre 2600 a 3800 m.s.n.m. en la primera y hasta los 3500 m.s.n.m., en el segundo; presenta un clima frío y muy frío húmedo, hacia las estribaciones que limitan por el suroriente, con la altiplanicie central de Boyacá.

Ocupando las máximas alturas de las cumbres andinas sobre la cordillera Oriental, se encuentra los paisajes de alta montaña, con predominio de geoformas estructurales-denudacionales de relieves muy escarpados, pertenecientes a la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán; sobre la cual se encuentra la mayor altura del departamento (5490 m.s.n.m) y su cima está cubierta por casquetes glaciares, localizados sobre el eje de la cordillera Oriental (al Norte del departamento de Boyacá) y se prolonga hacia las cimas y crestas de los Páramos de la Rusia y El Carrizal. La Sierra Nevada del Cocuy, constituye la principal divisoria de las aguas, entre el Valle del Magdalena y los Llanos Orientales. Allí se presentan algunos de los puntos más altos sobre la Sierra, que se alcanza en el pico de Ritacuba Negro (5494 m.s.n.m.), considerado como el punto más alto del departamento y en particular de la cordillera Oriental.

La Sierra Nevada de El Cocuy posee el área nevada más grande del país, donde se conservan los casquetes glaciares en forma continua (2.5 km), actualmente en franco retroceso por encima de los 4700 m.s.n.m. Estos casquetes glaciares, fueron los responsables del modelado de las principales geoformas de origen glaciar que actualmente ocupan los relieves montañosos en las partes altas, por encima de los 2500 m.s.n.m. (Flórez, 2003), dando lugar a la formación de circos glaciales, valles en U, lagunas glaciares no tan profundas y ocupando las partes bajas, planas y estrechas, formando valles estrechos y alargados por los cuales discurren actualmente los ríos que nacen sobre la sierra y fluyen al oriente hacia los Llanos Orientales conformando la cuenca del río Orinoco y hacia el occidente, la cuenca del río Chicamocha (Figura 9).

Se incluye, dentro de este sector del paisaje montañoso, una parte del Cañón del río Chicamocha, con alturas que oscilan entre 500 y 5380 m.s.n.m., de clima muy variable que cambia, desde cálido medio y frío seco en el cañón del Chicamocha, hasta frío húmedo al suroccidente; muy frío y muy húmedo, hasta extremadamente frío e incluso hasta subnival y nival, sobre la cima de la Sierra Nevada de El Cocuy, contrastando con el clima cálido muy húmedo, frío y medio pluvial hacia el norte, en los límites con el departamento de norte de Santander y el cálido, medio y frío muy húmedos hacia el Oriente, sobre las estribaciones de la cordillera Oriental. También es importante destacar la zona montañosa de carácter morfo-estructural en las provincias de El Guavio y Lengupá. Esta provincia, está dividida en tres sectores, la parte suroccidental alta, comprendida entre la altiplanicie central de Boyacá



FIGURA 9. Maqueta del Parque Central de Güicán (R. Alvarez B, 2000).

y el extremo oriental del Embalse de Chivor; incluye las provincias de Oriente y Neira, más conocidas como Valle de Tenza el cual presenta un relieve montañoso, quebrado y escarpado, con alturas entre los 1300 y 3400 m.s.n.m.; están parcialmente cubiertas, con depósitos aluviales discontinuos, a lo largo del río Garagoa y sus afluentes. Esta parte del departamento, presenta un clima frío seco al norte, frío y muy frío húmedo, hacia la parte central, frío y muy frío pluvial, en jurisdicción del municipio de Rondón y medio húmedo hacia el sector sur.

La parte más nororiental está comprendida entre la parte alta de la provincia de Lengupá, situada entre 800 y 3800 m.s.n.m., con un clima que varía desde cálido hasta muy frío, muy húmedo y pluvial. Presenta un relieve similar a la provincia anterior, pero sin los depósitos aluviales discontinuos, que son reemplazados por el valle del río Lengupá, cuyo relieve es plano y ondulado. La parte baja, comprende casi todo el municipio de San Luis de Gaceno y una parte de Santa María; esta parte se caracteriza por un relieve quebrado a fuertemente ondulado, con alturas entre 500 a 1300 m.s.n.m y un clima cálido muy húmedo. Esta porción ya hace parte de las estribaciones de la cordillera Oriental, está compuesta por rocas sedimentarias del Cretácico superior y Terciario, parcialmente cubiertas por depósitos no consolidados del Cuaternario. Esta provincia está enmarcada entre las estribaciones de las cuchillas Calichana y San Agustín, cortadas por los valles de los ríos Guavio y Upía, respectivamente.

Las serranías de Ricaurte y Marchán tienen alturas entre los 2550 y 3500 m.s.n.m y presentan un clima muy frío muy húmedo y frío húmedo, incluyen la cuenca de los ríos Lenguaruco, Ubaza y Monquirá con sus afluentes los ríos Pómeca, Cane, Sáchica y

Sutamarchán; estas áreas están entre los 1350 y 2600 m.s.n.m., con una transición entre el valle del río Suárez y la planicie fluvio-lacustre de Fúquene, rodeada por los relieves estructurales-denudacionales que conforman los cerros que bordean el costado Occidental de la altiplanicie central de Boyacá, abarcando casi todo el territorio de las provincias de Ricaurte Alto (clima frío seco en su mayor parte y frío húmedo hacia el Norte) y Ricaurte Bajo de clima medio y frío muy húmedo.

Las cuchillas de El Páramo, La Rusia y El Carrizal, constituyen una franja montañosa continua, al Occidente del río Chicamocha y al costado Sur del río Arcabuco, interrumpidas por el angosto valle del río Salguera; estas áreas están afectadas por las fallas de Dugua, Tutasá, Cerinza y Soapaga que, a su vez, la separan de las cuencas ya descritas de la parte Norte de la altiplanicie central de Boyacá, sobre la vertiente oriental de la cordillera Oriental y la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán; presentan alturas que oscilan entre los 2800 y 5400 m.s.n.m, presentan un clima muy frío y extremadamente frío húmedo. En los límites con Santander, están conformadas por las rocas más antiguas que afloran en Boyacá, que pertenecen al Macizo de Floresta, conformado por rocas de diferente origen (sedimentario, ígneo intrusivo y metamórfico), algunas de ellas bastante plegadas, excesivamente fracturadas y muy meteorizadas.

Dentro de los procesos dominantes sobre el paisaje de montaña se destacan los movimientos de remoción en masa, los procesos de erosión hídrica y pluvial, socavación lateral de orillas, crecientes fluvio-torrencales, asociados a los ríos torrencales existentes en las principales cuencas hidrográficas del departamento.

Se incluye, dentro de este sector del paisaje montañoso, una parte del Cañón del río Chicamocha, con alturas que oscilan entre 500 y 5380 m.s.n.m., de clima muy variable que cambia, desde cálido medio y frío seco en el cañón del Chicamocha, hasta frío húmedo al suroccidente; muy frío y muy húmedo, hasta extremadamente frío e incluso hasta subnival y nival, sobre la cima de la Sierra Nevada del Cocuy, contrastando con el clima cálido muy húmedo, frío y medio pluvial hacia el norte, en los límites con el departamento de Norte de Santander y el cálido, medio y frío muy húmedos hacia el Oriente, sobre las estribaciones de la cordillera Oriental. También es importante destacar la zona montañosa de carácter morfo-estructural en las provincias de El Guavio y Lengupá. Esta provincia, está dividida en tres sectores, la parte suroccidental alta, comprendida entre la altiplanicie central de Boyacá y el extremo oriental del Embalse de Chivor; incluye las provincias de Oriente y Neira, más conocidas como Valle de Tenza el cual presenta un relieve montañoso, quebrado y escarpado, con alturas entre los 1300 y 3400 m.s.n.m.; están parcialmente cubiertas, con depósitos aluviales discontinuos, a lo largo del río Garagoa y sus afluentes. Esta parte del departamento, presenta un clima frío seco al norte, frío y muy frío húmedo, hacia la parte central, frío y muy frío pluvial, en jurisdicción del municipio de Rondón y medio húmedo hacia el sector sur.

La parte más nororiental, está comprendida entre la Provincia de Lengupá, situada entre 800 y 3800 m.s.n.m., con un clima que varía desde cálido hasta muy frío, muy húmedo y pluvial. Presenta un relieve similar a la provincia anterior, pero sin los depósitos aluviales discontinuos, que son reemplazados por el valle del río Lengupá, cuyo relieve es plano y ondulado. La parte baja, comprende casi todo el municipio de San Luis de Gaceno y una sector de Santa María; se caracteriza por un relieve quebrado a fuertemente ondulado, con alturas entre 500 a 1300 m.s.n.m y un clima cálido muy húmedo. Esta porción ya hace parte de las estribaciones de la cordillera Oriental, está compuesta por rocas sedimentarias del Cretácico superior y Terciario, parcialmente cubiertas por depósitos no consolidados del

Cuaternario. Esta provincia está enmarcada entre las estribaciones de las cuchillas Calichana y San Agustín, cortadas por los valles de los ríos Guavio y Upía, respectivamente.

Las serranías de Ricaurte y Marchán tienen alturas entre los 2550 y 3500 m.s.n.m y presentan un clima muy frío muy húmedo y frío húmedo, incluyen la cuenca de los ríos Lenguaruco, Ubaza y Monquirá con sus afluentes los ríos Pómea, Cane, Sáchica y Sutamarchán; estas áreas están entre los 1350 y 2600 m.s.n.m., con una transición entre el valle del río Suárez y la planicie fluvio-lacustre de Fúquene, rodeada por los relieves estructurales-denudacionales que conforman los cerros que bordean el costado occidental de la altiplanicie central de Boyacá, abarcando casi todo el territorio de las provincias de Ricaurte Alto (clima frío seco en su mayor parte y frío húmedo hacia el Norte) y Ricaurte Bajo de clima medio y frío muy húmedo.

Las cuchillas de El Páramo, La Rusia y El Carrizal, constituyen una franja montañosa continua, al occidente del río Chicamocha y al costado sur del río Arcabuco, interrumpidas por el angosto valle del río Salguera; estas áreas están afectadas por las fallas de Dugua, Tutasá, Cerinza y Soapaga que, a su vez, la separan de las cuencas ya descritas de la parte norte de la altiplanicie central de Boyacá, sobre la vertiente Oriental de la cordillera Oriental y la Sierra Nevada de El Cocuy, Chita o Güicán; presentan alturas que oscilan entre los 2800 y 5400 m.s.n.m, un clima muy frío y extremadamente frío húmedo. En los límites con Santander, están conformadas por las rocas más antiguas que afloran en Boyacá, que pertenecen al Macizo de Floresta, constituido por rocas de diferente origen (sedimentario, ígneo intrusivo y metamórfico), algunas de ellas bastante plegadas, excesivamente fracturadas y muy meteorizadas.

Dentro de los procesos dominantes sobre el paisaje de montaña se destacan los movimientos de remoción en masa, los procesos de erosión hídrica y pluvial, la socavación lateral de orillas, y a las crecientes fluvio-torrencales, asociados a los ríos torrencales existentes en las principales cuencas hidrográficas del departamento.

2.2.1.2 Paisaje de Lomerío

Este paisaje es de origen tectónico y/o denudativo y es muy frecuente en los dos piedemontes de la cordillera Oriental, tanto en el flanco oriental (Piedemonte Llanero) como en el flanco occidental (Valle Medio del Magdalena), particularmente hacia la cuenca media del río Magdalena, donde está representado por un relieve que varía de ondulado a ligeramente escarpado, con pendientes convexas, cortas y menores de 10%, en los vallecitos intramontanos. Hacia las áreas con mayor disección y pendientes más fuertes, los procesos de erosión y movimientos de remoción en masa son mucho más frecuentes.

Dentro de este paisaje, se incluyen las lomas de Puerto Boyacá, que hacen parte de un extenso de lomeríos de poca altura, interrumpidas por cauces de quebradas cortas que desembocan al río Magdalena y sus tributarios. En esta área se encuentra el municipio de Puerto Boyacá, localizado entre el cauce del río Magdalena y la serranía de Las Quinchas; separada por la traza de la falla de Cambrás. La serranía de las Quinchas, presenta alturas entre 170 y 350 m.s.n.m. y un clima cálido húmedo; las lomas tienen un relieve que varía, desde ondulado a quebrado, dependiendo del tipo de materiales litológicos predominantes. Las lomas representan formas y relieves muy irregulares que varían desde quebrados, hasta suavemente ondulados en otros sectores, particularmente hacia la loma de El Pescado, en límites con el departamento de Cundinamarca.

Sobre el flanco oriental de la cordillera Oriental, pero ocupando una franja estrecha del departamento, también se encuentra un paisaje de lomerío, asociado a las estribaciones de dicha cordillera, al sur del río Arauca, entre los ríos Cobaría y Róyata, en jurisdicción del municipio de Cubará. El otro sector que presenta un paisaje de lomerío, hacia el Piedemonte Llanero, se encuentra localizado hacia la cuenca del río Lengupá en jurisdicción de San Luís de Gaceno.

Dentro de los principales procesos asociados a los paisajes de lomerío, se encuentran los fenómenos de inestabilidad de laderas con fenómenos de remoción en masa, soliflucción, reptación, golpes de cuchara, erosión hídrica y pluvial, abundantes rasgos de compactación evidenciados con la presencia de patas de vaca.

2.2.1.3 Paisaje de Piedemonte

Este paisaje característico, está representado por el cambio morfológico existente entre las estribaciones de cordillera Oriental y la planicie aluvial del Piedemonte Llanero, donde está conformado por diferentes tipos de geofomas, asociadas a los principales ríos que nacen sobre el eje de la cordillera Oriental y fluyen hacia la llanura oriental de la Orinoquia, atravesando los departamentos de Arauca y Casanare. Estos ríos drenan la parte más nororiental del departamento de Boyacá, donde forman los valles de la parte alta del Piedemonte Llanero entre los que se encuentran El río Arauca, Bojabá, Róyata, Cobaría, Cubugón, Tocaría, Playero, Cravo Sur, Cusiana y Upía, con sus respectivos afluentes El Guavio y Lengupá. En esta porción del Piedemonte Llanero, donde el territorio pertenece al departamento de Boyacá, no se manifiesta plenamente ya que tiende a confundirse con la amplia y extensa planicie del río Arauca.

Esta franja del territorio que le pertenece al departamento de Boyacá, alcanza aproximadamente 25 Km de largo y un ancho máximo de 12 Km, por su margen derecha, hacia el cauce de su afluente principal, el río Bojabá, en límites con el departamento de Arauca. Hacia el territorio de Boyacá, el ancho disminuye drásticamente, hasta los 2 Km sobre el lado colombiano, en límites, con el territorio de Venezuela. Allí, está formado por planicies y colinas entre 250 y 400 m.s.n.m., con un clima cálido muy húmedo; las cabeceras de los valles son estrechas y hacia el lecho del curso del río y sus afluentes alcanza los 600 m.s.n.m.

Los valles y vallecitos que se desarrollan en territorio de Boyacá, son muy cortos, hacia la cuenca del río Playero, alcanzando un máximo de 6 Km aproximadamente, hacia el lado que dá con departamento de Boyacá, sobre las subcuencas de los ríos Tocaría, Playero, Cravo Sur y Cusiana. Estos valles están separados de las subcuencas de los ríos que drenan a los Llanos del Orinoco, por la Cuchilla El Zorro la cual, a su vez, es cortada por estrechas gargantas, que conectan hacia el territorio del departamento de Casanare, donde forman valles angostos, con alturas entre 400 y 600 m.s.n.m. El clima dominante es cálido muy húmedo, en algunos sectores comienza a estrecharse en franjas, que van desde los 800 m.s.n.m., y continúa hacia el departamento de Casanare.

La pequeña porción del valle del río Upía, que drena en territorio de Boyacá, está entre los 300 y 500 m.s.n.m., y se extiende hasta los límites con el departamento de Casanare. Presenta un clima cálido muy húmedo; este valle es angosto, y se prolonga 20 Km, por entre los paisajes montañosos de la región, hasta llegar al sector de San Luis de Gaceno, a partir de allí comienza como un valle estrecho y colecta los afluentes de los ríos Lengupá y Guavio, que vienen, drenando la región, desde los 800 m.s.n.m. En el sector más estrecho existe un

área local de mayor amplitud que se conoce como Sabana de El Secreto que termina sobre la Cuchilla Las Palomas, en el departamento de Casanare, que finalmente lo separa de los Llanos Orientales.

Los procesos geomorfológicos más importantes identificados en el paisaje de piedemonte son los eventos sísmicos, la disección, las crecientes fluvio-torrencales, la erosión hídrica, los fenómenos de remoción en masa, desbordamientos y en algunos casos inundaciones.

2.2.1.4 Paisaje de Altiplanicie

La “Altiplanicie Central de Boyacá” más ampliamente conocido como “El Altiplano Cundiboyacense”, está conformada por una serie de relieves de lomas y colinas, rodeadas de valles intramontanos de fondo plano que se extienden por entre las lomas estructurales elongadas con pendientes variables, que se inician desde los alrededores de Corrales y Belencito y se prolongan hacia el sur pasando por Sogamoso, Duitama, Paipa y Tunja, hasta su prolongación en los límites con el departamento de Cundinamarca, sectores de los municipios de Turmequé y Ventaquemada. Esta altiplanicie está comprendida en alturas de 2300 y 2900 m.s.n.m., llegando localmente hasta los 3150 m.s.n.m.; presenta un clima frío húmedo, al Norte y frío seco al Sur. Dentro de esta franja se encuentran asentadas las principales ciudades del departamento, Tunja, Sogamoso, Paipa y Duitama. Hacia la parte Norte, su eje central está enmarcado por el valle alto de la cuenca del río Chicamocha. En el sector sur, el relieve está conformado por lomas onduladas, por donde discurren los cauces de los ríos y quebradas que conforman la cuenca hidrográfica del río Garagóa (Figura 10).



FIGURA 10. Relieve de lomas cubiertas con ceniza volcánica en el paisaje de Altiplanicie, municipio de Soracá, Boyacá.

Dentro de los principales procesos geomorfológicos reconocidos sobre el Altiplano Cundiboyacense, se encuentran la disección, remoción en masa, erosión hídrica, pluvial, y desertificación, sobre el relieve alomado y colinado y, en otros casos, se presentan desbordamientos e inundaciones menores en los valles intramontanos.

2.2.1.5 Paisaje de Valle

Este tipo de paisaje, está asociado a los principales sistemas de drenaje que cruzan por el departamento como el río Magdalena, al occidente, el río Chicamocha por el centro y los ríos Arauca y Lengupá, hacia el oriente del departamento. Asociados a estos valles principales, se encuentran las mayores geoformas del ambiente fluvial y coluvial.

Las áreas del piedemonte que dan hacia el Valle Medio del Río Magdalena, pertenecientes al departamento de Boyacá, están caracterizadas por presentar un paisaje de relieve plano a ligeramente ondulado y disectado. El valle en este sector es amplio y alargado que se va ampliando aún más hacia el norte y se prolonga hacia el oriente por los cauces de los ríos: Ermitaño, Negro y la Quebrada Velásquez. Tiene una altura aproximada de 150 m.s.n.m y un clima cálido húmedo y en él se encuentra localizado el municipio de Puerto Boyacá (Figura 11).



FIGURA 11. Panorámica del río Magdalena a su paso por Puerto Serviez. (R. Alvarez B, 2000).

El valle aluvial del río Suárez y la planicie fluvio-lacustre de la Laguna de Fúquene, se confunden en una sola unidad que se encuentra a 2550 m.s.n.m., en un clima frío húmedo; la planicie presenta una menor pendiente y una mayor amplitud, principalmente hacia los límites con el departamento de Cundinamarca. En el territorio del departamento de Boyacá incluye pequeños sectores hacia los municipios de Chiquinquirá, San Miguel de Sema y Ráquira. El Valle del río Suárez, se encuentra hacia el norte de la planicie lacustre y se prolonga hacia el sur por los cursos de los ríos Chiquinquirá y Madrón, luego se angosta hacia el norte, hasta el municipio de Saboyá y la estación ferroviaria de Garavito. Dentro del propio valle se presentan algunas lomas aisladas, que constituyen la prolongación de las montañas circundantes existentes en el área.

Entre los fenómenos y procesos naturales que han actuado sobre el territorio del departamento de Boyacá e intervenido en el modelado y la conformación de las complejas unidades geomorfológicas, se encuentran la actividad tectónica, los procesos orogénicos, los cambios climáticos relacionados con las fases de la última glaciación y otros fenómenos geológicos y geotécnicos de menor incidencia como los movimientos en masa, la erosión y la excesiva sedimentación, debida al arrastre y acumulación de grandes volúmenes de materiales en los embalses y lagunas, como también en lechos de los ríos mayores que drenan desde el eje de la cordillera Oriental y fluyen al oriente, hacia los llanos orientales y al occidente hacia el Valle del Magdalena.

Los procesos geomorfológicos reconocidos sobre las planicies y valles del departamento de Boyacá son las crecientes fluvio-torrencales, desbordamientos e inundaciones por lluvias o por crecientes de ríos y quebradas; en menor proporción, socavación lateral de orillas, colapsos sobre los escarpes de terrazas y excesiva sedimentación en los lechos y cauces de los ríos que drenan desde la cordillera hacia las partes bajas y planas.

2.2.2 TIPOS DE RELIEVE DE ORIGEN ESTRUCTURAL - DENUDACIONAL

Estos tipos de relieve de tipo estructural-denudacional, están asociados a las áreas o provincias donde predominan las rocas sedimentarias plegadas y fracturadas, que han sido sometidas a procesos de erosión geológica muy intensos, dando como resultado del modelado las geoformas actuales. Además, se presentan algunas geoformas residuales que hacían parte de las estructuras originales desarrolladas sobre rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario, parcialmente cubiertas por depósitos no consolidados del Cuaternario.

2.2.2.1 Cuestas

El relieve de cuestas está conformado por una ladera estructural de poca inclinación (7-12 %) con una contrapendiente de mayor inclinación (12-25%). Los suelos desarrollados sobre estas geoformas, están dedicados a los cultivos de caña de azúcar en la provincia de Ricaurte; en clima frío, al oriente y norte de Tunja, los suelos están dedicados a la ganadería y suelen rotarse con cultivos. El material litológico predominante está conformado por una secuencia alternante de lutitas, areniscas y arcillolitas interestratificadas, con capas de ceniza volcánica de espesor variable (Figura 12).



FIGURA 12. Relieve de cuestas estructurales entre Chitaraque y Togüí. (R.Alvarez B, 2000).

2.2.2.2 Crestones

Estos tipos de relieve son desarrollados por la acción de procesos de erosión geológica y la fuerte meteorización de las rocas favorecidas, a su vez, por el fuerte fracturamiento y fallamiento de las rocas que forman pliegues de tipo anticlinal y sinclinal, en cuyos flancos se desarrollan planchas estructurales (flat irons) y escarpes. Las estructuras tienden a ser regulares y poco disectadas, es allí donde se producen crestones con cimas agudas, seguidas por laderas cuyo buzamiento es superior a 30° . Los escarpes abruptos son más comunes en este tipo de relieve y tienen topografía, que varía de ligeramente ondulada a fuertemente quebrada, con pendientes hasta de 50%. Los materiales litológicos dominantes son las areniscas y limolitas que alternan con capas de arcillolitas. Este relieve es propio del paisaje de montaña y se presenta en la mayoría de las provincias del departamento de Boyacá, donde afloran rocas sedimentarias bien estratificadas, plegadas y fracturadas (Figura 13).

2.2.2.3. Crestas de tipo Homoclinal

Las crestas homoclinales se desarrollan sobre potentes secuencias de rocas sedimentarias clásticas de grano grueso, a veces intercaladas con rocas sedimentarias clásticas de grano fino, que forman relieves ocasionalmente muy abruptos, con flancos que se destacan y sobresalen sobre el paisaje, por tener una contrapendiente sobre un escarpe abrupto de tipo erosional y una pendiente estructural alargada y a veces disectadas. Estas laderas tienden a ser rectilíneas, poco disectadas, por la dureza y uniformidad de las rocas que las han originado.

Las crestas homoclinales son el resultado de la acción de procesos de degradación y/o erosión, sobre secuencias de rocas sedimentarias falladas y plegadas, formando estructuras de tipo anticlinal y sinclinal, especialmente cuando sus flancos están desarrollados sobre rocas del tipo areniscas, calizas o lutitas duras (Villota, 1994). El uso inadecuado de los suelos, ocasiona movimientos de remoción en masa de diferente tipo como reptación, deslizamientos y desplomes en zonas húmedas; en zonas secas es común la ausencia de vegetación. Esta situación se presenta en varias provincias de Boyacá, donde existen paisajes de montaña con relieve muy escarpado, principalmente hacia las provincias de Valderrama y La Libertad.



FIGURA 13. Crestones Homoclinales fallados, en primer plano, municipio de San Mateo (R.Alvarez B, 2000).

2.2.2.4 Espinazos o “Hogbacks”

Este tipo de relieve de origen estructural se caracteriza por presentar una topografía quebrada a muy escarpada, generalmente con pendientes de 50 a 75% o mayores, largas y rectilíneas. Estas geoformas se conforman por una serie de cimas con crestas recortadas, colocadas una a continuación de la otra, conocidos como “chevrone, flat irons” o planchas estructurales, que se forman por la acción de la erosión geológica, sobre una alternancia de rocas duras y blandas, muy fracturados y diaclasadas, que han sufrido procesos diferenciales de alteración, como meteorización y erosión a velocidades diferentes, es decir, más rápida en los niveles blandos que en los duros, lo que provoca derrumbes de estos materiales, prevaleciendo los materiales más duros sobre los blandos.

La morfología de los flancos de las estructuras se manifiesta en forma irregular, por un excesivo fracturamiento de las rocas y la consiguiente acción de la erosión hídrica posterior, produciendo rasgos de forma triangular y su disposición en forma escalonada,

cuyas cimas pueden tener la misma altura o van creciendo escalonadamente, formando una red de drenaje angular o en enrejado. En el departamento de Boyacá se presentan estas geoformas sobre el paisaje de lomerío en el municipio de Puerto Boyacá, hacia la desembocadura del río Guaguaquí, en el río Negro y en el paisaje de montaña, hacia el municipio de San Luis de Gaceno y sobre otras provincias del norte, oriente, occidente y sur del departamento.

2.2.3 Tipos de Relieve de Origen Denudacional

Los tipos de relieve denudacional, desarrollan geoformas originadas por procesos exógenos, producto de la acción de los agentes morfogénicos de tipo hidro-meteorológicos como el agua de lluvia y de escorrentía superficial o la influencia de la fuerza de la gravedad. Estos procesos producen disección del terreno y simultáneamente generan depósitos superficiales no consolidados, por la acción de la erosión y agradación. Los materiales sobre los cuales se desarrollan estas geoformas, incluyen rocas ígneas intrusivas del Jurásico, rocas metamórficas del Precámbrico y rocas sedimentarias plegadas y falladas del Triásico y Jurásico, respectivamente. Estas geoformas se encuentran asociadas con preferencia a relieves escarpados, conformados por superficies disectadas sobre rocas ígneas o sedimentarias clásticas blandas del tipo arcillolita, limolita y, en menor proporción, sobre areniscas de grano fino de edad jurásica.

2.2.3.1. Crestas Ramificadas (Filas y Vigas)

Este tipo de geoformas se desarrolla en zonas de alta montaña y son conocidas, como crestas ramificadas, equivalentes a las llamadas “Filas y Vigas”; que están conformadas por rocas sedimentarias con crestas y cimas ramificadas, con pendientes similares sobre ambas vertientes; la viga corresponde con el eje mayor de la cima, hacia la cual convergen las filas, con diferentes grados de inclinación que no siempre se encuentran juntas, ya que se pueden presentar las vigas o las filas solas. Generalmente corresponden a relieves quebrados y escarpados, con pendientes variables en inclinación y longitud, la mayoría de las veces convexas y con pendientes mayores al 50%; en otros casos, con fuerte disección y formando vallecitos estrechos, profundos, conformando generalmente un patrón de drenaje que varía desde dendrítico a subdendrítico.

Sobre estos relieves son frecuentes los procesos geomorfológicos activos como la erosión, remoción en masa y escurrimiento difuso. Estas áreas son altamente sensibles a la erosión hídrica, debido a los usos inadecuados del suelo. Los materiales más comunes, sobre los cuales se desarrollan estas geoformas, son las riolitas, paraneises, cuarzomonzonitas, cuarzodioritas, areniscas de grano fino y rocas sedimentarias blandas. Se presenta este tipo de geoformas, en diferentes sectores del departamento de Boyacá, en particular en el Macizo de Floresta, El Cañón del Chicamocha, hacia los límites con el departamento de Santander y hacia las provincias de Norte y Gutiérrez, (Figura 14).



FIGURA 14. Relieve de Filas y Vigas, en primer plano, el glacis coluvial del municipio de Guicán. (R. Alvarez B, 2000).

2.2.3.2 Lomas

Este tipo de relieve, es común y muy frecuente en el departamento de Boyacá. Se presenta asociado a los paisajes de lomerío denudacional, en los alrededores del municipio de Puerto Boyacá, áreas de montaña alta, en las provincias de Ricaurte y Occidente y sobre la denominada altiplanicie, provincias del Centro y Márquez. Este tipo de relieve se caracteriza por la presencia de lomas con formas de base ovalada y desniveles menores a 300 m; el relieve es ligeramente ondulado a escarpado. Los procesos geomorfológicos dominantes están relacionados con movimientos en masa, presencia de terracetos, causadas por el sobrepastoreo (patas de vaca), que posteriormente producen deslizamientos, erosión hídrica, laminar, surcos y cárcavas, sobre todo, si el uso de los suelos y las tierras, no son los más adecuados.

Los materiales más comunes y frecuentes en este tipo de relieve son las arcillolitas, lutitas y areniscas del Terciario y Cretácico. En el paisaje de lomerío dominan los materiales clásticos gruesos como conglomerados con componentes de origen volcánico, transportados y acumulados por el río Magdalena, los cuales fueron posteriormente disectados por la acción de la erosión. Las pendientes suelen ser cortas, convexas y con rango de 12 a 25%, en algunos casos mayores (Figura 15).



FIGURA 15 Paisaje de lomerío en el municipio de Puerto Boyacá. (R. Alvarez B. 2000)

2.2.4 Tipos de Relieve en el Ambiente Glaciar-Periglaciar

Estos tipos de relieve, se presentan sobre las partes altas de las montañas, por encima de los 3000 y hasta los 5.400 m.s.n.m., en la cima de la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán y en la Sierra de Nievécitas, límites con el departamento de Santander; allí se desarrollan geoformas complejas producto de la actividad tectónica y la acción de procesos geomorfológicos de tipo denudacional, que a su vez han sido remodeladas por la acción combinada del arrastre y descongelación de los casquetes glaciares durante el Pleistoceno Posterior a la glaciación, las estructuras plegadas, fracturadas y erosionadas fueron sometidas a la gelifracción, meteorización física, erosión geológica y escorrentía superficial. Dichas geoformas, al estar desarrolladas sobre rocas clásticas gruesas, son relativamente estables, pero cuando están desarrolladas sobre rocas sedimentarias clásticas finas, presentan otro comportamiento frente al escurrimiento superficial y bajo condiciones de agua subterránea, generando fenómenos de remoción en masa y erosión. La acción de la degradación y la erosión de los suelos, se incrementa, debido a la intervención humana sobre áreas de alta pendiente, por el mal aprovechamiento de los recursos naturales y el inadecuado uso de los suelos en zonas de fuerte pendiente.

2.2.4.1 Campos Morrénicos

Este tipo de relieve se desarrolla sobre las áreas glaciales y periglaciales, como producto de la erosión debida a la acción del modelado de los glaciares y la subsiguiente acumulación de los materiales, por el avance y retroceso de los mismos (mediante el efecto bulldózer) que al retirarse y descongelarse dieron origen a los diferentes tipos de morrenas terminales, laterales, recesionales y de fondo. Estas morrenas contienen una mezcla caótica de materiales

clásticos gruesos, compuestos por grandes bloques, cantos, guijas y guijarros, embebidos en una matriz areno-arcillosa, dejados como resultado del desgaste, arrastre y acumulación de materiales, al ritmo del avance subreciente de los glaciares.

Estos depósitos generalmente ocupan los valles y las partes adyacentes, donde forman superficies irregulares continuas; no presentan estratificación y contienen grandes bloques fracturados, con superficies estriadas, embebidos en una matriz de material fino que se denomina harina de roca; su relieve es ondulado, de configuración convexa, semicircular, con suelos superficiales y esqueléticos, pendientes predominantes del 25 al 75%. Se presentan principalmente sobre los 3000 m.s.n.m y en las áreas periglaciares de la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Guicán, pertenecientes a las provincias del Norte y Gutiérrez.

2.2.4.2 Artesas Glaciares

Las artesas son un tipo de relieve plano-cóncavo, que se encuentra ocupando los fondos de los valles glaciares y/o en los límites de las partes bajas de las morrenas frontales. Estas artesas están compuestas por depósitos de materiales clásticos heterométricos, mezclados con materiales orgánicos derivados de la vegetación del páramo, poco evolucionados, que le dan un mal drenaje a los suelos. Con frecuencia se encuentran depresiones mayores inundables, generalmente rellenadas con clásticos finos, ricos en materia orgánica, formando pantanos y lagunas de diferente tamaño, que al colmatarse dan origen a las turberas o en algunos casos a los famosos cojines de plantago rígida, comunes en las antiguas lagunas que circundan la sierra nevada del Cocuy, Chita o Güicán.

2.2.5 Tipos de Relieve de Origen Agradacional

Las unidades de origen agradacional, asociadas a los ambientes fluvial, lacustre y coluvial, que se encuentran distribuidas en forma mayoritaria en las provincias del Sector: Valle Medio del río Magdalena, Valle del río Suárez y planicie lacustre de Fúquene, Provincia del Piedemonte Llanero y valles de los ríos que drenan hacia los Llanos Orientales.

Estas unidades se originan por la acumulación de materiales clásticos de diversos tamaños, que han sido transportados por el agua, bajo la influencia de la fuerza de la gravedad. Se les encuentra en diferentes posiciones, desde unidades pequeñas, en las partes más elevadas, hasta unidades grandes en los valles intramontanos. Los principales agentes responsables del modelado, transporte y acumulación de estos materiales son el hielo, agua, el viento; éste último responsable del transporte de las cenizas volcánicas, producto de las erupciones volcánicas ocurridas sobre la cordillera Central.

2.2.5.1 Abanicos Aluviales

Corresponden a unidades geomorfológicas asociadas a las áreas de piedemonte, con pendientes rectilíneas y cortas, entre 3% y 25%, con relieve de ligeramente plano a fuertemente ondulado; en algunos casos se encuentran abanicos con ápices en los relieves de montaña y prolongándose hacia los piedemontes; en la mayoría de las provincias del departamento su origen es generalmente de tipo coluvio-aluvial. El agente responsable del transporte de los materiales, es principalmente el agua, bajo la influencia de la fuerza de la gravedad. Cuando el sitio donde se depositan los materiales es cóncavo, la geoforma resultante es de acumulación y las pendientes se suavizan; en algunas ocasiones, el agua

ayuda en el proceso de transporte de los materiales y entonces el glacis es de origen coluvio-aluvial y sus pendientes son más suaves. En todos los casos, los suelos suelen ser moderadamente profundos, en ocasiones profundos, y presentan pedregosidad superficial o dentro del perfil (Figuras 14 y 16).

2.2.5.2 Terrazas Agradacionales

Las terrazas agradacionales se forman cuando una corriente de agua recorta sus propios depósitos aluviales, debido al descenso del nivel de base por solevantamiento (Villota, 1994). Las terrazas ocupan los niveles más altos de los valles y en los vallecitos de los ríos (Magdalena generalmente con tres niveles). En los ríos Arauca, Upiá, Sogamoso, Chicamocha, Salguera, Cusiana, Samacá, Pesca, Chitano, Orozco, Pantano Grande, Guavio, Garavito, Garagoa, Casanare, Guaguaquí, Minero, Guazo, Cravo Sur y Lengupá, se pueden encontrar más niveles, pero menos extensos y asociados a ambos márgenes. Las terrazas suelen ser de forma alargada y angosta, raras veces son amplias, se encuentran entre los 150 y 3400 m.s.n.m. en casi todos los climas; el relieve por lo general es plano, con pendientes menores del 3%; cuando las terrazas son antiguas suelen ser de pendientes del 3 al 7% y relieve ligeramente plano a ligeramente ondulado, tienen tendencia a evolucionar a lomas con el transcurrir del tiempo, debido a los procesos de disección posterior. Los materiales constitutivos de este relieve son, por lo general, depósitos aluviales heterométricos, clásticos finos a gruesos, con cantos redondeados y aportes coluviales; en algunos casos, suelen tener disección ligera que aumenta con la antigüedad de la terraza.

2.2.5.3 Vegas

Los relieves planos y bajos de las vegas asociadas a los lechos activos de los ríos y a las orillas de los ríos mayores; generalmente tienen un plano de inundación de tamaño considerable; su forma es alargada y angosta, paralela a la dirección de la corriente. En el departamento de Boyacá, se presentan especialmente en climas cálido húmedo y muy húmedo, hacia los valles de las cuencas de los ríos Arauca y Magdalena; en los climas fríos de las cuencas de los valles de los ríos Suárez y Chicamocha, donde las vegas son poco notorias.

El material que las origina, suele corresponder a depósitos de aluviones heterométricos, planos a ligeramente inclinados, con pendientes del 1 al 3%. En algunos casos, los niveles de las vegas son inundables, sobre todo en épocas de crecientes de los ríos, pero aprovechables y explotables en épocas secas. Los ríos de las zonas de montaña y las altiplanicies, con frecuencia forman vallecitos donde existen también vegas de muy reducida extensión.

2.2.5.4 Vallecitos

Estos son geoformas de menor tamaño con forma alargada y angosta; se presentan sobre todo en los paisajes denudacionales, como producto de los procesos de disección originados por erosión y fenómenos de remoción en masa, cuyos aportes son posteriormente transportados hacia los cauces de los ríos y redepositados en las partes bajas y planas de su lecho o curso principal. Con frecuencia reciben también aportes laterales de materiales de tipo coluvio-aluvial. Los materiales constituyentes de estos depósitos son, en la mayoría de

los casos, heterométricos gruesos y ligeramente subredondeados, incluyen gravilla y cascajo, presentan relieve plano, con frecuencia plano cóncavo y son ocasionalmente inundables. Dependiendo del origen de los materiales, se pueden denominar depósitos aluviales, coluvio-aluviales y fluvio-glaciáricos (Figura 16).



FIGURA 16. Vallecito en el municipio de San Luis de Gaceno, al fondo, relieve estructural de sucesión de Flatirons. (R. Alvarez B. 2000).

2.2.5.5 Depósitos de Ceniza Volcánica

Sobre los paisajes de alta montaña y altiplanicie, en los climas fríos, muy fríos y, en algunos casos, climas medios de ambientes lacustres, se han acumulado depósitos de ceniza, procedente de las erupciones de los volcanes de la cordillera Central de los Andes Colombianos: Ruíz, Santa Isabel y Tolima. Estos materiales, se han acumulado en muchos casos sobre relieves con pendientes menores al 25% (en algunos casos hasta del 50%), formando suelos mullidos de texturas gruesas y medias, bastante profundos; por lo general se les encuentra en las provincias del Occidente, Ricaurte, Centro, Márquez, Sugamuxi y Tundama, entre otros.

2.3 HIDROGRAFÍA

Para el análisis de la distribución de los ríos en el departamento de Boyacá se adopta un sistema jerárquico que permite ilustrar las unidades hidrográficas desde el contexto nacional hasta el regional, de forma tal que es posible su evaluación utilizando datos del IDEAM; para tal efecto el departamento de Boyacá capta sus aguas en dos vertientes, la del Caribe con dirección norte y la del Atlántico hacia el oriente. La oferta bruta de agua superficial del departamento de Boyacá es de 314478 millones de metros cúbicos en un año promedio.

2.3.1 Vertiente Caribe

Es el conjunto de tierras que dirigen sus aguas superficiales hacia el mar Caribe, al norte de Colombia. No es comparable con la región natural, la cual es más explícita en cuanto a la homogenización en las características de paisaje, clima y aspectos culturales generales. Dentro de la vertiente del Caribe de Boyacá ocupa el 46.6%, que corresponde a una extensión aproximada de 10723.13 Km². A esta vertiente corresponde la cuenca del Magdalena-Cauca, la subcuenca del río Sogamoso y muchas mesocuenas que captan las aguas superficiales del departamento.

2.3.1.1 Cuenca Magdalena Cauca

Es la cuenca hidrográfica más importante en Colombia pues se convierte en sumidero de todos los residuos, provenientes de la región más densamente poblada, que es la Andina, lo cual la convierte en objeto de numerosos estudios. Esta unidad beneficia a cerca de 20 departamentos; los indicadores hidrológicos más importantes son: caudal estimado 1074.31 m³/s, producción de agua con un rendimiento de 70.80 L/s/Km²; lámina acumulada en un año 2232.67 mm y escurrimiento diario de 6.12 mm, datos estimados según fuente IDEAM, 2000.

2.3.1.1.1 Subcuenca Magdalena Medio

En el correspondiente sector medio de la cuenca, se obtuvieron caudales bajos en una proporción de 25%, con respecto a la media multianual registrada hasta el año 1995, fenómeno que permitió tener un balance positivo para este sector, debido a la capacidad de almacenamiento y regulación en sectores de ciénagas localizadas en la zona de transición entre la cuenca media y baja, en Bolívar; otros departamentos beneficiados con sus aguas son Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cesar y Cundinamarca.

Los índices morfológicos de la subcuenca Magdalena Medio según datos IGAC, 2002 son los siguientes: un área de captación de 59431,35 Km², el río central tiene una longitud axial de 508,4 Km y un índice de forma de 0,23 lo cual indica una cuenca de forma alargada que es compensada por su gran extensión. Los índices hidrológicos calculados con base en información reportada en el Estudio Nacional del Agua 2000, son como sigue: caudal de 2498.03 m³/s, rendimiento de 42.03 l/s Km², lámina acumulada de 20686.69 mm/año y un escurrimiento promedio diario de 56.68 mm al día. Se pueden distinguir dos tipos de subdivisiones de unidades hidrográficas, las cuales se describen a continuación:

• Mesocuenca afluentes directos (1)

Se localizan al occidente del departamento, dirigen sus aguas al río Magdalena en sentido este-oeste, principalmente en patrones de distribución subparalelos con bajas densidades de drenajes. Esta unidad abarca una extensión aproximada de 1601.62 km², lo cual representa el 6.9% del departamento. Sus aguas benefician al municipio de Puerto Boyacá

• Mesocuenca río Minero (2)

Este río nace en el departamento de Cundinamarca de la unión de los ríos Negro y Mencipa, desemboca al Magdalena en el departamento de Santander con el nombre de Carare. Ingresa a Boyacá al sur del municipio de Muzo donde tiene afluentes importantes como los ríos Guazo e Ibacapí y hace parte de límites con Santander en las desembocaduras

de las quebradas Guas y Los Mártires. Cubre una extensión de 2206.53 Km² en Boyacá que corresponden al 9.5% del área departamental; incluye importantes áreas de la provincia de Occidente, en jurisdicción de los municipios de Muzo, Coper, Buenavista, Maripí, Pauna, San Pablo de Borbur, Tununguá, Briceño y parte de los de Otanche y La Victoria, incluyendo la zona esmeraldífera.

2.3.1.1.2 Subcuenca Río Sogamoso

Es la unidad hidrográfica más importante en extensión (23864.13 Km²), y en número de municipios cubiertos que en total suman 81; concentra sus aguas en una longitud axial de 335.33 Km; beneficia además de Boyacá al departamento de Santander. Los indicadores hidrológicos más importantes son: caudal estimado 693.27m³/s, producción de agua con un rendimiento de 29.05 L/s Km², la lámina acumulada en un año es de 3161.69 mm y escurrimiento diario de 8.66 mm, datos estimados según fuente IDEAM, 2000. Se presentan a continuación las subdivisiones hidrográficas caracterizadas:

• Mesocuenca río Suárez (3)

Comprende una extensión de 354.51 Km² de Boyacá que equivalen al 1.5% del departamento, corresponden a la totalidad de las provincias de Ricaurte Alto y Bajo, importantes zonas de la provincia de Occidente y pequeñas zonas de las de Centro y Tundama.

Las aguas del río Suárez son utilizadas para riegos en los municipios de Chiquinquirá, San Miguel de Sema y Saboyá; nace en la laguna de Fúquene a 2550 msnm, de la misma forma ésta es alimentada por el río Suta que nace en el municipio de Tausa, departamento de Cundinamarca; al salir de la laguna el Suárez sirve de límite, en un corto trecho, con este departamento, se adentra en Boyacá y recibe el caudal del río Chiquinquirá por la margen izquierda y del Madrón por la derecha, abandona Boyacá adelante del corregimiento de Garavito hacia Santander, a una altura de 2400 msnm., vuelve a los linderos de los dos departamentos antes de la cabecera municipal de Barbosa a 1500 msnm, sirve de lindero con Santander hasta la cota de 1200 msnm aproximadamente, a los municipios de Moniquirá, San José de Pare y Santana, recogiendo en este tramo las aguas de los ríos Moniquirá, Pómeca y Lenguaruco; más adelante, en Santander recibe los ríos Oibita y Fonce que tienen afluentes originarios de Boyacá, Tolotá el primero La Rusia y Guachá el segundo. Su curso alto es lento y en buena parte de su trayecto se encuentra canalizado para facilitar su uso para riego. Termina su cauce al norte del municipio de Villanueva en Santander, al unir su caudal con el del río Chicamocha para formar el río Sogamoso.

• Mesocuenca río Chicamocha (4)

Cubre una extensión de 6560.47 Km² en Boyacá que equivalen al 28.3% del departamento. Nace en las cercanías de Tunja en la cuchilla del Cazadero a 2850 msnm; recibe diversos nombres en su recorrido, Chulo en su nacimiento, Grande, Tunja y Sogamoso. En sus primeros 80 Km atraviesa el altiplano de Tunja y el valle de Duitama - Sogamoso en relieves planos y ondulados; adelante de la cabecera municipal de Paz de Río su valle se estrecha y da inicio al cañón del Chicamocha por el cual discurre hasta su unión con el río Suárez para formar el Sogamoso. Esta Unidad hidrográfica incluye las zonas más pobladas y de mayor desarrollo agrícola, industrial y económico; el río recorre las provincias de Centro, Tundama, Sugamuxi, Valderrama y Norte; su cauce está represado entre los municipios de Cómbita y Tuta en el embalse La Playa y canalizado entre Duitama y Belencito. En su recorrido recibe

numerosos tributarios, entre los que sobresalen los ríos Tuta, Pesca, Sasá o Playas, Salguera, Chitano, Susacón o Jabonera, Nevado y Onzaga.

2.3.2 Vertiente Atlántico

Se denomina de esta forma al conjunto de tierras que tributan sus aguas al océano Atlántico; en el caso colombiano el río Orinoco drena sus aguas hacia Venezuela, que finalmente vierte sus aguas al océano Atlántico. El departamento de Boyacá aporta a esta vertiente en una extensión de 12465.87 Km², lo que corresponde al 53.8%.

2.3.2.1 Cuenca Orinoco

El río Orinoco es un importante sumidero de aguas de Colombia, en el sector oriental; drena aguas de las regiones naturales de la orinoquía y de la vertiente oriental de la región andina. La cuenca presenta un patrón de distribución de aguas de tipo subparalelo especialmente dirigidos en sentido suroeste. Se delimitaron tres subcuencas que se caracterizan a continuación:

2.3.2.1.1 Subcuenca Alto Meta

Ocupa una extensión de 35867.50 Km² dentro del departamento, las aguas se concentran a lo largo de una longitud axial de 276.88 Km. Los indicadores hidrológicos más importantes son: caudal estimado 2099.06 m³/s, producción de agua con un rendimiento de 58.52 L/s Km², lamina acumulada en un año de 10920.03 mm y escurrimiento diario de 29.92 mm, datos estimados según fuente IDEAM, 2000. Beneficia los departamentos de Cundinamarca, Casanare, Meta y Boyacá, para este último se delimitan dos mesocuenas que se describen a continuación:

• Mesocuenca río Jenesano (5)

Nace como río Teatinos en el páramo de Rabanal, municipios de Samacá y Ventaquemada.

Sirve sus aguas a una extensa zona de tierras utilizadas en fruticultura; esta unidad hidrográfica tiene una extensión aproximada de 2392.13 km² lo cual corresponde al 10.3%, del departamento. Las aguas se distribuyen en patrones de drenaje subdendríticos.

• Mesocuenca río Upía y sistema hídrico laguna de Tota (6)

Beneficia el sur del departamento, cubre una extensión aproximada de 3669.76 km² lo cual corresponde al 15.8% de Boyacá; contiene uno de los sistemas hídricos naturales más importantes en la recreación contemplativa como es la laguna de Tota donde nace el río Upía el cual recibe las aguas del Lengupá en el sitio conocido como El Secreto, límites con el departamento de Casanare; tributa sus aguas al río Meta.

2.3.2.1.2 Subcuenca Bajo Meta

Tiene una extensión de 68783.60 Km² y longitud axial de 5495.14 Km y cubre las necesidades hídricas de los departamentos de Arauca, Casanare y Boyacá. Los indicadores hidrológicos más importantes son: caudal estimado 3650.11 m³/s, producción de agua con un

rendimiento de 53.07 L/s Km², lamina acumulada en un año 30602.89 mm y escurrimiento diario de 83.84 mm, datos estimados según fuente IDEAM, 2000.

• Mesocuenca río Cusiana (7)

Su nacimiento se produce en los sectores altos (3.750 m.s.n.m. cerro El Salitre) de los municipios de Sogamoso y Aquitania, departamento de Boyacá, iniciando como quebradas Las Cañas y La Iglesia su confluencia da origen al río Cusiana que aumenta el caudal en su recorrido por los municipios de Aquitania, Pajarito y el departamento de Casanare en cuyos límites entrega sus aguas al río Meta. La unidad tiene una extensión aproximada de 674.56 km², de la cual el 2.9% corresponde a la superficie departamental. Distribuye sus aguas a través de patrones subdendrícos de recorridos cortos.

• Mesocuenca Cravo Rur (8)

El río Cravo Sur nace en la parte sur del Páramo de Pisba como quebrada Hoya Grande y recibe los primeros afluentes importantes en los municipios de Tasco, Gámeza y Mongua.

Algunos sistemas hídricos que componen la mesocuenca nacen en el municipio de labranzagrande; tiene drenajes cortos distribuidos en un patrón subdendríco; cubre una extensión aproximada de 1259.30 km², de la cual corresponde el 5.4% a Boyacá. Comprende amplios sectores de las provincias de Valderrama y Sugamuxi.

• Mesocuenca río Pauto (9)

Esta unidad hídrica tiene sus nacimientos al norte del Páramo de Pisba, municipio de Socotá, como quebrada Cañaverales o Granados a 3600 m.s.n.m. y sigue el límite con Chita aumentando sus caudales con las aguas del río Encomendero y entra al departamento de Casanare para desembocar al río Meta. Tiene una extensión de 3609 Km², de los cuales 1827.55 Km² se distribuyen en Boyacá y equivalen al 7.9% del departamento; comprende una pequeña parte de la provincia de Valderrama.

2.3.2.1.3 Subcuenca río Arauca

Tiene una extensión de 17341.62 km² y recorre en Colombia una longitud de 324.16 Km. Los Indicadores hidrológicos más importantes son: caudal estimado 1031.55 m³/s, producción de agua con un rendimiento de 59.48 L/s Km², lámina acumulada en un año 12310.36 mm y escurrimiento diario de 33.73 mm, datos estimados según fuente IDEAM, 2000. Beneficia los departamentos de norte de Santander, Boyacá y Arauca; se caracteriza por la frecuencia de eventos torrenciales en el Piedemonte Llanero.

• Mesocuenca ríos Bojabá y Boyatá (10)

El río Bojabá nace en el Nevado de Güicán o Cocuy y aproximadamente a los 2.000 m. de altitud, toma el nombre de Boyatá hasta su desembocadura en el río Arauca. Corresponde a unidades hidrográficas distribuidas en las vertientes de la cordillera Oriental, presenta distribución de drenajes de forma subparalela y de baja densidad, con sentido noreste; tiene una extensión aproximada de 1102.81 km² que corresponde al 4.8% del departamento.

• Mesocuenca río Cobaria (11)

Este río nace en la Sierra Nievecita; se distribuye a través del Piedemonte Llanero y sector transicional de la Vertiente Oriental de la cordillera; tiene una extensión aproximada de 443.60 km²; el 1.9% Corresponde al departamento de Boyacá.

• Mesocuenca río Cubugón (12)

El río Cubugón nace con el nombre de río Orozco en el alto de Tarazona, municipio de Chiscas, a 4250 msnm; recibe los ríos Chuscal, La Unión, Culebras y sigue al municipio de Cubará donde recibe ríos Rifles y Garrapato, en límites con norte de Santander; continúa por este lindero recogiendo las aguas de los ríos Derrumbada, Támara y Cobaría hasta desembocar al río Arauca frente a Venezuela. La mesocuenca tiene una extensión de 1096.16 Km², el 4.7% del departamento de Boyacá; aumenta sus aguas con otros afluentes al servir como límite con el Norte de Santander.

Se distribuye en patrones subdendríticos y paralelos con rumbo este, presenta mediana densidad de drenajes; tiene una extensión aproximada de 1096.16 km² equivalente al 4.7% del área departamental: La unidad se localiza dentro de la cordillera Oriental y beneficia con sus aguas principalmente a los municipios de Chiscas y Cubará.

2.3.3 Lagos, lagunas y embalses

En Boyacá existen dos lagunas naturales de importancia económica y muchas otras de poca extensión, pero de importancia ecológica, especialmente en los páramos y zonas sub-nivales. También hay siete embalses importantes para riego, acueductos, pesca y cría de peces, turismo, industria y generación eléctrica.

La laguna de Tota está ubicada entre los municipios de Tota, Aquitania y Cuítiva a 3015 m.s.n.m., tiene aproximadamente 13 Km de ancho por 8 de largo, 55 Km² de área y un volumen máximo que se acerca a los 2000 millones de M³; sus aguas son utilizadas para criar peces, la pesca deportiva, el turismo recreativo y el riego de los cultivos cercanos, además, son desviadas por un túnel de 430 metros de largo que atraviesa el boquerón de Cuítiva, para llevar agua al complejo industrial de Belencito y riego al valle de Sogamoso.

La laguna de Fúquene se encuentra a 2550 msnm en los límites con el departamento de Cundinamarca al que pertenece por entero, tiene 6x7 Km. La importancia para Boyacá radica en su uso como fuente de riego para la planicie que comienza en su rivera norte y se prolonga hasta cerca de Saboyá.

Entre los cuerpos de agua menores se destacan las ciénagas de Palagua y Marañal (hoy muy desecada) en el valle del río Magdalena, municipio de Puerto Boyacá a 150 msnm,; las lagunas Grande en la cuenca del río Lagunillas a 4500 msnm y Grande de los Verdes, en el curso del río Cubugón a 4125 msnm., municipio de Güicán y las lagunas de Chilcas a 3550 msnm y Ocubi Grande a 2725 msnm en la cuenca del río Casanare, municipio de Chita.

El embalse más importante es el de Chivor; en el curso del río Garagoa, con una superficie de 12.6 Km² y 663 millones de M³ de volumen máximo; se localiza en los municipios de Santa María, Chivor, Almeida, Macanal, Garagoa, Somondoco y es una garantía de reserva para la producción de energía eléctrica.

2.4 CLIMA

El clima de Boyacá es muy variado por ser un departamento con territorio distribuido en todos los pisos térmicos y en cuatro regiones fisiográficas diferentes; por su variada topografía y su ubicación en la zona de confluencia intertropical los elementos climáticos más

importantes son la lluvia y la temperatura del aire, influidos por el relieve y, regionalmente, por condiciones propias de las zonas del Valle Medio del Magdalena y de los Llanos Orientales. El relieve actúa como un obstáculo para el paso de las corrientes de aire y como coadyuvante para las variaciones e inversiones térmicas. Las regiones geomorfológicas del departamento suelen tener climas diferentes.

2.4.1 Precipitaciones

Las precipitaciones en el departamento son muy variables, van desde 500 mm o menos en algunas zonas de los cerros del Nor-Occidente entre Tunja y Duitama, hasta más de 5000 mm en sectores del flanco oriental de la cordillera Oriental.

Los vientos locales del Valle Medio del Magdalena como los vientos alisios del Sur - Este provocan zonas de alta pluviosidad; los primeros en el occidente de Boyacá y los segundos en el flanco oriental de la cordillera Oriental; esta última zona es más lluviosa por el mayor efecto de freno de la Sierra Nevada de Güicán y sus estribaciones; este flanco por su elevada altura no permite pasar las masas de aire húmedo, generando el clima seco que caracteriza a la zona central de Boyacá, la provincia de Ricaurte Alto y la región del cañón del Chicamocha. La distribución espacial de las lluvias se puede observar en la Figura 17 y en la Tabla 13.

La distribución temporal de las lluvias está en directa relación con la circulación atmosférica planetaria y la distribución barométrica de los centros de altas y bajas presiones; en el área del departamento son especialmente importantes los movimientos de masas de aire frío en el invierno del hemisferio Sur y, en menor medida, los movimientos ciclónicos del Caribe. Estos y otros factores provocan que en Boyacá existan dos regímenes pluviométricos, el bimodal o ecuatorial y el monomodal o tropical; en el primero se identifican dos períodos de lluvias (marzo a mayo y septiembre a noviembre) y en el segundo un período de mayores lluvias (abril a noviembre) seguido de otro de menores lluvias (diciembre a marzo).

El régimen bimodal se presenta en la mayor parte del departamento con variaciones en los meses en que comienzan las lluvias debido a factores predominantemente locales. En el primer semestre del año empiezan entre finales de marzo y mediados de abril y, en el segundo, entre finales de agosto y finales de septiembre. El régimen monomodal se presenta en el flanco oriental de la cordillera Oriental, haciéndose menos marcado entre más se penetra en la cordillera.

Se dispone de balances hídricos de las estaciones meteorológicas de Aquitania, Iza, Monguí y Campohermoso (Tablas 13 a 16). En la estación de Aquitania hay deficiencias de agua en febrero y marzo y excesos entre mayo y noviembre, con equilibrio en los meses de diciembre, enero y abril; este balance indica un régimen monomodal de lluvias con solo dos meses de deficiencias de agua, que pueden aumentar a cinco meses, en años secos, para la región oriental de la laguna de Tota; en las estaciones de Iza y Monguí hay deficiencias de agua para los meses de diciembre a febrero y agosto sin excesos evidentes en los meses húmedos; esto indica régimen bimodal con cuatro meses de deficiencia de agua que pueden aumentar hasta los siete u ocho meses en años muy secos, haciendo recomendable el uso de riego para la agricultura intensiva en la región de Sogamoso; en la estación de Campohermoso hay excesos de agua en 10 meses seguidos, con equilibrio en enero y febrero. Desde el punto de vista agrícola, los dos extremos de precipitación limitan la producción.

Es necesario relevar que en las zonas de clima seco, las precipitaciones se presentan frecuentemente como lluvias de alta intensidad (aguaceros) que se constituyen en factores aceleradores de los procesos erosivos y causas de inundaciones para algunas ciudades y poblados. Adicionalmente, los días de lluvia no están bien distribuidos en el tiempo por lo cual las épocas secas constituyen estaciones de verdadera sequía con fuerte incidencia en la producción agrícola de la zona que, en general, carece de la opción “riego” para defenderla.

2.4.2 Temperatura

La distribución territorial de la temperatura, expresada por las variaciones verticales, origina los pisos térmicos; a cada nivel altimétrico le corresponde una temperatura específica que está influida por el grado de la pendiente y la humedad del lugar; debido a esto se pueden presentar variaciones de 100 a 300 metros de una región a otra, según las condiciones locales. En Boyacá existen todos los pisos térmicos que se presentan en el país, desde el cálido hasta el nival. (Figura 18).

El piso térmico cálido va desde el nivel del mar hasta alrededor de los 1000 m. de altitud, presenta una temperatura media anual superior a los 24 °C. Este piso representa el 16% del territorio departamental y en él están las zonas del Valle Medio del Magdalena, las zonas bajas de la cuenca del río Minero, el Piedemonte Llanero, las zonas bajas de la cuenca del río Lengupá y el cañón del río Chicamocha adelante de Capitanejo.

El piso térmico templado está entre 1000 y alrededor de los 2000 m.s.n.m. con temperaturas medias anuales entre 18 y 24 °C., ocupa el 20% del área departamental, encontrándose en la serranía Las Quinchas; las partes medias de la cuenca del río Minero; las partes bajas del valle de Tenza, hasta la desembocadura del río Garagoa al Guavio; las partes medias de la cuenca del río Lengupá; el cañón del río Chicamocha, entre la desembocadura de la quebrada Ruchical y Capitanejo (Santander), hasta San Mateo y Guacamayas, aguas arriba de sus afluentes Cifuentes y Nevado respectivamente; las partes medias del flanco oriental de la cordillera Oriental y las partes medias de las cuencas de los ríos Orozco, Cobaría y Bojaba.

El piso térmico frío se encuentra entre 2000 y 3000 m.s.n.m., presenta temperaturas medias anuales entre 12 y 18 °C, en él se ubica el 38% del departamento incluyendo el altiplano central, el valle alto del río Suárez, los alrededores del cañón del Chicamocha, las estribaciones de la Sierra Nevada del Güicán o Cocuy, las partes medias - altas de los dos flancos de la cordillera Oriental, casi toda la provincia de Ricaurte Alto y parte de Ricaurte Bajo, la cuenca alta del río Huertas y el valle del río Salguera.

El 23% del departamento se encuentra en los pisos térmicos muy frío, extremadamente frío y sub - nival. El piso térmico muy frío, también llamado páramo bajo, se halla entre 3000 y 3600 m.s.n.m., con temperaturas de 8 a 12 °C, se presenta en las partes medias - altas de la Sierra Nevada de Güicán o Cocuy, en los páramos que rodean el altiplano central y los valles de los ríos Suárez y Salguera, en el límite norte con el departamento de Santander y en la región de la laguna de Tota. El piso térmico extremadamente frío o páramo alto está entre 3600 y 4200 m.s.n.m., con temperaturas entre 4 y 8 °C. donde los suelos presentan régimen de temperatura crítico; se encuentra rodeando la zona sub - nival de la Sierra Nevada de Güicán o Cocuy, alrededor de la laguna Batanera, en los páramos de Pisba, Cadillal, La Rusia, Pan de Azúcar, Suse, Las Alfombras, Ogontá, Cortadero y Peña Negra y las cuchillas de Peña Blanca y Peña Negra en las provincias de Centro, Sugamuxi, Tundama, Valderrama, Norte y

TABLA 13. Promedios mensuales de precipitación pluvial en varias estaciones meteorológicas de Boyacá en milímetros

MUNICIPIO	ESTACIÓN	ALTURA (msnm)	MESES												Total año
			Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
Puerto Boyacá	Cabecera	150	86	79	192	353	374	321	176	191	315	402	281	87	2858
Muzo	Cabecera	850	126	122	181	328	356	227	205	150	186	331	303	176	2691
Buenavista	Cabecera	2150	118	134	130	294	265	202	103	95	146	283	270	161	2200
Otanche	Cabecera	1000	141	122	225	354	367	252	172	239	213	401	370	248	3108
Buenavista	Campoalegre	1500	74	109	219	185	240	66	60	133	216	308	138	154	1900
Ventaquemada	Cabecera	2650	47	67	150	228	240	187	248	226	203	169	171	110	2042
Turmequé	Cabecera	2450	44	26	60	90	109	102	121	194	94	99	75	54	997
Ramiriquí	Cabecera	2300	31	45	68	117	180	178	159	147	138	146	113	58	1381
Tibaná	Cabecera	2300	21	19	42	73	122	111	106	114	98	99	70	26	898
Campohermoso	Cabecera	1300	35	125	242	245	332	465	427	369	285	219	140	130	3014
Socotá	El Cardón	3500	25	60	111	255	314	430	429	377	276	211	126	69	2683
Monguí	Cabecera	3025	27	27	70	125	129	86	78	49	57	118	113	45	924
Iza	Cabecera	2590	19	28	78	146	130	73	72	63	79	104	116	35	944
Aquitania	Cabecera	2970	16	11	47	88	132	116	146	116	78	93	79	23	944

Fuente, IDEAM, 1999

Gutiérrez. El piso térmico sub - nival está entre 4200 y 4700 m.s.n.m., con temperaturas entre 1.5 y 4 °C.; se presenta rodeando los nevados de la sierra nevada de Güicán o Cocuy, en los municipios de El Espino y Güicán en la sierra de Nievécita, las cuchillas La Peñuela y El Contenido y los altos Peña Colorada, Los Celestes, Tarazona y Boquerón del Carmen; en los municipios de El Cocuy y Chita en la cuchilla de Lagunillas, el páramo El Verde y los altos El Pelado y Lomas Peladas.

El piso térmico nival está por encima de 4700 m.s.n.m y tiene temperaturas inferiores a 1.5 °C.; se encuentra en los nevados de la Sierra Nevada de Güicán o Cocuy y en la cumbre de la sierra de Nievécita en los municipios de Güicán y El Espino. Ocupa el 3% del departamento.

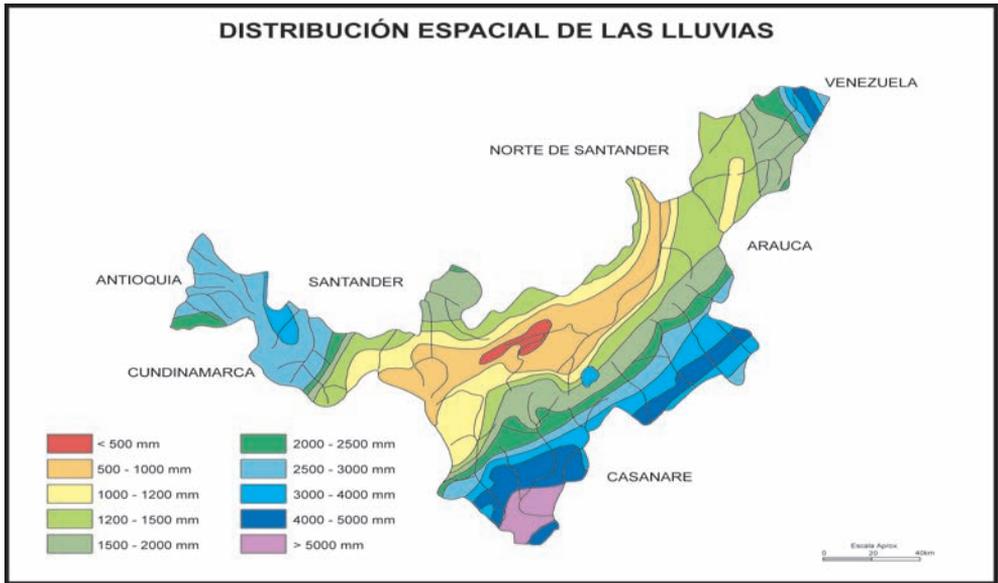


FIGURA 17. Distribución espacial de las lluvias en Boyacá Fuente: IGAC, 1989

2.4.3 Humedad Relativa

Esta variable climática expresada en porcentaje la relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene la atmósfera en un momento dado y la cantidad máxima de vapor de agua que es capaz de soportar esa atmósfera, este valor es inversamente proporcional a la temperatura; a altas temperaturas hay bajas humedades relativas y viceversa. Suele ser más alto en invierno que en verano por su relación con la evapotranspiración y el Índice de Aridez Anual. Los valores de evapotranspiración mensual de varias estaciones meteorológicas de Boyacá se pueden consultar en las tablas del anexo 2.

2.4.4 Índice de Aridez Anual

Este índice se define como la relación entre la evapotranspiración real (ETR) y la evapotranspiración potencial (ETP), siendo la primera la cantidad máxima posible de

agua que puede perder una capa continua de vegetación que cubre todo el terreno en las condiciones climáticas naturales de una región y, la segunda, como la cantidad de agua que perdería esta misma vegetación si tuviera un suministro permanente e ilimitado de agua.

El Índice de Aridez Anual define las condiciones de deficiencia o exceso hídrico de una región y nos da una idea de la cantidad faltante de agua y de la duración de los períodos escasez en este elemento, indispensable para el manejo productivo de los cultivos. En Boyacá se han definido cuatro zonas que se pueden observar en la Figura 19, (IGAC, 1984 en IGAC, 1998).

La zona I, con Índice de Aridez Anual entre 0.90 y 1.00 no tiene problemas de requerimientos hídricos e incluye algunas zonas con excesos de agua; rara vez se presentan 3 meses al año con deficiencia de agua. Se encuentra en las regiones con altas precipitaciones del valle medio del Magdalena, el piedemonte de los Llanos Orientales, la Sierra Nevada de Güicán o Cocuy y en un pequeño sector del límite con Santander, municipios de Santana y San José de Pare.

La zona II, con Índice de Aridez Anual entre 0.75 y 0.89, presenta moderadas limitaciones para el crecimiento de los cultivos y de 4 a 6 meses al año tienen deficiencias de agua. Se encuentra en la provincia de Ricaurte Bajo, los municipios de Buenavista, Chiquinquirá y Saboyá, los paramos que limitan por el Nor - Occidente el altiplano central de Boyacá, las provincias de Norte y Gutiérrez con excepción del cañón del Chicamocha, las partes templadas, frías y paramunas de las provincias del flanco oriental de la cordillera Oriental, las regiones del Valle de Tenza y Lengupá por encima de 1000 m.s.n.m. y los páramos alrededor de los embalses de Gachaneca y Teatinos.

La zona III, con Índice de Aridez Anual entre 0.60 y 0.74, presenta importantes limitaciones para el desarrollo continuo de los cultivos y tiene deficiencias hídricas que van de 6 a 9 meses al año; se presenta en el cañón del Chicamocha, los alrededores de la altiplanicie central de Boyacá y la laguna de Fúquene.

La zona IV, con Índice de Aridez Anual menor de 0.59, se presenta en la altiplanicie central de Boyacá, la provincia de Ricaurte alto y las partes más bajas del cañón del Chicamocha; en estas zonas los cultivos son posibles solamente mediante el suministro artificial de agua, debido a las severas deficiencias de ésta por más de 9 meses al año.

2.4.5 Vientos

Los vientos de mayor velocidad se presentan en los meses de julio a agosto, habiéndose medido velocidades de 6 a 7 m/segundo en las estaciones de Cúitva, Aquitania y Tibasosa y de 5.85 a 6.1 m/segundo en la de Socotá.

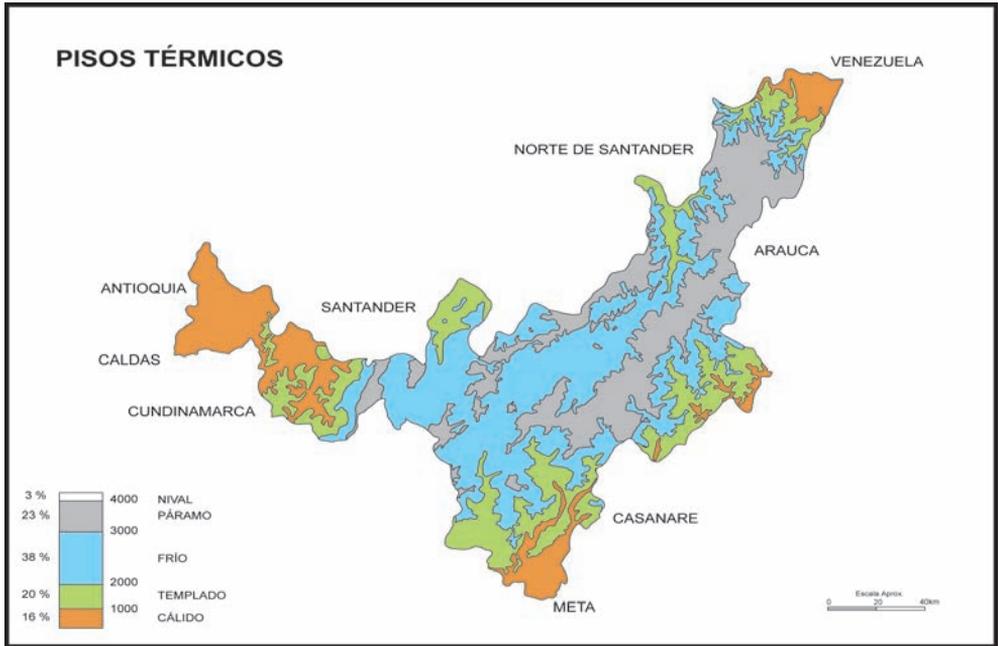


FIGURA 18. Pisos térmicos en el departamento de Boyacá.

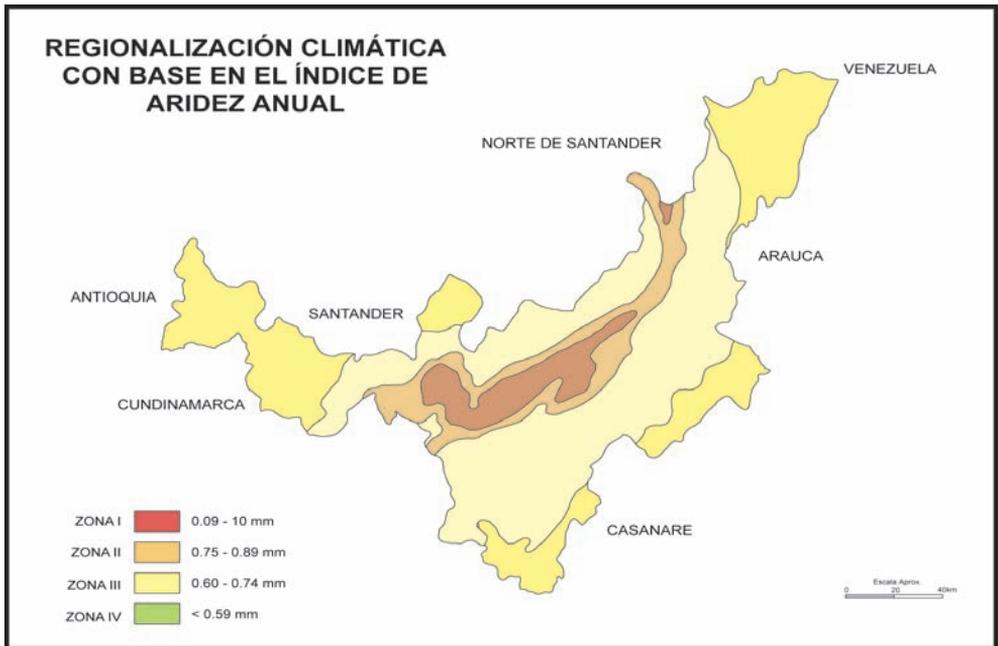


FIGURA 19. Regionalización climática con base en el Índice de Aridez Anual (IGAC, 1984 en IGAC, 1998).

2.4.6 Heladas

El fenómeno de las heladas es un factor limitante para la agricultura y la ganadería de las zonas de clima frío, agravándose a medida que el clima es más seco. Se presenta por el enfriamiento nocturno de la superficie terrestre, combinado con condiciones de cielo despejado, viento en calma y días anteriores calurosos; bajo estas condiciones se forma una capa de aire frío que baja de las zonas altas a las zonas planas a temperaturas inferiores a 0°C. provocando ennegrecimiento y a veces quemazón del follaje, por la condensación del agua que ocasiona el rompimiento de la membrana celular y la pérdida de la humedad de la planta.

Las heladas ocurren con mayor frecuencia en las épocas de menores lluvias, particularmente en los meses de enero y febrero, en la faja altitudinal de 2500 a 2800 m.s.n.m. que en Boyacá corresponde a las zonas del altiplano central y el valle del río Chicamocha, como puede verse en la Figura 20.



FIGURA 20. Zonas de Boyacá afectadas por heladas

Fuente: IGAC, 1984 en IGAC, 1998.

2.5 ZONAS DE VIDA

Existen varias clasificaciones para definir el clima de los diferentes lugares, el sistema de Koeppen (SOCOMET, 1986), el sistema de zonas de vida de Holdridge (Universidad Nacional, 1983) y el sistema de Holdridge modificado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi

TABLA 14. Clasificación climática según Holdridge y Holdridge - IGAC para varias estaciones meteorológicas de Boyacá.

MUNICIPIO	ESTACIÓN	ALTURA (msnm)	PRECIPIT (mm/año)	TEMP (° C)	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	
					HOLDRIDGE	HOLDRIDGE - IGAC
Puerto Boyacá	Puerto Boyacá	150	2858	28	Bosque húmedo Tropical	Cálido húmedo
Muzo	Muzo	850	2691	24	Bosque húmedo Tropical	Cálido húmedo
Buenavista	Buenavista	2150	2200	18	Bosque muy húmedo Montano bajo	Frío muy húmedo
Otanche	Otanche	1000	3108	22	Bosque muy húmedo Premontano	Medio muy húmedo
Ventaquemada	Ventaquemada	2650	2042	14	Bosque muy húmedo Montano bajo	Frío muy húmedo
Turmequé	Turmequé	2450	901	16	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Ramiriquí	Ramiriquí	2300	1381	16	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo
Tibana	Tibana	2300	940	16	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Campohermoso	Campohermoso	1300	1860	21	Bosque húmedo Premontano	Medio húmedo
Monguí	Monguí	2910	894	12	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Iza	Iza	2500	815	15	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Aquitania	Aquitania	3050	1219	11	Bosque muy húmedo Montano	Muy frío, muy húmedo
La Victoria	La Victoria	1400	3020	23	Bosque muy húmedo Premontano	Medio muy húmedo
Tuta	Tuta	2600	935	14	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Tutazá	Tutazá	2800	1150	13	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo
Umbita	Umbita	2500	937	15	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Zetaquirá	Zetaquirá	1850	1889	17	Bosque húmedo Premontano	Medio húmedo
El Espino	El Espino	2100	1080	18	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo
Guayatá	Guayatá	1500	1150	19	Bosque húmedo Premontano	Medio húmedo
Guican	Guican	2900	1150	12	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo
La Uvita	La Uvita	2400	1060	15	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo
Labranzagrande	Labranzagrande	1100	3680	20	Bosque muy húmedo Premontano	Frío muy húmedo
El Cocuy	El Cocuy	2700	924	14	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Boavita	Boavita	2100	1297	17	Bosque húmedo montano bajo	Frío húmedo
Chiscas	Chiscas	2400	1296	17	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo

Continuación Tabla 14

MUNICIPIO	ESTACIÓN	ALTURA (msnm)	PRECIPIT (mm/año)	TEMP (° C)	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	
					HOLDRIDGE	HOLDRIDGE - IGAC
Villa de Leyva	Villa de Leyva	2143	942	17	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Ráquira	Ráquira	2150	1017	17	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo
Sutamarchán	Sutamarchán	2100	806	17	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Samacá	Samacá	2600	721	14	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Santa Sofía	Santa Sofía	2400	1130	16	Bosque húmedo Montano bajo	Frío húmedo
Santana	Santana	1750	2436	18	Bosque muy húmedo Premontano	Medio muy húmedo
Moniquirá	Moniquirá	1700	2005	19	Bosque muy húmedo Premontano	Medio muy húmedo
Chita	Chita	2875	1220	11	Bosque muy húmedo Montano	Frío húmedo
Jericó	Chevá	2692	889	14	Bosque seco Montano bajo	Frío seco
Jericó	Jericó	3100	908	11	Bosque húmedo Montano	Muy frío húmedo
Guican	Parte alta	3500	1313	9	Bosque muy húmedo Montano	Muy frío, muy húmedo
Chita	El Cardón	3500	2443	9	Bosque pluvial Montano	Muy frío pluvial
Buenavista	Campoalegre	1400	1900	22	Bosque húmedo Premontano	Medio húmedo

(IGAC, 1977) para adaptarlo a las condiciones específicas de la topografía Colombiana.

El sistema de zonas de vida de Holdridge se utiliza para relacionar el clima con la vegetación y se considera muy útil por su relación más directa con los suelos. Para algunos sectores se puede observar en la tabla 14.

El sistema de clasificación climática de zonas de vida de L. R. Holdridge - IGAC es el más empleado en los estudios de suelos realizados por la Subdirección Agrológica. Tiene en cuenta la precipitación, la temperatura, la relación entre evapotranspiración potencial y precipitación y la altitud; además, refleja mejor las variaciones climáticas de zonas montañosas. La ubicación de algunos sectores se observa en la Tabla 14.

Las zonas de vida son extensiones de terreno que presentan similares condiciones ambientales para la adaptación de plantas y animales a ambientes que son favorables para su desarrollo y supervivencia. Las características básicas que definen estas zonas son los valores anuales promedio de biotemperatura y precipitación pluvial.

Por su gran diversidad de pisos térmicos y las variadas influencias externas sobre su clima, en Boyacá se presenta una gran variedad de zonas de vida, desde la nival hasta el monte espinoso premontano y bosque seco tropical, pasando por la mayoría de las zonas intermedias. A continuación se describen las diferentes zonas de vida del departamento y su vegetación; los nombres científicos de las plantas se consignan en la Tabla 15.

2.5.1 Nival (N)

Corresponde al clima ambiental nival en el cual el terreno está cubierto de hielo y nieve, en esta zona prácticamente no hay vida, ella se reduce a organismos unicelulares y multicelulares que pueden crecer sobre las rocas y no necesitan del suelo para su desarrollo. Esta zona tiene temperaturas medias anuales inferiores a 3° C.

2.5.2 Páramo Subandino y páramo pluvial Subandino o tundra pluvial andina (p - SA y pp - SA)

Estas zonas se presentan a temperaturas medias anuales entre 3 y 6°C y una precipitación anual inferior a 1000 mm la primera y entre 1000 y 2000 mm la segunda; corresponde aproximadamente a los climas subnavales y extremadamente fríos muy húmedos y pluviales respectivamente; en ella se presentan numerosos afloramientos rocosos y algunos suelos, más frecuentes con el aumento de la temperatura; soporta algunas plantas adaptadas a este ambiente de poco oxígeno y muy alta humedad como los fraylejones, pajas de páramo, chilco, granizo, senecio, tuno, rocío, chite, gaque y árnica.

2.5.3 Bosque pluvial Montano (bp - M)

Esta zona corresponde aproximadamente al clima ambiental muy frío pluvial, se encuentra a temperaturas medias anuales de 6 a 12°C y precipitaciones superiores a 2000 mm anuales. A estas alturas se hallan cultivos de subsistencia y potreros naturales en las partes menos pendientes y de condiciones climáticas menos desfavorables; la vegetación natural está compuesta especialmente por colorado, encenillo, chusque, fraylejón, sietecueros, chilco, doncel, fucsia, esterilla, gaque, palma, mano de oso, canelo de páramo, cortadera, sanalotodo, romero, bejuco clavellino, helecho arbustivo, árnica, enredadera, liquen, cola de caballo, romasa, genciana, sombrero, orejuela, olivo, tobo, laurel, valeriana, moquillo, chulo, pisquin; el área que ocupa esta vegetación es reducida y circunscrita a lugares aislados en un paisaje en el cual predominan las rocas y lagunas.

2.5.4 Bosque muy húmedo Montano (bmh - M)

Esta zona corresponde aproximadamente con el clima ambiental muy frío y muy húmedo; se presenta a temperaturas medias anuales de 6 a 12 ° C. y lluvias de 1000 a 2000 mm en ella hay una vegetación más diversa y frecuente que en las anteriores, compuesta principalmente por tuno, chilco, arrayán, uva camarona, senecio, fraylejón, mora silvestre, mortiño, romero, cordoncillo, cortadera, tobo, siete cueros, chite, guarda rocío, cortadera, llantén, encenillo, olivo, espinillo, garbanzo, chusque, sombrero, cedrillo, canelo, gaque, pegamosco, árnica y otras especies. En las partes de menor altura se presentan pequeños bosques compuestos por árboles y arbustos de gaque, siete cueros, canelo, encenillo y arrayán principalmente.

2.5.5 Bosque húmedo Montano (bh - M)

Corresponde aproximadamente al clima ambiental muy frío húmedo; se encuentra en temperaturas medias anuales entre 6 y 12°C y precipitaciones de 500 a 1000 mm al año; la vegetación es similar a la zona anterior pero más frecuente y abundante; se encuentran cultivos pequeños de papa, haba y sectores con pastos naturales y paja de páramo dedicados a la ganadería. En pequeñas zonas más secas cercanas a Tunja se encuentra cenizo, gualola serraja, lenguevaca o romasa, guascas, nabo silvestre, encenillo, arrayán y mora silvestre.

2.5.6 Bosque pluvial Montano Bajo (bp - MB)

Esta zona tiene las mismas características climáticas que el clima ambiental frío pluvial; los cultivos son poco frecuentes por la humedad excesiva; los pastos adaptados la soportan y se desarrollan bien, ocupan la mayor extensión dejando pequeños sectores a la vegetación natural compuesta por chusque, hoja de pantano, cola de caballo, helechos arborescentes, begonia, carate, sietecueros, dulumoco, pategallina, gallinazo, pino chaquiro, laurel, silvo silvo, granizo, canelo de páramo, ají, drago, chagualo, cedrillo y otras especies.

2.5.7 Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh - MB)

Esta zona de vida corresponde al clima ambiental frío muy húmedo, en ella se presentan abundantes pastos y algunos cultivos de maíz y papa; la vegetación natural es escasa y limitada por la explotación agropecuaria, está representada por especies como sauco de monte, encenillo, carbonero, uvo de monte, gaque, canelo, amarillo, guamos, cordoncillo, cucharo, carate, chilco colorado, drago, fique, balazo, yuco, papayuela, caucho o rapabarbo, uva camarona, caña de Castilla, altamisa, gramas, mano de oso, mora, cerezo, tinto, roble, cedro, tuno, limón de monte, quina, arboloco, chusque, borrachero, aliso, gomo y nogal. Los bosques son muy escasos, pequeños y limitados a las zonas más alejadas; en las áreas de mayor poblamiento la vegetación natural se encuentra en las orillas de los ríos y quebradas.

2.5.8 Bosque húmedo Montano Bajo (bh - MB)

Esta zona de vida corresponde al clima frío húmedo, en ella hay asentados importantes núcleos de población de los cuales el más notable es Chiquinquirá, el desarrollo agropecuario es notable y en algunos sectores intensivo, con uso de riego; se siembran especialmente maíz, papa, arracacha, arveja, garbanzo, frijol y pastos artificiales. La vegetación natural es similar a la de la zona anterior pero menos abundante.

2.5.9 Bosque seco Montano Bajo (bs - MB)

En esta zona de vida se asientan las tres mayores ciudades del departamento, es la región de mayor desarrollo agropecuario y humano, corresponde al clima ambiental frío seco que permite la explotación agropecuaria intensiva. Si hay una adecuada provisión de agua, los cultivos que se encuentran con frecuencia son papa, maíz, trigo, cebada, frutales de hoja caduca, haba, arveja, zanahoria, cebolla, hortalizas, ajo, vid, frijol, lenteja, garbanzo y pastos kikuyo, rye grass, imperial. La vegetación natural es escasa y adaptada a las condiciones de falta de agua en períodos prolongados del año; en el sector del altiplano central hay pequeños reductos con especies nativas e introducidas como hayuelo, drago, fique, sauce, eucalipto, nogal, balso, lechero, cenizo, guayabo, carbón, chocho, pino colombiano, guacharaco, ciprés, roble higuera, muelle, caña brava, cucharo, fique, mora, mortño, motua, sombo, upacón, salvio negro, sauce playero, eucalipto, pino hayuelo, tuno, garrocho, borrachero rojo, urapán, cordoncillo, encenillo, lulo, falso pimiento, dividivi, cerezo, aliso, acacias, pino, mangle, guayabo de leche o champo y alcaparro. En esta zona se encuentran extensos enclaves muy secos con vegetación xerofítica y aun desértica en el cañón del Chicamocha y la región de Villa de Leyva, con predominio de la vegetación natural compuesta principalmente por cactus, fique y dividivi.

2.5.10 Bosque pluvial Premontano (bp - PM)

Esta zona de vida corresponde al clima ambiental medio pluvial, se presenta en zonas alejadas y de poco desarrollo humano; la excesiva humedad limita seriamente la explotación agropecuaria que está representada especialmente por pastos gordura, brachiaria, guinea micay e imperial y algunos cultivos en las zonas menos pendientes; para su establecimiento se han talado los bosques afectando seriamente el almacenamiento de agua que ellos efectuaban. El bosque que aún queda es explotado para extraer maderas y leña; las principales especies vegetales son: guacharaco, zurrumbo, yarumo, canaleta, caucho, casia, arrayán, aguacatillo, algodoncillo, palma, arracacho, guadua, guayacán, pringamoza, cordoncillo, guamo, cámbulo, escobo, carbonero, rabo de zorro, helecho de marrano y otros helechos, cortaderas, chilco, caña brava, carate, platanillo, mortino, galapo, guacamayo, cañafístulo, mapure, tinto, carnefiambre, cruceto, caimo, amarillo, tinto y pastos imperial, gordura y elefante.

T2.5.11 Bosque muy húmedo Premontano (bmh - PM)

Esta zona de vida tiene los mismos parámetros climáticos que el clima ambiental medio muy húmedo, presenta una vegetación similar a la zona anterior con un mayor aprovechamiento agrícola y pecuario representado por especies como maíz, plátano, café, caña panelera, plátano, yuca y pastos.

2.5.12 Bosque húmedo Premontano (bh - PM)

Se presenta en la serranía de las Quinchas, con poco desarrollo agropecuario, y en el valle de Tenza con buen desarrollo agropecuario; sus parámetros climáticos son los mismos del clima medio húmedo. Los principales cultivos de esta zona son: caña panelera, plátano, maíz, arracacha, alverja, yuca, tomate, guayaba, papaya, piña y chirimoya; la vegetación natural presente está representada por árboles de sauce, cenizo, guamo, chiso, mangle, ciprés, eucalipto, nacedero, cafeto, cordoncillo, gaque, caucho, cedro, chocho, aguacatillo, pomarroso arrayán y sangregao.

2.5.13 Bosque seco Premontano (bs- PM)

Esta zona de vida corresponde al clima ambiental medio seco; presenta vegetación escasa de tipo arbustivo y espinoso, en la que sobresalen especies como pelá o cují, muelle, aroma, dividivi, eucalipto, higuera, sauce, copeo, escobo, fique, gaque, capablanca, cardón, tuno, zarza y gallinero o dínde. En las zonas planas y ligeramente onduladas con acceso a riego se siembra tabaco rubio y negro, maíz, caña panelera, plátano, frutales, tomate, pepino y otras hortalizas de clima medio y cálido.

2.5.14 Monte espinoso Premontano (me – PM)

Esta zona es la más seca del departamento, tiene los mismos parámetros climáticos del clima ambiental medio muy seco. La vegetación es similar a la de la zona de vida anterior pero más rala y con predominio de cactus y arbustos espinosos de las especies: pelá, tuna, cardón, trupillo, indio desnudo, guásimo, copeo, castañeto, espino, hayuelo y pimienta; los cultivos presentes son también similares pero requieren más riego.

TABLA 15. Vegetación de Boyacá con sus nombres científicos.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Abarco	<i>Cariniana decandra</i>	Barbas de gallo	<i>Warscewiczia coccinea</i>
Pelá o aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	Begonia	<i>Begonia ferruginea</i>
Aceite María	<i>Callophyllum mariae</i>	Bejuco clavellino	<i>Mutisia clematis</i>
Aceituno	<i>Tabernaemontana</i> y <i>Molongum laxum</i>	Borrachero	<i>Datura glauca</i>
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Borrachero rojo	<i>Brugmancia sanguinea</i>
Aguacatillo	<i>Clethra</i> sp.	Bromeliaceas	<i>Bromelia</i> spp.
Aguacatillo	<i>Persea</i> sp.	Cacao de monte	<i>Pachira aquatica</i>
Ají	<i>Drimys granadensis</i>	Cactos	<i>Opuntia</i> sp, <i>Cercus</i> sp.
Ajo	<i>Allium</i> sp	Café	<i>Coffea arabica</i>
Alcaparro	<i>Cassia</i> sp y <i>Senna</i> sp.	Cafeto	<i>Trichantera gigantea</i>
Algodoncillo	<i>Alchornea</i> sp.	Caimo	<i>Pouteria neglecta</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Cambulo	<i>Erythrina glauca</i>
Altamisa	<i>Franseria artemisoides</i>	Caña brava	<i>Gynerium sagittatum</i>
Amarillo	<i>Aniba</i> sp.	Caña de Castilla	<i>Arundo donax</i>
Amarillo	<i>Nectandra</i> sp.	Caña panelera	<i>Saccharum officinarum</i>
Amarillo	<i>Styrax</i> sp.	Cañafistula	<i>Senna grandis</i>
Anime	<i>Protium</i> sp.	Cañaguante	<i>Tabebuia serratifolia</i>
Arboloco	<i>Montanoa</i> sp.	Canalete	<i>Cordia alliodora</i>
Arenillo, ceiba amarilla	<i>Hura crepitans</i>	Canelo	<i>Drimys</i> sp.
Árnica	<i>Senecio formosus</i>	Canelo de páramo	<i>Drimys granadensis</i>
Aromo	<i>Vachellia farnesiana</i>	Capablanca	<i>Petitia dominguensis</i>
Arracacha	<i>Arracia xanthorrhiza</i>	Capitancillo	<i>Pentaclethra macroloba</i>
Arracacho	<i>Brunellia</i> sp.	Caracoli	<i>Anacardium excelsum</i>
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>	Caraño	<i>Dacryodes occidentalis</i>
Arrayán	<i>Myrtus</i> sp.	Carate	<i>Vismia baccifera</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	Carbon o carbonero	<i>Albizzia carbonaria</i>
Avinge	<i>Andira</i> sp.	Carbon o carbonero	<i>Bejaria glauca</i>
Balazo	<i>Monstera pertusa</i>	Carbonero	<i>Calliandra</i> sp.

Continuación Tabla 15

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Balzo	Ochroma pyramidale	Carbonero	Licania sp.
Balzo blanco	Heliocarpus americanus	Chingale carrudo	Tabebuia sp.
Cardón	Lemaireocereus griseus	Chirimoyo	Anona chirimoia
Cargadero	Guatteria sp.	Chiso	Myrica sp.
Cariseco	Billia columbiana	Chite	Hypericum sp.
Carnefambre	Roulapa sp.	Chocho	Erythrina laricifolium
Carrá	Huberodendron pationi	Chocho	Ormosia sp.
Casia	Senna sp.	Choibá	Coumaruona oleifera
Castañeto	Thevetia peruviana	Chulo	Alchornea sp.
Caucho	Ficus sp.	Chusque	Chusquea tessellata
Caucho negro	Castilla elastica	Ciprés	Cupressus lusitanica
Cebada	Hordeum vulgare	Ciprés	Cupressus macrocarpa
Cebolla	Allium cepa	Ciruelo	Prunus sp.
Cecocrystal	Cephalotomandra fragrans	Cola de caballo	Equisetum bogotense
Cedrillo	Brunellia sp.	Copeo	Thalauma pumila
Cedro	Cedrella odorata	Cordoncillo	Piper sp
Cedro cebollo	Cedrella montana	Cortadera	Carex sp.
Cedro macho	Guarea sp.	Cortadera	Lycopodium sp.
Ceiba	Ceiba pentandra	Cortadera	Scleria sp.
Ceiba	Cavanillesia platanifolia	Cortadera	Cortadeira sp.
Ceiba blanca	Hura crepitans	Croto o croton	Euphorbia orbiculata
Cenizo	Chenopodium paniculatum	Cruceto	Randia aculeata
Cenizo	Vismia sp.	Cruciferas	Brassica oleraceae
Cerezo	Prunus capuli	Cucharo	Myrsine guianensis
Chagualo	Clusia sp.	Cucharo colorado	Swartzia panamensis
Chanul	Sacaglotis procera	Cuji	Prosopis juliflora
Charrudo	Guatteria sp.	Curomacho	Rollinia sp.
Chicala	Tabebuia crysantha	Dinde	Maclura tietorea

Continuación Tabla 15

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Chilco	Baccharis floribunda	Frijol	Phaseolus vulgaris
Chilco	Baccharis nitida	Fuchsia	Fuchsia serratifolia
Chingale	Jacaranda copaia	Galapo	Albizia carbonaria
Dinde	Maclura tinctoria	Gallinazo	Pollalesta sp.
Dividivi	Libidivia coriaria	Gallinero	Pithecellobium dulce
Dividivi	Caesalpinia spinosa	Gaque	Clusia smultiflora
Doncel	Berberis vallensis	Garbanzo	Cicer arietinum
Dorance	Senna reticulata	Garrocho	Viburnum tinoides
Drago	Croton sp.	Genciana	Gentiana corymbosa
Dulumoco	Saurauia sp.	Geneve	Caryocar costarricense
Durasnero	Prunus persica	Gomo	Cordia archeri
Encenillo	Weinmannia microphylla	Gramma	Calamagrostis sp.
Encenillo	Weinmannia pectinata	Granadillo	Hieronyma sp.
Encenillo	Weinmannia sorbifolia	Granizo	Hedyosmum bomplandianum
Encenillo	Weinmannia tomentosa	Guacamayo	Basiloxylon sp.
Enredadera	Bomarea sp.	Guacamayo	Croton sp.
Escobo	Alchornea sp.	Guacamayo	Dalbergia sp.
Escobo	Hypericum sp.	Guacamayo o soliman	Duroia hirsuta
Espino	Barnadesia espinosa	Guacharaco	Isertia alba
Espino garbanzo	Barnadesia espinosa	Guacharaco	Protium sp.
Esterilla	Orthosanthus chimborascensis	Guadua	Guadua angustifolia
Eucalipto	Eucalyptus sp.	Guaimaro	Vochysia sp.
Eucalipto	Eucalyptus globulus	Gualola	Polygonum segetum
Eucalipto	Eucalyptus viminalis	Guamo	Inga densiflora
Falso pimienta	Schinus molle	Guascas	Galinsoga parviflora
Fique	Agave americana	Guásimo de tierra fría	Cordia acuta
Flechero	Cochlospermum vittifolium	Guásimo	Guazuma ulmiflora
Floramarillo	Tecoma stans	Guásimo real o colorao	Luehea semanni

Continuación Tabla 15

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Frailejón	Espeletia congestiflora	Guayabo	Psidium guajava
Frailejón	Espeletia glandulosa	Guayabo	Calycophyllum candissimum
Frailejón	Espeletia grandiflora	Loro	Dypterodendron costaricensis
Frailejón	Espeletia murilloi	Lulo	Solanum marginatum
Fresno	Tapirira guianensis	Maíz	Zea mays
Guayabo de leche	Campomanesia lineatifolia	Mangle	Scallonia pendula
Guayacán	Tabebuia pentaphylla	Mano de oso	Oreopanax argentatus
Guayacán polvillo	Tabebuia chrysantha	Manzano	Clethra fimbriata
Haba	Vicia faba	Mapure	Laplacea sp.
Hayuelo	Dodonea viscosa	Matarratón	Gliricidia sepium
Helecho arbustivo	Blechnum sp.	Mora silvestre	Rubus bogotonce
Helecho	Polystichum pycnolepis	Mortiño	Miconia sp.
Helecho de marrano	Pteridium aquilinum	Mortiño	Hesperomeles sp.
Helecho ziz zag	Dicranopteris bifida	Moquillo	Saurauia sp.
Helecho	Tamesomia bogotensis	Motuas	Fourcreae sp.
Higeron	Ficus sp.	Muelle	Schinus molle
Higuerilla	Resinus communis	Musgos	Sphagnum sp.
Hobo	Spondias mombin	Nabo silvestre	Brassica campestris
Hoja de pantano	Gunnera sp.	Nogal	Cordia alliodora
Iguá	Pseudosamanea sp.	Nogal	Juglans neotropica
Indio desnudo	Bursera simaruba	Olivo	Myrcia funckii
Jabonero	Symplocos sp.	Olivo	Olea europea
Jalapo	Albizzia carbonaria	Olivo de monte	Myrcia sp.
Jigua	Genipa americana	Olla de mono	Eschweilera sp.
Lacre	Vismia baccifera	Olla de mono	Lecythis sp.
Laurel	Nectandra sp.	Orejuela	Lachemilla orbiculata
Laurel	Ocotea sp.	Otoba	Otoba sp.
Lechero	Calotropis procera	Paco	Cespedesia macrophylla
Lenguevaca	Rumex crispus	Pajas de paramo	Calamagrostis sp.
Lenteja	Ervum lens	Pajas de paramo	Neurolepis nobilis
Limon de monte	Siparuna sp.	Palma	Geonoma sp.
Liquen	Cora pavonia	Palma	Atalea sp.
Llanten	Plinitago lanccolata	Pimiento	Schynus molle
Palma de cusco	Atalea butyracea	Piña	Ananas sativus

Continuación Tabla 15

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Palma mil pesos	Oenocarpus batavia	Pino	Pinus patula
Palo colorao	Polylepis quadrijuga	Pino	Pinus radiata
Palo cruz	Brownea ariza	Pino chaquiuro	Decussocarpus
Pantano	Hyeronima alchorneoides	Pino colombiano	Decussocarpus rospigliosii
Papa	Solanum tuberosum	Pino hayuelo	Podocarpus oleifolius
Papaya	Carica papaya	Pisgún	Albizzia carbonaria
Papayuela	Carica cundinamarcensis	Platanillo	Heliconia sp.
Pasto braquiaria	Brachiaria decumbens	Platano	Musa sapientum
Pasto elefante	Pennisetum purpureum	Pomarroso o pomo	Syzygium jambos
Pasto gordura	Melinis minutiflora	Pringamoza	Urera sp.
Pasto guinea	Hyparrhenia rufa	Quebracho	Vitex orinocensis
Pasto imperial	Axonopus scoparius	Quina	Cinchona pubescens
Pasto kikuyo	Pennisetum clandestinum	Rabo de zorro	Andropogon bioirnis
Pasto micay	Axonopus micay	Rapabarbo	Chrysochlamys sp.
Pasto puntero	Hyparrhenia ruffa	Retamo	Spartium junceum
Pasto ray grass	Lolium multiflorum	Roble	Quercus humboldtii
Pata de gallina	Schefflera sp.	Romasa	Rumex crispus
Pata de gallina	Scceflera morototoni	Romero	Dyplostephium floribundum
Pata de vaca	Bauhinia sp.	Romero	Dyplostephium revolutum
Pategallina	Orcopanax sp.	Sábila	Aloe vera
Pegamosco	Befaria resinosa	Sajino blanco, marcelo	Laetia procera
Peine de mico	Apeiba aspera	Salvio negro	Cordia sp.
Peine de mono	Apeiba tibourbou	Sanalotodo	Baccharis tricuneata
Pela	Acacia farnesiana	Sande	Brosimum utile
Pendare	Couma macrocarpa	Sangre de gallo	Pterocarpus hayesii
Pepino	Cyclanthera pedata	Sangregao	Croton sp.
Peralejo	Byrsonima crassiflora	Sangregao	Croton funkianus
Pero	Pera arborea	Sauce	Salix humboldtiana
Pesquin	Albizzia carbonaria.	Trigo	Triticum vulgare
Sauce playero	Tessaria integrifolia	Trompeto	Bocconia frutescens
Sauco de monte	Virburnum triphyllum.	Trupillo	Prosopis juliflora
Sebo	Viola sebifera	Tuna	Opuntia pittieri
Sembé	Xylopia aromatica	Tuno	Miconia ligustrina
Serraja	Lactuca inthybea	Tuno	Miconia summa

Continuación Tabla 15

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Sietecueros	Miconia caudata	Uchuvilla	Solanum sisymbriifolium
Sietecueros	Tibouchina lepidota	Upacón	Montanoa ovalifolia
Sietecueros colorado	Polylepis quadrijuga	Urapan	Fraxinus chinensis
Silvo silvo	Hedyosmum bomplandianum	Uvo caimarona	Macleania rupestris
Sixe	Cortadeira sp.	Uvo caimarona	Gualtheria sclerophylla
Sombo	Solanum lycioides	Uvo de monte	Cavendishia pubescens
Sombbrero	Hydrocotyle sp.	Vainilla	Opuntia tunicata
Tabaco negro	Nicotiana tabacum	Valeriana	Valeriana officinalis.
Tabaco rubio	Nicotiana tabacum	Vara de indio	Bursera sp.
Tachuelo	Fagara sp.	Varasanta	Triplaris americana
Tambor	Schizolobium parahybum	Vid	Vitis vinifera
Tángare	Carapa guianensis	Yarumo	Cecropia sp.
Teca	Tectona grandis	Yuca	Manihot sculenta
Tinto	Cestrum tinctorium	Yuco	Spirotheca sp.
Tinto	Monnina aestuans	Zanahoria	Daucus carota
Tobo	Escallonia myrtilloides	Zarza	Rubus spp.
Tomate	Lycopersicum sculentum	Zurrumbo	Trema micrantha
Trébol	Platymiscium pinnata		

2.5.15 Bosque muy húmedo Tropical (bmh - T)

Esta zona de vida corresponde al clima ambiental cálido muy húmedo; en el Magdalena Medio y las zonas de San Luis de Gaceno y Cubará está muy intervenida y existen explotaciones ganaderas con pastos gordura, brachiaria, guinea, micay e imperial. La vegetación natural es exuberante, está reducida a las zonas alejadas y de acceso difícil o restringido por ser de conservación natural o de resguardo indígena; las principales especies presentes son: canaete, flechero, chagualo, paco, yarumo, genene, caucho negro, dorancé, indio desnudo, palo cruz, achiote, pata de vaca, caracolí, avinge, choibá, loro, otoba, pata de gallina, cámbulo, olla de mono, caucho, jigua, cedro macho, cargadero, carrá, arenillo, limón de monte, tambor, sangre de gallo, trébol, capitancillo, cacao de monte, laurel, balso, guásimo colorado, chingalá o chicalá, pantano, cucharo colorado, zurrumbo, carate, sebo, varasanta, caraño, quebracho, curapín, higuérón, carbonero, cedrillo, hobo, anime, cedro, peine de mico, ceiba, chingalé charrudo, guacamayo y curomacho.

2.5.16 Bosque húmedo Tropical (bh - T)

Esta zona de vida tiene los mismos parámetros del clima ambiental cálido húmedo, la vegetación natural se encuentra muy reducida por el fomento de la agricultura y la ganadería con cultivos de maíz, yuca, plátano y pastos puntero y gordura. La vegetación natural está

compuesta por algunos bosques poco intervenidos y principalmente por bosques secundarios y en proceso de regeneración o por reforestaciones con teca; las especies más importantes son: guásimo real, caucho, dinde, iguá, guayabo, sajino blanco, cecocrystal, tachuelo, guacamayo, laurel, matarratón, lacre, palo de cruz, pasto puntero, pasto gordura, palma milpesos, aceite María, ceiba, balso, hobo, olla de mono, guáimaro y cedro.

2.5.17 Bosque muy seco Tropical (bms - T)

Esta zona de vida corresponde al clima ambiental cálido muy seco, circunscrita a las áreas más bajas del cañón del río Chicamocha, en los límites con el departamento de Santander. La explotación agrícola y la vegetación natural son similares a las de la zona de vida monte espinoso premontano.

2.5.18 Bosque muy húmedo Premontano - transición cálida (bmh - PM tr - c)

Las zonas de vida transicionales se aplican a regiones que comparten las condiciones meteorológicas de dos zonas de vida a lo largo del año, debido al encuentro de las masas de aire u otros fenómenos que provocan temperaturas más cálidas en un período; los parámetros climáticos de la zona son precipitaciones de 2000 a 4000 mm al año y temperaturas medias anuales de 18 a 24 ° C.; esta zona de vida se presenta en el Magdalena Medio, entre los ríos Ermitaño y Negro; en el Piedemonte Llanero, valles de los ríos Cravo Sur, Payero, Charte y Tocaría; el clima ambiental de la zona es cálido húmedo y su vegetación es una mezcla de las especies de las zonas de bosque muy húmedo Premontano y bosque húmedo Tropical.

2.6 VEGETACIÓN NATURAL

La vegetación está muy intervenida por los usos de la tierra en agricultura y ganadería, los pocos lugares donde aún subsiste la vegetación natural son regiones de difícil acceso o de climas poco propicios para las labores agropecuarias; los bosques y zonas de vegetación especial cubren un área de 4708 Km². con cinco tipos diferentes de vegetación. Ver tabla 14

TABLA 16. Areas de bosque y vegetación especial en Boyacá

Tipo	Precipitación (mm)	Temperatura (o C)	Altura (m.s.n.m.)	Área (Km2)
Bosque de piso basal	2000 a 3000	>24	0 a 1000	139
Bosque de piso subandino	2000 a 3000	18 a 24	1000 a 2000	441
Bosque de piso andino	>2000	12 a 18	>2000	1229
Vegetación de páramo	<2000	<12	>3000	1832
Vegetación de zonas áridas	<1000	variada	variada	1067
Total				4708

Fuente: IGAC, 1989

2.6.1 Bosque de piso basal

Este tipo de bosque se encuentra a menos de 1000 m.s.n.m., en temperaturas medias anuales superiores a 24 ° C y precipitación promedio anual de 2000 a 3000 mm. o más. En el departamento se presenta para la cuenca inferior del río Minero, la cuchilla de Micas Flacas y la serranía de Las Quinchas en el límite con Santander cubriendo una pequeña área de 139 Km². que equivale al 0.6% del departamento.

Se desarrolla sobre relieves escarpados y abruptos con árboles bien formados de alturas superiores a 40 m y diámetros de más de 80 cm; las especies más representativas que se encuentran son: abarco (*Cariniana piriformis*), caimito (*Pouteria* sp.), chanul (*Sacaglotis procera*), sande (*Brosimum utile*), tãngare (*Carapa guianensis*), carbonero (*Licania* sp.), chingalé (*Jacarandá copaia*), vara de indio (*Bursera* sp.), anime (*Protium* sp.), sembé (*Xylopia aromática*), peralejo (*Byrsonoma crassifolia*), caucho (*Ficus* sp.), caimo (*Pouteria* sp.), guamo (*Inga* sp.), drago (*Croton* sp.), yarumo (*Cecropia* sp.), carate (*Vismia* sp.), balso (*Ochroma pyramidale*), zurrumbo (*Trema micrantha*), ceiba (*Ceiba pentandra*), palma de cusco (*Atalea butyracea*), hobo (*Spondias mombin*), matarratón (*Gliricidia sepium*), vara santa (*Triplaris americana*), ceiba blanca y amarilla (*Hura crepitans*), pata de vaca (*Bauhinia* sp.), olla de mono (*Eschweilera* sp.) y ceiba (*Cavanillesia platanifolia*). La conservación de estos bosques en su estado natural es difícil por lo útiles que son, pues casi todos tienen maderas finas utilizadas para producir chapas, pisos y enchapes; el balso es útil en aviación como aislante acústico y en arquitectura para maquetas y el sande tiene una resina para fabricar bujías.

2.6.2 Bosque de piso subandino

Los bosques de piso subandino se encuentran sobre el Piedemonte Llanero, en la cordillera Oriental al oriente de Pisba y al sur de Cubará entre 1000 y 2000 m.s.n.m., a temperaturas medias anuales de 18 a 24 ° C y con una precipitación promedio anual de 2000 a 3000 mm; cubren un área de 441 Km² que equivale al 1.9% del departamento.

En este bosque se encuentran especies como lanzo (*Vismia* sp.), yarumo (*Cecropia* sp.), balso blanco (*Heliocarpus americanus*), tuno (*miconia* sp.), dulumuco (*Saravia* sp.), Zurrumbo (*Trema micrantha*), flor amarillo (*Tabebuia chrysantha*), guayacán (*Tabebuia* sp.), espadero (*Myrsine guianensis*), cordoncillo (*Piper* sp.), balso (*Ochroma pyramidale*), guamo (*Inga* sp.), cámbulo (*Erythrina* spp.), carbonero (*Calliandra* sp.), dorancé (*Senna reticulata*), pisguín (*Albizia carbonaria*) y chapanal (*Adenaria floribunda*). Estas maderas son útiles en la construcción y la carpintería.

2.6.3 Bosque de piso andino

En este tipo de bosque los árboles son de porte bajo, albergando un sotobosque de musgos, helechos y plantas hepáticas, muy importantes para almacenar agua y controlar la erosión; se presenta sobre los 2000 m.s.n.m, a temperaturas entre 12 y 18 °C. promedio anual y en zonas con una precipitación anual superior a los 2000 mm.; se encuentran al sur de Cubará, al norte de Pajarito y Rondón, al noroccidente de Miraflores, Sotaquirá y Arcabuco. Ocupan un área de 1229 Km² equivalentes al 5.3% del departamento.

Las principales especies observables en este bosque son aliso (*Alnus acuminata*), roble (*Quercus humboldtii*), amarillo (*Aniba* sp.), pino chaquiro (*Decussocarpus rospigliosi*), encenillo (*Weinmannia tomentosa*), platino (*Ilex* sp.), candeló (*Hieronyma* sp.), barcino (*Elaeagia* sp), cope

(*Clusia* sp.), tusca (*Pouteria* sp.), amargo (*Mauria* sp.), granadillo (*Hyeronima* sp.), jabonero (*Symplocos* sp.), palma (*Syagrus* sp.), helechos (*Pteridium* sp. y *Alsophyla* sp.), anime (*Protium* sp.), cariseco (*Billia columbiana*), fresno (*Tapirira* sp.), guayabón (*Terminalia* sp.) y cedro cebollo (*Cedrela montana*). Salvo el roble y el amarillo, son útiles sólo para leña y cercas de potreros y por ello su principal amenaza es la tala que se realiza para utilizar las tierras para pastos.

2.6.4 Vegetación graminoide de páramo

Esta vegetación especial existe solamente en los Andes tropicales de Colombia, Venezuela y Ecuador, se presenta en Boyacá por encima de los 3000 m.s.n.m a temperaturas inferiores a 12°C y un promedio anual de lluvias inferior a 2000 mm; se encuentra en el páramo de Pisba, en la Sierra Nevada del Güicán o Cocuy, al nororiente de la laguna de Tota y en los alrededores del embalse de Gachaneca. En los demás páramos del departamento está muy intervenida por la ganadería y la agricultura hasta el punto de haber casi desaparecido por debajo de los 3500 m.s.n.m. La importancia de esta vegetación radica en su capacidad para almacenar agua y regular la escorrentía, evitando la erosión, las crecidas excesivas de los cursos de agua y la falta de ésta en la estación seca. Ocupa un área de 1832 Km² que equivale al 7.9 % del departamento.

Las especies más comunes que componen esta vegetación son: fraylejones (*Espeletia* spp.), chusque (*Chusquea* sp.), paja de páramo (*Calamagrostis* sp.), encenillo (*Weinmannia tomentosa*), tuno (*Miconia ligustrina*), cucharo (*Rapanea* sp.), rocío chite (*Hypericum* sp.), tobo (*Escallonia myrtilloides*), palo colorao (*Polylepis boyacensis*), musgos (*Sphagnum* spp.) (*Hypochaeris* spp.), cortadero (*Carex* sp.), lenguevaca (*Rumex acetossella*), valeriana (*Valeria* sp.), chilco (*Baccharis tricuneata*), senecio (*Senecio rufescens*), gaque (*Clusia* sp.) y granizao (*Hedyosmum* sp.).

2.6.5 Vegetación de zonas áridas

Esta vegetación está distribuida en dos sectores con climas diferentes, la parte baja del cañón del Chicamocha con alturas de 900 a 1300 m.s.n.m, temperaturas medias anuales de 22 a 25 ° C y precipitaciones inferiores a 500 mm y los municipios de Villa de Leyva, Sáchica y Sutamarchán con temperaturas medias anuales alrededor de los 17 ° C, alturas alrededor de los 2100 m.s.n.m y precipitaciones inferiores a 1000 mm. En estos sectores predominan los cactus y plantas espinosas con árboles y arbustos escasos, deformados y achaparrados; ocupan 1067 Km² que equivalen al 4.6% del departamento.

Las principales especies vegetales que se encuentran en estas zonas son: mortiño (*Hesperomeles* sp.), paja (*Andropogon* sp.), hayuelo (*Dodonea viscosa*), ají (*Mamillaria columbiana*), vainilla (*Opuntia tunicata*), penda o tuno (*Opuntia pittieri*), uchuvilla (*Solanum sisymbriifolium*), dividivi (*Tara espinosa*), croto (*Croton* sp.), muelle o pimiento (*Schinus molle*), olivo (*Olea europea*), fique (*Agave americana*), retamo (*Spartium junceum*), sixe (*Cartadeira* sp.), sábila (*Aloe vera*) y aroma (*Acacia farnesiana*).

2.7 ECOLOGÍA

La gran variedad de climas del departamento, las influencias climáticas de los Llanos Orientales y el Valle del Magdalena y su accidentada topografía ocasionan una gran cantidad de ambientes ecológicos frágiles y generalmente de poca extensión, diferenciados entre sí por el clima, el relieve, la topografía, la influencia antrópica y los materiales que les han dado origen.

Los ambientes ecológicos de Boyacá por su poca extensión son cambiantes y abiertos a las influencias provenientes de las regiones circundantes; las condiciones climáticas pueden variar de año a año, especialmente la precipitación pluvial, provocando variaciones que afectan la vegetación natural y los cultivos, por ello es frecuente observar en la vegetación mezclas de plantas de diferentes ambientes y una gran variedad de especies en áreas reducidas.

La fragilidad de los ecosistemas es consecuencia de múltiples factores, siendo el más importante la influencia antrópica por la explotación agropecuaria y forestal excesiva o inadecuada, las obras públicas, la explotación minera, la disposición de basuras y los desechos industriales. Otros factores como las lluvias excesivas, los vientos fuertes y secos, las heladas, las pendientes fuertes y largas, las crecidas de los ríos y quebradas y los deshielos agudizan las influencias antrópicas y provocan deterioros locales de los ecosistemas que los pueden afectar en forma permanente.

La región del Magdalena Medio se ve afectada por la explotación ganadera en un clima muy húmedo, lo cual facilita la erosión en suelos frágiles desprovistos de protección vegetal por sobrepastoreo en colinas de pendientes fuertes y cortas. La explotación petrolera ha afectado algunos lugares por el vertimiento de residuos de los pozos y la fuga accidental de los poliductos y oleoductos locales. Por último, en la serranía de las Quinchas la deforestación por la explotación maderera y la colonización agropecuaria ha expuesto a la erosión terrenos poco adecuados para su uso económico por las pendientes fuertes y lluvias excesivas.

En la cuenca del río Minero el terreno es atravesado por numerosas fallas geológicas, sinclinales y anticlinales que la hacen susceptible a los derrumbes y otros movimientos en masa, éstos a través del tiempo han modelado un paisaje de terrenos accidentados con pendientes fuertes y largas, profundos cañones y frecuentes abanicos coluviales; por esta susceptibilidad la región es especialmente frágil ante las obras de infraestructura, la colonización y deforestación y la explotación minera. Se presentan explotaciones mineras de esmeraldas, carbón y calizas con poca técnica y descuido en la disposición de los residuos lo que provoca frecuentes derrumbes y contaminación de los suelos y las aguas; la construcción de carreteras y otras obras de infraestructura han ocasionado derrumbes localizados y abiertos a la colonización y la explotación maderera, áreas frágiles por las fuertes pendientes y las excesivas lluvias que se deben tratar con cuidado para evitar la deforestación de las zonas más accidentadas y procurar que las zonas dedicadas a pastos y cultivos no queden sin la protección vegetal y sin el beneficio de las obras culturales adecuadas contra la erosión y los movimientos en masa.

Las montañas que separan la cuenca del río Minero y el valle del río Suárez, conocidas localmente como cuchillas de Peñas Blancas, Cajetas o Pinares y páramo de Saboyá, presentan frecuentes abanicos coluviales producto de derrumbes y movimientos en masa ocasionados por las lluvias, las fuertes pendientes y los anticlinales y sinclinales sobre materiales susceptibles. En esta región hay varios páramos explotados con pastos y gramas naturales en los cuales se debe evitar el sobrepastoreo y la desprotección del suelo; y restringir su uso a suelos planos y ondulados, procurando una adecuada protección a las corrientes de agua y las pendientes fuertes; se debe buscar la recuperación de la vegetación natural en las cuencas y las partes altas para garantizar la provisión de agua para uso agropecuario y

en los acueductos de las veredas, caseríos y pueblos del sector. Estas montañas son una barrera natural que dificulta el paso de las masas de aire húmedo hacia el interior de Boyacá, provocan su descarga paulatina en sus estribaciones y en el valle del río Suárez por lo cual la provincia de Ricaurte Alto es seca.

El valle del río Suárez y sus afluentes, entre la laguna de Fúquene y los alrededores de Saboyá, tiene establecido un agroecosistema de explotación intensiva con pastos artificiales y cultivos de papa y hortalizas tecnificados; su equilibrio ecológico depende más de acciones y controles antrópicos que de los elementos naturales; el control de inundaciones, la canalización del río y el riego controlado evitan el deterioro de este sector y previenen la sedimentación del cauce. Los desechos sólidos y aguas residuales de la ciudad de Chiquinquirá contaminan el río y provocan el deterioro de la calidad de sus aguas haciendo difícil su uso para las labores agropecuarias y el consumo humano.

La Serranía de Marchán y sus estribaciones hasta la laguna de Fúquene y hacia el municipio de Arcabuco son una barrera natural que dificulta la entrada de los vientos húmedos de los valles de los ríos Magdalena y Suárez al interior de Boyacá, favorecen el clima seco de la provincia de Ricaurte alto y del altiplano central y el clima húmedo de la provincia de Ricaurte Bajo y de sí mismos. Esta región está dedicada a la agricultura de clima frío y a la ganadería de doble propósito, ocupando terrenos ondulados y quebrados entre 2500 y 3500 m.s.n.m; en las partes altas debe evitarse el uso de los terrenos de fuerte pendiente y procurar la repoblación con vegetación natural para recuperar su capacidad de almacenar agua; en las partes bajas se deben proteger los cauces y acequias y así evitar la erosión y el deterioro de los suelos productivos.

La provincia de Ricaurte Alto se caracteriza por su sequedad y por una vegetación escasa que en algunos sectores, como el desierto de La Candelaria, es casi inexistente; los suelos son susceptibles a la erosión por lo que su uso debe ser muy cuidadoso; de preferencia se deben dedicar a la conservación de la vegetación, reforestar con especies nativas y sólo permitir los cultivos permanentes en sectores planos y ligeramente ondulados que posean obras de control de la erosión y fuentes de agua; su uso como atractivo turístico ayuda a la conservación de este ecosistema, pero deben evitarse sus consecuencias negativas como las basuras y la contaminación de las pocas aguas.

La provincia de Ricaurte Bajo está dedicada principalmente a la agroindustria panelera, de la guayaba y a la ganadería de doble propósito; los cultivos de caña son de tipo tradicional y semi-intensivo sobre terrenos ondulados y ligeramente quebrados en los que se debe abonar de forma adecuada o dejar descansar, evitando prácticas que propicien el deterioro de los suelos como las quemadas, el laboreo excesivo o incorrecto a favor de las pendientes y el taponamiento de acequias y bocatomas; los pastos son de tipo mejorado y aprovechan los terrenos quebrados en los que no es recomendable la siembra de caña; se debe evitar el uso en agricultura y ganadería de zonas de alta pendiente y buscar la protección de las acequias y los taludes; los trapiches tradicionales y de mecanización mediana producen residuos que no se deben arrojar a las quebradas, sino procurar su aprovechamiento como fuente de energía para el mismo trapiche y como abono, evitando quemar, para el proceso de extracción de la miel, los árboles de la región y así favorecer la protección y recuperación de los pocos sitios boscosos que quedan. El municipio de Arcabuco, las partes altas de Chitaraque, la cuenca del río Huertas o Chontales en el municipio de Duitama y la región de Avendaño, entre este municipio y Santa Rosa de Viterbo, tienen un clima frío muy húmedo y una topografía

quebrada, las tierras están dedicadas a la ganadería de leche y doble propósito en las cuales se debe evitar la utilización de terrenos muy quebrados, conservar la vegetación protectora de ríos y quebradas, reforestar las áreas degradadas y proteger los nacimientos de agua.

Los páramos de Rabanal, al noroeste de Tunja, Chontales, Pan de Azúcar, La Rusia, Guantiva, y Peña Negra, constituyen la última barrera a las masas de aire húmedo provenientes del Valle del Magdalena; antes de que penetren en la altiplanicie central de Boyacá y el cañón del Chicamocha, tienen un clima muy húmedo en la parte noroccidental y húmedo en el sur y el oriente que permite cobertura de pastos naturales y su uso en cultivos resistentes al frío como algunas variedades de papa; su utilización agropecuaria debe restringirse a las zonas menos pendientes y cuidar que no afecten los cauces de las quebradas y ríos que alimentan los embalses de Gachaneca, Teatinos y otros menores que proveen de agua los acueductos de Tunja y otros municipios; su uso como fuentes de agua debe ser reforzado por medio de la conservación y protección de la vegetación nativa.

La altiplanicie central de Boyacá es una zona de clima frío seco con una intervención antrópica intensiva; en este sector están las ciudades de Tunja, Sogamoso, Duitama y numerosos núcleos menores en donde se concentra la población y actividad industrial del departamento, ocasionando problemas de contaminación de las aguas y el aire que afectan la salud de los núcleos humanos cercanos a las termoeléctricas, a las factorías siderúrgicas y cementeras y a las minas de hierro, carbón y otros materiales. La actividad agropecuaria es intensiva con la canalización de cauces, el uso de riego y drenajes artificiales, abonos y pesticidas químicos en buena parte del área. Como consecuencia de lo anterior la ecología original de la región está muy afectada y ha sido sustituida, en la práctica, por un entorno inestable agroindustrial con un importante número de fuentes de contaminación que se deben controlar y minimizar con el uso de filtros de aire, canalización y purificación del agua procedente de las fábricas y minas, establecimiento de barreras de árboles que purifiquen el aire y protejan los núcleos urbanos, control del agua para riego y tratamiento del agua de drenaje, reforestación de los cauces de los ríos y acequias y tratamiento técnico de las basuras y desechos.

La región del cañón del Chicamocha empieza donde acaba la altiplanicie central, tiene un clima frío húmedo en las partes más altas que va volviéndose cada vez más seco, a medida que disminuye la altura, hasta volverse medio muy seco y cálido seco en las cercanías de Capitanejo, Santander. La ecología de las partes frías es similar a la provincia de Ricaurte Alto, sin llegar a los extremos de sequía del desierto de La Candelaria; hay pastos extensivos y cultivos tradicionales que deben limitarse a las partes menos pendientes y que se deben reforestar y proteger sus cauces y nacimientos de agua. Las partes de clima medio son secas, con veranos prolongados e inviernos cortos que dificultan las labores agropecuarias y las restringen a las zonas que disponen de agua en las que se encuentran algunos pastos que sostienen ganaderías de ovinos y caprinos y cultivos adaptados a este ambiente como el dátil, tabaco rubio, tomate, leguminosas, hortalizas y legumbres. En el cañón se suelen presentar vientos fuertes, cálidos y secos provenientes del Valle del Magdalena que en verano alcanzan velocidades mayores a 6 m/seg contribuyendo al ambiente seco y favoreciendo una vegetación de tipo xerófito. Para mejorar las posibilidades agropecuarias de la región se deben reforestar y proteger los nacimientos y cauces de agua, establecer barreras vivas que disminuyan la fuerza de los vientos y favorecer la construcción de microdistritos de riego para optimizar el uso del agua disponible. Hay sectores que presentan erosión severa y muy severa, en las cuales se deben implementar labores de protección y recuperación de suelos y evitar su utilización agropecuaria.

Las cuchillas de Loma Azul y San Vicente, la serranía de Galeras y el páramo de Siachoque al suroriente de Tunja reciben las corrientes de aire húmedo provenientes de los Llanos a través del valle del río Lengupá, las represan provocando grandes cantidades de lluvia en la región hasta el punto de ser las montañas más húmedas de Boyacá con un clima frío pluvial y muy húmedo, muy frío pluvial y muy húmedo. Estas zonas son almacenadoras de agua con una vegetación especialmente adaptada y que debe protegerse limitando la explotación agropecuaria a las zonas más bajas y menos húmedas donde se pueda desarrollar bien. Estas montañas continúan al norte en el páramo Contadero y la loma Carrizal con un clima más frío y menos húmedo que permite un mejor desarrollo de las actividades agropecuarias que deben limitarse a las zonas más bajas y menos quebradas.

Los valles de Tenza, Upía y Lengupá son canales naturales para el ascenso de los vientos húmedos de los Llanos hacia la cordillera, éstos se van descargando a medida que van ascendiendo provocando un clima muy húmedo en las zonas cálidas y medias, medio pluvial en las lomas que sirven de barrera y húmedo y muy húmedo en las zonas frías. Esta región es un polo de atracción turística hacia el embalse de Chivor que surte de energía al centro del país y los Llanos Orientales, su vegetación es muy variada por la presencia de casi todos los pisos térmicos en los que se presenta una explotación agropecuaria diversa de tipo tradicional con predominio de productos alimenticios frescos como frutales, verduras, hortalizas y legumbres de los pisos térmicos frío y medio, en la zona cálida predomina la ganadería semi-intensiva de engorde de vacunos. La ecología de la región es de especial importancia para la producción de energía eléctrica, por ello deben protegerse las cuencas y los nacimientos de aguas y las riberas de los ríos y quebradas, procurar su reforestación y evitar la erosión y sobre explotación de los recursos naturales renovables y los suelos.

La región de la laguna de Tota tiene un ecosistema especial para la siembra de la cebolla junca, esto ha originado la invasión de las riberas con dicho cultivo, la sobreexplotación de las tierras circundantes y la contaminación ocasional de la laguna con pesticidas y abonos; las aguas de la laguna son usadas para riego de cultivos en las tierras circundantes y en el área de Sogamoso, para los acueductos de los pueblos cercanos y de la siderúrgica de Paz de Río y para la cría de truchas; el uso excesivo de sus aguas ha disminuido su superficie y ha deteriorado la calidad de las mismas. La construcción del distrito de riego del alto Chicamocha ayudará a evitar su continuo deterioro. Se debe extremar la vigilancia sobre la calidad del agua para sostener la explotación agrícola y pesquera y buscar tecnologías para la siembra de la cebolla que optimicen el uso del agua y disminuyan la contaminación con abonos y pesticidas. El resto de la zona es utilizado parcialmente en pastos naturales e introducidos para la ganadería de doble propósito y lechera de clima frío y medio; por ser explotaciones que solo cubren una pequeña parte del área no representan un peligro para la ecología de la región.

La Sierra Nevada del Güicán o Cocuy posee los glaciares más extensos de los Andes colombianos que dan origen a numerosos ríos de las cuencas del Magdalena y el Orinoco y a múltiples lagunas de páramo de gran belleza y atractivo que son fundamentales para el control de aguas y la prevención de inundaciones de las zonas más bajas, sus extensos páramos son un reservorio de agua que evita excesos de agua en invierno y deficiencias en verano. Las tierras de clima frío y medio son explotadas con cultivos tradicionales y pastos, con programas de reforestación patrocinados por organismos y gobiernos extranjeros

preocupados por la conservación del parque natural y sus zonas de amortiguación. La superficie de los hielos ha disminuido en los últimos años como consecuencia de las mayores temperaturas que se han registrado en el planeta, por ello se ha moderado el clima de los páramos permitiendo su colonización con ganadería extensiva de vacunos y ovinos; esta ocupación es un peligro para la conservación hídrica, vegetal y animal de un ecosistema delicado, por lo cual debe restringirse a los valles y zonas de menor pendiente y procurar la regeneración de los sectores dañados.

Las zonas del Piedemonte Llanero y las últimas estribaciones de la cordillera Oriental, tienen un clima medio muy húmedo, pluvial y cálido muy húmedo; están en un avanzado proceso de colonización con ganadería semi extensiva para carne y cultivos como maíz, yuca, cacao y plátano; el proceso de deforestación ha sido intenso con explotaciones madereras que han puesto en peligro la sostenibilidad ecológica de la región y desestabilizado los taludes de las laderas más pendientes; para evitar lo anterior se debe controlar la explotación maderera y reforestar las zonas deterioradas con árboles nativos.

2.8 AMENAZAS NATURALES

El tema de las amenazas y riesgos naturales en el departamento de Boyacá está a cargo de El CRED – Boyacá (Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres), ésta es una entidad gubernamental, con competencia en el departamento de Boyacá y hace parte del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres de Colombia. A través del sistema Desinventar El CRED-Boyacá, ha recibido capacitación desde el año 1997, mediante talleres de socialización. Desde 1997 y hasta el año 2000, se ha ingresado un total de 950 reportes relacionados con desastres. La cantidad y la calidad de la información ingresada desde entonces, ha mejorado. En la actualidad, la base de datos se alimenta con fuentes de información oficiales provenientes de la misma oficina del CRED – Boyacá y de los comités locales de prevención y atención de desastres existentes en los 122 municipios del departamento.

La gran complejidad tectónica y la variedad geológica, geomorfológica y climática, unida a una intensiva actividad minera, agropecuaria e industrial, hacen de éste un departamento con alta susceptibilidad a las amenazas y riesgos naturales como la actividad sísmica, erosión, movimientos en masa e inundaciones. Por otra parte la actividad agrícola, ganadera, minera e industrial, ocasionan la existencia de numerosos fenómenos de contaminación y deterioro de las condiciones naturales con graves efectos para la población, la infraestructura y las actividades productivas.

2.8.1 Actividad Sísmica

Dada la proximidad del departamento de Boyacá a los sistemas maestros de fallas regionales del nororiente colombiano, como los sistemas de fallas frontales del Piedemonte Llanero, el sistema de fallas de Boconó y los sistemas del noroeste, como la falla de Bucaramanga-Santa Marta, a las que está asociada la amenaza sísmica potencial para el departamento de Boyacá (Ver Tabla 21). No obstante existen otros sistemas de fallas menores que cruzan por el flanco occidental de la cordillera Oriental y hacia el Valle del río Magdalena, como la falla de Cambrás y la falla de La Salina. Existen, además, otros sistemas de fallas menores y más localizadas que cruzan por la parte central del departamento y cuyas

direcciones oscilan entre N25°E a N15°E; entre ellas tenemos las fallas de Boyacá, Soapaga, Tutasá, que limitan los dos flancos del Macizo de Floresta y la falla de Santa María que cruza por el Piedemonte Llanero.

La actividad tectónica en el departamento, está evidenciada por la variabilidad geológica y la evidencia de actividad sísmica reciente de intensidad media y alta en algunas regiones del departamento. La sismicidad media se presenta en las provincias de Occidente, Ricaurte Alto y Bajo y en los límites con el departamento de Casanare, provincias de Neira y La Libertad; en el resto de Boyacá el riesgo sísmico es considerado como alto (AIS et al, 1995). La actividad sísmica alta, está presente hacia el sector norte y este y comprende la provincia de Gutiérrez, la parte norte de la provincia de Valderrama y la porción noreste, hacia el Piedemonte Llanero, en límites con Arauca y Casanare. En el departamento de Boyacá han ocurrido frecuentes sismos; observando el lapso entre 1644 y 1995, se han registrado cuatro sismos de magnitud 7.0 o mayor y 7 con magnitud igual a 6.0 o mayor, en la escala de Richter. Por otra parte en los últimos 50 años, en el norte del departamento, provincias de Gutiérrez (parte Norte) y Valderrama, han ocurrido frecuentes sismos; entre los registrados ha habido cuatro con intensidad mayor a 4 en la escala de Richter y 2 con intensidad menor.

La actividad sísmica en el departamento, ha desencadenado y/o es la causa de otras amenazas de origen natural, con características catastróficas, como los deslizamientos, agrietamientos de tierra, derrumbes y avalanchas de roca que afectan los terrenos, especialmente aquellos que están cercanos a los epicentros de los sismos. No obstante existen otras amenazas de origen antrópico, como la erosión en las cuencas de los ríos Chicamocha y Nevado, donde se produce una excesiva sedimentación en los embalses y lechos de ríos.

TABLA 17. Eventos sísmicos registrados en el departamento de Boyacá.

Fecha	Latitud	Longitud	Magnitud	Profundidad
1995	5.0	72.9	6.6	15 km
1967	6.8	73.1	6.0	160 km
1957	6.9	72.3	6.6	---
1930	7.0	74.5	6.0	220 km
1924	4.7	73.5	6.3	---
1826	4.8	73.9	6.3	---
1805	5.3	74.5	7.0	---
1785	4.7	73.8		
1724	6.2	72.5	7.7	---
1646	6.3	73.0	5.7	---
1644	4.5	74.0	7.0	

2.8.2 Movimientos en masa

Por las características abruptas del relieve, la diversidad y tipo de litología, las variaciones climáticas, la deforestación de las cuencas y el uso intensivo de los suelos sobre áreas con fuertes pendientes, se presentan fenómenos de erosión y remoción en masa sobre las laderas que desencadenan inestabilidad.

Con este término se califican los deslizamientos masivos y súbitos de tierra ocasionados por saturación de agua o exceso de tracción mecánica sobre el suelo; se originan especialmente por la saturación de agua o los esfuerzos mecánicos ejercidos sobre una capa de suelo con poca adherencia a la capa infrayacente de roca; la explotación agropecuaria intensiva en suelos altamente susceptibles a los movimientos en masa, contribuye frecuentemente a la ocurrencia de este fenómeno. Se presenta especialmente en las provincias de La Libertad, Norte, Occidente (potencialmente grave en las cercanías de la cabecera municipal de Muzo), Oriente y Ricaurte Bajo, como también en los municipios de Rondón, Santa María, La Capilla, Labranzagrande, Chiscas, Pajarito, Muzo, Aquitania y en particular sobre la cuenca del río Chicamocha en el sector comprendido entre Belencito, Corrales, Tasco, Paz del Río y Socha, sobre ambos márgenes del río, donde son frecuentes tanto los movimientos de remoción en masa como los procesos erosivos de diferentes grados e intensidades.

2.8.3 Solifluxión y/o reptación

Se conoce con este nombre a los movimientos lentos, localizados y poco perceptibles de suelo, debidos a incrementos de tracción mecánica sobre terrenos saturados de agua; la tracción es ocasionada por el paso de maquinaria agrícola y el laboreo en condiciones adversas de humedad, en tanto que la compactación es ocasionada Boyacáeze por el pisoteo del ganado. Es común en las regiones ganaderas húmedas con pendientes superiores a 25%; en algunas regiones se le conoce como “pata de vaca”. Se presenta en las provincias de Occidente Bajo, La Libertad, Boyacáez, Neira, Oriente, Lengupá y Boyacáez hacia el norte de Boyacá.

2.8.4 Inundaciones

Las áreas más susceptibles a este tipo de fenómenos, se encuentran localizadas sobre ambas márgenes del río Magdalena a la altura del Municipio de Puerto Boyacá. También hay áreas susceptibles a inundaciones, en los sectores adyacentes a los ríos que corren por el sector del Piedemonte Llanero como en los ríos Arauca, Róyata y Cobaría, próximo a la localidad de Cubará.

RIESGO SÍSMICO:

Este fenómeno se presenta por dos motivos, el primero es el aumento progresivo (ocasionalmente rápido), por exceso de lluvias, del nivel de los cauces de agua y su desbordamiento sobre terrenos planos; el agua puede permanecer estancada por períodos prolongados, pero en el departamento no es muy común, dadas las pocas zonas planas.

Además de los problemas de inundación que surgen en las cabeceras municipales de Puerto Boyacá y Cubará, se suelen presentar fenómenos de erosión y excesiva sedimentación en el embalse de Chivor y las lagunas de Fúquene y Tota debido, ante todo, a las actividades de exploración y explotación minera; en la cuenca del río Chicamocha por la deforestación y la erosión que se presenta en las provincias Centro, Tundama y Sugamuxi. También hay erosión en los municipios de Corrales, La Capilla, Pajarito, Puerto Boyacá, Páez, Maripí, Somondoco y Campohermoso.

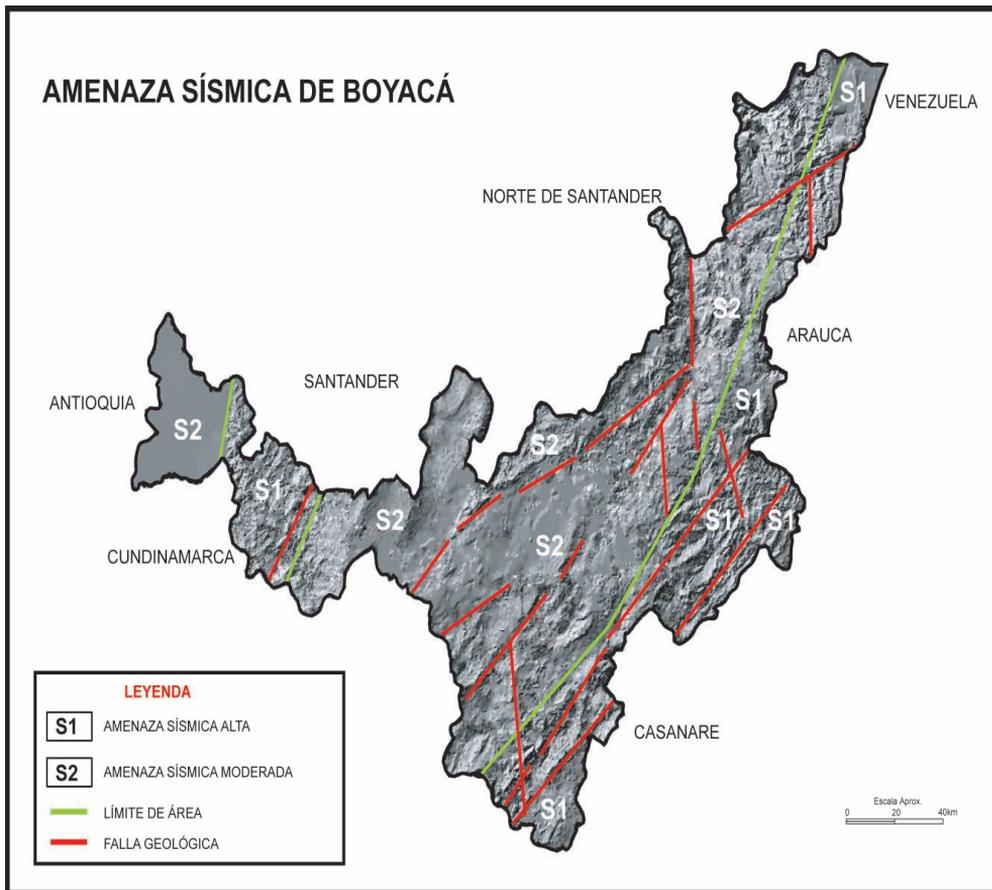


FIGURA 21. Riesgo sísmico en el departamento de Boyacá y origen de los sismos en los últimos 50 años.

2.8.5 Avalanchas fluvio-torrenciales

Se conocen con este nombre a las crecientes súbitas y con poca duración de ríos y quebradas que alcanzan alta velocidad del flujo, cargado con una gran cantidad de materiales (tierra, roca, piedra y materiales de origen antrópico). Se presentan en las provincias de La Libertad (preocupante las cabeceras municipales de Paya, Pisba y Pajarito), Tundama y el municipio de Cubará.

Este fenómeno, tiene con mayor frecuencia sobre las cuencas hidrográficas localizadas en las zonas de alta montaña y en algunos vallecitos intramontanos, localizados sobre los flancos de la cordillera Oriental; se suelen presentar también deslizamientos que, al caer a los lechos de los ríos, provocan algunos represamientos, generando crecientes extraordinarias que causan descargas súbitas sobre las partes bajas y planas, que ocasionan destrucción de infraestructura vial, provocando desbordamientos e inundaciones sobre terrenos bajos y

planos, donde se encuentran asentamientos humanos localizados cerca o a lo largo de las riberas de los ríos.

Se conoce como avalancha el movimiento rápido de detritos o rocas caídas causadas por deshielos o represamientos de las aguas en las partes altas de las montañas. Todas las regiones montañosas tienen riesgo ante esta amenaza, especialmente en las zonas esmeraldasíferas, minería del hierro y el carbón, por la inadecuada disposición de los materiales estériles o de residuos, llamados “ganga”.

2.8.6 Procesos Erosivos

Por las características geológicas y litológicas variables de Boyacá, junto con las fuertes presiones sobre el aprovechamiento de los recursos naturales, uso de los suelos y la fuerte deforestación de las cuencas para el establecimiento de cultivos, ganadería y minería, se ha producido fuerte degradación de los suelos y tierras, lo cual ha incidido negativamente en el desbalance hídrico de las cuencas hidrográficas y ha propiciado procesos erosivos severos y muy severos sobre las laderas de las principales cuencas y microcuencas hidrográficas del departamento, generando altos volúmenes de sedimentos los cuales están colmatando embalses, lagunas y ríos que corren por los valles intramontanos y sobre las áreas del Piedemonte Llanero.

Con base en el estudio de la Erosión de Las Tierras colombianas (1998-2000), realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, mediante la utilización de imágenes de satélite y trabajo de campo, se logró determinar que en el departamento de Boyacá el problema de la erosión es muy preocupante, no sólo por los efectos físicos que ocasiona, sino por los efectos económicos, sociales y ambientales que se derivan cuando, sumado a lo anterior, se presenta una fuerte deforestación, ampliación de la frontera agrícola, la tradicional actividad minera y los conflictos derivados de la sobreexplotación de los suelos por el problema del minifundio.

En el territorio de Boyacá, se presentan diferentes procesos de erosión que varían desde ligera a muy severa. Dentro de las áreas que han sido identificadas con procesos erosivos muy severos se encuentran la cuenca del río Chicamocha, desde los sectores de Sogamoso, hasta las áreas de Soatá y el sector de Capitanejo, en límites con el departamento de Santander. También existen procesos severos de erosión sobre la cuenca del río Nevado, desde las localidades de El Cocuy, Panqueba, Guacamayas, El Espino hasta su confluencia con el río Chicamocha.

Otros de los sectores con erosión severa y muy severa, se presentan en los sectores de Villa de Leyva y Tunja, donde fue eliminada la cobertura vegetal, se han sobre-utilizado los suelos y/o se han cambiado los usos del suelo agrícola por pastos para la ganadería y se han adelantado de materiales para la construcción o donde se desarrollan actividades mineras, como en los sectores de Paz del Río, Socha y Tópaga, entre otros.

La erosión progresiva de tipo moderado a severo se presenta frecuentemente en las zonas secas del departamento, por la sobreexplotación y el mal uso de los terrenos o en sitios sin implementación de prácticas coadyuvantes para la conservación de los suelos.

Las cifras obtenidas en el departamento de Boyacá, con respecto al problema de la erosión indican que la erosión muy severa se presenta en un área de 138.299 hectáreas (6.04 %);

erosión severa en un área de 242.254 hectáreas (10.58 %); erosión moderada en 436.112 hectáreas (18.96%); erosión ligera 455.836 hectáreas (19.91%); no hay erosión en un área de 357.365 hectáreas (15.51%); no apreciable con la herramienta utilizada (imágenes de satélite) en un área de 602.294 (26.31%); afloramientos rocosos y áreas subnavales 14.723 hectáreas (0.64%). Se presenta sedimentación activa en 41.783 hectáreas (1.83%); cuerpos de agua mayores cubren un área de 1.849 hectáreas (0.08%) y las áreas urbanas mayores cubren 599 hectáreas (0.02%). (Ver mapa de Erosión de Boyacá, versión 1998-2004). Las áreas con mayor grado de erosión en el departamento de Boyacá se presentan en las provincias del Centro, Márquez, Neira, Ricaurte Alto, Sugamuxi, Tundama y Norte. Este fenómeno es especialmente preocupante en la provincia de Norte donde el 31% de los suelos tiene erosión moderada y severa, en los municipios de Sora (31% con erosión severa), Corrales (26.9% con erosión moderada a severa), Busbanzá (25.9%), Floresta (21.2%) y las áreas de Villa de Leyva, Sáchica y Ráquira, donde la erosión es mayor y el proceso de degradación de los suelos es tan fuerte que, la presencia de surcos y cárcavas en proceso de profundización, hace que se conduzca inevitablemente a la desertificación, ya iniciada y observada en sectores de los últimos tres municipios y que se va extendiendo hacia el sector de Tunja, donde predominan los paisajes de Bad Lands o mal país (Misceláneos erosionados).

2.8.7 Amenazas por desertificación y sequía

Existen algunas áreas en el departamento de Boyacá, que presentar alta susceptibilidad a los fenómenos de degradación, que podrían catalogarse como propensos a la desertificación y sequía, tales como la cuenca del río Chicamocha en los sectores de Soatá, Capitanejo y Paz del Río. También se puede catalogar el área de Villa de Leyva, particularmente en el área conocida como “El Desierto de la Candelaria” y el sector de Tunja, donde ya se hace evidente la fuerte degradación, así como en los sectores de Soatá, Capitanejo y Paz del Río.

• Incendios forestales

En el departamento de Boyacá, se presentan algunas áreas susceptibles a ser afectadas por potenciales incendios forestales, en sectores de micro clima árido y seco, como en la cuenca del río Chicamocha, entre las localidades de Paz del Río, Soatá y Capitanejo (Santander), sobre las áreas de los Páramos de Guantiva, Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán y en las áreas hacia el Valle del Magdalena, donde se encuentran las zonas de ganadería con pastos que, al secarse durante la época de verano, se incendian fácilmente. También se debe catalogar como zonas susceptibles de incendios forestales las áreas donde existen relictos de bosques primarios sobre la franja nororiental del departamento, hacia los límites con Arauca y Casanare, como también en Aquitania, Villa de Leyva, Siachoque, Paipa, Duitama, Tibasosa, Tasco, Arcabuco.

• Heladas y granizadas

Se presentan sobre todo en las partes altas de las montañas por encima de los 3000 m.s.n.m y está asociada a las áreas de los páramos y tierras frías secas del departamento, particularmente donde se realizan actividades agropecuarias, relacionadas con el cultivo de la papa.

Capítulo III

capítulo tercero



Descripción de los suelos

Descripción de los suelos

Perfil de Suelos - Municipio de Susacon.

(Foto: Ricardo Siachoque, 2003)

Contenido

3.1 DELIMITACIÓN DE LOS SUELOS	157
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y DE SUS COMPONENTES TAXONÓMICOS	160
3.2.1 Suelos del paisaje de Montaña	169
3.2.1.1 Consociación de Nieves Permanentes	170
3.2.1.2 Complejo afloramiento rocoso – material morrénico. Símbolo MBE	171
3.2.1.3 Complejo Lithic Dystrocrepts – Humic Dystrocrepts – Typic Haplohemists y afloramientos rocosos. Símbolo MEE.	172
3.2.1.4 Complejo Humic Lithic Dystrudepts - Afloramientos rocosos. Símbolo MGE.	174
3.2.1.5 Asociación Typic Hapludands – Humic Dystrudepts. Símbolo MGv	176
3.2.1.6 Complejo Lithic Udorthents - Oxic Dystrudepts – Afloramientos rocosos. Símbolo MHE .	177
3.2.1.7 Asociación Typic Hapludands – Humic Pachic Dystrudepts – Typic Dystrudepts. Símbolo MHV	179
3.2.1.8 Asociación Humic Endoaquepts - Aerice Endoaquepts. Símbolo MHH	180
3.2.1.9 Complejo Typic Dystrudepts - Lithic Udorthents – Afloramientos rocosos. Símbolo MJE ...	182
3.2.1.10 Complejo Lithic Udorthents – Typic Dystrudepts – Afloramientos rocosos. Símbolo MKE	183
3.2.1.11 Asociación Typic Hapludands - Andic Dystrudepts – Typic Dystrudepts. Símbolo MKV.	184
3.2.1.12 Asociación Humic Dystrudepts – Typic Dystrudepts - Typic Udorthents. Símbolo MKC ..	186
3.2.1.13 Asociación Oxic Dystrudepts - Typic Udifluents. Símbolo MKH	187
3.2.1.14 Complejo Lithic Udorthents – Typic Dystrudepts – Afloramientos rocosos. Símbolo MLE.	189
3.2.1.15 Asociación Pachic Fulvudands - Andic Dystrudepts - Humic Dystrudepts. Símbolo MLV ...	191
3.2.1.16 Consociación Fluvaquentic Humaquepts. Símbolo MLH	193
3.2.1.17 Complejo Lithic Ustorthents – Humic Dystrudepts – Afloramientos rocosos. Símbolo MME	194
3.2.1.18 Asociación Inceptic Haplustalfs – Lithic Ustorthents – Lithic Dystrudepts. Símbolo MMA.	196
3.2.1.19 Consociación Misceláneo erosionado. Símbolo ME.	198
3.2.1.20 Asociación Typic Haplusteps - Entic Haplustolls - Lithic Dystrudepts. Símbolo MMC.....	199
3.2.1.21 Asociación Humic Dystrudepts - Typic Haplustalfs - Typic Haplustands. Símbolo MMX	201
3.2.1.22 Complejo Typic Ustifluents - Fluventic Haplusteps - Aquic Haplusteps. Símbolo MMH	204
3.2.1.23 Asociación Vertic Dystrudepts – Typic Dystrudepts. Símbolo MOX	205

3.2.1.24 Asociación Oxic Dystrudepts - Lithic Udorthents – Lithic Dystrudepts. Símbolo MPE	206
3.2.1.26 Asociación Typic Dystrudepts - Ruptic Ultic Dystrudepts - Lithic Udorthents. Símbolo MPA.	209
3.2.1.27 Asociación Chromic Hapluderts - Typic Dystrudepts. Símbolo MPC	211
3.2.1.28 Asociación Andic Dystrudepts – Humic Dystrudepts - Typic Eutrudepts. Símbolo MPX.	212
3.2.1.29 Consociación Typic Udifluvents. Símbolo MPH	214
3.2.1.30 Complejo Entic Haplustolls – Vertic Haplustepts – Afloramientos rocosos. Símbolo MRE.	215
3.2.1.31 Asociación Fluventic Haplustolls - Vertic Calcicustolls. Símbolo MRX	216
3.2.1.32 Asociación Typic Ustorthents – Typic Calcicustolls. Símbolo MRH	217
3.2.1.33 Complejo Lithic Udorthents – Oxic Dystrudepts - Afloramientos Rocosos. Símbolo MVE	219
3.2.1.34 Asociación Typic Dystrudepts – Lithic Dystrudepts – Humic Dystrudepts. Símbolo MVA.	220
3.2.1.35 Asociación Typic Eutrudepts – Typic Udorthents – Humic Dystrudepts. Símbolo MVX	221
3.2.1.36 Consociación Humic Dystrudepts. Símbolo MVH.....	223
3.2.2 Suelos del Paisaje de Altiplanicie	223
3.2.2.1 Complejo Andic Dystrudepts – Humic Dystrudepts – Afloramientos rocosos. Símbolo AHE.	225
3.2.2.2 Asociación Pachic Melanudands – Humic Dystrudepts – Typic Hapludands. Símbolo AHV.	226
3.2.2.3 Asociación Vertic Hapludalfs – Andic Dystrudepts. Símbolo AMV.	228
3.2.2.4 Consociación Fluventic Haplustolls. Símbolo AMH.	231
3.2.3 Suelos del Paisaje de Lomerío	232
3.2.3.1 Asociación Oxic Dystrudepts - Typic Udorthents - Typic Endoaquepts. Símbolo LVD	233
3.2.3.2 Asociación Typic Eutrudepts - Typic Dystrudepts - Fluventic Eutrudepts. Símbolo LVG	234
3.2.4 Suelos del Paisaje de Valle	236
3.2.4.1 Asociación Fluventic Dystrudepts - Fluvaquentic Eutrudepts - Aquandic Dystrudepts. Símbolo VLA	237
3.2.4.2 Asociación Fluventic Haplustepts - Udertic Haplustepts - Typic Dystrudepts. Símbolo VMA	239
3.2.4.3 Asociación Vertic Endoaquepts - Typic Haplohemists. Símbolo VMB	241
3.2.4.4 Complejo Misceláneo de Arena - Fluventic Dystrudepts. Símbolo VUI	243
3.2.4.5 Asociación Typic Udifluvents - Fluvaquentic Endoaquepts - Typic Udipsamments. Símbolo VUK.	243
3.2.4.6 Asociación Typic Dystrudepts - Ruptic Ultic Dystrudepts. Símbolo VUO	246
3.2.4.7 Complejo Aerico Fluvaquents - Misceláneo Arenoso. Símbolo VVA	247
3.2.4.8 Asociación Fluventic Eutrudepts - Typic Udorthents - Typic Epiaquents. Símbolo VVB.	248
3.2.4.9 Asociación Chromic Endoaquents - Hidrico Sphagnofibrists. Símbolo VVC	249
3.2.4.10 Consociación Oxic Dystrudepts. Símbolo VVD	251

DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

3.1 DELIMITACIÓN DE LOS SUELOS

Para la realización del reconocimiento de suelos se extractó información de los diferentes Estudios Generales de Suelos del Departamento de Boyacá, publicados desde 1970 hasta 1982 por la Subdirección de Agrología. Simultáneamente a esta labor se recopiló información del departamento con respecto a geología y zonas de vida ecológicas según la clasificación de Holdridge. También se adquirieron 1.270 aerofotografías de escala 1:30.000 a 1:60.000, la mayoría de ellas correspondientes a las décadas de los años 60, 70, 80 y 90.

En estas fotografías aéreas se realizó el foto análisis, lográndose la delimitación de cuatro paisajes: Montaña, Altiplanicie, Lomerío y Valle, delimitando en cada uno de ellos diferentes tipos de relieve. En la delimitación se tuvieron en cuenta aspectos de geología, topografía, uso, drenaje y erosión. Para integrar los anteriores conocimientos se elaboró una leyenda geomorfológica preliminar con base en el sistema propuesto por Zinck (1998).

En la revisión de los estudios de suelos se evaluó el contenido pedológico de los diversos paisajes, la taxonomía de los perfiles descritos y la representatividad de éstos en las unidades cartográficas indicadas en los mapas de suelos.

Para complementar la información existente se realizó el trabajo de campo, iniciándose por el paisaje de Montaña a una altitud de más de 4.600 metros, dentro del municipio de Güicán, y Cocuy, Cubará hasta llegar a los Valles irrigados por los ríos Magdalena, Arauca y Chicamocha, los dos primeros se encuentran en altitudes de 200 metros y el último a 2700 metros.

En el trabajo de campo se hizo el inventario de suelos siguiendo el método de transectos en zonas pilotos, previamente determinadas en cada paisaje, y el de mapeo libre para la extrapolación.

Para conocer la distribución geográfica de los suelos se hicieron observaciones de caracterización (en cajuelas y en cortes de carretera) y de comprobación (con barrenos) que, junto con la información de los suelos

descritos en los estudios anteriores, permitieron establecer la dominancia en cada una de las unidades cartográficas donde, además, se indican las fases correspondientes de acuerdo con el grado de pendiente, de pedregosidad, de rocosidad y de erosión.

En las fases por pendiente se escogió la letra minúscula que representará la pendiente predominante por lo cual es necesario recalcar que en la realidad existen otras pendientes diferentes a la representada en la unidad cartográfica.

Una vez definido el contenido pedológico de cada unidad cartográfica se describieron 10 perfiles modales de los cuales se tomaron las muestras correspondientes. Las descripciones se hicieron en calicatas de hasta 1.5 metros de profundidad anotando detalladamente las características de los horizontes que conforman cada uno de los perfiles. Se solicitaron análisis físico-químicos y mineralógicos necesarios para ratificar o rectificar la clasificación taxonómica de cada perfil descrito en el campo, como también para determinar su grado de fertilidad y su capacidad de uso.

Las muestras de suelos enviadas al laboratorio fueron sometidas a sus correspondientes análisis químicos o de caracterización (granulometría, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica, calcio, magnesio, potasio, sodio, saturación de bases, fósforo, aluminio de cambio); mineralógico en la fracción arena y en la de arcilla de algunos suelos (determinaciones de las diferentes especies de minerales con el microscopio polarizante, la identificación de las variedades mineralógicas realizada por medio de la difracción de rayos X) y físicos (conductividad hidráulica, estabilidad estructura, retenciones de humedad, densidades aparente y real). También para precisar horizontes argílicos y características ándicas se practicaron análisis especiales. Cada uno de los análisis citados fue realizado según las técnicas consignadas en el Manual de Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos (IGAC, 1.990).

La cartografía definitiva se obtuvo una vez realizada la extrapolación e interpolación de todos los datos de campo, apoyados con los de laboratorio, completando así la información necesaria para la elaboración del informe respectivo y el informe del estudio de suelos.

Los suelos se clasificaron taxonómicamente hasta el nivel de subgrupo utilizando el sistema taxonómico americano (Soil Survey Staff, 2000); además, se definieron para cada subgrupo fases por pendiente, y/o por erosión, y/o por pedregosidad.

Las fotografías aéreas debidamente entintadas con los símbolos de todas las unidades cartográficas, se iluminaron con nombres de pueblos, corregimientos, ríos, quebradas y se señalaron los respectivos límites departamentales con Santander, Norte de Santander, Arauca, Casanare, Cundinamarca, Caldas, Antioquia y con la República de Venezuela.

El informe consta de una parte descriptiva, donde se anotan las características geográficas sobresalientes de cada una de las de unidades cartográficas y de los suelos que las conforman y otra interpretativa, donde se analizan las características físicas, químicas y mineralógicas.

Lo anterior permite llegar a conclusiones y recomendaciones favorables para el agricultor, las entidades públicas y privadas del sector agropecuario y forestal, de tal forma que se pueda lograr el uso y manejo racional del recurso suelo.

El informe está acompañado de tres (3) mapas, elaborados sobre veinticinco planchas restituidas del IGAC (121, 122, 123, 136, 137, 138, 149, 151, 152, 153, 168, 169, 170, 171,

172, 189, 190, 191, 192, 193, 209, 210, 211, 228 y 229): un mapa de suelos a escala 1:100.000; un mapa de clasificación de las tierras por capacidad de uso a escala 1:100.000 y otro de zonificación biofísica a escalas 1:100.000.

En el mapa de suelos los símbolos de las unidades de suelo están representados por tres letras mayúsculas que indican: la primera de ellas el paisaje, la segunda el clima y la tercera el contenido pedológico. Estas letras están acompañadas por subíndices alfanuméricos que indican rango de pendiente, grado de erosión y pedregosidad.

Letras empleadas para el paisaje:

- M = Montaña
- A = Altiplanicie
- L = Lomerío
- V = Valle

Letras empleadas para el clima:

- A = Nival
- B = Subnival pluvial
- E = Extremadamente frío húmedo y muy húmedo
- G = Muy Frío muy húmedo
- H = Muy frío húmedo
- J = Frío pluvial
- K = Frío muy húmedo
- L = Frío húmedo
- M = Frío seco
- O = Medio pluvial
- P = Medio muy húmedo
- R = Medio seco
- V = Cálido húmedo

Letras minúsculas empleadas para las fases de pendiente:

- a. Pendiente 0-3% Topografía plana, plano - cóncava.
- b. Pendiente 3-7% Topografía ligeramente inclinada y ligeramente ondulada.
- c. Pendiente 7-12% Topografía moderadamente inclinada, ligeramente quebrada y moderadamente ondulada.
- d. Pendiente 12-25% Topografía fuertemente inclinada, moderadamente quebrada y fuertemente ondulada.
- e. Pendiente 25-50% Topografía ligeramente empinada, fuertemente quebrada y ligeramente escarpada.

f. Pendiente 50-75% Topografía moderadamente empinada y moderadamente escarpada.

g. Pendiente > del 75% Topografía fuertemente empinada y fuertemente escarpada.

Números arábigos empleados para fases por erosión:

1 = Grado de erosión ligero

2 = Grado de erosión moderado

3 = Grado de erosión severo

Letras empleadas para las fases por pedregosidad:

p = pedregosidad

Letras empleadas para las fases por inundabilidad o encharcamientos:

x = inundables o encharcables

De acuerdo con las letras mayúsculas y subíndices empleados, cada símbolo en el mapa y en la leyenda de suelos tiene un mensaje definitivo que puede interpretarse de acuerdo al siguiente ejemplo: VVCa.

V = Paisaje de valle

V = Clima cálido, húmedo

C = Asociación Chromic Endoaquerts – Hydric Sphagnofibrists

a = Pendiente 0 - 1%. Topografía plano cóncava

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y DE SUS COMPONENTES TAXONÓMICOS

El análisis y discusión de los resultados referentes a suelos, se hace considerando dos aspectos: el primero de ellos describe las unidades cartográficas con sus respectivos contenidos pedológicos, siguiendo el orden de la leyenda geomorfo-pedológica; en el segundo aspecto, se analizan las propiedades físicas, químicas y mineralógicas de los suelos y se plantean algunas consideraciones sobre los factores que intervienen en su génesis y los procesos de formación de los mismos. Finalmente se presenta la clasificación taxonómica.

En la descripción de las diferentes unidades cartográficas y sus respectivos componentes taxonómicos tal como aparecen en la Leyenda de Suelos (Tabla 18), se discute lo relacionado con su geomorfología, clima ambiental, material litológico, unidades cartográficas y sus componentes taxonómicos, el número del perfil, el porcentaje de representación del perfil en la unidad cartográfica de suelos, las principales características del relieve y de los suelos, el símbolo y su extensión. (Al final del documento se encuentra la figura 58, la cual representa el Mapa de Suelos del Departamento de Boyacá).

La descripción y los análisis físico-químicos de los diferentes perfiles que componen las unidades cartográficas se presentan en el anexo (Tomo II).

TABLA 18. Leyenda del Estudio General de Suelos del Departamento de Boyacá.

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
MONTAÑAS EROSIONALES	Nival	Cumbres Andinas	Rocas sedimentarias clásticas arenosas intercaladas con lutitas y calizas biodetríticas	Complejo Nieves Perennes		100	Relieve fuertemente escarpado, con pendientes superiores a 75%, geográficamente corresponde al Nevado de Guicán, paisajes de cornizas y circos glaciares cubiertas en gran parte de nieve y parches de las laderas con nieve en vía de transformación de hielo.	NP	6965.35
	Subnival pual	Cumbres Andinas	Rocas sedimentarias clásticas mixtas y depósitos superficiales clásticos hidrográficógenos	Complejo Afloramientos rocosos Material Morrenico		50 40	Relieve fuertemente escarpado, con pendientes superiores a 75%, paisajes modelados por procesos de glaciación, donde predominan los procesos de meteorización física y erosión hídrica (lutitas), con acumulación de materiales detríticos y/o morrenas.	MBEg	2.687.154
	Extremadamente frío, húmedo y muy húmedo	Crestas y Crestones Homoclimales	Rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas	Complejo Lítico Dystrocrepts Humic Dystrocrepts Typic Haplohemists Afloramientos Rocosos	PB-1A B-64A PB-1	30 25 25	Relieve moderada a fuertemente escarpado, con pendientes superiores a 50%, paisajes modelados previamente por glaciares y posteriormente afectados por meteorización física y erosión glaciárica, donde procesos de ablación han originado en algunos sectores	MEEF MEEG	127726.72
		Crestas Homoclimales Abruptas	Rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas	Complejo Humic Lítico Dystrudepts Afloramientos Rocosos Typic Hapludands	PB-2 B-106	65 20 15	Relieve fuertemente escarpado, con pendientes superiores a 50%, suelos superficiales a moderadamente profundos, limitados por contenidos tóxicos de aluminio; reacción extremadamente ácidos y de fertilidad baja.	MGEF MGEg	150738.78
	muy frío, muy húmedo	Vigas, Lomas y Glacis	Depósitos superficiales de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásticas arenosas y limoarcillosas	Asociación Typic Hapludands Humic Dystrudepts	B-8 PB-11A	60 35	Relieve moderado a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, con pendientes 12-25%, 25-50% y 50-75% afectados en sectores por fragmentos de roca en superficie; procesos de remoción en masa y erosión hídrica; Los suelos son superficiales, limitados por niveles tóxicos de aluminio (SAL>60%), bien drenados; reacción fuerte a muy fuertemente ácida y fertilidad baja.	MGVd MGVdp MGVé MGVf	15555.56
		Crestas y Crestones Homoclimales	Rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas	Complejo Lítico Udorthents Oxic Dystrudepts Afloramientos Rocosos	PB-13A 503	45 35 20	Relieve moderado y fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 50%, suelos físicamente sin limitantes en su profundidad pero químicamente superficiales por presentar saturación de aluminio mayor del 75%, bien drenados, de texturas medias con gravilla, reacción extremadamente ácida, y fertilidad baja.	MHEF MHEg MHEgl MHEg3	126301.03
	Muy frío, húmedo	Vigas, Lomas y Glacis	Depósitos superficiales de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásticas mixtas	Asociación Typic Hapludands Humic Pachic Dystrudepts Typic Dystrudepts	174A P-503A PB-15A	50 20 20	Relieve moderado a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, con pendientes 12-25%, 25-50% y 50-75%, hay evidencia de movimientos en masa (pata de vaca) afectados en sectores por fragmentos de roca en superficie; suelos muy superficiales por saturación de aluminio mayor del 70%, bien drenados, texturas medias, reacción muy fuertemente ácida, y fertilidad baja.	MHVd MHVe MHVsp MHVf	714283.1

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
MONTAÑAS ESTRUCTURALES EROSIONALES	Muy frío, húmedo	Vallecitos	Depósitos superficiales clásticos hidrogravigénicos	Asociación: Humic Endoaquepts Aeric Endoaquepts	504A J-4	50 40	Relieve plano a ligeramente inclinado, con pendientes 1-3% y 3-7%; afectados por pedregosidad en superficie, suelos superficiales, por nivel freático fluctuante y saturación de aluminio mayor del 75%, fuertemente drenados, de texturas medias a gruesas, reacción fuerte a muy fuertemente ácida, y fertilidad muy baja.	MHHa	1967.55
	Frio pluvial	Crestas y Crestones Homoclimales	Rocas clásticas sedimentarias arenosas con intercalaciones limoarcillosas	Complejo: Typic Dystrudepts Lithic Udorthents	PB-19A PB-23A	60 30	Relieve fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 75%; corresponden en su gran mayoría a formaciones estructurales rocosas y suelos muy superficiales; bien drenados, de texturas medias con gravilla, reacción extremadamente ácida, saturación de aluminio mayor del 80% y fertilidad baja.	MJEg	62068.58
		Crestas Homoclimales Abruptas	Depósitos superficiales piroclásticos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásticas limoarcillosas	Complejo: Lithic Udorthents Typic Dystrudepts Afloramientos Roccosos	PB - 3 B-104	40 25 20	Relieve fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 75%; afectados por pedregosidad superficial, suelos muy superficiales, limitados por saturación de aluminio mayor del 80%, bien drenados, de texturas medias con gravilla, reacción extremadamente ácida, y fertilidad baja.	MKEF MKEg	183228.44
		Vigas, Lomas, Coluvios y Glacis	Rocas sedimentarias clásticas mixtas y depósitos superficiales piroclásticos de ceniza volcánica	Asociación: Typic Hapludands Andic Dystrudepts Typic Dystrudepts	B-31 B-109 PB-5A	40 30 20	Relieve moderada a fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 50%; afectados por erosión hídrica, laminar y pedregosidad superficial. Los suelos son superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio (SAI mayor del 60%), moderadamente bien drenados, de texturas medias a finas con gravilla, reacción extremadamente ácida, y fertilidad muy baja amoderada.	MKVd MKVdp MKVe MKVep MKVf MKVfp	97729.82
	Muy frío y frío, húmedo	Espinazos y Cuestas	Rocas sedimentarias clásticas mixtas y depósitos superficiales piroclásticos de ceniza volcánica	Asociación: Humic Dystrudepts Typic Udorthents	PB-71 PB-65	45 35	Relieve moderado a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, con pendientes 12-25%, 25-50% y 50-75%, afectados por erosión hídrica y escurrimiento difuso, en grado ligero, localmente presentan pedregosidad superficial; los suelos son muy superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio (SAI>70%), bien drenados, de texturas franco fina, reacción fuertemente ácida y fertilidad moderada a baja.	MKCD MKCe MKCf	27232.02
		Vallecitos	Depósitos superficiales clásticos hidrogravigénico	Asociación Oxic Dystrudepts Typic Udifluvents	183A R-03	60 40	Relieve plano con pendientes 1-3%; hay evidencia de erosión hídrica y presentan pedregosidad en superficie. Los suelos son moderadamente profundos a superficiales, limitados por saturaciones de aluminio mayor del 70%, bien drenados, de texturas medias, reacción fuertemente ácida y fertilidad muy baja.	MKHa MKHap	3557.79
	Frio, muy húmedo	Crestas Homoclimales Abruptas	Rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas	Complejo: Lithic Udorthents Typic Dystrudepts Afloramientos rocosos	B-55 B-14	40 30 20	Relieve fuertemente quebrado, fuertemente ondulado y fuertemente inclinado, con pendientes 12-25%, 25-50% y 50-75%; afectados en sectores por fragmentos de roca en superficie, movimientos en masa y erosión hídrica. Los suelos son muy profundos y superficiales, limitados por presentar saturaciones de aluminio mayores del 60%, bien drenados, de texturas medias, reacción muy fuertemente ácida y ligeramente alcalina, predomina condiciones de fertilidad baja.	MLEe MLEf MLEg	42177.94

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
MONTAÑAS ESTRUCTURALES EROSIONALES	Frío, muy húmedo	Vigas, Lomas, Coluvios y Glacis	Rocas sedimentarias clásicas mixtas	Asociación: Pachic Fulvudands Andic Dystrudepts Humic Dystrudepts	Pj-112 R-05 Pj-83	40 30 20	Relieve moderado a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, con pendientes 12-25%, 25-50% y 50-75%, afectados por escurrimiento difuso, erosión laminar en grado ligero y movimientos en masa; suelos muy profundos a superficiales, limitados por saturaciones de aluminio mayores del 80%, bien drenados, de texturas franco fina, reacción fuertemente ácida, en algunos suelos y fertilidad moderada a baja.	MLVd1 MLVe1 MLVf1	97421.64
		Vallecitos	Depósitos superficiales clásticos hidrogravigénico	Consociación: Fluvaquentic Humaquepts	Pj-79	100	Relieve plano con pendientes 1-3%, suelos superficiales, limitados por fluctuaciones del nivel freático y saturaciones de aluminio mayores del 70%, pobremente drenados, de texturas medias, reacción fuertemente ácida y fertilidad muy baja.	MLHa	1317.87
		Crestas Homoclimales Abruptas	Rocas sedimentarias clásicas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas	Complejo: Lithic Ustorthents Humic Dystrustepts Afloramientos rocosos	B-122 B-140	40 30 20	Relieve moderado a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, pendientes predominantes de 25 a 75%, afectados por movimientos en masa, pata de vaca, erosión hídrica, ligera a moderada, los suelos son superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, de texturas medias sobre finas, reacción muy fuertemente ácida, saturación de bases y fertilidad moderada a alta.	MMEf MMEf MMEg1 MMEg2 MMEg3	65893.62
	Frío, seco	Vigas y Crestones Homoclimales	Rocas sedimentarias clásicas mixtas y localmente rocas ígneas	Asociación: Inceptic Haplustalfs Lithic Ustorthents Typic Dystrustepts	531 Pj-45 Pj-68	30 30 25	Relieve moderada a fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 12 a 75%, localmente mayores, afectados por escurrimiento difuso en grado ligero y pedregosidad superficial; suelos moderadamente profundos a superficiales, bien drenados, de texturas medias, reacción muy fuertemente ácida, saturación de aluminio mayor del 75% y fertilidad muy baja.	MMAf1 MMAfP MMAfZ MMAf3 MMAg3 MMAe2	84800.90
		Lomas y Glacis	Rocas sedimentarias clásicas mixtas parcialmente cubiertas de ceniza volcánica	Asociación: Typic Haplustepts Lithic Haplustolls Lithic Dystrustepts	PB-80 J-21 790A	40 30 20	Relieve moderado a fuertemente quebrado, con pendientes 7-25% y 25-50%, afectados por escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado y localmente severo; suelos moderadamente profundos y superficiales, limitados por saturación de bases muy alta, bien drenados, de texturas finas y franco finas, reacción fuerte a moderadamente ácida saturación de bases alta en promedio y fertilidad moderada y alta.	MMCdZ MMCe2 MMCd1	22997.58
		Cuestas, Lomas, Glacis	Rocas sedimentarias clásicas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas con capas discontinuas de ceniza volcánica	Asociación Humic Dystrustepts Typic Haplustalfs Typic Haplustands	B-124 J-17A B-138	40 30 20	Relieve ligera a fuertemente quebrado, con pendientes 7-12%, 12-25% y 25-50%, afectados por movimientos en masa, (solifluxión) terracetas, repación y erosión hídrica en grado ligero; suelos superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio, bien drenados, pH muy fuerte a fuertemente ácido y fertilidad baja a alta.	MMXc1 MMXdP MMXd1 MMXeP MMXe1 MMXe2 MMXep2 MMXep1	39510.87

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
MONTAÑAS ESTRUCTURALES EROSIONALES	Frio, seco	Vallecsitos	Depósitos superficiales clásicos hidrogravigénico	Complejo: Typic Ustifluvents Fluventic Haplustepts Aquic Haplustepts	PB-87 793 611	40 30 20	Relieve plano con pendientes 1-3%; predominan alterancia de procesos de acumulación y erosión. Los suelos son moderadamente profundos, limitados por canchales redondeados, texturas francas, reacción ligera a fuertemente ácida y fertilidad moderada a alta.	MMHa	7683.72
			Rocas sedimentarias clásicas limoarcillosas con intercalaciones de arenosas	Asociación: Oxic Dystrudepts Lithic Udorthents Lithic Dystrudepts	PB-26 PB-22 Pj-34	35 30 25	Relieve moderado a fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 50%, afectados por movimientos en masa, erosión hídrica, laminar, en grado ligero. Los suelos son predominantemente superficiales, limitados por saturaciones de aluminio mayores del 60%, bien y excesivamente drenados, de texturas franco finas con gravilla, reacción extremadamente a muy fuertemente ácida y fertilidad baja.	MPEF MPEFI MPEg	5121.83
	Medio pluvial	Crestas y Crestones Homoclinales	Rocas sedimentarias clásicas limoarcillosas	Asociación Vertic Dystrudepts Typic Dystrudepts	PB-31A PB-41	50 40	Relieve fuertemente quebrado y ligeramente escarpado, con pendientes dominantes de 25 a 30%; suelos moderadamente profundos, limitados por saturaciones de aluminio mayores del 80%, bien drenados, de texturas franco finas, reacción extremadamente ácida y fertilidad baja.	MOXe	176684.63
			Rocas sedimentarias clásicas mixtas	Asociación: Typic Dystrudepts Humic Dystrudepts Lithic Udorthents	PB-27A Pj-100 Pj-18	40 30 30	Relieve moderadamente escarpado, con pendientes 50-75%, afectados por movimientos en masa (soliflucción), deslizamientos, reptación y escurrimiento difuso en grado ligero y pedregosidad; suelos superficiales, limitados por saturaciones de aluminio mayores del 65%, bien drenados, de texturas franca finas con gravilla, reacción extremada y fuertemente ácida y fertilidad baja a moderada.	MPAfp MPAfl	132318.27
	Medio muy húmedo	Cuestas, Lomas y Glacis	Depósitos superficiales clásicos gravigénicos y rocas sedimentarias clásicas limoarcillosas	Asociación: Chromic Hapluderts Typic Dystrudepts	PB-55 PB-82	60 40	Relieve moderado a fuertemente quebrado, con pendientes entre 12 y 50%, afectados por movimientos en masa, escurrimiento difuso, erosión hídrica, en grado ligero y pedregosidad; suelos profundos a muy superficiales, limitadas saturaciones de aluminio mayores del 60%, bien drenados, de texturas arcillosas, reacción ligera y extremadamente ácida, saturación de bases muy alta y fertilidad alta y baja.	MPCgp MPCel MPCdl	30035.31
			Rocas sedimentarias clásicas limoarcillosas y depósitos superficiales clásicos gravigénicos mixtos	Asociación: Andic Dystrudepts Humic Dystrudepts Typic Eutrudepts	Pj-36 Pj-29 Pj-32	40 25 25	Relieve moderada a fuertemente quebrado, con pendientes 12-25% y 25-50%, afectados por movimientos en masa, soliflucción generalizada, deslizamientos, reptación, erosión hídrica, ligera y pedregosidad; suelos superficiales a moderadamente profundos, limitados por saturación de aluminio mayor del 60%, bien drenados, de texturas franco finas con gravilla, reacción fuerte a moderadamente ácida y fertilidad baja y moderada.	MPXgp MPXdI MPXdip MPXd2 MPXeI	66714.46
	Vallecsitos	Vallecsitos	Depósitos superficiales clásicos hidrogravigénicos y gravigénicos	Consección: Typic Udifluvents	PB-24A	100	Relieve plano con pendientes 1-3%; suelos moderadamente profundos, bien drenados, de texturas franco gruesas, reacción moderadamente ácida, saturación de bases moderada a alta y fertilidad moderada.	MPHa MPHap MPHb	4442.94

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
MONTAÑAS ESTRUCTURALES EROSIONALES	Medio, seco	Crestas y Crestones Homoclinales	Rocas sedimentarias clásicas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas	Complejo: Entic Haplustolls Vertic Haplustepts Afloramientos rocosos	PB-3 358A	45 35 20	Relieve moderado a fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 50%, afectados por procesos de solifluxión y erosión hídrica moderada a severa (carcavas), los suelos son superficiales y moderadamente profundos, excesiva a bien drenados, de texturas franco finas con gravilla, reacción neutra a moderadamente alcalina, saturación de bases muy alta y fertilidad alta.	MREZ MREX MREG3	22522.23
			Depósitos superficiales clásicos gravigénicos medianos	Asociación: Fluventic Haplustolls Vertic Calciclustolls	364A 355	60 40	Relieve moderado a fuertemente quebrado, con pendientes 12-25% y 25-50%, afectados por movimientos en masa localizados, escurrimiento concentrado y erosión hídrica, (carcavas) severa y pedregosa; suelos moderadamente profundos y profundos, bien drenados, de texturas franco finas con gravilla, reacción neutra a moderadamente alcalina, saturación de bases muy alta y fertilidad alta y muy alta.	MRXd MRXep2 MRXcp2 MRXdp1 MRXe1 MRXe2	18397.87
		Vallcitos	Depósitos gravigénicos clásicos gravigénicos y hidrogravigénicos mixtos	Asociación: Typic Ustorthents Typic Calciclustolls	PB - 4A 357A	50 40	Relieve plano con pendientes 1-3%; suelos superficiales a moderadamente profundos, moderada a bien drenados, de texturas franco finas con gravilla, reacción ligera a moderadamente alcalina, altos contenidos de calcio y magnesio y fertilidad moderada y alta.	MRHa MRHap	1519.8
			Rocas sedimentarias clásicas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas	Consociación: Lithic Udorthents Oxic Dystrudepts Afloramientos rocosos	PB-45A PBC - 1	50 30 10	Relieve ligera a fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 50%, afectados por movimientos en masa, tipo solifluxión y localmente erosión hídrica, severa; los suelos son muy superficiales a moderadamente profundos, excesivamente drenados, de texturas franco finas con gravilla, reacción neutra a moderadamente alcalina, saturación de bases muy alta y fertilidad alta y muy alta.	MVEe MVEf MVEg MVEG3	81734.27
	Cálido, húmedo	Vigas y Crestones Homoclinales	Rocas sedimentarias clásicas limoarcillosas	Asociación: Typic Dystrudepts Lithic Dystrudepts Humic Dystrudepts	PJ-4 PJ-5 PJ-97	35 30 25	Relieve moderado a fuertemente quebrado, con pendientes entre 12 y 50%, afectados por escurrimiento difuso en grado ligero y pedregosidad; suelos profundos, imperfecta a bien drenados, de texturas arcillosas, reacción ligera y extremadamente ácida, saturación de bases muy alta y saturación de aluminio mayor del 60% y fertilidad alta y baja.	MVAIp MVAf1	115055.18
			Depósitos superficiales clásicos limoarcillosos y depósitos superficiales clásicos gravigénicos	Asociación: Typic Eutrudepts Typic Udorthents Humic Dystrudepts	PJ-98 PJ-14 PJ-8	40 25 25	Relieve moderado a fuertemente quebrado, con pendientes 12-25% y 25-50%, afectados por escurrimiento difuso en grado ligero y pedregosidad; suelos moderadamente profundos, moderado y bien drenados, de texturas franco finas con gravilla, reacción fuerte a moderadamente ácida, saturación de aluminio mayor del 80% a partir de los 60 cm, y fertilidad baja a muy alta.	MXVdp MXVdl MXVsp MXVe1	14911.18
		Vallcitos	Depósitos superficiales clásicos gravigénicos y hidrogravigénicos mixtos	Consociación: Humic Dystrudepts	PB-42A	100	Relieve ligeramente plano con pendientes 1-3%; suelos superficiales, bien drenados, de texturas franco finas, reacción muy fuertemente ácida, altos contenidos de calcio y magnesio; fertilidad moderada.	MVHa MVHap	2618.71

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
ALTIPLANICE ESTRUCTURAL	Muy frío a frío y húmedo	Crestas Homoclinales Abruptas	Rocas sedimentarias clásicas mixtas, parcialmente cubiertas con depósitos de ceniza volcánica	Complejo: Andic Dystrudepts Humic Dystrudepts Typic Placudands	B-150 B-149 B-98	40 40 10	Relieve moderadamente escarpado, con pendientes superiores al 50%, afectados por movimientos en (pate de vaca), con evidencias de erosión hídrica, laminar en grado ligero a moderado; suelos superficiales; limitados por saturaciones de aluminio mayores del 70%; bien drenados, de texturas franco finas, reacción fuertemente ácida y fertilidad baja.	AHEF	4894,19
		Lomas y Glacis	Depósitos superficiales piroclásticos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásicas mixtas	Asociación: Pachic Melanudands Humic Dystrudepts Typic Hapludands	R-01 PB-28 B-16	30 30 30	Relieve moderado a fuertemente quebrado y fuertemente inclinado, a ligeramente empinada, con pendientes 12-25% y 25-50%; presentan movimientos en masa, pata de vaca, escurrimiento difuso y erosión hídrica, laminar en grado ligero; suelos superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio. (SAI >80%), bien drenados, pH fuerte a moderadamente ácido y la fertilidad es baja.	AHVd AHVd1 AHVe AHVe1 AHVf1	28662,75
	Frío, seco	Lomas y Glacis	Depósitos superficiales piroclásticos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásicas mixtas	Asociación: Vertic Haplustalfs Andic Dystrudepts	PB-35A R-02	45 35	Relieve moderado a fuertemente quebrado y moderadamente empinada y escarpada, con pendientes 12-25%, 25-50% y 50-75%, afectados por escurrimiento difuso en grado ligero y moderado; suelos profundos y muy profundos, bien drenados, de texturas franco finas, reacción muy fuerte y fuertemente ácida, saturación de aluminio mayor del 70% y fertilidad baja.	AMVd1 AMVd2 AMVf1	65526,99
		Vallecitos	Depósitos superficiales clásicos mixtos	Consociación: Fluventic Haplustolls	691	80	Relieve plano con pendientes 0-1%; suelos muy superficiales limitados por nivel freático alto, pobremente drenados, de reacción química muy fuertemente ácida, saturación de bases moderada a alta y fertilidad natural moderada.	AMHa	4337,2
LOWERIO	Cálido, húmedo	Lomas y Vallecitos	Rocas sedimentarias clásicas mixtas y rocas andesíticas	Asociación Oxic Dystrudepts Typic Udorthents Typic Endoxaquepts	P-1317 P-1425 Pj-146	50 35 10	Relieve fuertemente quebrado y ligeramente escarpado con pendientes 25-50%, afectados por escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado; suelos profundos y muy profundos, bien drenados, de texturas gruesas, reacción fuerte a muy fuertemente ácida, saturación de bases alta y baja y fertilidad moderada y baja.	LVDd2	41838,76
			Rocas sedimentarias clásicas mixtas y depósitos superficiales clásicos gravigénicos e hidrogravigénicos heterométricos	Asociación Typic Eutrudepts Typic Dystrudepts Fluventic Eutrudepts heterométricos	PH-137 Pj-145 P-1509	40 40 10	Relieve fuertemente quebrado, con pendientes 25-50%, afectados por escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado; suelos muy superficiales a moderadamente profundos, limitados por saturaciones de aluminio mayores del 80%, bien drenados, pH muy fuerte a moderadamente ácido, saturación de bases muy alta y fertilidad moderada a muy baja.	LVGe2	36015,7

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
VALLE ALUVIAL	Frio, húmedo	Terrazas Recientes	Depósitos superficiales clásicos hidrogénicos y piroclásticos no consolidados (ceniza volcánica)	Asociación Fluentic Dystrudepts Vertic Dystrudepts Aquic Melanudands	PJ-85 PJ-86 PJ-87	30 30 30	Relieve ligeramente plano con pendientes 1-3%; se encuentran afectados por encharcamiento de poca duración; suelos muy profundos y moderadamente profundos; moderado a imperfectamente drenados, limitados por niveles tóxicos de aluminio (SAL >60%); texturas franco finas a finas; reacción muy fuerte a moderadamente ácida y fertilidad baja y alta.	VLAa	7945.03
				Asociación Fluentic Haplucept Udertic Haplucept Typic Dystrucept	PB-41 J-27 J-37A	30 30 30	Relieve plano con pendientes 0-1%; frecuentemente encharcables; suelos moderadamente profundos y muy superficiales, imperfecto y muy pobremente drenados, texturas finas; reacción extremadamente ácida y moderadamente alcalina; algunos suelos con saturación de aluminio mayor del 60% y fertilidad baja.	VMAa	23812.73
VALLE ALUVIAL	Frio, seco	Terrazas recientes	Depósitos superficiales clásicos hidrogénicos mixtos	Asociación Vertic Endoquepts Hidric Haplohemists	PB-27 J-28	50 40	Relieve moderado a fuertemente quebrado y fuertemente inclinado a ligeramente empinado, con pendientes 12,25% y 25-50%; suelos profundos, bien drenados, de texturas franco fina, reacción muy fuerte a moderadamente ácida, saturación de aluminio mayor del 80%. En algunos suelos la capacidad de intercambio catiónica es muy alta a moderada y la fertilidad es baja y en las inclusiones es moderada.	VMBa	6965.35
				Complejo: Misceláneo Arenoso Fluentic Dystrudepts	PBC-3	60 40	Relieve ligeramente plano, con pendientes 1-3%; suelos superficiales, inmundables y moderadamente bien drenados, de texturas franco gruesas, reacción fuerte a muy fuertemente ácida, saturación de bases alta a moderada y fertilidad baja.	VUJax	2232.79
VALLE ALUVIAL	Cálido, muy húmedo	Terrazas recientes	Depósitos superficiales clásicos hidrogénicos	Asociación Typic Udifluvents Fluvaquentic Endoquepts Typic Udipsamments	PBC-11 R-04 PBC-12	40 30 20	Relieve ligeramente plano, con pendientes 1-3%; suelos moderadamente profundos y superficiales; bien e imperfectamente drenados, de texturas franco finas y gruesas, reacción muy fuerte y fuertemente ácida, saturación de bases alta y muy baja y fertilidad baja y muy baja.	VUJka	14339.21
				Asociación: Typic Dystrudepts Ruptic Ulic Dystrudepts	PBC-2 PBC-4	50 40	Relieve ligeramente ondulado, con pendientes 3-7%; afectados por escurrimiento difuso, que generando erosión hídrica, en gradito ligero; suelos muy superficiales, limitados por saturación de aluminio mayores del 75%, moderadamente bien drenados, de texturas finas y franco gruesas; reacción extremadamente ácida, saturación de aluminio mayor del 75% y fertilidad muy baja.	VUObI	6546.71
VALLE ALUVIAL	Cálido, húmedo	Plano de inundación actual y subactual	Depósitos superficiales clásicos hidrogénicos gruesos y medianos	Asociación Aeric Fluvaquents Misceláneo Arenoso	PJ-124	60 30	Relieve ligeramente plano, con pendientes 1-3%, sufren inundaciones periódicas y están afectados en sectores por acumulación de arena; los suelos son moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, de texturas franco gruesas a franco finas, reacción moderadamente alcalinas, saturación de bases muy alta y fertilidad moderada.	VVAax	5928.43
				Asociación Fluentic Eurudepts Typic Udorthents Typic Epiaquents	PJ-136 P-1630 P-1602	40 30 20	Relieve plano con pendientes 0-1%; suelos profundos a moderadamente profundos, moderados a imperfectamente drenados, de texturas finas y franco finas, reacción muy fuerte a moderadamente ácida, saturación de bases muy alta y fertilidad alta a muy baja.	VVBa	31070.29

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Material Parental	Unidades Cartográficas y sus Componentes Taxonómicos	No. Perfil	%	Principales Características del Relieve y los Suelos	Símbolo	Ext. (Ha)
VALLE ALLUVIAL	Cálido, húmedo	Plano Inundable y Cubetas	Depósitos superficiales clásticos y orgánicos mixtos	Asociación Chromic Endoaquepts Húmic Spagnofibrists	PH 32 R-06	60 30	Relieve ligeramente depresional (plano concavo), con pendientes 0-1 %, afectados en amplios sectores por encharcamientos prolongados; suelos superficiales a muy superficiales, pobremente drenados a pantanosos, de texturas finas y material orgánico medias, reacción muy fuerte a moderadamente ácida, saturación de bases muy alta y fertilidad alta a moderada	WCa	4230,18
		Terrazas Antiguas del Río Magdalena, Guaguay y sus Afluentes	Depósitos superficiales clásticos mixtos	Consociación Oxic Dystrudepts	R-07	80	Relieve ligeramente plano, con pendientes 1-3%, afectados por escurrenimiento difuso en grado ligero; suelos moderadamente profundos, imperfectamente drenados, de texturas franco finas, reacción fuertemente ácida, saturación de bases baja y fertilidad baja.	VVDaI	5549,94
				Consociación : Misceláneo erosionado	100	Relieve fuertemente ondulado y fuertemente quebrado hasta escarpado, con pendientes superiores al 25%, afectados por escurrenimiento difuso y concentrado en grado moderado a muy severo (bad-lands) con alta presencia de material ferralítico, cascado y gravilla, aflora el material parental, en las inclusiones existen suelos muy superficiales, excesivamente drenados, reacción extremadamente ácida y fertilidad baja.	ME	63924,93	

3.2.1 Suelos del paisaje de Montaña

El paisaje de montaña hace parte de la formación orogénica de la cordillera Oriental, donde el ambiente morfogenético estructural es similar en extensión al denudacional, siendo el deposicional el que ocupa menor área. La altitud varía entre los 200 y los 5.493 metros (Alto Ritacuva), lo cual determina una variedad de pisos térmicos, desde el nival hasta el cálido, donde las temperaturas medias anuales ambientales van de 0°C a 30°C, además, la distribución de las lluvias fluctúa entre los 300 a 8000 mm anuales determinando diferentes provincias de humedad, desde la muy seca hasta la pluvial.

El modelado de los relieves del paisaje de Montaña se ha originado por procesos erosivos de escurrimiento y erosión geológica, también por la acción de los continuos aportes de ceniza volcánica en épocas pasadas que recubrieron amplias áreas del paisaje. Los factores determinantes en la formación de los suelos, son básicamente el clima, los organismos vivos (fauna, flora y el hombre), material parental y el relieve. En su conjunto han originado preferentemente la existencia de suelos de escaso desarrollo genético, con alta a media saturación de bases, moderados a ligeramente ácidos y de fertilidad media a alta.

Geomorfológicamente, el paisaje de Montaña presenta diferentes tipos de relieve denominados Cumbres Andinas, Crestas Homoclinales Abruptas, Crestones Homoclinales Abruptos, Flatirones, Filas-Vigas, Lomas, Glacis y Vallecitos.

Los primeros cuatro tipos de relieves, mencionados anteriormente, se han formado a partir de rocas sedimentarias, donde los afloramientos rocosos son frecuentes y los suelos dominantes son superficiales. Dentro de estos relieves aparecen en forma intercalada tipos de relieves de filas y vigas, los cuales se han originado también de rocas sedimentarias, principalmente arcillolitas, limolitas, lutitas y calizas. En altitudes superiores a los 2000 m hay en superficie ceniza volcánica originándose, en la mayoría de estos relieves, suelos del orden andisol. En todos ellos, las pendientes son pronunciadas, dominando las mayores del 50%. Los movimientos en masa, especialmente derrumbes y desprendimientos de roca, han afectado a estos tipos de relieves por la presencia en superficie de depósitos hecterométricos; también se han hecho presentes procesos de solifluxión, reptación y deslizamientos debido a las altas precipitaciones y a la tala y quema de la vegetación arbórea. El escurrimiento difuso y concentrado es severo a muy severo en zonas de baja precipitación. En épocas pasadas la acción glacial se manifestó en altitudes de más de 3000 metros, evidenciándose superficies de abrasión con alta concentración de fragmentos de roca, rocas aborregadas, hoyos de nivación, morrenas de fondo, algunas morrenas horizontales y terminales.

Los tipos de relieve de lomas presentes en el paisaje de Montaña, están conformados por los materiales geológicos de los anteriores relieves; su aparición y posición probablemente obedecen a fenómenos de tectonismo y al desplazamiento de grandes volúmenes de tierra por causa de movimientos en masa. La topografía dominante es ligeramente ondulada a fuertemente ondulada, con pendientes menores del 50%; están afectadas por procesos de solifluxión y reptación.

Los tipos de relieve de glacis, coluvios y de vallecitos, se muestran en forma de superficies angostas y alargadas de poca extensión, con diferentes grados de pendiente, generalmente menores del 25%. Se encuentran en ellos algunos sectores afectados por fragmentos de roca en superficie.

Los tipos de relieve de cumbres andinas y crestas homoclinales abruptas, existentes en los pisos térmicos Nival y el Subnival pluvial, se encuentran desprovistos de todo tipo de vegetación arbórea y herbácea. En los relieves del clima extremadamente frío (páramo alto) y muy frío (páramo bajo), hay existencia de vegetación de frailejones y la vegetación arbórea ha sido reemplazada por pastos y hortalizas en el páramo bajo. En sectores con geoformas de relieve quebrado y muy escarpado, que se manifiestan dominantes en los pisos térmicos frío y medio, se han establecido pastos y la vegetación arbórea densa sólo se conserva donde la pluviosidad es muy alta. En los relieves de pendientes suaves del piso térmico cálido, la cobertura vegetal arbórea ha desaparecido y se tienen como coberturas dominantes los pastos y los cultivos comerciales y de subsistencia.

Se resalta que, en muchos casos, las unidades cartográficas de suelos de estudios anteriores han sido generalizadas, por lo que es frecuente encontrar sectores donde la erosión y la pedregosidad superficial han quedado subvaloradas o sobrevaloradas.

Dentro del paisaje de Montaña se encuentran treinta y cuatro (34) unidades cartográficas distribuidas en diferentes climas ambientales e identificadas en el mapa con los símbolos que se indican en la Tabla 19.

TABLA 19. Clima y símbolos de unidades cartográficas del paisaje de Montaña

CLIMA	SÍMBOLOS		
	Crestas Crestones	Vigas Lomas, Cuestas Glacis	Vallecitos
Nival	NP		
Subnival alpino	MBE		
Extremada/te frío, húmedo y muy húmedo	MEE		
Muy frío, muy húmedo	MGE	MGV	
Muy frío, húmedo	MHE	MHV	MHH
Frío, pluvial	MJE		
Frío, muy húmedo	MKE	MKV MKC	MKH
Frío, húmedo	MLE	MLV	MLH
Frío, seco	MME	MMA MMC, MMX	MMH
Medio, pluvial a muy húmedo	MOE	MPA MPC MOX MPX	MOH
Medio, seco	MRE	MRX	MRH
Cálido, húmedo	MVE MVA	MVX,	MVH

3.2.1.1 Consociación nieves permanentes. Símbolo NP.

Esta unidad se localiza en territorio de jurisdicción de los municipios de Chiscas y Güicán, a una altitud superior a los 4600 metros, en donde la temperatura media anual es inferior a 1.5° C y la provincia de humedad no está identificada. De acuerdo con la clasificación de Holdridge pertenece a la zona de vida Nival (N).

Morfológicamente corresponde a espolones rocosos a manera de cornizas y circos glaciares, donde las áreas de mayor altitud están cubiertas de nieve y algunos sectores de las laderas inferiores están cubiertos parcialmente por parches de nieve en vía de transformación en hielo.

La columna estratigráfica referida para la unidad, según Ingeominas (1981), corresponde a rocas de arenisca muy espesas, con intercalaciones de lutitas del cretáceo y del terciario inferior. Las zonas de derrubio de topografía ligeramente inclinada están constituidas por calizas biodetríticas, lutitas y areniscas.

La unidad está conformada por nieves permanentes 100% que corresponden al Nevado de Güicán. No hay formación de suelo.

Dicha unidad pertenece a la clase VIII por su capacidad de uso; se debe proteger para preservar los nacimientos de los ríos: Cobaría, Cubugón, Róyata, Sinsiga, Banadía, Cusay, Cravo Norte, Tame, Negro y Cóncavo. También para desarrollar programas de turismo, debido al atractivo de las numerosas lagunas de origen glaciar: De la Plaza (Figura 22), La Isla, Grande de los Verdes, El Duende, La Cueva, Grande y El Rincón.



FIGURA 22. Laguna de la Plaza enmarcada por afloramientos rocosos con vegetación de *Espeletia lopezii* (ministerio de Medio Ambiente; F.Mora V., 2000).

3.2.1.2 Complejo afloramiento rocoso – material morrénico. Símbolo MBE.

La unidad se encuentra en áreas aledañas al Nevado de Güicán y parte alta del páramo de Pisba, en jurisdicción de los municipios de Güicán, Chiscas, El Cocuy; por encima de los 4.200 m.s.n.m, donde la temperatura promedio anual es inferior a 4° C y la precipitación media anual oscila entre 500 a 1000 milímetros, ubicando la unidad en un clima atmosférico Subnival pluvial que, de acuerdo con Holdridge, corresponde a la zona de vida de páramo pluvial Subandino (pp-SA).

Geomorfológicamente corresponde a relieves de cumbres andinas constituidas por areniscas con intercalaciones de lutitas; la topografía es escarpada, con pendientes mayores del 75%. En las laderas hay entalles semilunares, oblicuos y semiparalelos producto de procesos de glaciación y periglaciares, al igual que hay acumulación de materiales detríticos y/o morrenas de diferente forma, en donde se sostiene vegetación de Frailejones (*Espeletia lopezii*), Plantas Almohadilladas Verdes (*Distichia muscoides*), Colorado (*Polilepis quadrijuga*), Aliso (*Alnus acuminata*) y Litamo Real (*Draba spp*), apreciables en la Figura 22a.

La unidad está conformada por Afloramientos Rocosos 50%, material morrénico 50%; la evolución de suelo que se alcanza a percibir en las áreas de menor pendiente no es significativa, pero representa 10% de inclusiones.

Debido a la carencia casi absoluta de suelo y las fuertes pendientes, dicha unidad se incluye en la clase VIII por su capacidad de uso. Se debe proteger el área de esta unidad para conservar los nacimientos de corrientes de agua.

Se delimitó la fase:

MBEg: fase escarpada.

3.2.1.3 Complejo Lithic Dystrocryepts – Humic Dystrocryepts – Typic Haplohemists y Afloramientos Rocosos. Símbolo MEE.

La unidad se localiza en el páramo de Pisba y otros páramos, en jurisdicción de los municipios de Güicán, Chiscas, El Cocuy, Chita, Pisba, Paya, Socotá, Aquitania, Duitama, Socha y Mongua; su altitud varía de 3600 a 4200 metros; su clima es extremadamente frío húmedo y muy húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 6° C y una precipitación anual inferior a los 2.000 milímetros, lo cual según Holdridge corresponde a las zonas de vida de bosque húmedo Montano (bh-M) y bosque muy húmedo Montano (bmh-M). En zonas transicionales a los climas subniveles las precipitaciones alcanzan valores superiores a los 2000 mm, lo cual las enmarca en el bosque pluvial subandino (pp-SA).

Geomorfológicamente corresponde principalmente a Crestas Homoclinales Abruptas y Crestones Homoclinales, sobre relieves moderada a fuertemente escarpados y pendientes superiores al 50%, constituidos por areniscas con intercalaciones de lutitas, las cuales han sido modeladas previamente por glaciares y posteriormente afectadas por meteorización física y escorrentía difusa, donde los procesos de ablación han originado superficies de rocas aborregadas. También es frecuente encontrar en las partes bajas acumulaciones de material rocoso de origen glaciar (morrenas) que no muestran estratificación y tienen formas subredondeadas y estriadas, englobado en una matriz de material fino, llamado till; además, hay zonas de menor pendiente donde se han formado suelos más profundos.

La vegetación natural corresponde principalmente a frailejones (*Espeletia lopezii*), plantas almohadilladas verdes (*Distichia muscoides*) y arbustos de poca altura.

La unidad está integrada por Lithic Dystrocryepts 30%, Humic Dystrocryepts 25%, Typic Haplohemists 25% y Afloramientos Rocosos 20%.

Los suelos Lithic Dystrocryepts (perfil PB-1A) han evolucionado de rocas sedimentarias, principalmente lutitas; se caracterizan por presentar un perfil de nomenclatura A - C - R; el horizonte A tiene un espesor de 40 centímetros, color negro, textura franco arenosa con abundante gravilla en su límite inferior y estructura granular moderada; el C tiene un color

gris con manchas pardo amarillentas y una textura franco arcillo arenosa gravilosa; el R, corresponde a roca del tipo lutita. Son suelos superficiales y bien drenados; químicamente tienen reacción extremadamente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; presentan una saturación de aluminio mayor del 90%. La fertilidad natural es baja.



FIGURA 22a. Cumbres Andinas donde se observan afloramientos rocosos y algunos sectores con vegetación de páramo alto (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Humic Dystrocrypts (perfil PB-64A) se localizan en laderas de forma convexa y han evolucionado de rocas sedimentarias, principalmente areniscas; se caracterizan por presentar un perfil de nomenclatura A - C; el horizonte A es de color pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, de textura franca, estructura en bloques de grado moderado; el horizonte C es de color pardo amarillento, pardo oliva claro y pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillo arenosa gravilosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por arenisca en alto grado de meteorización y bien drenados; químicamente tienen reacción muy fuertemente ácida, muy alta capacidad de intercambio catiónico, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; la saturación de aluminio es mayor del 80% y la fertilidad es moderada (Figura 23).

Los suelos Typic Haplohemists (perfil PB-1) se localizan en áreas depresionales; evolucionados a partir de material orgánico, se caracterizan por presentar un perfil de nomenclatura Oa - Oe - Cg. El horizonte Oa es de color pardo muy oscuro, orgánico; el Oe, es de color negro, orgánico; el horizonte Cg que se presenta después de los 130 cm de profundidad es de color negro y textura franco arenosa. Son suelos muy superficiales con un drenaje de tipo pantanoso; químicamente tienen reacción extremadamente ácida a muy fuertemente ácida, unas muy alta capacidad de intercambio catiónico, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; presentan una baja saturación de bases y su fertilidad natural es baja.



FIGURA 23. Perfil de suelos Humic Dystricrycepts con un horizonte A grueso sobre un C de gran espesor el cual, a su vez, descansa sobre un material arcilloso gleyzado (R. Álvarez B., 2000).

La poca profundidad de los suelos, las fuertes pendientes, la baja fertilidad y las temperaturas ambientales bajas constituyen los principales factores limitantes de uso, lo cual permite incluir estas tierras en la clase agrológica VIII. No tienen aptitud agrícola o pecuaria. La belleza del paisaje hace atractiva la unidad cartográfica para el desarrollo de programas ecoturísticos.

Se delimitaron las fases:

MEEf: fase moderadamente escarpada.

MEEg: fase fuertemente escarpada.

3.2.1.4 Complejo Humic Lithic Dystrudepts - Afloramientos Rocosos. Símbolo MGE.

Este grupo de suelos se localiza en jurisdicción de los municipios de Duitama, Ciénega, Chita y Socha, en altitudes superiores a los 3000 metros, correspondiente al clima muy frío y muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 8° C y una pluviosidad inferior a 2.000 mm; según la clasificación de Holdridge corresponde al bosque muy húmedo Montano (bmh-M).

Los tipos de relieve representativos son las Crestas Homoclinales Abruptas y Planos Estructurales, de topografía moderada a fuertemente escarpada, con pendientes superiores a 50%. La litología es variada, en donde dominan las rocas de areniscas y lutitas, recubiertas en algunos sectores con capas de ceniza volcánica. Hay procesos de remoción en masa, especialmente deslizamientos y desprendimientos de roca. En la actualidad los suelos se encuentran cubiertos con vegetación herbácea y arbustiva.

La unidad cartográfica está integrada por Humic Lithic Dystrudepts 65% y afloramientos rocosos 20% con 15% en inclusiones de Typic Hapludands, Hydric Haplohemists y cuerpos de agua (lagunas) de tamaño considerable.

Los suelos Humic Lithic Dystrudepts (perfil PB-2) se ubican en las laderas de mayor pendiente; han evolucionado a partir de areniscas y se caracterizan por presentar un perfil de nomenclatura A - C - R. El horizonte A es de color negro, de textura franco arenosa y estructura granular moderada; el horizonte C es de color oliva, mezclado con pardo amarillento y textura franco gravillosa; el R, corresponde a roca de tipo arenisca. Son suelos muy superficiales y excesivamente drenados; la reacción es extremadamente ácida, tienen alta capacidad de intercambio catiónico y bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; la saturación de aluminio es mayor del 80% y su fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Hapludands (B- 106) se localizan en los resaltos evolucionados a partir de cenizas volcánicas; presentan un perfil típico de nomenclatura A - B. El horizonte A tiene un espesor de aproximadamente 45 cm, es de color negro a gris muy oscuro y su textura es franco arenosa; el horizonte B tiene color pardo amarillento y textura franco arcillo arenosa. Son suelos muy superficiales, limitados por fluctuaciones del nivel freático y altos contenidos de aluminio; químicamente tienen reacción muy fuertemente ácida, muy alta capacidad de intercambio catiónico y bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; presenta una saturación de aluminio mayor del 90%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Hydric Haplohemists (perfil PB-2 A) se localizan en las laderas inferiores y/o vallecitos, evolucionados a partir de residuos orgánicos y se mantienen, gran parte del año, saturados de agua. Los horizontes orgánicos alcanzan un espesor hasta de 120 cm y descansan sobre material de textura franco arcillosa. Son suelos muy superficiales, limitados por un nivel freático alto y muy pobremente drenados; químicamente tienen reacción moderadamente ácida y la fertilidad natural es baja.

La presencia de Afloramientos Rocosos, las fuertes pendientes y la incidencia de heladas permite ubicar estas tierras en la clase VIII por su capacidad de uso. Las zonas con suelos tienen un mayor valor ambiental que las de Afloramientos Rocosos por lo que la vegetación natural actual se debe preservar para proteger las numerosas corrientes de agua existentes.

Se delimitaron las fases:

MGEf: fase topográfica moderadamente escarpada.

MGEg: fase topográfica fuertemente escarpada.

3.2.1.5 Asociación Typic Hapludands – Humic Dystrudepts. Símbolo MGV

La unidad cartográfica se localiza en los municipios de Gámeza, Aquitania y Chiscas, en altitudes de 3000 a 3600 metros, en un clima muy frío muy húmedo, donde la temperatura media anual llega a ser de 8°C y la precipitación promedio anual inferior a los 2000 milímetros. Corresponde a la zona de vida de bosque muy húmedo Montano (bmh-M).

Los suelos se localizan en tipos de relieve de Vigas, Lomas y Glacis, de topografía fuertemente quebrada, fuertemente ondulada y fuertemente inclinada, con pendientes desde 12 a 75%. La asociación se encuentra sobre rocas del tipo areniscas y lutitas, recubiertas por gruesas capas de ceniza volcánica; está afectada por procesos de remoción en masa, especialmente deslizamientos y desprendimientos de roca.

La vegetación natural ha sido talada para adecuar pastos gramíneas (kikuyo, falso poa), leguminosas (alfalfa, carretón) y se han realizado reforestaciones con pino patula (Figura 24).



FIGURA 24. Suelos de Lomas y Glacis explotados con pino patula, pastos kikuyo y falso poa (R. Álvarez B., 2000).

Integran la unidad los suelos Typic Hapludands en 60% y Humic Dystrudepts 35% con 5% en inclusiones de suelos vecinos.

Los suelos Typic Hapludands (perfil B-8) han evolucionado a partir de cenizas volcánicas, en relieves de Lomas, Vigas y Glacis; presentan un perfil típico de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de aproximadamente 50 cm, es de color negro y su textura es franca; el horizonte B tiene color pardo grisáceo con manchas pardo amarillento oscuras y textura franca; el horizonte C corresponde a roca lutita parcialmente meteorizada. Estos

suelos son muy superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio, y bien drenados; químicamente tienen una reacción muy fuerte a muy fuertemente ácida, muy alta capacidad de intercambio catiónico, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo; saturación de aluminio mayor del 60%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil PB-11A) han evolucionado a partir de rocas sedimentarias, principalmente arcillolitas y se localizan en las partes bajas de las laderas del relieve de vigas, presentando un perfil típico de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene un espesor mayor de 60 cm, color negro, textura arcillosa y estructura granular moderada; el horizonte C tiene color pardo amarillento con manchas gris claras, su textura es arcillosa. Los suelos son muy superficiales, debido a niveles tóxicos de aluminio, y bien drenados; químicamente tienen reacción muy fuertemente ácida, muy alta capacidad de intercambio catiónico, bajos contenidos de calcio, magnesio potasio y fósforo; presentan una saturación de aluminio mayor del 75%. La fertilidad natural es baja.

La presencia de heladas, el alto contenido de aluminio y la baja fertilidad de los suelos permite ubicar las tierras de pendiente mayor del 50% en la clase VII; en la clase VI las tierras de pendiente 25 a 50% y en la clase IV las tierras de pendiente menor del 25%. Se deben reforestar los suelos de la clase VII con especies nativas y permitir el adecuado crecimiento de la vegetación existente con la finalidad de conservar los recursos hídricos.

Se delimitaron las siguientes fases:

MGVd: consociación, fase topográfica fuertemente ondulada.

MGVdp: consociación, fase topográfica fuertemente ondulada y pedregosidad en superficie.

MGVe: consociación, fase topográfica fuertemente quebrada y ligeramente escarpada

MGVf: consociación, fase topográfica moderadamente escarpada

3.2.1.6 Complejo Lithic Udorthents - Oxic Dystrudepts – Afloramientos Rocosos. Símbolo MHE.

Esta unidad se localiza en los municipios de Tutasá, Gámeza, Belen, Susacón, Chiscas y Cocuy, en alturas que oscilan entre los 3000 y 3600 m.s.n.m., correspondiente a un clima muy frío, húmedo, el cual se caracteriza por tener una temperatura media de 10°C y una precipitación promedio anual de 750 milímetros. Según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica denominada bosque húmedo Montano (bh-M).

Los suelos se localizan en las crestas homoclinales abruptas y en los crestones homoclinales, todos ellos originados a partir de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas, con recubrimiento de ceniza volcánica en sectores de poca extensión. La topografía es fuertemente escarpada con pendientes mayores del 50%. Se encuentran afectados por procesos de remoción en masa, especialmente desprendimientos de roca y erosión hídrica. La vegetación natural se conserva y es principalmente arbórea y arbustiva (Figura 25).

El complejo está integrado por Lithic Udorthents 45%, Oxic Dystrudepts 35% y Afloramientos Rocosos 20%.

Los suelos Lithic Udorthents (perfil PB-13 A) se caracterizan por estar en las áreas de mayor pendiente en donde es común encontrar en superficie, capas delgadas de residuos

orgánicos en proceso de mineralización, sepultando material mineral de textura franco limosa. Son suelos muy superficiales debido a niveles tóxicos de aluminio, bien drenados. Tienen reacción extremadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja y una saturación de aluminio mayor del 75% en el horizonte A. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Oxic Dystrudepts (perfil 503) se localizan de preferencia en los taludes de derrubio de los crestones y presenta un perfil tipo A - C. El horizonte A tiene color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa y estructura en bloques, moderada; el horizonte C es pardo rojizo con abundantes manchas blancas y su textura es arcillosa. Son suelos muy superficiales por contenidos tóxicos de aluminio, de reacción fuertemente ácida, con muy bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; la saturación de bases es baja y también la fertilidad natural.

Las fuertes pendientes, las bajas temperaturas (heladas), el contenido alto de aluminio y la baja fertilidad ubican estos suelos en la clase agrológica VIII por su capacidad de uso. Se deben mantener con la vegetación nativa. Se pueden desarrollar programas forestales donde ha sido talada la vegetación, utilizando variedades nativas e introducidas, para los sectores donde se encuentran los suelos con mayor espesor (más de 50 cm).



FIGURA 25. Suelos de Relieves Estructurales; Crestas y Crestones Homoclinales sosteniendo vegetación arbórea (R.Alvarez B., 2000).

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MHEf: fase topográfica moderadamente escarpada.

MHEg: fase topográfica fuertemente escarpada.

MHEg1: fase topográfica fuertemente escarpada, erosión ligera.

MHEg3: fase topográfica fuertemente escarpada, erosión severa.

3.2.1.7 Asociación Typic Hapludands – Humic Pachic Dystrudepts – Typic Dystrudepts. Símbolo MHV.

La Asociación se ubica en los municipios de Aquitania, Tutasá, Chita, Uvita, Cocuy, Sativanorte, Sotaquirá, Susacón, Cuítiva, Tota y Güicán, con altitud entre los 3000 y 3600 metros, dentro de un clima muy frío húmedo (páramo bajo), caracterizado por tener una temperatura media anual de 10°C y una precipitación promedio anual de 500 mm; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Montano (bh-M).

Estos suelos se han originado principalmente de ceniza volcánica que recubren rocas sedimentarias. Se localizan en tipos de relieve de Vigas, Lomas y Glacis; presentan una topografía desde fuertemente inclinada a fuertemente escarpada y pendientes desde 12 a 75%. Esta asociación se encuentra afectada por procesos de remoción en masa, especialmente deslizamientos y desprendimiento de roca, los cuales son evidentes en las zonas desprovistas de vegetación. El bosque se conserva en algunos sectores y en su mayoría ha sido reemplazada por cultivos de papa, cebada y pastos.

La unidad está integrada por suelos Typic Hapludands 50%, Humic Pachic Dystrudepts 20% y Typic Dystrudepts 20% e inclusiones de suelos Aeríc Humaquepts 10%.

Los suelos Typic Hapludands (perfil I74A) se encuentran en cimas de vigas, presentan un perfil típico de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene color pardo amarillento oscuro y pardo oscuro, con textura franca; el horizonte B es pardo rojizo oscuro y la textura es franco arcillosa; el horizonte C es de color pardo fuerte y de textura arcillosa. Son suelos muy superficiales, por contenidos tóxicos de aluminio, y bien drenados. La reacción es muy fuertemente ácida; la capacidad de intercambio catiónico es moderada y los contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforos son bajos; la saturación de aluminio de cambio es mayor del 70%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Humic Pachic Dystrudepts (perfil 503A) se encuentran en las laderas de lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A alcanza un espesor hasta de 46 cm, es de color pardo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa y franco arcillo arenosa, estructura en bloques, moderada; el horizonte B es pardo rojizo y la textura es arcillo arenosa; el horizonte C es pardo rojizo y la textura es arcillosa. Sus suelos son muy superficiales debido a niveles tóxicos de aluminio, bien drenados, de reacción extremada a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja y contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforos muy bajos; la saturación de aluminio de cambio es mayor del 90% y la fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PB-15A) ubicados en laderas de vigas, presentan un perfil de nomenclatura A - B - C - R. El horizonte A tiene color pardo a pardo oscuro, con textura franco arcillo arenosa gravillosa; el horizonte B es pardo oscuro y la textura es franco arcillosa; el horizonte C es pardo rojizo y la textura franco arcillosa gravillosa; el R corresponde a lutitas de color gris a negras. Estos suelos son muy superficiales y bien drenados; la reacción es extremadamente ácida, la capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de aluminio de cambio es mayor del 60% a partir de los 15 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Aeríc Humaquepts (perfil I58A) localizados en vallecitos intermontanos, presentan un perfil típico de nomenclatura A - B - Cg. El horizonte A tiene un espesor de 50 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro y textura franca, estructura de bloques y

moderada; el horizonte B es pardo amarillento y la textura es franco arcillosa; el horizonte C es gris con manchas pardo amarillentas y textura arcillosa. Son moderadamente profundos e imperfectamente drenados, de reacción muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja y contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforos bajos; la saturación de aluminio de cambio es mayor del 70% y su fertilidad es baja.

Las frecuentes heladas, el alto contenido de aluminio y la baja fertilidad, permiten ubicar estos suelos por su capacidad de uso en clase VII para las tierras con pendiente mayor del 50%; en la clase VI las tierras de pendiente 25 a 50% y en la clase IV las tierras de pendiente menor del 25%. Se deben reforestar las áreas de mayor pendiente; las de menor pendiente se pueden dedicar a cultivos comerciales con prácticas culturales, tales como: enclamiento y fertilización.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las fases:

MHVd: fase topográfica moderadamente quebrada

MHVe: fase topográfica fuertemente quebrada

MHVep: fase topográfica fuertemente quebrada y pedregosidad en superficie

MHVf: fase topográfica moderadamente escarpada

3.2.1.8 Asociación Humic Endoaquepts - Aeríc Endoaquepts. Símbolo MHH.

La Asociación se localiza en los municipios de Sativanorte, Susacón y Aquitania, entre los 3000 y 3600 m.s.n.m, dentro de un clima muy frío húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 10°C y una precipitación promedio anual entre 500 y 1000 milímetros; según Holdridge corresponde a la zona de vida de bosque húmedo Montano (bh-M).

Geomorfológicamente los suelos se sitúan en vallecitos alargados, angostos en forma de U, y en glacis de inclinación suave, con pendientes menores del 7%. Se han desarrollado a partir de depósitos superficiales aluviales y coluviales con influencia glaciario y de ceniza volcánica; otros se han desarrollado a partir de materiales orgánicos, localizados principalmente en áreas cóncavas.

La vegetación es herbácea (grama oreja de ratón y paja de páramo), en épocas secas se explotan en pastoreo de ovinos y bovinos, así como en cultivos de subsistencia (Figura 26).

La Asociación está integrada por Humic Endoaquepts 50%, Aeríc Endoaquepts 40% e inclusiones de suelos Terric Haplosaprists 10%.

Los suelos Humic Endoaquepts (perfil 504A) se ubican en los vallecitos. Se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - Bg. El horizonte A tiene un espesor de 35 cm, color negro y textura franco arenosa; el Bg es de color gris con manchas pardo amarillentas y su textura es arcillosa. Son suelos superficiales, limitados por fluctuaciones del nivel freático y niveles tóxicos de aluminio, pobremente drenados; químicamente tienen reacción fuertemente ácida, contenidos muy altos de carbón orgánico y bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; la saturación de aluminio es mayor del 75% y la fertilidad natural es muy baja.



FIGURA 26. Suelos de Vallecitos intermontanos bordeados de suelos en relieves estructurales (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Aeric Endoaquepts (perfil J-4) se ubican en las vegas de los vallecitos. El perfil típico presenta nomenclatura A - B - Cg. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franca; el horizonte B es de color pardo amarillento con manchas pardo rojizas y textura franco arenosa; el horizonte Cg es de color gris pardusco claro y manchas pardo rojizo oscuras, de textura franca. Son suelos moderadamente profundos, limitados por fluctuaciones del nivel freático e imperfectamente drenados; químicamente tienen reacción fuerte a muy fuertemente ácida y saturación de aluminio a partir de los 25 cm de profundidad inferior al 52%. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Terric Haplosaprists (perfil J-6) se ubican en las áreas depresionales de los vallecitos, desarrollados a partir de residuos orgánicos con capas intermedias de material mineral de textura franco arcillosa. Son suelos muy superficiales, limitados por nivel freático alto y poco drenados; químicamente tienen una reacción ácida, ligera, en superficie y con la profundidad se hace ácida en forma fuerte. La fertilidad natural es moderada.

La incidencia de heladas, la fertilidad baja y el drenaje natural pobre permiten incluir las tierras de los vallecitos y de los glaciares en la clase agrológica V por capacidad de uso para suelos con aluminio mayor de 60%, en la clase IV cuando las saturaciones de aluminio son menores de 60%. En épocas secas los suelos de las zonas planas se pueden explotar en ganadería extensiva; mientras los otros en cultivo de papa, cebolla y pastos.

Se delimitó la siguiente fase:

MHHa: fase topográfica ligeramente plana.

3.2.1.9 Complejo Typic Dystrudepts - Lithic Udorthents – Afloramientos Rocosos. Símbolo MJE.

La unidad cartográfica ocupa una gran extensión en el municipio de Pajarito, entre los 2000 y 3000 m.s.n.m., dentro de un clima frío, pluvial, caracterizado por tener una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual superior a los 4000 milímetros, lo cual, según Holdridge, corresponde a la zona de vida de bosque pluvial Montano Bajo (bp-MB).

Geomorfológicamente los suelos se localizan en las laderas escarpadas de Crestas Homoclinales Abruptas, han evolucionado a partir de rocas sedimentarias clásticas, tipo areniscas y lutitas. Dichos suelos se encuentran afectados por procesos de deslizamientos y desprendimiento de roca que afectan la superficie del suelo.

La vegetación arbórea se conserva casi en su totalidad (Figura 27), exceptuando algunas áreas de pastos ubicadas en los resaltos de las laderas.

La unidad cartográfica está integrada por Typic Dystrudepts 60%, Lithic Udorthents 30% y Afloramientos Rocosos 10%. En algunos suelos hay mayores contenidos de materia orgánica e igualmente la roca en el contacto con el suelo está muy fracturada.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PB-19 A) se ubican en las áreas de menor pendiente, expuestos a la acción erosiva del agua de escorrentía en sectores desprovistos de vegetación y a procesos de deslizamientos y de solifluxión. El perfil es de nomenclatura: A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 15 cm, color negro y textura franca gravilosa; el horizonte B es pardo amarillento con manchas gris oliva y textura arcillosa gravilosa; el C es de color pardo fuerte y de textura franco arcillosa gravilosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por roca y bien drenados; químicamente tienen reacción fuerte a muy fuerte ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta a moderada y una saturación de aluminio mayor del 70% en la capa superficial. La fertilidad natural es baja.



FIGURA 27. Suelos de Relieves empinados densamente poblados de vegetación arbórea (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Lithic Udorthents (perfil PB-23A) se ubican en las áreas escarpadas de las laderas. Presentan un perfil de nomenclatura O - A - C. El horizonte O, es orgánico, y tiene un espesor de 12 cms de espesor, con raíces gruesas y finas sin descomponer, las cuales forman una capa de mulch; el horizonte A de espesor similar a la capa orgánica, es de color pardo oscuro y su textura es franca gravillosa; el horizonte C de 15 cm de espesor es de color pardo amarillento y textura franco arcillosa gravillosa. Son suelos muy superficiales, limitados por roca y excesivamente drenados; químicamente tienen reacción extrema ácida muy alta capacidad de intercambio catiónico y presentan una saturación de aluminio mayor del 80%. La fertilidad natural es baja.

Las fuertes pendientes, el contenido de aluminio en niveles tóxicos, la frecuencia de Afloramientos Rocosos y la fertilidad baja en los suelos dominantes, permite incluir tierras con pendientes mayores de 50% en clase VIII por capacidad de uso, en la clase VI cuando las pendientes están entre 25 – 50%. Se deben mantener con la actual cobertura (vegetación de bosque). La reforestación debe ser una prioridad en aquellas áreas donde ha sido talada la vegetación, prefiriendo variedades nativas para fines proteccionistas. En las áreas de menor pendiente se pueden tener pastos naturales para ganadería extensiva o dedicarlas a bosques protectores productores.

Se delimitó la siguiente fase:

MJEg: fase topográfica fuertemente escarpada.

3.2.1.10 Complejo Lithic Udorthents – Typic Dystrudepts – Afloramientos Rocosos. Símbolo MKE.

Esta unidad se localiza en jurisdicción de los municipios de Labranzagrande, Pauna, Santa María, Chinavita y Tibaná, a una altitud de 2000 a 3000 metros, dentro de un clima frío muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual entre de 2000 y 4000 mm; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB).

Los suelos se presentan en las laderas de los relieves de Crestas Homoclinales Abruptas y se han originado a partir de rocas sedimentarias cubiertas, en amplios sectores, por capas de ceniza volcánica; la topografía es moderada a fuertemente escarpada, con pendientes mayores del 50%. Es frecuente en estos terrenos la tala indiscriminada de la vegetación arbórea y las quemas, con la finalidad de establecer pastos.

La unidad está integrada por Lithic Udorthents 40%, Typic Dystrudepts 25% y Afloramientos Rocosos 20%, con 15% en inclusiones de Typic Hapludands y Ruptic Ultic Dystrudepts.

Los suelos Lithic Udorthents (perfil PB -3) se ubican en las laderas de mayor pendiente. El perfil es de nomenclatura: A - C - R. El horizonte A tiene un espesor de 12 cm, es de color negro y de textura franco arenosa gravillosa; el horizonte C es pardo grisáceo y gris con manchas pardo fuertes, la textura es franco arenosa gravillosa y franco arcillo arenosa gravillosa; el R corresponde a roca arenisca. Son suelos superficiales, limitados por roca y bien drenados; químicamente tienen reacción extremadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta en el primer horizonte y muy baja en el horizonte C; presenta una saturación de aluminio mayor del 60%. La fertilidad natural es muy baja.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil B 104) se han formado en laderas a partir de areniscas con intercalaciones de shales. Se caracterizan por un perfil típico de nomenclatura A - B - C - R. El horizonte A es de color pardo y textura franco arcillo arenosa; el B es de colores pardo, pardo grisáceo oscuro y pardo amarillento y de textura franco arcillo arenosa; el C es similar al anterior horizonte en cuanto a colores y textura, tiene además, fragmentos de roca arenisca; el horizonte R es roca del tipo arenisca. Dichos suelos son superficiales, debido a contenidos altos de aluminio, y bien drenados; químicamente manifiestan una reacción ácida extremada a muy fuerte ácida, tienen contenidos de carbón orgánico, muy alta capacidad de intercambio catiónico y una saturación de aluminio de cambio mayor del 90%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Hapludands (PJ 46A) se localizan en las laderas de menor pendiente y se han originado a partir de ceniza volcánica. El perfil típico es de nomenclatura O - A - AB - B - Cr. El horizonte O corresponde a una capa de residuos orgánicos parcialmente descompuestos; el A, es de color gris muy oscuro y de textura franca; el horizonte B es de color pardo amarillento y de textura franco arenosa; el horizonte Cr corresponde a material saprolítico de lutitas. Son suelos muy superficiales, debido a niveles tóxicos de aluminio, y bien drenados; químicamente tienen reacción ácida fuerte, muy alta capacidad de intercambio catiónico y una saturación de aluminio del 80% en el horizonte A. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Ruptic Ultic Dystrudepts (perfil PB 6A) se localizan en las zonas de menor pendiente y se han desarrollado a partir de lutitas; se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C - R. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro y de textura franca gravillosa; el horizonte B es de color pardo oscuro y textura arcillosa gravillosa; el horizonte C es pardo grisáceo oscuro y pardo amarillento oscuro con manchas gris oliva, textura franco arcillo arenosa gravillosa; el R corresponde a roca de tipo lutitas. Estos suelos se caracterizan por ser muy superficiales, limitados por roca, y bien drenados; químicamente tienen reacción muy fuertemente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico y una saturación de aluminio de cambio mayor del 90% a partir de los 12 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja.

Las zonas donde hay afloramientos de rocas no tienen opción agropecuaria o forestal. Donde hay suelos, la susceptibilidad a la erosión, las fuertes pendientes y los altos niveles de aluminio, permiten que se incluyan en la clase VII por su capacidad de uso; las áreas con pendientes menores de 50% se ubican en la clase VI. El manejo irracional de los suelos en cuanto a talas y quemas está acelerando su degradación. Es imperioso mantener permanentemente la cobertura vegetal.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MKEf: fase topográfica moderadamente escarpada.

MKEg: fase topográfica fuertemente escarpada.

3.2.1.11 Asociación Typic Hapludands - Andic Dystrudepts – Typic Dystrudepts. Símbolo MKV.

La unidad cartográfica se manifiesta en un clima ambiental frío muy húmedo, dentro de los municipios de Ramiriquí, Rondón, Monguí, Monquirá y Duitama; se presenta en altitudes entre los 2000 y los 3000 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas oscilan entre 12 y

18°C y las lluvias anuales superan los 2000 milímetros, características propias de la zona de vida ecológica de bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB).

Los suelos se localizan en relieve de Vigas, Lomas y Glacis, de topografía moderada a fuertemente quebrada y moderadamente escarpada, con pendientes entre 12 y 75%; su origen está dado por rocas del tipo gneis, esquistos, calizas y, en amplios sectores, por capas de ceniza volcánica. En algunas áreas se presenta acumulación de fragmentos de roca en superficie, al igual ocurren procesos de remoción en masa como deslizamientos, derrumbes, solifluxión y reptación.

Actualmente grandes extensiones de estos relieves se encuentran con vegetación arbórea y otras presentan coberturas de pastos; también hay cultivos de maíz, papa, trigo, cebada, haba y hortalizas.

La asociación la conforman los suelos Typic Hapludands 40%, Andic Dystrudepts 30%, Typic Dystrudepts 20% e inclusiones de Aeric Fluvaquents 10%.

Los suelos Typic Hapludands (perfil B-31) se localizan en las cimas y laderas de los relieves de vigas y lomas. Se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - BC. El horizonte A tiene un espesor de 50 cm, color negro y pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura granular moderada; el horizonte B es de color pardo amarillento oscuro y pardo grisáceo oscuro y la textura es franco arcillo arenosa; el BC es de color pardo amarillento claro con manchas pardo fuertes y textura arcillosa. Son suelos muy superficiales y bien drenados; químicamente tienen reacción muy fuerte a fuertemente ácida, una muy alta capacidad de intercambio catiónico y saturación de aluminio mayor del 60%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Andic Dystrudepts (perfil B-109) se presentan en los relieves de lomas y tienen un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 66 cm, es de color gris muy oscuro y negro, la textura es franco arenosa, estructura granular y bloques subangulares moderada; el B es pardo grisáceo muy oscuro y la textura es similar a la anterior; el horizonte C es pardo amarillento, pardo fuerte y pardo pálido, con textura franco arcillosa y arcillosa. Son suelos muy superficiales y bien drenados; químicamente tienen reacción ácida muy fuerte, una muy alta capacidad de intercambio catiónico y una saturación de aluminio de cambio mayor del 90%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Dystrudepts (PB 5C) se localizan en relieves de lomas y presentan un perfil de nomenclatura O - A - B - C. El horizonte O es una capa de material orgánico ligeramente descompuesto; el horizonte A tiene un espesor menor de 15 cm, es de color pardo a pardo oscuro y de textura arcillo limosa; el B es de color pardo amarillento y de textura arcillosa; el horizonte C es de color pardo fuerte y la textura es arcillosa. Son suelos muy superficiales, limitados por material saprolítico de lutitas y niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; su reacción es muy fuertemente ácida; presentan alta capacidad de intercambio catiónico en los primeros 35 cm de profundidad y moderada a mayor profundidad, una saturación de aluminio de cambio mayor del 75%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Aeric Fluvaquents (perfil PB-43), presentes en los vallecitos intermontanos, se caracterizan por tener una sucesión de horizontes A, que muestran en los primeros 70 cm de profundidad colores pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro y gris muy oscuro, con texturas arcillosas a franco arcillosas; por debajo de la anterior profundidad, se encuentran

horizontes sepultados que muestran colores pardo grisáceo oscuro y negro, y texturas francas a franco limosas. Son suelos superficiales limitados por fluctuaciones del nivel freático, pobremente drenados, de reacción muy fuertemente ácida y fertilidad natural baja.

La presencia de fragmentos de roca, pendientes mayores de 50% y la baja fertilidad en la mayoría de los suelos, permiten ubicarlos en la clase VII por capacidad de uso para las tierras con pendiente mayor de 50%, en la clase VI las tierras con pendiente 25 a 50% y en la clase IV las tierras con pendiente menor del 25%. Se deben reforestar las áreas de mayor pendiente y las de menor pendiente se pueden dedicar a cultivos con prácticas culturales, como enclamiento y fertilización, o pastos.

En esta unidad se delimitaron las fases:

MKVd: fase topográfica fuertemente inclinada

MKVdp: fase topográfica fuertemente inclinada y pedregosidad en superficie

MKVe: fase topográfica fuertemente quebrada

MKVep: fase topográfica fuertemente quebrada y pedregosidad en superficie

MKVf: fase topográfica moderadamente escarpada

MKVfp: fase topográfica moderadamente escarpada y pedregosidad en superficie

3.2.1.12 Asociación Humic Dystrudepts - Typic Udorthents. Símbolo MKC.

La unidad cartográfica se localiza en jurisdicción municipal de Arcabuco, Moniquirá y Togui, en altitudes entre los 2000 y los 3000 metros; el clima ambiental es frío muy húmedo, caracterizado por tener temperaturas que oscilan entre 12 y 18°C, precipitaciones promedio anuales superiores a los 2000 mm. La zona de vida ecológica es bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB).

Los suelos se localizan en tipos de relieve de Cuestas, Lomas y Glacis, de topografía moderadamente quebrada a moderadamente escarpada, con pendientes entre 12 y 75%; su origen está dado por rocas del tipo arcillolitas, lutitas y por depósitos superficiales de ceniza volcánica. La unidad está afecta por procesos de soliflucción generalizada, en grado ligero, y deslizamientos localizados. La vegetación arbórea se mantiene en amplias áreas (chite, roble, chilco y chusque) y en otras ha sido reemplazada por pastos y cultivos de papa y maíz.

La asociación está constituida por suelos Humic Dystrudepts 45%, Typic Udorthents 35% con 20% en inclusiones de Typic Melanudands.

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil PB-71), se localizan en el relieve de glacis, presentando un perfil con nomenclatura A - B - C. El Horizonte A, tiene un espesor de 45 cm, colores negro y pardo oscuro y textura franco limosa; el horizonte B, es de color pardo grisáceo con manchas amarillas y textura franco limosa y el horizonte C es de colores gris y pardo grisáceo con manchas amarillas y textura franco limosa. Son suelos muy superficiales limitados por contenidos de aluminio en niveles tóxicos, bien drenados; químicamente la reacción ácida es extremada, la capacidad de intercambio catiónico muy alta en el primer horizonte y muy baja en los restantes, la saturación de aluminio de cambio mayor del 60% en todo el perfil. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Udorthents (perfil PB-65), dominantes en las áreas de mayor pendiente, están caracterizados por un perfil A - C. El horizonte A es pardo grisáceo oscuro, de textura franco limosa; el horizonte C, es de color pardo grisáceo claro y gris claro con manchas pardo grisáceo oscuras y textura arcillo limosa. Son muy superficiales limitados por lutitas y niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; tienen reacción extremadamente ácida; su capacidad de intercambio catiónico es moderada y su saturación de aluminio de cambio es mayor del 80%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Melanudands (perfil 835) se encuentran en cuevas, muestran un perfil A-B-C. El horizonte A tiene un espesor de 53 cm, colores negro y gris muy oscuro, texturas arenoso franca y arenosa, estructura en bloques moderados a fuertes; el B es de color pardo grisáceo muy oscuro, texturas arenoso franca y arenosa; el C presenta colores pardo muy pálido y gris pardusco claro, texturas franco arcillosa y arcillo limosa. Son suelos muy profundos, bien drenados, de alta capacidad de intercambio catiónico, alto contenido de materia orgánica hasta 105 cm. De profundidad, baja saturación de bases, reacción muy fuerte a fuertemente ácida, fertilidad natural baja.

La baja fertilidad y las fuertes pendientes en la mayoría de los suelos, permiten incluirlos, por su capacidad de uso, en la clase VII cuando las tierras tienen pendiente mayor del 50%; en la clase VI las tierras de pendiente 25 a 50% y en la clase IV las tierras de pendiente menor del 25%. Se deben reforestar las áreas de mayor pendiente con fines conservacionistas y, las de menor pendiente, se pueden dedicar a cultivos utilizando prácticas culturales como enclamiento y fertilización. Una actividad alternativa es la ganadería extensiva.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las fases:

MKcD: fase topográfica moderadamente quebrada.

MKcE: fase topográfica fuertemente quebrada.

MKcF: fase topográfica moderadamente escarpada.

3.2.1.13 Asociación Oxic Dystrudepts - Typic Udifluents. Símbolo MKH.

Los suelos se encuentran en un clima ambiental frío muy húmedo, jurisdicción municipal de Aquitania, en altitudes entre los 2500 y 3000 metros, donde la temperatura media anual es de 14°C y las precipitaciones promedio anuales son superiores a los 2000 milímetros. Corresponde a la zona de vida ecológica, según Holdridge, de bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB).

Geomorfológicamente los suelos se sitúan en vallecitos alargados, amplios en forma de U, que incluyen vegas y terrazas, y algunos glaciares de inclinación suave, con pendientes menores del 3%, formados por el río Cusiana y sus afluentes. Se originan por depósitos superficiales aluviales y coluviales. En superficie y por sectores se encuentran afectados por cantos redondeados, de diámetro menor de 20 cm.

El uso actual de estas tierras es del tipo agropecuario, con ganaderías de leche en pasto kikuyo (Figura 28), azul, falso poa y carretón. También hay cultivos de papa y hortalizas.



FIGURA 28. Suelos superficiales a muy superficiales en relieves de vallecitos amplios, explotados principalmente en ganadería extensiva con pasto kikuyo (R. Álvarez B., 2000)

La Asociación está integrada por los suelos Oxíc Dystrudepts 60% y Typic Udifluents 40%. También se encuentran los subgrupos Typic Dystrudepts.

Los suelos Oxíc Dystrudepts (perfil I83A) se encuentran en pequeñas terrazas y tienen un perfil A,B,C. El horizonte A tiene espesor de 7 cm, color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa y estructura granular moderada; el B es de color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa a franco arenosa gravillosa, estructura en bloques angulares moderada; el C es de color gris con manchas rojas y pardo fuertes. Son suelos profundos y bien drenados; químicamente presentan contenido de materia orgánica mediano a bajo, capacidad catiónica de cambio alta en el horizonte superficial y baja en los demás, saturación de bases baja en el segundo horizonte y media en los demás, reacción fuertemente ácida. Fertilidad natural baja.

Los suelos Typic Udifluents (R-03) se caracterizan por presentar un perfil con nomenclatura A - C. El horizonte A tiene 30 cm de espesor, color pardo oscuro y textura franca; el horizonte C es una capa de cantos redondeados de diámetro menor de 10 cm y la matriz fina es arenosa franca. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados; tienen reacción fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada y saturación de aluminio de cambio mayor del 70%. Su fertilidad natural es muy baja (Figura 29).

La baja fertilidad y la poca profundidad efectiva, permite clasificar las tierras de los vallecitos en clase agrológica III por su capacidad de uso; los suelos afectados por aluminio se incluyen en la clase VI. Se pueden explotar en ganadería extensiva o en cultivos de papa y hortalizas.



FIGURA 29. Perfil del suelo Typic Udifluvents, de origen aluvial, donde los cantos redondeados se encuentran a partir de los 30 cm de profundidad (R. Álvarez B., 2000).

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MKHa: fase topográfica plana.

MKHap: fase topográfica plana y pedregosidad en superficie.

3.2.1.14 Complejo Lithic Udorthents – Typic Dystrudepts – Afloramientos rocosos. Símbolo MLE.

Esta unidad se localiza en algunos municipios de la provincia de Márquez, en alturas que oscilan entre los 2000 y 2500 m.s.n.m. El clima ambiental dominante es el frío húmedo, transición a seco con una temperatura media de 16°C y precipitación que va de 1000 a 2000 milímetros promedio anual, lo cual, según Holdridge, corresponde a la zona de vida ecológica denominada bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

Los suelos se ubican en relieves de crestas y crestones homoclinales, conformados por areniscas e intercalaciones de calizas y lutitas y, en pequeños sectores, hay presencia de ceniza volcánica. La topografía es moderada a fuertemente escarpada, con pendientes superiores al 50%. Se manifiestan movimientos en masa como deslizamientos, desprendimientos de roca y reptación.

Estos suelos se encuentran utilizados principalmente con pastos, rastrojos, cultivos de papa, maíz y haba.

La unidad está constituida por Lithic Udorthents 40%, Typic Dystrudepts 30%, Afloramientos Rocosos 20% e inclusiones de Typic Dystrustepts, Humic Pachic Dystrudepts y Vertic Haplustalfs 10%.

Los suelos Lithic Udorthents (perfil B-55) se ubican en las zonas más empinadas y se caracterizan por presentar un perfil de nomenclatura A - Cr. El horizonte A tiene un espesor de 33 cm, color gris muy oscuro y pardo, textura franco arenosa; el horizonte Cr, corresponde a material de arenisca en proceso de meteorización con color pardo amarillento. Son suelos superficiales limitados por roca y niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; tienen reacción muy fuertemente ácida, baja capacidad de intercambio catiónico y saturación de aluminio de cambio mayor del 75%. La fertilidad natural es muy baja.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil B-14) se localizan en las áreas de pendiente suave, caracterizados por un perfil de nomenclatura A - B - BC. El Horizonte A, alcanza un espesor de 40 cm, tiene colores pardo grisáceo muy oscuro y gris muy oscuro, textura franco arcillosa; el horizonte B es de color pardo amarillento con manchas grises muy oscuras y textura arcillosa; el horizonte BC, presenta color pardo amarillento con manchas pardo fuertes y textura arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; tienen reacción ligeramente ácida a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta, la relación magnesio/potasio es invertida y la saturación de aluminio intercambiable es mayor del 60% a partir de 40 cm de profundidad. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Typic Dystrustepts (perfil B-54) se encuentran en laderas de mediana pendiente y presentan un perfil tipo A,B,BC. El horizonte A presenta espesor de 40 cm, color pardo oscuro, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares fuertes; el B tiene color pardo amarillento oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa, estructura fuerte; el BC es de colores pardo fuerte, rojo amarillento y pardo pálido, textura arcillosa. Son suelos profundos y bien drenados; químicamente presentan capacidad catiónica de cambio media, saturación de bases baja hasta alta y tienen reacción muy fuertemente ácida. Fertilidad natural baja.

Los suelos Humic Pachic Dystrudepts (perfil P-1040) se localizan en pequeños resaltos de ladera y presentan un perfil de nomenclatura A - B - BC. El horizonte A tiene un espesor de 56 cm, color negro y la textura es franco arenosa y estructura granular a bloques; el horizonte B es rojo amarillento, textura arcillosa y el horizonte BC se caracteriza por presentar un color rojo y tener texturas arcillosas. Son suelos muy profundos y bien drenados; la reacción es moderadamente ácida en el horizonte A y, en profundidad, es muy fuertemente ácida; su fertilidad natural es baja.

Los suelos Vertic Haplustalfs (perfil B-38) se encuentran en sectores de poca pendiente y tienen un perfil A-B.-C. El horizonte A es de color pardo oscuro, textura franco arcillosa gravilosa y estructura en bloques subangulares moderados; el B tiene color gris oscuro y pardo fuerte, textura arcillosa, estructura en bloques moderados; el horizonte C tiene colores gris claro, pardo fuerte y rojo amarillento, textura arcillosa. Son suelos profundos, bien drenados; químicamente presentan capacidad catiónica de cambio media a alta, saturación de bases alta y reacción fuertemente ácida. Fertilidad natural media.

La alta susceptibilidad a los movimientos en masa y las fuertes pendientes, permiten clasificar estos suelos en la clase VII por su capacidad de uso para pendientes mayores

de 50%, clase VI para pendientes de 25 a 50% y clase IV para pendientes menores de 25%. Para las áreas de mayor pendiente es imperioso mantener permanentemente la cobertura vegetal que se desarrolla en ellas a fin de ejercer labores conservacionistas. Las zonas de Afloramientos Rocosos no tienen posibilidades de uso agrícola, pecuario o forestal.

En esta unidad se delimitaron las siguientes fases:

- MLEe: fase ligeramente escarpada.
- MLEf: fase topográfica moderadamente escarpada.
- MLEg: fase topográfica fuertemente escarpada.

3.2.1.15 Asociación Pachic Fulvudands - Andic Dystrudepts - Humic Dystrudepts. Símbolo MLV

La unidad se localiza en jurisdicción de los municipios de Saboyá, Viracachá, Covarachía, Tinjacá, Caldas, Tasco, Boavita y Ciénega, en alturas entre los 2500 y 3000 m.s.n.m. El clima ambiental es frío húmedo, con temperatura media anual de 14°C y una precipitación promedio anual inferior a los 2000 mm.; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque muy húmedo Montano Bajo (bh-MB).

Estos suelos se han originado principalmente de cenizas volcánicas que sepultan rocas sedimentarias localizadas en tipos de relieve de Vigas, Lomas y Glacis; su topografía es moderadamente quebrada a moderadamente escarpada con pendientes entre 12 y 75%. Esta unidad se encuentra afectada por procesos de remoción en masa, especialmente deslizamientos y desprendimiento de roca evidentes en las zonas libres de vegetación arbórea, y por escurrimiento difuso en grado ligero.

La vegetación de bosque se conserva en algunos sectores y en otros ha sido reemplazada por cultivos de papa, maíz, trigo, frijol, arveja, haba, cebada y pastos (kikuyo y azul).

La unidad está integrada por Pachic Fulvudands 40%, Andic Dystrudepts 30%, Humic Dystrudepts 20% e inclusiones de Lithic Udorthents, Vertic Eutrudepts e Inceptic Hapludalfs 10%.

Los suelos Pachic Fulvudands (perfil PJ - I 12) se localizan en el relieve de glacis y de preferencia en los bancos. Su perfil es de tipo A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 48 cm, color negro, textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares moderados; el B es de color pardo grisáceo muy oscuro y pardo amarillento, texturas franco arenosa, franco arcillo arenosa y arcillosa; el horizonte C, es pardo con manchas rojo amarillentas y textura arcillosa. Son suelos muy profundos y bien drenados; su reacción es fuerte a ligeramente ácida; la capacidad de intercambio catiónico es muy alta y la saturación de bases es baja. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Andic Dystrudepts (perfil R-05) se localizan en los resaltos de las laderas de las lomas, presentando un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A de un espesor de 40 cm, de color gris y de textura arcillosa; el horizonte B es de color negro y textura franco arcillosa; el B, es de color pardo oscuro y amarillo claro con manchas pardas muy oscuras, texturas franca y franco arcillosa; el horizonte C es pardo y textura arcillosa. Son suelos muy profundos y bien drenados; la reacción es fuertemente ácida; la capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de bases es baja a muy baja; la fertilidad natural es baja (Figura 30).



FIGURA 30. Perfil de suelos Andic Dystrudepts. Obsérvese el espesor de los horizontes A y Ab, mayor de 100 cm (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil PJ-83) se localizan en los bancos en relieves de glaciares, presentando un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 85 cm, color pardo muy oscuro y negro, textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares fuertes; el B es de colores pardo grisáceo muy oscuro, pardo amarillento oscuro y pardo amarillento claro, textura arcillosa; el horizonte C es pardo amarillento y de textura franco arcillosa. Son suelos superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; la reacción es fuerte a muy fuertemente ácida, la capacidad de intercambio catiónica es alta y la saturación de aluminio de cambio es mayor de 88% a partir de los 35 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja (Figura 31).

Los suelos Lithic Udorthents (perfil PB-37B) se localizan en relieves de glaciares; presentan un perfil de nomenclatura A - C - R. El horizonte A es de color pardo a pardo oscuro, textura arcillosa gravilosa; el C es de color pardo grisáceo, textura arcillosa gravilosa y el horizonte R es roca consolidada de esquistos grafiticos. Son suelos superficiales limitados por roca, moderadamente bien drenados; químicamente tienen reacción neutra en los primeros 12 cm de profundidad y por debajo es fuertemente ácida; la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son altas. La fertilidad natural es muy alta.

Los suelos Vertic Eutrudepts (perfil PB-14A) se localizan en los relieves de glaciares y presentan un perfil de nomenclatura A-B-C-R. El horizonte A es de color negro, textura arcillosa gravilosa con abundantes fragmentos de arcillolitas; el B es de color pardo amarillento, textura arcillosa gravilosa; el horizonte C es pardo grisáceo con manchas gris oliva y de textura arcillosa; el R se encuentra a partir de los 60 cm de profundidad y corresponde a roca de lutitas de color gris amarillento. Son suelos moderadamente profundos limitados por roca, bien drenados, de reacción ligeramente alcalina, capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases muy altas y fertilidad natural alta.



FIGURA 31. Perfil de suelo Humic Dystrudepts. Obsérvese el color negro, propio de suelos de clima frío con altos contenidos de carbón orgánico (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Inceptic Hapludalfs (perfil B-23) se localizan en las laderas irregulares de los relieves de lomas, presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 35 cm, color gris muy oscuro y textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es gris oscuro con manchas pardo fuertes, textura arcillosa; el C es de colores gris oscuro, pardo fuerte y rojo amarillento, textura arcillosa. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados. La reacción es fuertemente ácida; la capacidad de intercambio catiónico es moderada en los primeros 25 cm y alta de ahí en adelante; la saturación de bases es muy alta y su fertilidad natural alta.

La susceptibilidad a la erosión, las pendientes fuertes y la baja fertilidad en la mayoría de los suelos, permiten ubicar en la clase VII por capacidad de uso las tierras en pendiente mayor del 50%; en la clase VI las tierras de pendiente 25 a 50% y en la clase IV las tierras de pendiente menor del 25%. Se deben reforestar las áreas de mayor pendiente y las de menor pendiente se pueden dedicar a cultivos con prácticas culturales como enclamiento y fertilización o utilizarlas en pastos.

En esta unidad cartográfica se definieron las siguientes fases:

- MLVdI: fase topográfica moderadamente quebrada con erosión ligera.
- MLVeI: fase topográfica fuertemente quebrada con erosión ligera.
- MLVfI: fase topográfica moderadamente escarpada con erosión ligera.

3.2.1.16 Consociación Fluvaquentic Humaquepts. Símbolo MLH

Los suelos que conforman esta unidad cartográfica se encuentran localizados en el municipio de Saboyá, entre 2200 y 2800 m.s.n.m., dentro de un clima frío, húmedo, el cual, se

caracteriza por una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual de 1000 a 2000 milímetros. Según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

Los suelos han evolucionado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos e hidrogravigénicos, en un relieve de vallecito intermontano, con pendientes 1-3%, situados al pie de las laderas del paisaje de montaña. En sectores hay acumulación de fragmentos de roca y la vegetación natural ha sido reemplazada por pastos.

La unidad está integrada en 100% por suelos Aquic Dystrudepts.

Los suelos Fluvaquentic Humaquepts (perfil PJ-79) se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B. El horizonte A es de color negro, textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares moderados; el horizonte B es de color gris con moteos amarillo parduscos y pardo fuertes, textura arcillosa. Estos suelos son superficiales limitados por nivel freático fluctuante y niveles tóxicos de aluminio, pobremente drenados; tienen reacción muy fuertemente ácida, muy alta capacidad de intercambio catiónico y una saturación de aluminio de cambio mayor del 75%, alto contenido de carbón orgánico. La fertilidad natural es baja.

La baja fertilidad de los suelos, la presencia de piedra y cascajo, y las fluctuaciones del nivel freático en algunos sectores, permite ubicar estos suelos en la clase IV por capacidad de uso. Se deben explotar con pastos mejorados y cultivos.

En esta unidad cartográfica se delimitó la fase:

MLHa: fase topográfica plana.

3.2.1.17 Complejo Lithic Ustorthents – Humic Dystrustepts – Afloramientos Rocosos. Símbolo MME.

Las áreas de estos suelos se encuentran en jurisdicción de los municipios de Turmeque, Tasco, Nuevo Colón, Gámeza, Tutasá y San Mateo a una altitud de 2000 a 3000 metros, dentro del clima frío seco, donde las temperaturas oscilan entre 12°C y 18°C y las precipitaciones promedio anual son inferiores a los 1000 milímetros; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

Los tipos de relieve donde se sitúan los suelos corresponden principalmente a crestas homoclinales abruptas y crestones homoclinales de topografía moderada a fuertemente escarpada, con pendientes mayores del 50%; su origen lo constituyen rocas sedimentarias del tipo shales, limolitas, areniscas y lutitas, con inclusiones de rocas metamórficas y capas de ceniza volcánica. Se presentan deslizamientos y desprendimientos de roca por sectores.

La vegetación natural prospera en los entalles y escalonamientos de las laderas, donde también hay pequeños cultivos de maíz, papa, avena y pastos.

La unidad está compuesta por Lithic Ustorthents 40%, Humic Dystrustepts 30%, Afloramientos Rocosos 20% e inclusiones de Dystric Haplustands, Inceptic Haplustalfs y Fluvaquentic Haplustolls 10%.

Los suelos Lithic Ustorthents (perfil B-122) se localizan en áreas susceptibles al desprendimiento de fragmentos de roca, próximas a los crestones, tienen un perfil de nomenclatura A - AC - R. El horizonte A presenta un espesor de 30 cm, color pardo oscuro,

textura franco arcillo arenosa; el AC es de colores pardo fuerte, rojo amarillento y gris pardusco claro, textura franco arcillo arenosa; el R está constituido por la roca arenisca que se muestra fracturada. Son suelos superficiales, bien drenados y de reacción moderadamente ácida a fuertemente ácida; la capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases es alta. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Humic Dystrustepts (perfil B-140) se localizan en los entalles de las laderas y presentan un perfil de nomenclatura A - B - Cr. El horizonte A tiene un espesor de 58 cm, colores pardo oscuro y gris muy oscuro, textura franco arcillosa y arcillosa, estructura en bloques subangulares, moderados a fuertes; el B es de color pardo oscuro con manchas pardo fuertes, textura arcillosa; el Cr es lutita en proceso de alteración. Son suelos moderadamente profundos, bien drenados y de reacción muy fuertemente ácida; la capacidad de intercambio catiónica es alta, la saturación de bases es moderada. Presentan una fertilidad natural alta.

Los suelos Dystric Haplustands (B-63) se localizan en los escalonamientos que hay entre los estratos de rocas blandas y rocas duras, presentando un perfil de nomenclatura A - B - BC. El horizonte A con un espesor de 54 cm, color negro y pardo grisáceo muy oscuro, texturas franco arenosa y franca; el B es de color pardo fuerte con manchas de color pardo amarillento claro, textura arcillosa; el BC es pardo fuerte con manchas pardo amarillentas claras y textura franco arcillosa. Estos suelos son muy profundos y bien drenados. Químicamente la reacción es muy fuerte a fuertemente ácida, la capacidad de intercambio catiónica es muy alta y la saturación de aluminio de cambio es mayor de 85%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Inceptic Haplustalfs (perfil PB-21) se localizan en las partes bajas y ligeramente inclinadas, presentan un perfil de nomenclatura A - E - Bt - C. El horizonte A tiene un espesor de 50 cm, color pardo y pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa gravillosa; el horizonte E es de color gris pardusco claro, textura franco arenosa gravillosa; el horizonte Bt es rojo amarillento con cutanes de color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa; el horizonte C es de color gris pardusco claro con manchas pardo grisáceo muy oscuras, textura arcillosa. Los suelos son moderadamente profundos limitados por un horizonte argílico, bien drenados, de reacción fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy baja a baja y saturación de bases alta a muy alta. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Fluvaquentic Haplustolls (perfil 287A) se localizan en vallecitos intermontanos y tienen perfil tipo A - B - C. El horizonte A con espesor de 35 cm, color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es pardo amarillento con manchas gris oscuras y textura franco arcillosa; el horizonte C tiene colores pardo amarillento, gris y pardo fuerte con manchas amarillo pálidas, texturas franco arenosa gravillosa y franco arcillo arenosa. Los suelos son muy profundos, bien drenados y de reacción moderada a ligeramente ácida; su capacidad de intercambio catiónico es alta a moderada y la saturación de bases es alta. La fertilidad natural es moderada.

La alta susceptibilidad a la erosión y las fuertes pendientes, permiten incluir estos suelos en la clase VII por su capacidad de uso. El manejo irracional de los suelos en cuanto a talas y quemas está acelerando su total destrucción. Es importante mantener de forma permanente la cobertura vegetal para lograr la recuperación de los suelos y la regulación hídrica.

En esta unidad se delimitaron las fases:

MMEf: fase topográfica moderadamente escarpada.

MMEg: fase topográfica fuertemente escarpada.

MMEg1: fase topográfica fuertemente escarpada y erosión ligera.

MMEg2: fase topográfica fuertemente escarpada y erosión moderada.

MMEg3: fase topográfica fuertemente escarpada y erosión severa.

3.2.1.18 Asociación Inceptic Haplustalfs – Lithic Ustorthents – Lithic Dystrustepts. Símbolo MMA.

La unidad se presenta en las provincias Centro, Tundama, Sugamuxi, Occidente, Valderrama, Norte y Gutiérrez, en altitudes que oscilan entre los 2000 y los 3000 metros, dentro de un clima frío seco donde la temperatura media anual es de 16°C y la precipitación promedio anual inferior a 1 000 mm; según Holdridge corresponde a la zona ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

Los tipos de relieve dominantes son las vigas y crestones homoclinales, presentando una topografía moderadamente escarpada, con dominancia de pendientes mayores al 50%, siendo evidentes los procesos de escurrimiento difuso en un grado moderado. Los suelos se han originado principalmente por rocas sedimentarias (areniscas, lutitas, arcillolitas, lodolitas, limolitas y shales).

Estos suelos se encuentran en su mayoría cubiertos por pastos, rastrojos y cultivos de cebada, maíz, trigo y papa; existen algunos relictos de bosque primario (aliso, roble, camiseto).

Conforman la unidad los suelos Inceptic Haplustalfs 30%, Lithic Ustorthents 30%, Lithic Dystrustepts 25% e inclusiones de Andic Dystrustepts, Entic Haplustolls, Fluventic Dystrustepts y Leptic Haplusterts 15%.

Los suelos Inceptic Haplustalfs (perfil 531) se localizan en las laderas inferiores de los relieves de vigas, presentan un perfil tipo A - Bt - C. El horizonte A tiene un espesor de 27 cm, color pardo amarillento oscuro, textura franca con gravilla en su límite inferior; el Bt es de color pardo rojizo oscuro con cutanes negros y textura arcillosa; el horizonte C es pardo amarillento claro y gris claro, textura franco arcillosa. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados. La reacción es fuertemente ácida a ligeramente ácida y a partir de los 35 cm de profundidad se hace neutra; la capacidad de intercambio catiónica es moderada y la saturación de bases es muy alta. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Lithic Ustorthents (perfil PJ-45) se encuentran en laderas y tienen un perfil del tipo A – C. El horizonte A presenta espesor de 14 cm, color pardo muy oscuro, textura franco limosa, estructura en bloques angulares moderados; el C está formado por una capa de cantos. Son suelos muy superficiales, bien drenados, con mediano contenido de materia orgánica, mediana capacidad de intercambio de cationes, mediana saturación de bases, reacción fuertemente ácida y fertilidad natural baja.

Los suelos Lithic Dystrustepts (perfil PJ-68) se localizan en las laderas medias del relieve de vigas, presentan un perfil de nomenclatura A - R. El horizonte A tiene un espesor de 40 cm, su color es pardo a pardo oscuro, la textura es franca; el R corresponde a roca de arenisca. Son suelos muy superficiales y excesivamente drenados; la reacción es extremadamente ácida y su capacidad de intercambio catiónico es muy alta y la saturación de aluminio de cambio es mayor de 86%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Andic Dystrustepts (perfil PJ-82) se localizan en relieves de crestones y presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 68 cm, color pardo grisáceo muy oscuro y negro, textura franco arcillosa; el horizonte B es de color pardo a pardo oscuro, pardo amarillento y pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa; el horizonte C es pardo grisáceo y amarillo pardusco, textura similar a la anterior. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados, de reacción fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónica muy alta y la saturación de aluminio de cambio mayor de 85%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Entic Haplustolls (perfil 525A) se localizan en relieves de glaciares, están afectados por acumulación de fragmentos de roca en superficie, presentan un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene un espesor variable de 20 a 40 cm, color pardo muy oscuro, textura franco arenosa gravilosa; el horizonte C es de color pardo muy pálido y de textura franco arenosa gravilosa. Son suelos profundos, limitados por fragmentos de roca, y bien drenados; su reacción es neutra a ligeramente alcalina, la capacidad de intercambio catiónica es alta a baja y la saturación de bases es muy alta. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Fluventic Dystrustepts (perfil 784-A) se localizan en las laderas inferiores de los relieves de vigas y presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 54 cm, color pardo rojizo oscuro, textura franco arcillo arenosa; el B es de color pardo rojizo oscuro y rojo amarillento, textura franco arcillo arenosa; el horizonte C es rojo amarillento y de textura franco arcillo arenosa. Son suelos muy superficiales, bien drenados. La reacción química es extremadamente ácida, la capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de aluminio de cambio oscila de 56 a 82%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Leptic Haplusterts (perfil 272A) se localizan en relieves de crestones y presentan un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A presenta un espesor de 20 cm, color pardo grisáceo muy oscuro y textura arcillosa; el horizonte C es amarillo pardusco con películas de arcilla y materia orgánica de color gris, textura arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, bien drenados; la reacción química es muy fuerte a moderadamente ácida, la capacidad de intercambio catiónico es muy alta y la saturación de bases es alta a partir de los 20 cm de profundidad. La fertilidad natural es alta.

El relieve fuertemente quebrado y escarpado y la erosión moderada en los suelos permite incluirlos en la Clase VII por su capacidad de uso. En estos suelos susceptibles a la erosión y desprovistos en gran parte de vegetación arbórea, se deben desarrollar programas técnicos de revegetación.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las fases:

MMAe2: fase topográfica ligeramente escarpada y erosión moderada.

MMAfp: fase topográfica moderadamente escarpada y pedregosidad superficial.

MMAf1: fase topográfica moderadamente escarpada y erosión ligera.

MMAf2: fase topográfica moderadamente escarpada y erosión moderada.

MMAf3: fase topográfica moderadamente escarpada y erosión severa.

MMAg3: fase topográfica fuertemente escarpada y erosión severa.

3.2.1.19 Consociación Misceláneo erosionado. Símbolo ME.

Las áreas de estos suelos se encuentran en algunos municipios de las provincias de Alto Ricaurte, Centro, Tundama, Sugamuxi y el muy conocido Cañón del Chicamocha desde Beteitiva hasta Covarachía, en alturas que oscilan entre los 2000 y los 3000 m.s.n.m, dentro de un clima frío seco, donde la temperatura media anual es de 16°C y la precipitación promedio anual es inferior a los 1.000 milímetros. De acuerdo con Holdridge, pertenece a la zona ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB). En estas zonas las lluvias se presentan con alta intensidad lo cual incrementa la velocidad de los procesos erosivos.

Dominan los planos estructurales, vigas y lomas de topografía ligera a fuertemente escarpada y fuertemente quebrada, con pendientes mayores del 50%. Los fuertes vientos y la mala distribución de las lluvias no han favorecido los procesos formadores de suelos y, en consecuencia, el escurrimiento difuso y concentrado es muy intenso generando erosión hídrica muy severa y eólica localizada, con afloramiento del material parental (arcillolitas, limolitas y areniscas), alta concentración de material ferralítico de color rojo amarillento y abundante cascajo y piedra en superficie (Figura 32).

Se han intentado procesos de recuperación de áreas degradadas mediante la práctica de reforestación con pino o eucalipto sin resultados positivos, quizás porque no se ha realizado la complementación indispensable con canales de sedimentación y adición de materia orgánica, entre otras prácticas.



FIGURA 32. Misceláneo erosionado con cárcavas profundas y material rocoso expuesto en superficie, bordeando el valle donde se erige el poblado de Cucaita (R. Álvarez B., 2000).

La vegetación que logra desarrollarse en algunos sectores es herbácea y arbustiva como camarero, tobo, chilco, cardosanto, zarza y hayuelo.

La unidad está integrada en 90% por tierras Misceláneo erosionado con 10% en inclusiones de Lithic Ustorthents, Lithic Calcustepts, Lithic Haplustepts y Humic Dystrustepts.

Los suelos Lithic Ustorthents (perfil PB-85) se localizan en las laderas de mayor pendiente y presentan un perfil de nomenclatura A - R. El horizonte A alcanza un espesor de 12 cm, el color es pardo grisáceo muy oscuro, la textura es franco limosa gravillosa; el R corresponde a roca de arenisca. Son suelos muy superficiales y excesivamente drenados; la reacción química es extremadamente ácida y la fertilidad natural es baja.

Los suelos Lithic Calcustepts (perfil PB-75) se localizan en las laderas irregulares de los relieves de vigas y presentan un perfil de nomenclatura A - C - R. El horizonte A tiene un espesor de 15 cm, el color es pardo amarillento oscuro y muy oscuro, la textura es franco limosa gravillosa; el C es de color blanco, textura franco arcillo limosa gravillosa; el R es roca de tipo lutitas. Son suelos muy superficiales y excesivamente drenados; la reacción química es ligeramente alcalina y la fertilidad natural es alta.

Los suelos Lithic Haplustepts (perfil PB-63) se encuentran en las laderas superiores de los relieves de vigas y presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 15 cm, el color es pardo oscuro, textura franco arcillosa gravillosa; el B es de color pardo y pardo fuerte y textura arcillosa gravillosa; el horizonte C tiene color pardo fuerte y textura arcillosa gravillosa. Son suelos superficiales, limitados por roca de lutitas y excesivamente drenados; su reacción química es ligera a moderadamente ácida y la fertilidad natural es moderada.

Los suelos Humic Dystrustepts (perfil 441A) se localizan en los resaltos de los relieves de vigas y presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 38 cm, de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arcillosa; el B es de color rojo débil y textura franco arcillosa; el horizonte C es rojo con manchas rosadas de textura franco arcillo arenosa gravillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por arcillas compactas y bien drenados; la reacción química es fuertemente ácida y su fertilidad natural es baja.

Estas áreas corresponden a la clase VIII por su capacidad de uso, pues no presentan ningún potencial agrícola, pecuario o forestal; sin embargo existen dentro de la unidad cartográfica pequeños sectores con suelo y pendientes que permiten uso agropecuario el cual puede hacerse aplicando los principios del manejo conservacionista. Se debe evitar toda acción antrópica y facilitar la regeneración natural de la vegetación.

La unidad cartográfica se identifica en el mapa de suelos con el símbolo ME.

3.2.1.20 Asociación Typic Haplustepts - Entic Haplustolls - Lithic Dystrustepts. Símbolo MMC.

La unidad se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Villa de Leyva, Iza, Sutamarchan, Santa Rosa de Viterbo, San Miguel de Sema y Duitama en alturas de 2200 a 2900 metros sobre el nivel del mar, dentro de un clima frío seco, caracterizado por una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual inferior a los 1000 mm. De acuerdo con Holdridge está en la zona de vida ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

Los tipos de relieve dominantes de estos suelos corresponden a glacis y lomas, con pendientes 12-25% y 25-50%, respectivamente. Los suelos ubicados en los glacis se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos e hidrogravigénicos y coluviones heterométricos; los de las lomas han evolucionado a partir de rocas sedimentarias del tipo areniscas, lutitas, limolitas y lodolitas y, en algunos sectores, a partir de ceniza volcánica. Los suelos se encuentran afectados por escurrimiento difuso en grado moderado.

La vegetación natural ha sido reemplazada en su totalidad por pastos y cultivos de papa, maíz, trigo, cebada, cebolla y hortalizas.

La asociación está integrada por Typic Haplustepts 40%, Entic Haplustolls 30%, Lithic Dystrustepts 20% con inclusiones de Pachic Haplustands y Fluventic Dystrustepts en 10%.

Los suelos Typic Haplustepts (perfil PB-80) se localizan en relieves de glacis, con pedregosidad en algunos sectores y caracterizados por presentar un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 32 cm, color pardo a pardo oscuro, textura arcillosa, estructura moderada; el B es de color pardo amarillento, pardo pálido y pardo rojizo, textura arcillosa; el horizonte C es rojo amarillento y pardo grisáceo y de textura arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por arcillolitas y lutitas, bien drenados; la reacción química es fuertemente ácida, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es muy alta. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Lithic Haplustolls (perfil J-21) se localizan en relieves de glacis y presentan un perfil de tipo A - Cr. El horizonte A tiene un espesor de 36 cm, textura arcillosa, color pardo muy oscuro en los primeros 23 cm, de ahí hacia abajo es de color gris oscuro, estructura en bloques angulares moderados; el Cr es roca lutita en proceso de meteorización. Son suelos superficiales y bien drenados; su reacción química es moderadamente ácida a neutra, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son muy altas. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Lithic Dystrustepts (perfil 790A) se localizan en relieves de lomas y presentan un perfil de nomenclatura A - R. El horizonte A tiene un espesor de 50 cm, textura franco arenosa, color negro en los primeros 32 cm, hacia abajo es de color gris muy oscuro con manchas pardo grisáceas, estructura de bloques moderados; el R corresponde a roca arenisca. Son suelos superficiales y bien drenados; la reacción química es fuertemente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es alta a moderada y la saturación de aluminio de cambio es mayor de 88%. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Pachic Haplustands (perfil PJ-80) se localizan en relieves de glacis y presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A presenta un espesor de 100 cm, color negro y pardo, texturas franco arenosa y franco arcillo arenosa; el B es de color pardo, amarillo pardusco y pardo rojizo y textura franco arcillosa; el horizonte C es pardo pálido, pardo amarillento y rojo amarillento, de textura franco arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados. La reacción química es fuertemente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es muy alta a moderada y la saturación de aluminio de cambio es mayor de 60%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Fluventic Dystrustepts (perfil PB-13B) se localizan en relieves de glacis y presentan un perfil de tipo A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 50 cm, color pardo

oscuro y negro, textura franco arcillosa y arcillosa; el B es de color pardo grisáceo oscuro, pardo y pardo amarillento, de texturas arcillosa y arcillosa gravilosa; el horizonte C es amarillo pardusco y la textura arcillosa. Son suelos profundos y bien drenados; su reacción química es fuertemente ácida y la capacidad de intercambio catiónico muy alta; la saturación de bases es muy alta en los primeros 17 cm de profundidad, de ahí hacia abajo es alta. Fertilidad natural moderada.

La susceptibilidad a la erosión y la escasez de lluvias permiten clasificar los suelos en la clase VII por su capacidad de uso. Existen áreas cuya aptitud es para uso agropecuario pero con prácticas adecuadas de manejo.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MMCd1: fase topográfica moderadamente quebrada y erosión ligera.

MMCd2: fase topográfica moderadamente quebrada y erosión moderada

MMCe2: fase topográfica fuertemente quebrada y erosión moderada

3.2.1.21 Asociación Humic Dystrustepts - Typic Haplustalfs - Typic Haplustands. Símbolo MMX.

La unidad cartográfica se localiza en jurisdicción de los municipios de Turmequé, Firavitoba, Tópaga, Chivatá, Boavita, Duitama, Sotaquirá, Monguí, Tibasosa, Paipa, Tasco, Socotá, Pesca, Viracachá, Toca, Siachoque, Paz de Río, Sativanorte y Cerinza, entre altitudes de 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar; el clima ambiental es frío, seco, caracterizado por tener temperaturas que oscilan entre 12 y 18°C y precipitaciones promedio anual inferiores a los 1000 milímetros. La zona de vida ecológica es de bosque seco Montano Bajo (bs-MB) según Holdridge.

Los suelos se han originado principalmente de areniscas, lutitas, lodolitas y de depósitos superficiales gravigénicos heterométricos; también en amplios sectores han evolucionado de ceniza volcánica. Los tipos de relieves corresponden a lomas, cuevas y glaciares de topografía ligera a fuertemente quebrada, con pendientes inferiores al 50%. La asociación se encuentra afectada por movimientos en masa, especialmente solifluxión en terracetas y reptación (Figura 33). Algunos suelos presentan alta concentración de fragmentos de roca en superficie.

La vegetación boscosa ha sido reemplazada por pastos y cultivos de papa, maíz, haba, trigo, cebada, arveja, frijol, frutales y hortalizas.

La Asociación está constituida en un 30% por Humic Dystrustepts, 30% por Typic Haplustalfs, 30% por Typic Haplustands y 10% en inclusiones de Typic Ustorthents, Lithic Dystrustepts y Fluventic Haplustepts.

Los suelos Humic Dystrustepts (perfil B-124) se localizan en las laderas medias de relieves de lomas, presentan un perfil de nomenclatura A - B - C en que el horizonte A tiene un espesor de 30 cm, color pardo oscuro, textura franca y estructura en bloques subangulares moderados; el B es de color pardo a pardo oscuro con revestimientos grises muy oscuros y manchas pardo amarillentas y rojo amarillentas, textura franco arcillosa y arcillosa; el horizonte C es de colores pardo fuerte, gris claro y pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa. Son suelos profundos, bien drenados, de reacción química fuertemente

ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a alta y saturación de bases baja. La fertilidad natural es baja.



FIGURA 33. Suelos en Relieves de Cuestas, municipio de Susacón, intensamente cultivados (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Typic Haplustalfs (perfil J-17A) se localizan en relieves de lomas, presentando un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 40 cm, color pardo oscuro, textura franco arenosa; el B es de color pardo amarillento y pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa; el horizonte C es pardo amarillento y rojo, de textura franco arcillo arenosa. Son suelos superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; la reacción es muy fuerte a fuertemente ácida; la capacidad de intercambio catiónico es baja; la saturación de aluminio de cambio es mayor de 60% a una profundidad entre los 40 y los 70 cm. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Haplustands (perfil B-138) se localizan en relieves de glacis, presentan un perfil tipo A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 54 cm, color pardo oscuro y negro, textura franca y franco arcillo arenosa, estructura boques subangulares y angulares moderados; el B es de color pardo amarillento, pardo fuerte y gris pardusco claro, textura arcillosa; el horizonte C es de color pardo fuerte, pardo pálido y rojo amarillento, textura similar a la anterior. Son suelos superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados. La reacción química es fuerte a muy fuertemente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es muy alta y la saturación de aluminio de cambio es mayor de 60% en el segundo horizonte. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Typic Ustorthents (perfil J-10) se localizan en relieves de vallecitos, presentando un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A muestra un espesor de 20 cm, color pardo oscuro, textura franco arenosa; el C corresponde a una capa muy gruesa de cantos redondeados y gravilla. Son suelos muy superficiales y bien drenados; la reacción química es ligeramente alcalina y los contenidos de calcio son muy altos. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Lithic Dystrustepts (perfil PB-34) se localizan en las laderas bajas de las lomas, afectados en sectores por pedregosidad en superficie; presentan un perfil tipo A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 12 cm, color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa; el B es de color pardo oscuro, textura arcillosa; el horizonte C es pardo y pardo amarillento, de textura arcillosa gravillosa. Son suelos muy superficiales limitados por roca y niveles tóxicos de aluminio, bien drenados. La reacción química es extremadamente ácida y la capacidad de intercambio catiónico es moderada; la saturación de aluminio de cambio es mayor de 75% a partir de los 12 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Fluventic Haplustepts (perfil PB-8A) se localizan en relieves de cuevas, presentando un perfil de nomenclatura A - B - Ab - C. El horizonte A con un espesor de 34 cm, color gris muy oscuro y gris oscuro, textura arcillosa gravillosa; el B es de color gris oscuro con manchas pardo amarillentas, textura arcillosa gravillosa; el horizonte Ab tiene un espesor de 37 cm, se localiza a partir de los 83 cm de profundidad, es de color negro y textura arcillosa; el C es gris oscuro con manchas pardo fuertes, textura arcillosa. Son suelos moderadamente profundos e imperfectamente drenados. La reacción química es moderadamente alcalina y la capacidad de intercambio catiónico es alta, al igual que los contenidos de calcio. La fertilidad natural es moderada.

Las pendientes mayores del 25%, la baja fertilidad y la pedregosidad en algunos sectores, permite ubicarlos en la clase VI por su capacidad de uso; y los que se ubican en relieves de pendiente menor del 25% en la clase IV. Deben realizarse prácticas de conservación de suelos como rotación de potreros para el establecimiento de ganadería de tipo semiintensivo y extensivo. En la explotación de cultivos el encalamiento y la fertilización son imprescindibles.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MMXc1: fase topográfica moderadamente ondulada y erosión ligera.

MMXdp2: fase topográfica moderadamente quebrada y pedregosidad superficial.

MMXd1: fase topográfica moderadamente quebrada y erosión ligera.

MMXe1: fase topográfica fuertemente quebrada y erosión ligera.

MMXe2: fase topográfica fuertemente quebrada y erosión moderada.

MMXep: fase topográfica fuertemente quebrada y pedregosidad superficial.

MMXep1: fase topográfica fuertemente quebrada, erosión ligera y pedregosidad superficial.

MMXep2: fase topográfica fuertemente quebrada, erosión moderada y pedregosidad superficial.

3.2.1.22 Complejo Typic Ustifluvents - Fluventic Haplustepts - Aquic Haplustepts. Símbolo MMH.

Los suelos que conforman ésta unidad cartográfica se encuentran localizados en los municipios de Ricaurte Alto, Santa Rosa de Viterbo, Pesca, Belén, Busbanzá, Sáchica, Corrales y Duitama, en alturas que varían entre los 2200 y 2800 m.s.n.m; el clima es frío seco caracterizado por tener una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual entre 1000 y 2000 milímetros. Según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

Los suelos han evolucionado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos e hidrogravigénicos, y de aluviones y coluviones heterométricos; se encuentran ubicados dentro de un tipo de relieve de vallecitos intermontanos, con pendientes menores del 3%. Son franjas angostas de terreno, situadas al pie de las laderas del paisaje de montaña. En sectores hay acumulación de fragmentos de roca.

La vegetación natural ha sido reemplazada por pastos y cultivos como maíz, papa, cebolla, frijol, ajo, cebada, haba, tomate, remolacha y trigo (Figura 34).



FIGURA 34. Suelos de Vallecito Intermontano, intensamente cultivados con maíz y hortalizas. Obsérvese al fondo el poblado de Corrales (R. Álvarez B., 2000).

La unidad está integrada por suelos Typic Ustifluvents 40%, Fluventic Haplustepts 30%, Aquic Haplustepts 20% e inclusiones de Fluventic Dystrustepts 10%.

Los suelos Typic Ustifluvents (perfil PB-87) se localizan en relieves de vallecitos, presentan un perfil tipo A - C. El horizonte A con un espesor de 33 cm, color gris muy oscuro, textura franca; el horizonte C, es pardo a pardo oscuro y de textura franca. Son suelos profundos y bien drenados. La reacción química es ligera a extremadamente ácida, su capacidad de

intercambio catiónico es moderada, lo mismo que los contenidos de calcio. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Fluventic Haplustepts (perfil 793) se localizan en tipos de relieve de vallecitos y presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 48 cm, color pardo rojizo, textura franco arcillosa; el B es de color pardo rojizo y textura franco arenosa; el horizonte C es pardo rojizo con manchas rojo amarillentas y de textura franco limosa o franco arcillo limosa. Son suelos profundos y moderadamente bien drenados, de reacción moderada a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta y fertilidad natural moderada.

Los suelos Aquic Haplustepts (perfil 611) se localizan en los vallecitos intramontanos, presentan un perfil del tipo A - B - C. El horizonte A con un espesor de 15 cm, color gris muy oscuro, textura franca; el B es de color pardo amarillento oscuro con manchas gris muy oscuro, textura franco arenosa; el horizonte C corresponde a una capa de cantos rodados. Son suelos moderadamente profundos y moderadamente bien drenados. La reacción química es ligeramente ácida y la capacidad de intercambio catiónico es moderada a alta. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Fluventic Dystrustepts (perfil 277A) se localizan en relieves de vallecitos y presentan un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 26 cm, color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillo arenosa; el B es de colores pardo oscuro y pardo fuerte, textura franco arcillosa y arcillosa; el horizonte C presenta colores pardo oscuro y rojo amarillento con manchas rojo oscuras y pardo amarillentas, textura franco arcillosa gravilosa y arcillosa gravilosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por cantos redondeados y bien drenados; la reacción química es ligeramente ácida a fuertemente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es alta y la fertilidad natural moderada.

La poca profundidad radicular de los suelos, la presencia de piedra y cascajo, y las fluctuaciones del nivel freático en algunos sectores, permite ubicar estos suelos en la clase III por capacidad de uso. Se deben explotar con pastos mejorados y cultivos de hortalizas, si hay opción de riego.

En esta unidad cartográfica se delimitó la fase:

MMHa: fase topográfica plana.

3.2.1.23 Asociación Vertic Dystrudepts – Typic Dystrudepts. Símbolo MOX.

Los suelos que conforman esta unidad cartográfica se encuentran en el municipio de Pajarito entre 1000 y los 2000 m.s.n.m, en un clima ambiental medio pluvial, donde las temperaturas oscilan entre 18 y 24°C y las precipitaciones promedio anuales oscilan entre los 4000 y 8000 mm; la unidad corresponde a la zona de vida ecológica de Holdridge de bosque pluvial Premontano (bp-PM).

El relieve dominante de estos suelos corresponde a lomas y glaciares de topografía fuertemente quebrada, con pendientes 25-50%; dichos suelos han sido originados a partir de lutitas y arcillolitas. Los movimientos en masa, son frecuentes, especialmente los de soliflucción, reptación y deslizamientos, así como la concentración por sectores de fragmentos de roca en superficie. En algunas áreas la vegetación de bosque primario ha sido reemplazada por pastos naturales.

Conforman la Asociación los suelos Vertic Dystrudepts 50%, Typic Dystrudepts 40%. El 10% restante corresponde a inclusiones de Lithic Udorthents.

Los suelos Vertic Dystrudepts (PB-31A) se sitúan de preferencia en las cimas y laderas inferiores de los relieves de lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A alcanza un espesor de 22 cm, es de color pardo grisáceo muy oscuro y la textura es franco arcillosa; el horizonte B, es de color pardo fuerte con manchas pardo oscuras y la textura es franco arcillo limosa; el C, es de color pardo fuerte y su textura es arcillo limosa gravillosa y además tiene un 20% de fragmentos rocosos. Son suelos moderadamente profundos, limitados por roca, bien drenados; químicamente tienen reacción extremadamente ácida, los contenidos de carbón orgánico son altos, los de calcio, magnesio, potasio y fósforo son muy bajos, al igual que la saturación de bases; la saturación de aluminio activo es mayor del 80%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PB-41) se encuentran en laderas de fuerte pendiente, presentan un perfil de tipo A –B – C. El horizonte A tiene espesor de 17 cm, color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillosa, estructura moderada; el B es de color rojo amarillento, textura arcillo arenosa, estructura moderada; el C es de color rojo amarillento con manchas grises oliva, textura arcillosa gravillosa. Son suelos moderadamente profundos limitados por grava y contenidos altos de aluminio, bien drenados. Químicamente presentan capacidad catiónica de cambio media, saturación de bases alta en el horizonte A y baja en los demás, reacción fuertemente ácida, saturación de aluminio mayor de 80% en el horizonte C, fertilidad baja.

El exceso de lluvias, la fertilidad baja y la acumulación de piedra en superficie permiten ubicar los suelos en la clase VI por capacidad de uso. Se pueden aprovechar para actividades agrosilvopastoriles, ganadería extensiva con una adecuada rotación de potreros y agricultura de subsistencia. Las áreas con coberturas naturales deben mantenerse contra cualquier otra opción productiva.

En la unidad se definió la fase:

MOXe: fase fuertemente quebrada.

3.2.1.24 Asociación Oxic Dystrudepts - Lithic Udorthents – Lithic Dystrudepts. Símbolo MPE.

Esta unidad se encuentra en relieves de crestas y crestones homoclinales que se ubican en los municipios de Pajarito, Tununguá, Chitaraque, Guateque, Tenza, Garagoa, Almeida, Guayatá, La Capilla, Santa María y Sutatenza en altitudes entre los 1000 y los 2000 metros, dentro de un clima medio muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 20°C y precipitaciones promedio anual inferiores a 4000 milímetros, correspondiendo, de acuerdo con Holdridge, a la zona de vida ecológica de bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM). Las áreas que se encuentran en jurisdicción del municipio de Guateque y sus alrededores corresponden a la zona de vida de bosque húmedo Premontano (bh-PM) con una pluviosidad promedio al año inferior a 2000 mm.

Los suelos se han desarrollado a partir de rocas sedimentarias (lutitas, shales y areniscas) y metamórficas (filitas); están localizados en relieves de crestas homoclinales abruptas y crestones homoclinales, moderada a fuertemente escarpados, con pendientes superiores al

50% (Figura 35). Se encuentran afectados por movimientos en masa (deslizamientos), por la presencia de fragmentos de roca en la superficie del suelo en los vallecitos (figura 36), reptación y solifluxión generalizada en amplios sectores.

La cobertura boscosa ocupa gran parte de área de estudio, y los pastos la menor proporción de terreno.

La Asociación está constituida por Oxic Dystrudepts 35%, Lithic Udorthents 30%, Lithic Dystrudepts 25% y 10% en inclusiones de Afloramientos Rocosos y Typic Udorthents.

Los suelos Oxic Dystrudepts (perfil PB-26) se ubican en laderas de fuertes pendientes y presentan perfil tipo A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 8 cm, color negro, textura franca gravilosa y estructural débil; el B es el color amarillo pardusco, textura arcillosa gravilosa y estructura moderada; el horizonte C presenta color rojo amarillento con manchas grises claras y textura franco arcillosa gravilosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados. Químicamente tienen alta a media capacidad catiónica de cambio, baja saturación de aluminio intercambiable mayor de 80% en todo el perfil, reacción extremadamente ácida y fertilidad neutral baja.

Los suelos Lithic Udorthents (perfil PB-22) se localizan en las laderas inferiores de las crestas, presentando un perfil de nomenclatura A - C - R. El horizonte A con un espesor de 18 cm, color pardo oscuro, textura franco arcillosa gravilosa; el horizonte C es de color oliva pálido y la textura es arcillosa gravilosa; el R corresponde a roca lutita. Son suelos muy superficiales y bien drenados, su relación química es extremadamente ácida, la capacidad de intercambio catiónico es alta a baja y la saturación de aluminio de cambio es de 58% en el horizonte A y mayor de 80% en el horizonte C. La fertilidad natural es baja.



FIGURA 35. Suelos muy superficiales de Relieves de Crestas y Cretones sosteniendo pastos. Represa Chivor (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Lithic Dystrudepts (perfil PJ-34) se localizan en las laderas intermedias de los relieves escarpados, caracterizados por presentar perfil de nomenclatura A - B - Cr. El horizonte A tiene un espesor de 12 cm, color pardo a pardo oscuro y textura franca; el horizonte B es de color pardo grisáceo y pardo amarillento, textura franca; el horizonte Cr, corresponde a roca lutita en proceso de meteorización, de color gris claro y pardo amarillento y textura franco arcillo limosa gravillosa. Son suelos muy superficiales y bien drenados, químicamente tienen reacción muy fuerte a fuertemente ácida, la saturación de bases es moderada a baja y la saturación de aluminio de cambio es mayor del 60%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Udorthents (perfil PB-51) se localizan en las formas de terreno superiores de los relieves de crestas y crestones, presentando un perfil de tipo A - C. El horizonte A tiene un espesor 15 cm, su color es pardo a pardo oscuro y la textura es franca gravillosa; el horizonte C es de color amarillo pardusco y la textura es franco limosa gravillosa. Son suelos muy superficiales limitados por rocas del tipo lutitas y niveles tóxicos de aluminio, drenaje excesivo; la reacción química es muy fuertemente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es moderada y la saturación de aluminio de cambio es mayor del 80%. La fertilidad natural es baja.



FIGURA 36. Suelos de Relieves de Crestas y Crestones con bosque primario intervenido y en vallecito: pastos y acumulación de fragmentos de roca (R. Álvarez B., 2000).

Las fuertes pendientes y la poca profundidad efectiva de los suelos, permiten ubicarlos en la clase VII por capacidad de uso. Estos suelos se deben mantener con cobertura vegetal, especialmente arbórea.

En la unidad existen pequeñas áreas con mejores condiciones de suelo y mayor capacidad productiva.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MPEf: fase topográfica moderadamente escarpada.

MPEfI: fase topográfica fuertemente escarpada, erosión ligera.

MPEg: fase topográfica fuertemente escarpada.

3.2.1.26 Asociación Typic Dystrudepts - Humic Dystrudepts - Lithic Udorthents. Símbolo MPA.

Los suelos de esta unidad se ubican en los municipios de Pauna, Maripí, Coper, Pajarito y Labranzagrando, en alturas que oscilan entre los 1000 y 2000 m.s.n.m. El clima ambiental es el medio muy húmedo, definido por una temperatura media de 20°C y una precipitación que va de 2000 a 4000 mm; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica denominada bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM). Las áreas que se encuentran en jurisdicción del municipio de Guateque y sus alrededores corresponden a la zona de vida de bosque húmedo Premontano (bh-PM) con una pluviosidad promedio al año inferior a 2000 milímetros.

Los tipos de relieve que dominan en esta unidad corresponden a crestones homoclinales y vigas, formados por rocas sedimentarias, principalmente lutitas. La topografía es moderadamente escarpada, con pendientes 50 a 75%. Se manifiestan procesos de movimientos en masa como soliflucción, reptación y deslizamientos. Amplias áreas se encuentran degradadas sin ningún tipo de cobertura vegetal, debido principalmente a la acción antrópica por la explotación de esmeraldas, produciendo movimientos en masa y acumulación de materiales finos y fragmentos de roca en las partes más bajas. (Figura 37).

La vegetación boscosa en algunos sectores ha sido reemplazada por pastos mejorados y cultivos de subsistencia.

Conforman la Asociación los suelos Typic Dystrudepts 40%, Humic Dystrudepts 30% y Lithic Udorthents 30%.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PB-27A) se presentan de preferencia en las cimas, hombros y laderas inferiores de los relieves de vigas; su perfil es de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con espesor de 14 cm es de color pardo oscuro, textura franco arcillosa gravilosa; el horizonte B es de color pardo a pardo oscuro con textura franco arcillosa gravilosa; el horizonte C tiene color rojo amarillento y textura arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; su reacción química es extremadamente ácida, su capacidad de intercambio catiónico alta a moderada y la saturación de aluminio de cambio es mayor del 65% en todo el perfil. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil PJ-100) se localizan en las laderas de mayor pendiente y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C - R. El horizonte A tiene un espesor de 27 cm, color pardo grisáceo muy oscuro, y textura franca gravilosa; el horizonte B es de color amarillo pardusco, con textura franco arcillosa; el horizonte C de color pardo amarillento claro y textura similar a la anterior y el horizonte R corresponde



FIGURA 37. Suelos de Relieves de Vigas y Crestones afectados por deslizamientos y por la actividad del hombre en la explotación de esmeraldas (R. Álvarez Beltrán., 2000).

a rocas de lutitas. Son suelos muy superficiales limitados por altos contenidos de aluminio, bien drenados, de reacción fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta a moderada y saturación de aluminio de cambio mayor del 70% en los horizontes A y C. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Lithic Udorthents (perfil PJ-18) se localizan en los relieves de crestones homoclinales y en las cimas de relieves de vigas, caracterizados por tener un perfil de tipo A - R. El horizonte A tiene un espesor de 15 cm, color pardo grisáceo muy oscuro, textura franca arenosa gravilosa; el horizonte R está constituido por rocas de lutitas en diferente grado de meteorización. Son suelos muy superficiales, bien drenados. Tienen reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta y presentan una saturación de aluminio de cambio mayor del 85%. La fertilidad natural es baja.

Las fuertes pendientes, la susceptibilidad a la erosión y el alto contenido de aluminio permiten incluir estos suelos en la clase VII por capacidad de uso. Las actividades forestales facilitan el control de la erosión y la posterior degradación de las tierras.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MPAfp: fase topográfica moderadamente escarpada y pedregosidad en superficie.

MPAfl: fase topográfica moderadamente escarpada y erosión ligera.

3.2.1.27 Asociación Chromic Hapluderts - Typic Dystrudepts. Símbolo MPC.

La unidad se localiza en los municipios de Santana, Chitaraque y Togüí, Monquirá en alturas que oscilan entre los 1000 y 2000 m.s.n.m; clima medio muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media de 20°C y una precipitación promedio anual de 3000 milímetros que, de acuerdo con Holdridge, corresponde a la zona de vida ecológica bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM). Las áreas que se encuentran en jurisdicción del municipio de Guateque y sus alrededores corresponden a la zona de vida de bosque húmedo Premontano (bh-PM) con una pluviosidad promedio al año inferior a 2000 mm.

Estos suelos se han desarrollado a partir de depósitos clásticos gravigénicos de origen coluvial y rocas sedimentarias del tipo arcillolitas y lutitas; dichos suelos se localizan en relieves de glacis y cuestas, presentando una topografía fuertemente ondulada y ligeramente escarpada, con pendientes inferiores al 50%. Se manifiestan movimientos en masa como reptación y soliflucción generalizada en amplios sectores; adicionalmente se presentan fragmentos de roca en superficie.

Los suelos mantienen en grandes extensiones cultivos de caña panelera, guayaba y cultivos de subsistencia (maíz, yuca, plátano, café) como también ganadería extensiva con pastos naturales (Figura 38).



FIGURA 38. Suelos de Relieves de Cuestas y Glacis cultivados principalmente con caña panelera y guayaba (R. Álvarez B., 2000).

La Asociación está integrada por suelos Chromic Hapluderts 60% y Typic Dystrudepts 40%.

Los suelos Chromic Hapluderts (perfil PB-55) se localizan, principalmente, en los glaciares presentando un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 18 cm, color gris muy oscuro, textura arcillosa y estructura fuerte; el horizonte B es de color pardo grisáceo oscuro y manchas pardo rojizas y texturas arcillosa gravilosa y arcillosa; el C es de color pardo fuerte y gris oscuro con textura arcillosa. Son suelos profundos e imperfectamente drenados; su reacción química es de ligeramente ácida a neutra; capacidad catiónica de cambio moderada a alta saturación de bases muy alta y contenidos de calcio muy altos. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PB-82) se localizan de preferencia en las cuevas y su perfil de tipo A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 24 cm, color pardo a pardo oscuro, textura arcillosa, estructura débil; el B es de color pardo amarillento y textura arcillosa; el horizonte C presenta color pardo a pardo oscuro y textura franco arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados, de reacción extremadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta y saturación de aluminio de cambio mayor del 60%. La fertilidad natural es baja.

La susceptibilidad a la erosión y la baja fertilidad de uno de los suelos permite ubicar los de topografía fuertemente ondulada en la clase IV y los de topografía ligeramente escarpada en la clase VI por capacidad de uso. El cultivo de caña panelera se adapta bien a estos suelos, pero se hace necesario utilizar prácticas culturales como fertilización y encalamiento.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las fases:

MPCdI: fase topográfica inclinada y erosión ligera.

MPCeI: fase topográfica ligeramente escarpada y erosión ligera.

MPCep: fase topográfica ligeramente escarpada y pedregosidad en superficie.

3.2.1.28 Asociación Andic Dystrudepts – Humic Dystrudepts - Typic Eutrudepts. Símbolo MPX.

Los suelos de esta asociación se encuentran en los municipios de Buenavista, Maripí, Muzo, Berbeo, Tununguá y Briceño en alturas que oscilan entre los 1000 y 2000 m.s.n.m, clima medio muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 20°C y una precipitación promedio anual de 3000 milímetros; de acuerdo con Holdridge pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM). Las áreas que se encuentran en jurisdicción del municipio de Guateque y sus alrededores corresponden a la zona de vida de bosque húmedo Premontano (bh-PM) con una pluviosidad promedio al año inferior a 2000 mm.

Los tipos de relieve dominantes son los de lomas y glaciares, de topografía moderada a fuertemente quebrada, con pendiente entre 12 y 50%. Dichos suelos han evolucionado a partir de rocas sedimentarias (arcillolitas y lutitas), capas de ceniza volcánica y depósitos superficiales aluvio-columbiales. La unidad se encuentra afectada por procesos de soliflucción generalizada (Figura 39), deslizamientos y reptación, al igual que por fragmentos de roca en superficie.



FIGURA 39. Suelos de Relieves de Lomas y Glacis afectados por procesos de solifluxión, sembrados en su mayoría con pastos. Al fondo el poblado de Otanche (R. Álvarez B., 2000).

La vegetación arbórea ha sido reemplazada por pastos, rastrojo y cultivos de caña, panelera, café, cítricos, guayaba y plátano.

La unidad está constituida por Andic Dystrudepts 40%, Humic Dystrudepts 25%, Typic Eutrudepts 25% e inclusiones de Typic Udifluvents y Typic Hapludands 10%.

Los suelos Andic Dystrudepts (perfil PJ-36) se ubican de preferencia en las cimas y hombros de los relieves de lomas y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El A es un horizonte delgado, con menos de 10 cm de espesor; color pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo limosa y estructura en bloques angulares moderados; el horizonte B es de color pardo oliva con manchas rojo amarillentas con textura franco arcillo limosa; el C es pardo amarillento y gris oscuro con textura franco arcillo limosa. Son suelos muy superficiales limitados por altos niveles de aluminio y moderadamente bien drenados; tienen reacción muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja, saturación de aluminio de cambio es mayor del 60% a partir de los 10 cm de profundidad y la fertilidad natural es baja.

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil PJ-29) se ubican en laderas de lomas y se caracterizan por un perfil tipo A-B-C. El horizonte A tiene espesor de 20 cm, color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa y estructura en bloques angulares moderada; el B es de color gris con manchas rojo amarillentas con textura franco arcillo arenosa con gravilla; el C está conformado por lutitas en proceso de meteorización. Son suelos muy superficiales afectados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados, reacción

fuerte a muy fuertemente ácida, mediana capacidad de cambio catiónico, mediana a baja saturación de bases, saturación de aluminio intercambiable mayor de 80% en los horizontes B y C, mediano a bajo contenido de materia orgánica. Fertilidad natural baja.

Los suelos Typic Eutrudepts (perfil PJ-32) se ubican en las laderas intermedias de los glaciares, tienen un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 17 cm de espesor, es de color gris muy oscuro, textura franco arcillosa gravilosa y estructura blocosa moderada a fuerte; el B es de color pardo grisáceo muy oscuro y manchas rojo oscuras con textura franco arcillosa gravilosa; el C presenta color gris oscuro, manchas pardo amarillentas y textura similar a la anterior. Son suelos moderadamente profundos y moderadamente bien drenados; tienen reacción química moderadamente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es alta a moderada y la saturación de bases es moderada. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Typic Udifluents (perfil PJ-26) se ubican en los relieves de glaciares con influencia de materiales coluvio-aluviales; tienen un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene 20 cm de espesor, colores pardo y pardo amarillento, texturas franco arcillosa gravilosa y franco gravilosa; el C corresponde a una sucesión de capas de diferente espesor y de texturas medias con abundante gravilla entre los 20 y 55 cm de profundidad. Son suelos muy superficiales limitados por contenidos altos de aluminio y fluctuaciones del nivel freático, imperfectamente drenados; tienen reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta a moderada, saturación de bases baja y la saturación de aluminio de cambio es mayor del 45% en todo el perfil. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Hapludands (perfil PJ-27) se ubican en los relieves de glaciares y tienen un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A presenta 30 cm de espesor, color gris muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, texturas franco arenosa gravilosa y franca gravilosa y estructura en bloques subangulares moderados; el B es de color pardo amarillento con manchas amarillo parduscas con textura franca gravilosa; el C es de color amarillo pardusco y textura franco arcillosa gravilosa. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados; tienen reacción química fuerte a moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta a alta y saturación de bases baja a muy baja. La fertilidad natural es moderada.

La susceptibilidad a la erosión, la acumulación de fragmentos de roca en la superficie y la baja fertilidad en la mayoría de los suelos, posibilitan incluir los suelos de pendiente 12 a 25% en la clase IV y los de pendiente 25 a 50% en la clase VI por capacidad de uso. En estos suelos el cultivo de café con sombra es promisorio al igual que el de caña panelera.

En esta unidad cartográfica se definieron las siguientes fases:

MPXd1: fase topográfica fuertemente ondulada y erosión ligera.

MPXd2: fase topográfica fuertemente ondulada y erosión moderada.

MPXdp: fase topográfica fuertemente ondulada y pedregosidad en superficie.

MPXe1: fase topográfica ligeramente escarpada y erosión ligera.

MPXep: fase topográfica ligeramente escarpada y pedregosidad en superficie.

3.2.1.29 Consociación Typic Udifluents. Símbolo MPH.

Esta unidad se presenta en el municipio de Labranzagrande en una altura de 1500 m.s.n.m. El clima ambiental es medio muy húmedo, definido por una temperatura promedio de 20°C

y una precipitación media anual de 3000 milímetros, lo cual según Holdridge, corresponde a la zona de vida denominada bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM).

Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos superficiales clásticos gravigénicos e hidrogravigénicos, dentro de un relieve de vallecitos intermontanos, con pendientes menores del 3%; la mayoría de los suelos se encuentran afectados por una alta acumulación de fragmentos de roca en superficie y dentro del perfil. En ellos se han establecido cultivos de hortalizas y pastos.

La unidad está integrada en un 100% por suelos Typic Udifluvents.

Los suelos Typic Udifluvents (perfil PB-42A) tienen un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A, es de 12 cm de espesor; color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa; el C corresponde a una sucesión de capas de diferente espesor y textura con altos contenidos de arena, gravilla y fragmentos de roca; a partir de los 74 cm de profundidad se presenta una capa gruesa de gravilla y fragmentos de roca; a partir de los 74 cm de profundidad se presenta una capa gruesa de cantos redondeados. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados; tienen reacción química moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada y saturación de bases baja a moderada. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos de alta pedregosidad en superficie se clasifican por su capacidad de uso en la clase IV y los que no se encuentran afectados por pedregosidad en la clase III. El cultivo de cebolla cabezona prospera bien en estos suelos, pero es muy susceptible a hongos por humedad.

En ésta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MPHa: Fase plana.

MPHap: Fase plana y pedregosidad en superficie.

MPHb: Fase ligeramente ondulada.

3.2.1.30 Complejo Entic Haplustolls –Vertic Haplustepts –Afloramientos Rocosos. Símbolo MRE.

La unidad se localiza en los municipios de El Espino, Boavita, Covarachía y Tipacoque en alturas que oscilan entre los 900 y los 2100 m.s.n.m, en un clima medio seco que se caracteriza por tener una temperatura media de 20°C y una precipitación promedio anual entre 500 y 1000 mm; según Holdridge pertenece a la zona de vida ecológica bosque seco Premontano (bs-PM). Las unidades cartográficas localizadas en el Cañon del río Chicamocha están afectadas por una pluviosidad menor de 500 mm que se presentan normalmente como lluvias de alta intensidad; se incluyen en la formación bosque muy seco Premontano (bms-PM).

Los suelos se ubican en relieves de crestas homoclinales abruptas y crestones homoclinales, constituidos por rocas sedimentarias (arenisca y lutitas calcáreas). La topografía es moderada a fuertemente escarpada, con pendientes mayores del 50%. Se presentan escurrimientos difusos severos a muy severos y desprendimientos de roca.

Las coberturas dominantes son del tipo cactus, arrocillo, gallinero, mosquero, pajarito, espino de cabro, cují, sávila y pata de cabra.

El complejo está conformado por Entic Haplustolls 45%, Vertic Haplustepts 35% y Afloramientos Rocosos 20%.

Los suelos Entic Haplustolls (perfil PB-3) se ubican en las laderas medias de los crestones homoclinales y tienen un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A con 39 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro, texturas franco arcillo arenosa gravilosa y arcillosa gravilosa con estructura blocosa débil; el horizonte C tiene un color en seco pardo muy pálido y en mojado pardo a pardo muy oscuro y textura arcillosa gravilosa. Son suelos superficiales limitados por material de roca, excesivamente drenados, de reacción química moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónico moderada, contenidos de calcio muy altos y fertilidad natural alta.

Los suelos Vertic Haplustepts (perfil 358 A) se ubican en las crestas homoclinales abruptas, presentando un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 20 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro con textura franco arcillo arenosa gravilosa; el horizonte B es de color gris muy oscuro y textura arcillosa gravilosa; el horizonte C corresponde a una capa de fragmentos de arenisca y lutitas calcáreas en estado avanzado de intemperismo. Son suelos moderadamente profundos, bien drenados, de reacción química neutra a ligeramente alcalina, capacidad de intercambio catiónico alta a muy alta, saturación de bases muy alta y fertilidad natural alta.

Las fuertes pendientes y la presencia de fragmentos de roca en superficie, permiten clasificar los suelos en la clase VII por capacidad de uso. En estos suelos se deben iniciar programas intensos de reforestación con especies nativas y foráneas que ayudan a contrarrestar los efectos erosivos de las aguas de escorrentía. Existen pequeñas áreas con mejores condiciones de pendiente y suelo que tienen más capacidad productiva.

En esta unidad cartográfica se definieron las siguientes fases:

MREf2: fase topográfica fuertemente escarpada y erosión moderada.

MREg: fase topográfica fuertemente escarpada.

MREg3: fase topográfica fuertemente escarpada y erosión severa.

3.2.1.31 Asociación Fluventic Haplustolls - Vertic Calciustolls. Símbolo MRX

Los suelos de esta unidad se localizan en los municipios de Covarachía y Tipacoque en alturas entre los 1000 y 2000 m.s.n.m. y clima medio seco, caracterizado por una temperatura media anual de 20°C y una precipitación promedio anual menor de 1000 mm; la unidad corresponde según Holdridge a la zona de vida ecológica de bosque seco Premontano (bs-PM). Las unidades cartográficas localizadas en el Cañón del río Chicamocha están afectadas por una pluviosidad menor de 500 milímetros anuales, correspondiendo al bosque muy seco Premontano (bms-PM). La alta intensidad de las lluvias incide directamente en la velocidad y gravedad de los procesos erosivos.

El tipo de relieve es de glacis, constituidos por depósitos superficiales gravigénicos e hidrogravigénicos de tipo coluvio-aluvial. La topografía es fuertemente quebrada a ligeramente escarpada, con pendientes inferiores del 50%. La mayor parte del área presenta fragmentos de roca en superficie, erosión hídrica con formación de cárcavas y localmente derrumbes.

Gran parte de la vegetación nativa de cactus, arrocillo, gallinero, mosquero, pajarito, espino de cabro, cují, sávila y pata de cabra, ha sido reemplazada por pastos y cultivos de tabaco, maíz, frijol y caña panelera.

Conforman la Asociación los suelos Fluventic Haplustolls 60% y Vertic Calciustolls 40%.

Los suelos Fluventic Haplustolls (perfil 364 A) se ubican preferentemente en los relieves de glacis y tienen un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A presenta 54 cm de espesor, color pardo a pardo oscuro, texturas franco arcillosa gravilosa y franco arcillo arenosa gravilosa y estructura blocosa moderada; el horizonte B es de color rojo con manchas pardas a pardo oscuras con textura arcillo arenosa gravilosa; el horizonte C corresponde a una capa de fragmentos de arenisca y lutitas calcáreas. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados; tienen reacción química neutra, capacidad de intercambio catiónico moderada y saturación de bases muy alta. La fertilidad natural es muy alta.

Los suelos Vertic Calciustolls (perfil 355) se ubican en relieves de glacis y tienen un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 30 cm de espesor, color gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillosa con estructura de bloques angulares moderados; el horizonte B es de color gris muy oscuro y textura arcillosa; el C es de color pardo amarillento con manchas gris claro y textura franco arcillosa gravilosa. Son suelos muy profundos y moderadamente bien drenados, tienen reacción química moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónica moderada a alta, saturación de bases muy alta y una fertilidad natural alta.

La escasez de lluvias, los fuertes vientos y la alta concentración de fragmentos de roca en superficie permiten incluir estos suelos en la clase IV por capacidad de uso. Estos suelos se deben mantener con cobertura vegetal para contrarrestar la acción de los fuertes vientos que imperan en determinadas épocas del año. También se deben evitar las quemadas que se realizan periódicamente, ya que exponen los suelos a su total destrucción.

En esta unidad cartográfica se definieron las siguientes fases:

MRXd1: fase topográfica fuertemente ondulada y erosión ligera.

MRXdp: fase topográfica fuertemente ondulada, pedregosidad superficial.

MRXdp1: fase topográfica fuertemente ondulada, pedregosidad superficial y erosión ligera.

MRXep2: fase topográfica ligeramente escarpada, pedregosidad superficial y erosión moderada.

MRXdp2: fase topográfica fuertemente ondulada, pedregosidad superficial y erosión moderada.

MRXe1: fase topográfica ligeramente escarpada y erosión ligera.

MRXe2: fase topográfica ligeramente escarpada y erosión moderada.

3.2.1.32 Asociación Typic Ustorthents – Typic Calciustolls. Símbolo MRH.

La unidad cartográfica se localiza en jurisdicción de los municipios de El Espino, Covarachía y Tipacoque en alturas que oscilan entre los 1000 y 2000 m.s.n.m; clima medio seco con temperatura media de 20°C y una precipitación promedio anual de 500 a 1000 mm; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica denominada bosque seco Premontano (bs-PM). Las unidades cartográficas localizadas en el Cañón del río Chicamocho

están afectadas por una pluviosidad menor de 500 mm encontrándose dentro del bosque muy seco Premontano (bms-PM).



FIGURA 40. Suelos de Vallecito formado por el río Chicamocha y expuestos a ser inundados periódicamente. Se hallan sembrados con tabaco (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogravigénicos mixtos aluviales; su tipo de relieve está representado por vallecitos de poca extensión, angostos, de topografía plana, con pendientes menores del 3%, afectados en algunos sectores por pedregosidad en superficie y expuestos a ser inundados periódicamente por el río Chicamocha. El uso principal de estos suelos es el cultivo de tabaco (Figura 40).

La Asociación está conformada en un 50% por Typic Ustorthents, 40% por Typic Calciustolls y 10% en inclusiones de Typic Haplustepts.

Los suelos Typic Ustorthents (perfil PB-4A) se ubican en las áreas planas y tienen un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A con 15 cm de espesor, color gris oscuro a gris muy oscuro, textura franco arcillo arenosa gravillosa y estructura blocosa moderada a débil; el horizonte C es de color pardo grisáceo y textura franco arenosa gravillosa. Son suelos superficiales y moderadamente bien drenados; reacción química moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja, contenidos de calcio y magnesio altos y una fertilidad natural moderada.

Los suelos Typic Calciustolls (perfil 357 A) se ubican en las áreas de mayor inclinación y tienen un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A presenta 22 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro con manchas pardo oscuras, textura franco arcillo arenosa gravillosa y estructura en bloques moderada; el horizonte B es de color pardo amarillento con manchas pardo grisáceo muy oscuras y textura franco arcillo arenosa gravillosa; el C corresponde a capas de cantos redondeados y gravilla. Son suelos moderadamente profundos

y bien drenados. Tienen reacción química ligeramente alcalina, capacidad de intercambio catiónico alta a moderada, contenidos de calcio y magnesio altos, saturación de bases muy alta y una fertilidad natural alta.

Los suelos Typic Haplustepts (perfil 359A) se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 18 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro y textura arenosa franca; el horizonte B es de color gris oscuro y manchas pardo amarillento oscuras con textura franco limosa; el C corresponde a capa de cantos redondeados y gravilla. Son suelos superficiales y bien drenados, de reacción química ligeramente ácida a neutra, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada, contenidos de calcio y magnesio altos. La fertilidad natural es alta.

La escasez de lluvias y la abundancia de fragmentos de roca en superficie, permite ubicarlos en la clase agrológica III por capacidad de uso. El aprovechamiento de estos suelos debe ser en ganadería extensiva, ya que están expuestos a ser inundados en cualquier época del año.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las fases:

MRHa: fase topográfica plana.

MRHap: fase topográfica plana y pedregosidad en superficie.

3.2.1.33 Complejo Lithic Udorthents – Oxic Dystrudepts - Afloramientos Rocosos. Símbolo MVE.

La unidad cartográfica se localiza en jurisdicción de los municipios de Labranzagrande y Cubará en alturas que oscilan entre los 1000 y 1500 m.s.n.m. El clima ambiental que domina es cálido y húmedo, definido por una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual entre 2000 y 4000 milímetros lo cual, según Holdridge, corresponde a la zona de vida ecológica bosque húmedo Tropical (bh-T). Sin embargo, en el territorio del municipio de Cubará la unidad cartográfica hace parte de una zona de bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) con una pluviosidad promedio anual entre 4000 y 8000 milímetros.

Los suelos se ubican en relieves de crestas homoclinales abruptas y crestones constituidos por rocas sedimentarias (arenisca cuarzosa y lutitas). La topografía es desde ligera a fuertemente escarpada, con pendientes mayores del 25%. Se presentan procesos de deslizamientos, solifluxión (terracetas) en grado ligero, erosión hídrica severa.

El uso más común está representado por pastos y algunos cultivos de yuca, maíz, caña y café. También se encuentran algunas áreas con rastrojo.

La unidad está constituida por Lithic Udorthents 50%, Oxic Dystrudepts 30%, Afloramientos Rocosos 10% e inclusiones de Aquic Eutrudepts 10%..

Los suelos Lithic Udorthents (perfil PB-45 A) se ubican en las laderas inferiores de las crestas y muestran un perfil de nomenclatura A - R. El horizonte A presenta espesor de 12 cm, color pardo oscuro y textura arenosa franca gravillosa; el R es roca de arenisca cuarzosa. Son suelos muy superficiales, excesivamente drenados, reacción química ligeramente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy baja y saturación de bases moderada. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Oxíc Dystrudepts (perfil PBC-1) se encuentran en los taludes de derrubio de los crestones homoclinales y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 10 cm de espesor, color pardo oscuro con manchas pardo rojizas oscuras y textura franca; el horizonte B es de color rojo amarillento con manchas pardo amarillentas y oliva pálido con textura franca; el C es de color gris pardusco claro con manchas pardo amarillentas y textura franco arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles altos de aluminio, bien drenados; tienen reacción química extremadamente ácida a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja y saturación de aluminio de cambio mayor del 60%. La fertilidad natural es muy baja.

Las fuertes pendiente y el alto porcentaje de afloramientos rocosos, permiten ubicarlos en la clase VIII, por capacidad de uso. Estos suelos se pueden dedicar a programas de reforestación con finalidad productora - protectora.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MVEe: fase topográfica ligeramente escarpada.

MVEe3: fase ligeramente escarpada y erosión severa.

MVEf: fase moderadamente escarpada.

MVEg: fase fuertemente escarpada.

3.2.1.34 Asociación Typic Dystrudepts – Lithic Dystrudepts – Humic Dystrudepts. Símbolo MVA.

Los suelos de esta unidad se encuentran en los municipios de Muzo, Pauna y Cubará, entre los 300 y 1000 m.s.n.m, en clima cálido húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual entre 2000 y 4000 milímetros, lo cual, según Holdridge, corresponde a la zona de vida ecológica del bosque húmedo Tropical (bh-T). Sin embargo, en el territorio del municipio de Cubará, la unidad cartográfica hace parte de una zona de bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) con una pluviosidad promedio anual entre 4.000 y 8000 mm.

Los tipos de relieve donde se han desarrollado los suelos corresponden a vigas y crestones homoclinales constituidos por rocas sedimentarias (lutitas, lodolitas y arcillolitas) con inclusiones de esquistos pizarrosos; dicha unidad se encuentra afectada por movimientos en masa como deslizamientos, soliflucción y reptación y erosión hídrica ligera. La topografía es moderadamente escarpada, con pendientes de 50 - 75% y en amplios sectores existe acumulación de fragmentos de roca.

La vegetación de bosque ha sido reemplazada en su totalidad por pastos, rastrojos y cultivos de subsistencia como el plátano, yuca, café, caña, maní y maíz.

La unidad cartográfica está integrada por suelos Typic Dystrudepts 35%, Lithic Dystrudepts 30%, Humic Dystrudepts 25% e inclusiones de Lithic Hapludands 10%.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PJ-4) se encuentran en las laderas medias del relieve de vigas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 30 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro y pardo oscuro, texturas franco arcillosa gravilosa y arcillosa gravilosa con estructura blocosa moderada; el horizonte B es de color pardo amarillento, textura franco arcillosa gravilosa; el C es de color pardo rojizo y textura

franco arcillosa gravilosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados, de reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a muy alta, saturación de aluminio de cambio a partir de los 20 cm de profundidad es mayor del 85% y la fertilidad natural es baja.

Los suelos Lithic Dystrudepts (perfil PJ-5) se encuentran en crestones y su perfil característico es tipo A-B-C. El horizonte A con espesor de 15 cm, color gris oscuro, textura franco arcillosa y estructura en bloques de grado fuerte; el B tiene color gris muy oscuro con textura franco arcillo limosa; el C es de color gris oscuro y textura franco arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por roca y contenidos de aluminio a niveles tóxicos, bien drenados, capacidad catiónica de cambio alta a media, baja saturación de bases, reacción muy fuerte a fuertemente ácida y saturación de aluminio mayor de 60%.

Los suelos Humic Lithic Dystrudepts (perfil PJ-97) se encuentran en las laderas inferiores del relieve de crestones, caracterizados por un perfil de nomenclatura A - B - C - R. El horizonte A presenta espesor de 22 cm, color pardo grisáceo muy oscuro y textura arcillosa; el horizonte B es de color pardo amarillento oscuro y la textura es arcillosa gravilosa; el C es de color pardo grisáceo oscuro con manchas rojas y textura arcillosa gravilosa; el horizonte R corresponde a roca de lutita. Son suelos muy superficiales limitados por altos contenidos de aluminio, bien drenados; tienen reacción química muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada y la saturación de aluminio de cambio a partir de los 22 cm de profundidad mayor del 70%. La fertilidad natural es baja.

Las fuertes pendientes, la susceptibilidad a la erosión y la presencia de fragmentos de roca en superficie por sectores, permiten ubicar los suelos en la clase VII por capacidad de uso. Se deben establecer sistemas silvopastoriles, en donde se combinen las actividades forestales con una ganadería de tipo extensivo.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MVAf1: fase topográfica moderadamente escarpada y erosión ligera.

MVAfp: fase topográfica moderadamente escarpada y pedregosidad en superficie.

3.2.1.35 Asociación Typic Eutrudepts – Typic Udorthents – Humic Dystrudepts. Símbolo MVX.

La unidad cartográfica se localiza en los municipios de Pauna, Muzo, San Pablo de Borbur y Coper en alturas entre los 400 y los 1000 m.s.n.m., dentro de un clima cálido húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual de 2000 milímetros. La unidad hace parte de la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T); sin embargo, en el territorio del municipio de Cubará la unidad cartográfica está incluida en una zona de bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) con una pluviosidad promedio anual entre 4000 y los 8000 mm.

Los tipos de relieve de estos suelos son lomas y glaciares, constituidos por rocas sedimentarias (lutitas, lodolitas y areniscas) y depósitos superficiales coluvio aluviales. La topografía es moderada a fuertemente quebrada, con pendientes inferiores al 50%. En gran parte del área se presentan procesos de solifluxión por terracetas y concentración de fragmentos de roca en superficie.

La vegetación boscosa ha sido talada y reemplazada por pastos, rastrojo y, en menor proporción, cultivos de café, cacao, yuca, cítricos y caña.

Componen la unidad los suelos Typic Eutrudepts 40%, Typic Udorthents 25%, Humic Dystrudepts 25% con 10% en inclusiones de Fluventic Dystrudepts y Typic Hapludands.

Los suelos Typic Eutrudepts (perfil PJ-98) se encuentran en los relieves de glacis y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 43 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro y pardo grisáceo, textura franco arcillosa gravilosa y franco arcillo limosa con estructura blocosa moderada; el horizonte B es de color pardo oliva claro y pardo fuerte con textura arcillo limosa; el C es de colores pardo oliva claro, pardo y rojo oscuro con textura arcillo limosa. Son suelos moderadamente profundos limitados por material saprolítico con de lutitas, moderadamente bien drenados, tienen reacción química fuerte a moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta a moderada y saturación de bases baja a moderada. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Typic Udorthents (perfil PJ-8) se encuentran en las laderas de las lomas y presentan un perfil A-C. El horizonte A tiene 17 cm de espesor, color gris muy oscuro, textura franca gravilosa con estructura muy débil; el C está formado por esquistos meteorizados de color gris oscuro. Son suelos moderadamente profundos limitados por roca madre fragmentada, bien drenados, capacidad de intercambio de cationes malta a media, saturación de bases media y tienen reacción muy fuertemente ácida.

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil PJ-14) se encuentran en los relieves de glacis y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene 47 cm de espesor, color pardo oscuro con textura franco arcillosa gravilosa; el horizonte C es de color pardo amarillento y textura similar a la anterior. Son suelos moderadamente profundos limitados por material saprolítico de lutitas, bien drenados; reacción fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta y fertilidad natural moderada.

Los suelos Fluventic Dystrudepts (perfil PJ-13) se encuentran en las laderas de los relieves de lomas y se caracterizan por un perfil tipo A - B - C. El horizonte A tiene 30 cm de espesor, color pardo oscuro y textura franco arcillosa gravilosa; el horizonte B es de color pardo y textura franco arcillo arenosa gravilosa; el C con colores gris muy oscuro, pardo y pardo rojizo con textura franco arcillo arenosa gravilosa. Son suelos superficiales limitados por contenidos altos de aluminio, bien drenados, reacción muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja y saturación de aluminio de cambio a partir de los 30 cm de profundidad mayor del 60%. La fertilidad natural es baja.

La susceptibilidad a la erosión, la baja fertilidad en la mayoría de los suelos y la pedregosidad en superficie, permiten incluirlos en la clase VI por capacidad de uso las tierras de pendiente 25 -50% y en la clase IV las tierras de pendiente 12 -25%. Las primeras deben dedicarse a actividades pecuarias de tipo extensivo, con rotación de potreros y control de la carga por unidad de área, la segunda se debe dedicar a cultivos con practicas culturales como encalamiento y fertilización.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MVXdP: fase topográfica moderadamente quebrada y pedregosidad en superficie

MVXdI: fase topográfica moderadamente quebrada y erosión ligera

MVXep: fase topográfica fuertemente quebrada y pedregosidad superficial

MVXeI: fase topográfica fuertemente quebrada y erosión ligera.

3.2.1.36 Consociación Humic Dystrudepts. Símbolo MVH.

La unidad cartográfica se ubica en el municipio de Labrazagrande, en altitudes entre los 200 y 1000 metros, clima cálido húmedo, caracterizado por presentar una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual de 2000 milímetros; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T).

Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos mixtos aluviales, localizados en tipos de relieve de vallecitos de poca extensión, angostos y de topografía plana, con pendientes menores del 3%; las tierras se ven afectadas en amplios sectores por pedregosidad superficial. El uso principal de estos suelos es el de ganadería extensiva.

La consociación está conformada 100% por suelos Typic Dystrudepts.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PB-43 A) se caracteriza por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 15 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro con textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es de color pardo oscuro y la textura similar a la anterior; el horizonte C corresponde a capas de cantos redondeados, gravilla y cascajo. Son suelos superficiales y bien drenados; tienen reacción química muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada, contenidos de calcio y magnesio altos y fertilidad natural moderada.

La presencia de fragmentos de roca en superficie y la poca profundidad efectiva de los suelos, permiten clasificar los suelos en la clase IV por capacidad de uso. El sobrepastoreo intenso que existe se debe controlar.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

MVHa: fase topográfica plana.

MVHap: fase topográfica plana y pedregosidad en superficie.

3.2.2 Suelos del paisaje de Altiplanicie

El paisaje de Altiplanicie hace parte de la región conocida con el nombre vernáculo de Altiplano Cundiboyacense que se extiende desde los terrenos donde se erige la ciudad de Bogotá hasta los de la ciudad de Duitama, donde el ambiente morfogenético denudacional es dominante; existe también el modelado estructural y el deposicional ocupando áreas pequeñas.

El modelado denudacional se muestra dominado por tipos de relieve de lomas y vigas, donde las cimas son amplias y convexas, mientras las laderas son cortas, de poca profundidad, angostos y formando en su mayoría valles en V. El modelado estructural está dominado principalmente por tipos de relieve de crestones homoclinales y se manifiestan por encima de los 3000 m.s.n.m. El modelado deposicional corresponde a vallecitos ligeramente depresionales, que se mantienen encharcados en épocas de lluvia, y glaciares de topografía ligeramente inclinada. Los continuos aportes de ceniza volcánica en épocas pasadas recubrieron amplias áreas del paisaje. Los factores determinantes en la formación

de los suelos, han sido básicamente los organismos vivos, el clima y el material parental. En su conjunto estos factores han originado preferentemente la existencia de suelos de buen desarrollo genético, con saturación de bases moderada, de reacción química fuerte a moderadamente ácida y de fertilidad natural moderada a baja.

La altitud de este paisaje varía entre los 2500 y 3200 metros sobre el nivel del mar, lo cual determina dos pisos térmicos: uno frío y otro muy frío (páramo), donde las temperaturas medias anuales ambientales varían de 8°C a 18°C y la precipitación promedio anual fluctúa entre los 1000 y los 2000 milímetros, determinando diferentes provincias de humedad, desde la seca hasta la húmeda.

Geomorfológicamente, el paisaje de Altiplanicie presenta relieves de lomas, vigas, crestones homoclinales, glacis y vallecitos.

Las lomas y vigas se han originado de rocas sedimentarias, principalmente arcillolitas, limolitas, lutitas y lodolitas, todas ellas cubiertas con ceniza volcánica. Su aparición y posición probablemente obedece a fenómenos de tectonismo y al desplazamiento de grandes volúmenes de tierra por causa de movimientos en masa. La topografía dominante es ligeramente ondulada a fuertemente quebrada, con pendientes inferiores al 75%. El paisaje presenta frecuentes procesos de soliflucción, reptación y deslizamientos en las zonas húmedas. El escurrimiento difuso y concentrado es severo a muy severo en zonas de baja precipitación en donde la tala y quema de la vegetación arbórea ha sido intensa.

Los relieves de crestones homoclinales localizados en altitudes superiores a los 3000 metros se han formado a partir de rocas sedimentarias (areniscas y lutitas), donde los Afloramientos Rocosos son frecuentes y los suelos dominantes son superficiales.

Los tipos de relieve de glacis y de vallecitos se encuentran localizados de preferencia al pie de las lomas, presentando topografías de tipo inclinada y ligeramente cóncava, con diferentes grados de pendiente, desde 1% hasta el 25%. En las áreas de glacis existen sectores afectados por escurrimiento difuso en grado ligero a moderado.

En los tipos de relieve de crestones, presentes en clima muy frío (páramo bajo), existe vegetación de frailejones y arbórea la cual ha sido reemplazada por pastos. En los tipos de relieve de lomas, vigas, glacis y vallecitos se han establecido pastos, cultivos comerciales y de subsistencia.

Dentro del paisaje de Altiplanicie se encuentran cinco (5) unidades cartográficas distribuidas en los diferentes climas ambientales descritos anteriormente e identificados en el mapa con los símbolos que se indican en la Tabla 20.

TABLA 20. Clima y Símbolos de unidades cartográficas del paisaje de Altiplanicie

CLIMA	SÍMBOLOS
Frío y muy frío húmedo	AHE;AHV
Frío, seco	AMV;ALH

3.2.2.1 Complejo Andic Dystrudepts – Humic Dystrudepts – Typic Placudands. Símbolo AHE.

Los suelos de esta asociación se encuentran en el municipio de Ventaquemada entre los 3000 y los 3200 m.s.n.m., en clima muy frío húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 10°C y una precipitación promedio anual entre 500 y 1000 milímetros; dicha unidad pertenece, según Holdridge, a la zona de vida ecológica bosque húmedo Montano (bh-M).

Los suelos se han originado de rocas sedimentarias clásticas limo-arcillosas y areniscas, recubiertas en amplios sectores con ceniza volcánica. El tipo de relieve es de crestones homoclinales, con pendientes mayores del 50%. En laderas inferiores hay acumulación de fragmentos de roca en superficie. La vegetación boscosa ha sido destruida y reemplazada por pasto, rastrojo y en algunos sectores hay cultivos de subsistencia. Se presentan movimientos en masa como reptación, patas de vaca y erosión hídrica.

Componen la unidad los suelos Andic Dystrudepts 40%, Humic Dystrudepts 40%, e inclusiones de Typic Placudands 10% y Afloramientos Rocosos 10%.

Los suelos Andic Dystrudepts (perfil B-150) se encuentran en las laderas erosionales de los relieves de crestones y se representan por un perfil de nomenclatura A - B - BC. El horizonte A tiene 50 cm de espesor, color negro, textura franco arenosa con estructura en bloques débiles; el horizonte B es de color pardo rojizo oscuro y textura franco arenosa; el BC es de color rojo amarillento y textura franco arcillo arenosa. Son suelos muy superficiales, bien drenados; tienen reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta a muy alta antes de los 70 cm de profundidad y saturación de aluminio intercambiable mayor de 70% en el horizonte A. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil B-149) se encuentran en las laderas fuertemente inclinadas de los relieves de crestones y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 60 cm de espesor, color negro y pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es de color pardo fuerte con manchas rojo amarillentas y textura franco arcillo arenosa; el C con colores amarillo, amarillo pálido y rojo amarillento con textura franco arcillo arenosa. Son suelos muy superficiales limitados por contenidos de aluminio altos, bien drenados, de reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a alta y saturación de aluminio intercambiable mayor del 90% en el horizonte A y B. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Placudands (perfil B-98) muestran un perfil típico con horizontes A-B-C. El horizonte A con un espesor de 60 cm, color negro a gris muy oscuro, textura franco arenosa y arenosa franca con estructura en bloques moderados a débiles; el B plácico se encuentra sobre un B de color pardo grisáceo muy oscuro y gris muy oscuro, textura arenosa franca y estructura en bloques débil; el C es de color pardo pálido con manchas litocrómicas rojo amarillentas. Son suelos moderadamente profundos limitados por horizonte cementado, bien drenados, alta capacidad de intercambio de cationes, baja saturación de bases, reacción fuertemente ácida y alto contenido de materia orgánica.

La topografía escarpada, la presencia de fragmentos de roca en superficie y la baja fertilidad de la mayoría de los suelos, permiten incluirlos en la clase VII por capacidad de uso. El manejo irracional de los suelos en cuanto a talas y quemadas está acelerando su total destrucción. Es imperioso mantenerlos permanentemente con cobertura vegetal.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

AHEf: Fase topográfica moderadamente escarpada.

3.2.2.2 Asociación Pachic Melanudands – Humic Dystrudepts – Typic Hapludands. Símbolo AHV.

Esta unidad se localiza en los municipios de Ventaquemada, Samacá y Sotaquirá a una altitud superior a los 3000 metros sobre el nivel del mar, dentro de un clima muy frío, húmedo, caracterizado por presentar una temperatura media anual de 10°C y una precipitación promedio anual de 500 a 1000 mm; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Montano (bh-M).

Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales de ceniza volcánica y rocas sedimentarias, en tipos de relieve de lomas y glacis; tienen topografía fuertemente ondulada a ligeramente escarpada, con pendientes 12-25% y 25-50%, encontrándose afectados por movimientos en masa, especialmente soliflucción. Su uso actual es ganadería extensiva con pastos kikuyo, falso poa y ray grass y cultivos comerciales y de subsistencia como papa, arveja, zanahoria y maíz (Figura 41).



FIGURA 41. Lomas y Glacis del paisaje de Altiplanicie en clima muy frío húmedo. Suelos intensamente explotados con cultivo de papa y pasto kikuyo. (R. Álvarez B., 2000).

La unidad está integrada por suelos Pachic Melanudands 30%, Humic Dystrudepts 30%, Typic Hapludands 30% e inclusiones de Typic Dystrudepts, Fluventic Dystrudepts, Andic Dystrudepts y Typic Endoaquepts 10%.

Los suelos Pachic Melanudands (perfil R-01) se encuentran en los relieves de lomas cubiertas por cenizas volcánicas y caracterizados por presentar un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 60 cm de espesor es de color negro, textura franco arcillosa,

estructura en bloques fuertes; el horizonte B es de color pardo, pardo amarillento y pardo fuerte texturas franco arcillo arenosa y arcillosa; el C es de color amarillo y pardo fuerte y textura arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por contenidos altos de aluminio, bien drenados; tienen reacción química muy fuertemente ácida y moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta a moderada, saturación de bases muy baja y fertilidad natural moderada (Figura 42).



FIGURA 42. Perfil de suelo Pachic Melanudands. Obsérvese el horizonte A con un espesor de 60 cm (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Humic Dystrudepts (perfil PB-28) se encuentran en lomas, presentan un perfil tipo A-B-C. El horizonte A tiene un espesor de 48 cm, color negro, textura franca a franco arcillosa, estructura en bloques subangulares moderada a fuerte; el B es de color pardo a pardo oscuro, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares débiles; el C es de color pardo amarillento con textura arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles muy altos de aluminio, bien drenados, alta capacidad catiónica de cambio, reacción muy fuerte a extremadamente ácida, baja saturación de bases, saturación de aluminio de cambio mayor de 80% entre 18 y 150 cm de profundidad.

Los suelos Typic Hapludands (perfil B-16) se encuentran en relieves de lomas de laderas irregulares y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 65 cm, color gris muy oscuro y negro, textura franco arcillo arenosa; el B es de color pardo rojizo y textura arcillosa; el horizonte C es de color rojo amarillento y manchas rojizas con textura arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados, de reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta y saturación de aluminio de cambio mayor del 70% entre los 20 y 80 cm de profundidad. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Andic Dystrudepts (perfil B-100) se encuentran en las cimas de los tipos de relieve de lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A es de 62 cm de espesor, de color negro y gris muy oscuro, texturas arenosa y franco arenosa; el horizonte C es de color pardo amarillento claro con manchas pardo amarillentas, rojo amarillentas y blancas con textura franco arenosa. Son suelos muy profundos, bien drenados, de reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónica muy alta en el horizonte A y muy baja en el C y saturación de aluminio intercambiable mayor del 60%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil B-151) se encuentran en los relieves de lomas y glacis y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - BC. El horizonte A tiene 35 cm de espesor, color pardo oscuro, gris muy oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, de textura franco arcillosa; el horizonte B es de color pardo fuerte con manchas grises parduscas claras y textura arcillosa; el BC tiene un color pardo fuerte con manchas litocrómicas rojo amarillentas y grises claras con textura similar a la anterior. Son suelos muy profundos, bien drenados, de reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónica muy alta a alta y saturación de aluminio intercambiable mayor de 70%. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Fluventic Dystrudepts (perfil B-153) se encuentran en los vallecitos intermontanos y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 20 cm de espesor, color pardo y textura franco arcillosa; el horizonte B similar al anterior horizonte; el C es de color pardo oscuro y gris con textura arenosa franca. Son suelos profundos limitados por material heterométrico aluvial y moderadamente bien drenados; tienen reacción química muy fuerte a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada antes de los 50 cm de profundidad, altos contenidos de calcio y magnesio y saturación de bases baja. La fertilidad natural es moderada.

Las bajas temperaturas, las heladas, las fuertes pendientes y la fertilidad baja de la mayoría de los suelos, permiten clasificarlos en pendientes menores del 25% en la clase IV y los de pendientes mayores del 25% en la clase VI. La mejor utilización es la ganadería extensiva y los cultivos de papa con variedades precoces, previendo las heladas que son frecuentes en la región.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

AHVd: fase topográfica fuertemente inclinada.

AHVdI: fase topográfica fuertemente inclinada, erosión ligera.

AHVe: fase topográfica fuertemente quebrada.

AHVeI: fase topográfica fuertemente quebrada, erosión ligera.

AHVfI: fase topográfica moderadamente escarpada.

3.2.2.3 Asociación Vertic Haplustalfs – Andic Dystrustepts. Símbolo AMV.

La asociación de estos suelos se localiza en jurisdicción de los municipios de Tunja, Viracachá, Toca, Tuta, Arcabuco, Oicatá, Soracá, Cómbita, Paipa y Sotaquirá, entre los 2600 y 2800 m.s.n.m; en clima frío seco caracterizado por tener una temperatura media anual

de 16°C y una precipitación promedio anual entre 500 y 1000 mm, lo cual, según Holdridge, corresponde a la zona de vida ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

Los suelos se han originado a partir de rocas sedimentarias clásticas arenosas y arcillosas recubiertas en sectores con capas de ceniza volcánica, en relieves de vigas, lomas y glacis. La topografía es de fuertemente ondulada a moderadamente escarpada, con pendientes 12 a 75%; se presentan algunos procesos de escurrimiento difuso y concentrado, en grado ligero y moderado (Figura 43).



FIGURA 43. Suelos de relieves de Lomas y Glacis, afectados por escurrimiento difuso en grado moderado e intensamente cultivados con papa, trigo, cebada. (R. Álvarez B., 2000).

La vegetación boscosa ha sido talada y reemplazada por pastos naturales (falso poa y kikuyo), cultivos de papa, trigo, cebada, avena, maíz, haba y rastrojo.

La Asociación está integrada por Vertic Haplustalfs 45%, Andic Dystrustepts 35% e inclusiones de Pachic Haplustands 20%.

Los suelos Vertic Haplustalfs (perfil PB-35A) se encuentran en el relieve de glacis y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - Bt. El horizonte A presenta 20 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte Bt tiene un espesor de 110 cm, subdividido por color, de pardo oscuro a rojo amarillento con cutanes de color pardo grisáceo muy oscuro y texturas arcillosas. Son suelos superficiales, limitados por horizonte argílico, bien drenados, de reacción química muy fuerte a moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a alta y saturación de bases moderada a alta. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Andic Dystrustepts (perfil R-02) se encuentran en los tipos de relieve de lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 58

cm de espesor; color pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte B es de color pardo y rojo amarillento con textura franco arcillo arenoso; el C es de color rojo amarillento y textura arcillosa. Son suelos profundos y bien drenados; tienen reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta a muy alta, saturación de bases baja a muy baja y fertilidad natural moderada (Figura 44).

Los suelos Typic Haplustands (perfil B-2) se encuentran en relieves de lomas, en laderas irregulares y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B. El horizonte A es de 60 cm de espesor, color negro y textura franco arenosa; el B, es de color pardo amarillento oscuro y textura franco arcillo arenosa y franco arenosa. Son suelos muy superficiales, bien drenados, de reacción química muy fuerte a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta, saturación de aluminio de cambio mayor del 70% en los dos primeros horizontes y fertilidad natural baja.



FIGURA 44. Perfil de suelos Andic Dystrustepts con un horizonte A, de un espesor de 58 cm (R. Álvarez B., 2000)

Los suelos Humic Dystrustepts (perfil PB-39) se encuentran en las cimas del relieve de lomas y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A muestra 80 cm de espesor, color pardo muy oscuro y negro, y textura franco arenosa; el horizonte B es de color pardo amarillento y textura franco arenosa; el C es de color amarillo y textura arenosa franca. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados; tienen reacción química muy fuerte a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada y saturación de aluminio de cambio mayor del 70% en los tres primeros horizontes. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Lithic Ustorthents (perfil PB-38) se encuentran en las laderas intermedias del relieve de lomas y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - R. El horizonte A es de 18 cm de espesor, de color pardo grisáceo muy oscuro y textura arcillosa gravilosa; el R está constituido por areniscas. Son suelos muy superficiales limitados por arenisca, bien drenados, de reacción química moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada y fertilidad natural alta.

Los suelos Aerico Endoaquepts (perfil PB-24) se encuentran en los vallecitos intermontanos y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 24 cm de espesor, color gris con manchas pardo rojizas con textura franco arcillosa y arcillosa; el horizonte B tiene colores pardo a pardo fuerte, pardo grisáceo muy oscuro y gris oliva, con texturas arcillosas; el C es de color gris y textura arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por nivel freático, pobremente drenados, de reacción química fuerte a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a alta, saturación de bases moderada y fertilidad natural alta.

Las fuertes pendientes, la susceptibilidad a la erosión y la fertilidad baja en la mayoría de los suelos, permite incluir en la clase IV a los que se encuentran en relieves con pendientes menores del 25%; en la clase VI a los que se encuentran en pendientes entre 25 y 50% y en la clase VII a los de pendientes mayores del 50%. Su aprovechamiento más indicado es en cultivos de papa, trigo, cebada y hortalizas con sistema de riego de aspersión y en ganadería extensiva con pasto kikuyo.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases:

AMVd1: fase topográfica moderadamente quebrada y erosión ligera.

AMVe2: fase topográfica fuertemente quebrada y erosión moderada.

AMVf1: fase topográfica moderadamente escarpada y erosión ligera.

3.2.2.4 Consociación Fluventic Haplustolls. Símbolo AMH.

La unidad se presenta en los municipios de Siachoque y Toca, entre los 2700 y 2800 m.s.n.m., en un clima frío seco, caracterizado por tener una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual inferior a 1000 mm; según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos, gravigénicos e hidrogravigénicos, en relieves de vallecitos ligeramente planos, con pendientes menores del 3% y afectados por un nivel freático alto.

Están actualmente aprovechados con pastos naturales y mejorados con cultivos de subsistencia como la papa, el maíz y la cebada.

La unidad la constituyen los suelos Fluventic Haplustolls 80% e inclusiones de Fluvaquentic Endoaquepts 20%.

Los suelos Fluventic Haplustolls (perfil 691) se encuentran en vallecitos, muestran un perfil con horizontes A-B-C. El horizonte A presenta un espesor de 45 cm, color pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques moderada; el B es de color pardo oscuro con película parda, textura franco arenosa, estructura en bloques moderada; el C está constituido por una capa de cascajo y arena. Son suelos profundos, bien drenados, baja a mediana capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, reacción moderadamente ácida.

Los suelos Aerico Endoaquepts (perfil PB-15) se encuentran en los vallecitos y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 18 cm de espesor, color gris con manchas pardo rojizas, textura franco arcillosa; el horizonte B es de color gris con manchas rojo amarillentas y textura franco arcillosa; el C es de color gris con manchas rojas y textura franco arcillosa. Son suelos muy superficiales limitados por nivel freático alto, pobremente drenados, de reacción química muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada, saturación de bases moderada a alta y fertilidad natural moderada.

La escasez de lluvias y la superficialidad de la zona radicular, permiten clasificar los suelos en la clase agrológica III por su capacidad de uso. Su mejor aprovechamiento es con pastos naturales y mejorados.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

AMHa: Fase topográfica plana.

3.2.3 Suelos del Paisaje de Lomerío

Los suelos de Lomerío se localizan al pie del paisaje de Montaña en altitudes entre 200 y 500 metros, en climas cálido húmedo y muy húmedo, correspondiente a la zona de vida de bosque húmedo Tropical (bh-T). Al sureste de la quebrada Velásquez, la pluviosidad promedia anual llega a ser superior a los 4000 mm y la zona de vida corresponde al bosque muy húmedo Tropical (bmh-T).

El paisaje de Lomerío formado por movimientos en masa, disección y/o tectonismo ha dado origen a relieves de lomas denudativas y vallecitos. (Figura 45).

Los tipos de relieve de lomas, principalmente, muestran una topografía ondulada simétrica, con pendientes menores del 50%, constituidas por depósitos aluvio-coluviales areno-arcillosos de edad terciaria. Los suelos allí formados han sido afectados fundamentalmente por procesos de escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado, lográndose una evolución genética moderada.

Los relieves de vallecitos muestran una topografía ligeramente plana y están constituidos por depósitos superficiales clásticos, gravigénicos e hidrogénicos de origen aluvial y coluvial.

En la mayoría del área, la explotación de los suelos es de ganadería extensiva utilizando pastos naturales y mejorados (puntero, india, buffel, alemán y yaraguá) y cultivos de subsistencia.

En el paisaje de Lomerío se delimitaron dos (2) unidades cartográficas, identificadas en el mapa con los siguientes símbolos. (Tabla 21):

TABLA 21. Clima y Símbolos de unidades cartográficas en el paisaje de Lomerío.

CLIMA	SÍMBOLO
Cálido	LVD
Húmedo	LVG



FIGURA 45. Suelos del Paisaje de Lomerío, en relieves de vallecitos y lomas, explotados en ganadería extensiva (R. Álvarez B., 2000).

3.2.3.1 Asociación Oxic Dystrudepts - Typic Udorthents - Typic Endoaquepts. Símbolo LVD.

Los suelos de esta unidad se localizan en el municipio de Puerto Boyacá a una altitud de 200 metros, en un clima cálido húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual entre 2000 y 4000 milímetros, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T).

Los materiales que han dado origen a los suelos corresponden a la formación geológica La Mesa del terciario superior, caracterizada por arenas, tobas andesíticas, lentejones de conglomerados, cantos redondeados, guijarros gruesos de areniscas y limolitas. La topografía es fuertemente quebrada, con pendientes 25 - 50%; en esta unidad se manifiestan procesos erosivos de escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado y pequeñas áreas se encuentran afectadas por una erosión severa a muy severa. En la actualidad los suelos cubiertos de pastos (puntero, alemán, buffel, india) y rastrojos.

La asociación está integrada 50% por suelos Oxic Dystrudepts 35%, Typic Udorthents 10%, Typic Endoaquepts y 5% en inclusiones de Typic Eutrudepts.

Los suelos Oxic Dystrudepts (perfil P-1317) se encuentran en las laderas intermedias de los relieves de lomas y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El

horizonte A con 23 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arenosa gravilosa; el horizonte B tiene colores pardo grisáceo oscuro y pardo oscuro con textura franco arcillo arenosa gravilosa; el C es de colores pardo rojizo, rojo amarillento, pardo y blanco y texturas franco arcillosa gravilosa y arcillosa. Son suelos muy profundos, bien drenados; de reacción química fuerte a muy fuertemente ácida y, a partir de los 23 cm de profundidad, extremadamente ácida; capacidad de intercambio catiónico baja y saturación de bases alta a baja. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Udorthents (perfil P-I425) se encuentran en las cimas de los relieves de lomas y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene 33 cm de espesor, color pardo oscuro, texturas franco arenosa y franco arenosa gravilosa; el horizonte C es de colores pardo, pardo amarillento oscuro y gris muy oscuro, además, se subdivide por texturas en franco arenosa gravilosa y franco arcillo arenosa. Son suelos profundos y bien drenados; tienen reacción química ligeramente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja y saturación de bases alta a muy alta. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Typic Endoaquepts (perfil PJ-I46) se encuentran en los vallecitos y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A presenta 12 cm de espesor, color pardo muy oscuro y textura arenosa franca; el horizonte B es de color gris y gris oscuro con manchas pardo rojizas y pardo amarillentas, texturas franco arenosa y franco arcillo arenosa; el C es de color gris oscuro con manchas pardo fuertes y textura franco arcillo arenosa. Son suelos muy superficiales, limitados por nivel freático alto, pobremente drenados; reacción química fuertemente ácida a neutra, capacidad de intercambio catiónico baja; la relación calcio/magnesio es invertida, la saturación de bases es alta y la fertilidad natural es moderada.

Los suelos Typic Eutrudepts (perfil PJ-I257) se encuentran en las laderas inferiores del relieve de lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 18 cm de espesor, color gris oscuro y textura franco arenosa gravilosa; el horizonte B es de color pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arenosa gravilosa; el C es de color pardo a pardo oscuro con textura franco arcillo arenosa gravilosa. Son suelos muy profundos, bien drenados, de reacción química moderada a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónica baja y saturación de bases moderada a alta. La fertilidad natural es moderada.

La erosión hídrica en grado moderado y relieves con pendientes hasta del 50%, permite incluirlos en la clase VI por capacidad de uso. Se recomiendan los sistemas combinados agrícolas, pecuarios y forestales (Agroforestería), evitando así, el deterioro de los suelos.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

LVD2: fase topográfica fuertemente quebrada y erosión moderada.

3.2.3.2 Asociación Typic Eutrudepts -Typic Dystrudepts - Fluventic Eutrudepts. Símbolo LVG

Los suelos de esta asociación se localizan en el municipio de Puerto Boyacá a una altitud de 200 metros, en clima cálido húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedia anual que varía entre 2000 y 4000 mm, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T). Al

sureste de la quebrada Velásquez, la pluviosidad promedia anual llega a ser superior a los 4.000 mm y la zona de vida corresponde al bosque muy húmedo Tropical (bmh-T).

Los materiales que han dado origen a los suelos allí presentes corresponden a areniscas con intercalaciones de arcillolitas, conglomerados y localmente rocas piroclásticas. La topografía es fuertemente quebrada, con pendientes 25-50%; en dicha unidad se manifiestan procesos erosivos de escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado y pequeñas áreas con erosión severa a muy severa. En la actualidad los suelos se encuentran cubiertos de pastos (puntero, alemán, buffel, india), rastrojos y cultivos de subsistencia.

La Asociación está integrada por Typic Eutrudepts 40%, Typic Dystrudepts 40%, Fluventic Eutrudepts 10% e inclusiones de Typic Udorthents y Oxic Dystrudepts 10%.

Los suelos Typic Eutrudepts (perfil PJ-137) se encuentran en las cimas de las lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A presenta 14 cm de espesor, color pardo oscuro y textura franca; el horizonte B es de color pardo amarillento y textura franco arenosa; el C es de color gris y gris pardusco claro, amarillo oliva y rojo, texturas franco arenosa y arenosa franca a partir de los 135 cm de profundidad. Son suelos moderadamente profundos, limitados por tobas y areniscas compactas, bien drenados, de reacción química muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada y saturación de bases muy alta. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PJ-145) se encuentran en las laderas medias del relieve de lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 21 cm de espesor, color pardo amarillento oscuro con textura franco arcillosa; el horizonte B es de color pardo amarillento y pardo amarillento oscuro y textura arcillosa; el C es similar al anterior. Son suelos moderadamente profundos, limitados por capa de piedra y gravilla y bien drenados; tienen reacción química muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada y saturación de aluminio de cambio mayor del 80%. La fertilidad natural es muy baja.

Los suelos Fluventic Eutrudepts (perfil P-1509) se encuentran en relieves de vallecitos y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B. El horizonte A con 100 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro, texturas arenosa y arenosa franca; el horizonte B es de color gris rojizo y gris con moteos rojo sucio y pardo rojizo oscuro con textura franco arcillo arenosa. Son suelos profundos, moderadamente bien drenados, de reacción química moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada, saturación de bases alta a muy alta y fertilidad natural moderada.

Los suelos Typic Udorthents (perfil P-1395) se encuentran en las cimas de los relieves de lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene 6 cm de espesor, color gris muy oscuro y textura arenosa franca gravilosa; el horizonte C es de color pardo amarillento oscuro y textura franco arcillo arenosa gravilosa. Son suelos muy superficiales, limitados por capas de piedra, grava y arena, bien drenados; tienen reacción química moderada a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada y saturación de bases muy alta en el primer horizonte y baja en el segundo. La fertilidad natural es moderada.

Los suelos Oxic Dystrudepts (perfil PJ-140) se encuentran en las laderas medias de las lomas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte

A presenta 22 cm de espesor; color pardo grisáceo muy oscuro y textura franco arenosa gravilosa; el B es de color gris oscuro y pardo amarillento claro y texturas arcillosa gravilosa y arcillosa; el horizonte C es de color blanco, pardo rojizo oscuro y gris muy oscuro con textura arcillosa. Son suelos profundos, limitados por capas de piedra y grava, bien drenados, de reacción muy fuerte a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada, saturación de bases moderada a alta y fertilidad natural baja.

La erosión hídrica en grado moderado, laderas con pendientes hasta del 50% y fertilidad moderada en la mayoría de los suelos, permiten ubicarlos en la clase VI por capacidad de uso. El mejor uso para estas tierras es el establecimiento de sistemas agroforestales, en donde se combinan actividades agrícolas, pecuarias y forestales. Existen pequeñas zonas más planas con capacidad agrológica para cultivos exclusivamente.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

LVGe2: Fase topográfica fuertemente quebrada y erosión moderada.

3.2.4 Suelos del Paisaje de Valle

El paisaje de Valle está enmarcado principalmente entre paisajes de Montaña y de Lomerío, presentándose en diferentes regiones del departamento, en forma de superficies planas a ligeramente onduladas, alargadas y generalmente amplias, atravesadas longitudinalmente por ríos como el Magdalena, Suárez, Chicamocha, Upía, Margua y Cobaría, en altitudes entre los 200 y los 2500 metros, en climas cálido húmedo y muy húmedo y frío húmedo y seco, correspondientes a las zonas de vida ecológica de bosque húmedo y muy húmedo Tropical (bh-T y bmh-T) y bosque húmedo y seco Montano Bajo (bh-MB y bs-MB).

Los tipos de relieve dominantes en este paisaje corresponden a planos de inundación activos de ríos meándricos, a terrazas agradacionales de primer nivel (terrazas recientes) y de segundo nivel (terrazas antiguas). Los primeros tipos de relieves corresponden a orillares, islotes y vegas constituidos por acumulaciones de materiales transportados por los cauces naturales de los ríos; presentan topografía ligeramente plana, con pendientes menores del 3%. Los relieves de terrazas de primer nivel se han formado por el encisamiento de los ríos y están constituidas por materiales aluviales, estando expuestas a permanecer encharcadas por largos períodos durante el año. Las terrazas de segundo nivel son de poca extensión y se encuentran afectadas por escurrimiento difuso en grado ligero, mostrándose en sectores ligeramente disectados y alcanzando una inclinación hasta del 7%.

Los suelos están dedicados a explotaciones de ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados, a cultivos comerciales de hortalizas, arroz y a cultivos de subsistencia.

En el paisaje de valle se delimitaron diez (10) unidades cartográficas, distribuidas en diferentes climas ambientales, identificadas en el mapa de suelos con los siguientes símbolos (Tabla 22):

TABLA 22. Clima y Símbolos de unidades cartográficas del paisaje de Valle.

CLIMA	SÍMBOLO
Frío húmedo	VLA
Frío seco	VMA, VMB
Cálido muy húmedo	VUI, VUK, VUO
Cálido húmedo	VVA, VVB, VVC, VVD

3.2.4.1 Asociación Fluventic Dystrudepts - Vertic Dystrudepts - Aquic Melanudands. Símbolo VLA.

Esta unidad se encuentra localizada en los municipios de Chiquinquirá y San Miguel de Sema a más de 2.000 m.s.n.m; encontrándose en un clima frío húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual de 1500 mm, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

El tipo de relieve dominante de estos suelos es de a una terraza agradacional de primer nivel (terracea reciente), originada a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, mixtos aluviales, del río Suárez y de ceniza volcánica en algunos sectores. La topografía es ligeramente plana con pendientes menores del 3%; los suelos se encuentran afectados por encharcamientos de poca duración.

Su uso actual es en ganadería con pastos kikuyo, ray grass, carretón y cultivos de subsistencia (Figura 46).

La Asociación está conformada por Fluventic Dystrudepts 30%, Vertic Dystrudepts 30%, Aquic Melanudands 30% e inclusiones de Fluvaquentic Endoaquolls y Typic Palehumults 10%.

Los suelos Fluventic Dystrudepts (perfil PJ-85) se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 15 cm de espesor, color pardo oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte B es de color pardo amarillento oscuro y gris oscuro con manchas pardo rojizas oscuras y texturas franco arcillosa y arcillosa; el C es de color gris oscuro y rojo amarillento, texturas franco arcillo arenosa y franco arcillosa. Son suelos muy profundos, moderadamente bien drenado, tienen moderados contenidos de carbón orgánico, la reacción química es muy fuertemente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es alta y la saturación de aluminio de cambio es mayor del 60%. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Vertic Dystrudepts (perfil PJ-86), se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con un espesor de 10 cm, color pardo grisáceo muy oscuro y textura franca; el horizonte B es de color pardo grisáceo muy oscuro y gris oscuro con manchas rojizas, texturas franco arcillosa y arcillosa; el C es de color pardo fuerte y pardo grisáceo con textura arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por fluctuaciones del nivel freático e imperfectamente drenados; tienen contenidos muy altos de carbón orgánico, la reacción química es moderada a fuertemente ácida, su capacidad de intercambio catiónico es moderada a alta y la saturación de bases es alta a baja. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Aquic Melanudands (perfil PJ-87) se encuentran desarrollados principalmente a partir de ceniza volcánica y presentan un perfil modal de tipo A - BC - C. El horizonte A con 42 cm de espesor, colores pardo amarillento oscuro y pardo muy oscuro con manchas rojo amarillentas y textura arcillosa; el horizonte BC es de colores negro y pardo

grisáceo con manchas rojo amarillentas, texturas arcillosa y franco arcillo arenosa; el C es de color pardo con manchas pardo grisáceo muy oscuras y textura franco arcillo arenosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por fluctuaciones del nivel freático e imperfectamente drenados, con altos contenidos de carbón orgánico, reacción química fuerte a moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta, saturación de bases moderada a baja y la fertilidad natural es alta.

Los suelos Fluvaquentic Endoaquolls (perfil PJ-90) tienen un perfil modal de nomenclatura A - BC - C. El horizonte A tiene 46 cm de espesor, color gris muy oscuro y negro y texturas franco arcillo arenosa y arcillosa; el BC es de color gris con manchas negras y pardo muy pálidas y textura arcillosa; el horizonte C es de color amarillo oliva y gris con manchas pardo oliva claras, texturas arcillosa y franco arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por fluctuaciones de nivel freático e imperfectamente drenados; tienen contenidos altos de carbón orgánico hasta una profundidad de 50 cm; reacción química fuertemente ácida a ligeramente ácida y, a partir del segundo horizonte, es neutra; capacidad de intercambio catiónico muy alta y una saturación de bases alta a muy alta. Presenta una fertilidad natural alta.



FIGURA 46. Suelos del Paisaje de Valle en clima frío húmedo, explotados en ganadería con pastos kikuyo, ray grass y carretón (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Typic Palehumults (perfil PJ-92) presentan un perfil modal de nomenclatura A - Bt - C. El horizonte A con 53 cm de espesor, color negro, texturas franco arcillosa y arcillosa; el horizonte Bt es de colores pardo amarillento y pardo grisáceo con cutanes negros y textura arcillosa muy fina; el C es de color gris pardusco claro y pardo fuerte con manchas pardo pálidas y textura arcillosa (contenidos de arcilla mayores del 60%). Son suelos moderadamente profundos, limitados por horizonte argílico y nivel freático fluctuante e imperfectamente drenados; tienen contenidos muy altos de carbón orgánico hasta una

profundidad de 53 cms, reacción química muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta a moderada y la saturación de bases es baja a alta. La fertilidad natural es moderada.

Las fluctuaciones del nivel freático y los frecuentes encharcamientos, permiten que estos suelos se incluyan en la clase IV por capacidad de uso. Los cultivos de hortalizas con riego, son los más indicados para el mejor aprovechamiento de los suelos.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VLAa: Fase topográfica plana.

3.2.4.2 Asociación Fluventic Haplustepts - Udertic Haplustepts - Typic Dystrustepts. Símbolo VMA.

Los suelos de esta unidad se localizan en los valles de Samacá - Cucaita, Paipa, Sogamoso - Firavitoba, Belén, a una altitud de 2500 metros; esta unidad se encuentra en un clima frío seco, caracterizado por tener una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual inferior a 1000 mm, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

El tipo de relieve dominante de estos suelos corresponde a una terraza agradacional de primer nivel (terrace reciente), originada a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos y mixtos aluviales de los ríos Chicamocha, Pesca y Samacá. La topografía es plana, con pendientes 1-3% y encharcamientos frecuentes en la unidad.

Actualmente se explotan con pastos kikuyo, carretón, ray grass y cultivos de maíz, frijol, cebada, trigo, papa, hortalizas, cebolla y arveja. (Figura 47).

La Asociación la integran los suelos Fluventic Haplustepts 30%, Udertic Haplustepts 30%, Typic Dystrustepts 30% e inclusiones Fluvaquentic Endoaquolls y Typic Argiustolls 10%.

Los suelos Fluventic Haplustepts (perfil PB-41) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene un espesor de 20 cm, color pardo a pardo oscuro y textura arcillosa; el horizonte B es de color gris muy oscuro y textura franco arcillosa muy fina; el C es de color pardo oscuro y gris muy oscuro y textura franco arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por capa de piedra y moderadamente bien drenados; tienen reacción química moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada, altos contenidos de calcio, la saturación de bases es moderada a alta y la fertilidad natural es moderada.

Los suelos Udertic Haplustepts (perfil J-27) se caracterizan por presentar un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con espesor de 17 cm, color gris muy oscuro y textura franco arcillosa; el B es de color gris muy oscuro y textura arcillosa; el C es de color pardo amarillento y gris oscuro con textura franco arcillo arenosa. Son suelos profundos, moderadamente bien drenados, de reacción química ligera a moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónico moderada a alta, muy altos contenidos de calcio, saturación de bases muy alta y fertilidad natural alta.

Los suelos Typic Dystrustepts (perfil J-37A) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 10 cm de espesor, color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es pardo amarillento con manchas pardo rojizas oscuras y pardo pálidas con textura franco arcillosa; el C es de color amarillo pardusco con manchas pardo

pálidas y textura franca. Son suelos moderadamente profundos, limitados por capa de cascajo y gravilla e imperfectamente drenados; tienen muy altos contenidos de carbón orgánico hasta una profundidad de 10 cms, la reacción química es muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta a alta, saturación de aluminio de cambio mayor del 90% a partir de los 10 cm de profundidad y una fertilidad natural baja.

Los suelos Fluvaquentic Endoaquolls (perfil 282) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C - Cr. El horizonte A tiene 27 cm de espesor, color pardo oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte B es de color gris oscuro con manchas pardo amarillentas y textura franco arenosa; el C es gris oscuro con manchas pardo rojizas oscuras y textura franca. Son suelos muy superficiales, limitados por nivel freático alto, pobremente drenados, de reacción química ligeramente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada y saturación de bases muy alta en los dos primeros horizontes. La fertilidad natural es moderada.



FIGURA 47. Suelos del Paisaje de Valle en clima frío seco, topografía plana con pendientes 1-3%, explotados actualmente con cultivos de papa, cebolla y arveja (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Calcicic Haplustalfs (perfil PB-18) se localizan en relieves de glaciares, presentan un perfil de nomenclatura A - Bt - C. El horizonte A con un espesor de 19 cm, color pardo oscuro y textura arcillosa; el Bt es de color pardo fuerte con cutanes pardo grisáceo muy oscuro y textura arcillosa; el horizonte C es rojo amarillento y gris, de textura franco arcillosa. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados, de reacción química ligeramente ácida a ligeramente alcalina; la capacidad de intercambio catiónico es muy alta y la saturación de bases es alta. La fertilidad natural es alta.

La escasez de lluvias y la susceptibilidad a encharcamientos periódicos permiten ubicar estos suelos en la clase IV por capacidad de uso. Estos suelos con obras de drenaje, aplicación de enmiendas y fertilizantes, pueden utilizarse en el cultivo de hortalizas.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VMAa: fase topográfica plana.

3.2.4.3 Asociación Vertic Endoaquepts - Typic Haplohemists. Símbolo VMB.

La unidad se localiza en los valles del río Chicamocha, sector Paipa – Sogamoso y del río Suárez, sector San Miguel de Sema – Chiquinquirá, en una altura aproximada de 2500 m.s.n.m; clima frío seco caracterizado por tener una temperatura media anual de 16°C y una precipitación promedio anual inferior a 1000 milímetros, lo cual, según Holdridge, corresponde a la zona de vida ecológica de bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

Los suelos se sitúan en una terraza agradacional de primer nivel (terrace reciente), frecuentemente encharcable, originada a partir de depósitos superficiales clásticos, hidrogénicos mixtos aluviales, transportados por los ríos Chicamocha y Suárez, La topografía es plana, con pendientes 0-1% y encharcamientos de corta duración. En el área de la unidad se encuentran zonas salinas, salino-sódicas y sódicas.

La vegetación natural corresponde a enea, verdolaga, lengua de vaca, verbena, bleo, cerraja, rábano y junquillo. Las explotaciones agrícolas hacen referencia a cultivos de papa, trigo, maíz y cebada, intercalados con pastos kikuyo y ray grass (Figura 48).

La Asociación está constituida por suelos Vertic Endoaquepts 50%, Hydric Haplohemists 40% e inclusiones de Aquic Haplustepts y Typic Dystrustepts 10%.

Los suelos Vertic Endoaquepts (perfil PB-27) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B. El horizonte A es de 27 cm de espesor; color gris oscuro con manchas gris rojizo oscuras y textura arcillosa; el horizonte B es de color gris oscuro y rojo amarillento con manchas pardo fuertes y textura arcillosa. Son suelos superficiales, limitados por arcillas muy finas y nivel freático alto, pobremente drenados, reacción química extremadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico alta y saturación de aluminio de cambio mayor del 60%, a partir de los 25 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Hydric Haplohemists (perfil J-28) presentan un perfil modal de nomenclatura Oe_1 - Oe_2 . El horizonte Oe_1 es de 25 cm de espesor; color gris muy oscuro con manchas gris a gris claras y textura de material orgánico; el horizonte Oe_2 con un espesor de 45 cm, color negro con manchas pardo rojizas oscuras y textura de material orgánico. Son suelos muy superficiales, limitados por nivel freático alto, muy pobremente drenados, de reacción química moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónico muy alta y contenidos muy altos de calcio, magnesio y potasio. La Fertilidad natural es baja.



FIGURA 48. Suelos del Paisaje de Valle en clima frío seco, de topografía plana, bordeando la laguna de Tota y explotados principalmente con cultivos de cebolla (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Aquic Haplustepts (perfil J-29) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 10 cm de espesor, color pardo a pardo oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte B presenta colores gris oscuro y gris con manchas rojo amarillentas, texturas arcillosa, franca y franco arcillosa; el C es de color pardo, gris, gris pardusco claro y rojo amarillento y textura franco arenosa. Son suelos moderadamente profundos y moderadamente bien drenados; tienen reacción química moderadamente alcalina a neutra, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada, contenidos muy altos de calcio y una fertilidad natural alta.

Los suelos Typic Dystrustepts (perfil 802A) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 20 cm de espesor, color pardo oscuro y textura franco arcillosa; el horizonte B presenta colores pardo amarillento, pardo y pardo rojizo con manchas negras, además, se subdivide en texturas franco arcillosa y franco arcillo arenosa; el C es de color pardo rojizo con manchas negras y textura franca gravillosa. Son suelos profundos y moderadamente drenados; tienen reacción química moderadamente ácida a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja, saturación de bases alta a baja y fertilidad natural baja.

La susceptibilidad a encharcamientos prolongados y la baja fertilidad en la mayoría de los suelos permiten ubicarlos en la clase V por capacidad de uso. Actualmente el mejor aprovechamiento de los suelos es en ganadería semi-intensiva e intensiva con pastos naturales y mejorados. Se debe evitar el pastoreo en épocas de lluvia a fin de controlar la degradación de las propiedades físicas por el excesivo pisoteo.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase taxonómica:

VMBa: fase topográfica plana.

3.2.4.4 Complejo Misceláneo de Arena - Fluventic Dystrudepts. Símbolo VUI

La unidad se localiza en el municipio de Cubará a una altura aproximada de 400 m.s.n.m; en un clima cálido muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual inferior a 8000 mm, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque muy húmedo Tropical (bmh-T).

Los suelos se sitúan en un plano de inundación activo, correspondiente a islotes y vegas, originados de depósitos superficiales clásticos, hidrogénicos mixtos aluviales, transportados por los ríos Margua y Cobaría. La topografía es plana, con pendientes 1 - 3%, afectados en algunos sectores por acumulaciones de arena.

La vegetación que se encuentra es de rastrojo de tipo arbustivo como caña brava, caña agria, yarumo, platanillo, cámbulo y guamo.

La unidad la integra en un 60% el Misceláneo de Arena y en un 40% los suelos Fluventic Dystrudepts.

Las tierras Misceláneo de Arena constituyen islotes expuestos permanentemente a ser arrastrados por las corrientes de los ríos; no se alcanzan a formar suelos en ellos y no sostienen ningún tipo de vegetación.

Los suelos Fluventic Dystrudepts (perfil PBC-3) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 5 cm de espesor, color pardo a pardo oscuro con manchas rojo amarillentas y textura franca; el horizonte B es de color rojo amarillento y textura franca; el C es de color rojo amarillento y pardo fuerte, texturas franco arenosa, arenosa gravilosa y a partir de los 50 cm de profundidad, se presentan bloques redondeados y arena. Son suelos superficiales, limitados por capas de cantos redondeados y arena, moderadamente bien drenados, de reacción química fuerte a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja, saturación de bases moderada y fertilidad natural baja.

La baja fertilidad y la concentración de piedra por sectores, permiten incluir los suelos en la clase IV por capacidad de uso, quedando el misceláneo de arena en la clase V. Actualmente el mejor aprovechamiento de los suelos es en ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VUIax: fase ligeramente plana e inundabilidad corta.

3.2.4.5 Asociación Typic Udifluents - Fluvaquentic Endoaquepts - Typic Udipsamments. Símbolo VUK.

La Asociación se presenta en los municipios de Cubará, San Luis de Gaceno, Páez y Campo Hermoso a una altitud de 400 metros sobre el nivel del mar, en un clima cálido muy húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación

promedio anual inferior a los 6000 mm, lo cual, según Holdridge, corresponde a la zona de vida ecológica de bosque muy húmedo Tropical (bmh-T).

Los suelos se localizan en una terraza agradacional (terrace reciente), originada a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, mixtos aluviales, transportados por los ríos Margua, Cobaría y Upía. La topografía es ligeramente plana, con pendientes 1-3%; algunos sectores se encuentran afectados por fragmentos de roca en superficie y dentro del perfil.

La escasa vegetación presente en la zona está representada por árboles maderables como cabo de hacha, guarataro, cabello de angel, lanzo, palma de ceje, gualanday, guamo, lanzo, cañaguato y tuno; también hay cultivos de subsistencia y pastos naturales y mejorados (Figura 49).

La Asociación está constituida por Typic Udifluvents 40%, Fluvaquentic Endoaquepts 30%, Typic Udipsamments 20% e inclusiones de Aquic Dystrudepts 10%.

Los suelos Typic Udifluvents (perfil PBC-11) presentan un perfil modal de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene un espesor de 10 cm, color pardo amarillento y textura franco arenosa; el horizonte C es de color pardo oscuro, gris y pardo pálido con manchas pardo fuerte, texturas franco arenosa, arenosa franca, a partir de los 80 cm hay una capa de cantos redondeados. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados; reacción química muy fuerte a fuertemente ácida, capacidad de cambio catiónico baja, saturación de bases moderada a alta y fertilidad natural moderada.



FIGURA 49. Suelos del Paisaje de Valle en clima cálido muy húmedo, de topografía plana, con pendientes 0 - 1% y explotados con pasto brachiaria (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Fluvaquentic Endoaquepts (perfil R-04) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - Cg. El horizonte A con un espesor de 10 cm, color pardo oliváceo

y textura franca; el horizonte B es gris, pardo y rojo amarillento, texturas franca y franco arcillosa; el Cg es negro y oliva y su textura es arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por nivel freático fluctuante e imperfectamente drenados; tienen reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja, saturación de bases moderada en el primer horizonte y saturación de aluminio de cambio mayor del 90% a partir del segundo horizonte; la fertilidad natural es baja (Figura 50).

Los suelos Typic Udipsamments (perfil PBC-12) presentan un perfil modal de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene 40 cm de espesor, color gris rosado a gris rojizo su textura arenosa franca; el horizonte C es de color pardo amarillento y textura arenosa franca. Son suelos superficiales, limitados por gruesas capas de arena, bien drenados, de reacción química extremadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy baja, saturación de bases baja y fertilidad natural muy baja.

Los suelos Aquic Dystrudepts (perfil PBC-5) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A muestra 10 cm de espesor, color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa; el horizonte B es de color pardo fuerte con manchas gris claro y rojas, textura franco arenosa; el C es de color rojo amarillento y rojo con manchas blancas a blancas rosadas, textura franco arenosa. A partir de los 100 cm se presenta una capa de cantos redondeados. Son suelos moderadamente profundos, limitados por capas de cantos redondeados e imperfectamente drenados; tienen reacción química muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja, saturación de bases muy baja y fertilidad natural muy baja.



FIGURA 50. Perfil de suelo Fluvaquentic Endoaquepts afectados por fluctuaciones del nivel freático, lo cual se evidencia por colores grises a partir de los 40 cm de profundidad (R. Álvarez B., 2000).

La baja fertilidad y el alto contenido de arena de los suelos permite incluirlos en la clase IV por capacidad de uso. Con adición de fertilizantes e incorporación de residuos vegetales. Estos suelos se pueden explotar con cultivos comerciales.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VUKa: fase topográfica plana.

3.2.4.6 Asociación Typic Dystrudepts - Ruptic Ultic Dystrudepts. Símbolo VUO.

La Asociación se presenta en el municipio de Cubará a una altitud de 400 metros sobre el nivel del mar y dentro de un clima cálido, muy húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual de 6000 milímetros, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque muy húmedo Tropical (bmh-T).

Los suelos se localizan en una terraza agradacional segundo nivel (terracea antigua), originada a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, mixtos aluviales, transportados por los ríos Margua y Cobaría. La topografía es ligeramente ondulada, con pendientes 3-7% y predomina la erosión hídrica laminar.

La unidad se encuentra con una cobertura de cultivos de subsistencia o pastos naturales y mejorados.

La Asociación la integran los suelos Typic Dystrudepts 50%, Ruptic Ultic Dystrudepts 40% e inclusiones de Typic Placorthods 10%.

Los suelos Typic Dystrudepts (perfil PBC-2) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A, tiene 30 cm de espesor, color rojo amarillento y textura arcillosa; el horizonte B es de color rojo amarillento y amarillo rojizo con manchas gris rosadas y textura arcillosa; el C es de color rojo amarillento y manchas gris a gris claro y textura arcillosa. Son suelos muy profundos y moderadamente bien drenados; tienen reacción química extremadamente ácida a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada, saturación de bases muy baja y fertilidad natural muy baja.

Los suelos Ruptic Ultic Dystrudepts (perfil PBC-4) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A, con 10 cm de espesor, color pardo amarillento y textura franco arenosa; el horizonte B presenta colores gris pardusco claro y pardo amarillento con manchas rojas, texturas franco arcillo arenosa y franco arcillosa; el C es de color pardo fuerte y textura franco arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por capas de cantos redondeados, moderadamente bien drenados, de reacción química extremadamente ácida a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada, saturación de bases muy baja y saturación de aluminio de cambio mayor del 75%. La fertilidad natural es muy baja.

Los suelos Typic Placorthods (perfil PBC-8) presentan un perfil modal de nomenclatura A - E - B - C. El horizonte A, tiene 7 cm de espesor, color pardo grisáceo y textura arenosa franca; el horizonte E es de color gris claro y textura franco arenosa; el horizonte B es de color rojo amarillento, rojo y pardo fuerte y textura franco arenosa; el C es de color amarillo rojizo y gris pardusco con manchas amarillo pardusco y texturas franco arenosa y franca.

Son suelos superficiales, limitados por horizonte cementado por hierro y carbón orgánico y moderadamente bien drenados; reacción química muy fuerte a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja, saturación de bases baja a moderada y fertilidad natural muy baja.

La baja fertilidad de los suelos y contenidos de aluminio mayor de 90% permiten ubicarlos en la clase VII por capacidad de uso. Con la adición de cal y fertilizantes pueden ser explotados con cultivos de tipo comercial.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VUObI: fase topográfica ligeramente ondulada y erosión ligera.

3.2.4.7 Complejo Aeríc Fluvaquents - Misceláneo Arenoso. Símbolo VVA

La unidad se presenta en el municipio de Puerto Boyacá a una altitud de 180 metros, en un clima cálido húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual inferior a los 4000 milímetros, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T).

Los suelos se sitúan en un plano de inundación activo, correspondiente a vegas e islotes, originado a partir de depósitos superficiales clásticos, hidrogénicos mixtos aluviales, transportados por el río Magdalena. La topografía es ligeramente plana, con pendientes 1-3%, afectados en algunos sectores por acumulación de arena en superficie.

La vegetación que se encuentra es rastrojo de tipo arbustivo (caña brava, chopo, ceiba, matarratón, yarumo, cortadera, almendro y guásimo); además existen cultivos de sorgo, plátano, maíz y algodón.

La unidad está integrada por los suelos Aeríc Fluvaquents 60%, las tierras Misceláneo de Arena 30% e inclusiones de los suelos Fluvaquentic Eutrudepts 10%.

Los suelos Aeríc Fluvaquents (perfil PJ-124) presentan un perfil modal de nomenclatura A - C - Ab - 2C. El horizonte A tiene 10 cm de espesor, color gris muy oscuro y textura franco arenosa; el horizonte C es de color pardo grisáceo oscuro y gris claro con textura franco arenosa; el horizonte Ab es de color gris oscuro con manchas rojizas y textura franco arcillo limosa; el 2C presenta colores pardo y gris mezclado con rojo oscuro, además, se subdivide por textura en arenosa y franco limosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por capas de arena e imperfectamente drenados; reacción química moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada, saturación de bases muy alta y fertilidad natural moderada.

Las tierras de misceláneo arenoso constituyen islotes expuestos permanentemente a las corrientes del río Magdalena, sin llegar a formar ningún tipo de suelo.

Los suelos Fluvaquentic Eutrudepts (perfil PJ-126) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - Cg. El horizonte A con 10 cm de espesor, color gris oscuro y textura franco limosa; el horizonte B es de color pardo amarillento y pardo grisáceo oscuro con manchas de color gris rojizo oscuro, texturas franca y franco arenosa; el Cg es de color gris oscuro con manchas pardo amarillentas oscuras, texturas franco limosa y arenosa franca. Son suelos superficiales, limitados por fluctuaciones del nivel freático e imperfectamente drenados; tienen reacción química moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónico moderada, saturación de bases muy alta y fertilidad natural moderada.

Las fluctuaciones del nivel freático, los altos contenidos de arena, al igual que el pH alto de los suelos permiten ubicarlos en la clase IV por capacidad de uso, los islotes de los misceláneos arenosos se consideran clase V. Con adición de residuos vegetales y aplicación de productos ricos en azufre, para bajar el pH; estos suelos pueden ser explotados con cultivos comerciales.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VVAax: fase topográfica plana e inundabilidad corta.

3.2.4.8 Asociación Fluventic Eutrudepts - Typic Udorthents - Typic Epiaquents. Símbolo VVB.

La Asociación se presenta en el municipio de Puerto Boyacá a una altitud de 180 metros, en un clima cálido húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual inferior a 4000 mm, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T).

Los suelos se localizan en una terraza agradacional (terracea reciente), originada por depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, mixtos aluviales, transportados por los ríos Magdalena, Ermitaño y Guaguaquí. La topografía es ligeramente plana, con pendientes 1-3%. Existen cultivos de subsistencia, pastos naturales y mejorados.

La Asociación la integran los suelos Fluventic Eutrudepts 40%, Typic Udorthents 30%, Typic Epiaquents 20% e inclusiones de Chromic Hapluderts y Fibric Haplohemists 10%.

Los suelos Fluventic Eutrudepts (perfil PJ-136) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B. El horizonte A con 32 cm de espesor, color gris oscuro con machas pardo rojizo oscuras, texturas arcillosa y franco arcillosa; el horizonte B tiene color gris, gris oscuro y gris claro con manchas rojizo oscuras y rojo amarillentas, texturas franco arenosa y arcillosa. Son suelos profundos limitados por arcillas (contenidos de arcilla mayores del 60%), moderadamente bien drenados; tienen reacción química ligera a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a muy alta, saturación de bases muy alta y fertilidad natural alta.

Los suelos Typic Udorthents (perfil P-1530) presentan un perfil modal de nomenclatura A - C. El horizonte A tiene 7 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro y pardo rojizo, textura franco arenosa; el horizonte C con colores pardo amarillento y rojo amarillento, texturas franco arcillo arenosa gravilosa y arcillo arenosa. Son suelos profundos limitados por cascajo y arenas, moderadamente bien drenados, químicamente tiene reacción muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja y una saturación de aluminio mayor del 75% de 10 a 30 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Typic Epiaquents (perfil P-1602) presentan un perfil modal de nomenclatura A - C. El horizonte A con 40 cm de espesor, colores pardo amarillento, gris rojizo oscuro con manchas pardo grisáceas muy oscuras con texturas franco arenosa y franca; el C es de colores gris oscuro y pardo con manchas rojo amarillentas, texturas franco arcillosa y franca. Son suelos moderadamente profundos limitados por fluctuaciones del nivel freático, imperfectamente drenados, de reacción moderada a fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja a moderada, saturación de bases muy alta y la fertilidad natural es moderada.

Los suelos Chromic Hapluderts (perfil PJ-125) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B. El horizonte A tiene 20 cm de espesor; color gris oscuro con manchas rojo oscuras y textura arcillosa; el horizonte B es de color gris oscuro con manchas pardas y amarillo parduscas y textura arcillosa. Son suelos profundos y moderadamente bien drenados; tienen reacción química neutra a moderadamente alcalina, capacidad de intercambio catiónico alta, saturación de bases muy alta y fertilidad natural alta.

Los suelos Fibric Haplohemists (perfil PJ-134) presentan un perfil modal de nomenclatura Oi - Oe. El horizonte Oi con 10 cm de espesor; color gris muy oscuro, textura de material vegetal muy poco descompuesto; el horizonte Oe es de color negro, textura de material vegetal moderadamente descompuesto. Son suelos muy superficiales limitados por nivel freático alto, muy pobremente drenados, de reacción química extremadamente ácida y fertilidad natural muy baja.

Las fluctuaciones del nivel freático en la mayoría de los suelos y los altos contenidos de aluminio permiten ubicarlos en la clase IV por capacidad de uso. Con el diseño y elaboración de proyectos de ingeniería dirigidos a bajar el nivel freático (canales de drenaje); se pueden explotar estas tierras con cultivos comerciales.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VVBa: fase topográfica plana.

3.2.4.9 Asociación Chromic Endoaquerts - Hidric Sphagnofibrists. Símbolo VVC.

La Asociación se encuentra localizada en el municipio de Puerto Boyacá a una altitud de 180 metros, en un clima cálido húmedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual inferior a los 4000 milímetros, lo cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T).

Los suelos se localizan en una terraza agradacional (terrace antigua), originada a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, mixtos aluviales y transportados por el río Magdalena. La topografía es plana, con pendientes 0-1%; amplios sectores se encuentran afectados por encharcamientos prolongados. Existen cultivos de subsistencia, pastos naturales y mejorados. (Figura 51).

La Asociación la integran los suelos Chromic Endoaquerts 60%, Hidric Sphagnofibrists 30% e inclusiones de Typic Psammaquents 10%.

Los suelos Chromic Endoaquerts (perfil PJ-132) presentan un perfil modal de nomenclatura A - Bg - Cg. El horizonte A tiene 8 cm de espesor; color gris oscuro con manchas rojo amarillentas y textura arcillosa; el horizonte Bg es de color gris con manchas rojo amarillentas y textura arcillosa; el Cg es de color gris oscuro y gris con manchas rojo oscuras, texturas arcillosa y arcillo limosa. Son suelos superficiales, limitados por arcilla (contenidos de arcilla mayores del 60%) y por fluctuaciones del nivel freático, pobremente drenados, de reacción química moderadamente ácida a muy fuertemente ácida, capacidad de

intercambio catiónico alta a muy alta y saturación de bases muy alta. La fertilidad natural es alta.



FIGURA 51. Suelos del paisaje de Valle en clima cálido húmedo, terraza ligeramente depresional que se mantiene por largos períodos durante el año encharcada. Ciénaga de Palagua (R. Álvarez B., 2000).

Los suelos Hidric Sphagnofibrists (perfil R-06) presentan un perfil modal de nomenclatura Oi. Este horizonte es de 150 cm de espesor, color negro y textura de residuos vegetales en proceso de descomposición. Son suelos muy superficiales limitados por nivel freático muy alto, pantanosos, de reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta y fertilidad natural alta.

Los suelos Typic Psammaquents (perfil PJ-142) presentan un perfil modal de nomenclatura Oe – Cg. El horizonte Oe con 12 cm de espesor, color pardo muy oscuro, textura de residuos orgánicos moderadamente descompuestos; el horizonte Cg es de color gris oscuro y textura franco arenosa. Son suelos muy superficiales limitados por nivel freático muy alto, pantanosos, de reacción química moderadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico baja, saturación de bases muy alta y presentan una fertilidad natural moderada.

Las fluctuaciones del nivel freático y la susceptibilidad a permanecer encharcados por largos períodos durante el año permite clasificarlos en la clase IV por capacidad de uso. Estos suelos con obras de ingeniería para drenar los suelos se podrían explotar con cultivos comerciales.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VVCa: fase topográfica plana.

3.2.4.10 Consociación Oxic Dystrudepts. Símbolo VVD.

La consociación se presenta en el municipio de Puerto Boyacá a una altitud de 200 metros, en un clima cálido húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual inferior a los 4000 milímetros, el cual, según Holdridge corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo Tropical (bh-T).

Los suelos se localizan en una terraza agradacional (terrace antigua), originada a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, mixtos aluviales transportados por el río Magdalena. La topografía es plana, con pendientes 1-3%, afectada por escurrimiento difuso en grado ligero (Figura 52).

Existen cultivos de subsistencia y su mayor explotación es en ganadería de engorde con pastos india, ángleton, brachiaria, puntero y grama.

Integran la unidad en un 80% los suelos Oxic Dystrudepts e inclusiones de suelos Typic Eutrudepts en un 20%.



FIGURA 52. Suelos de Terraza Agradacional, nivel 2, de topografía ligeramente plana, con pendiente 1-3%, explotados en ganadería extensiva con pasto brachiaria (R. Álvarez B., 2000)

Los suelos Oxic Dystrudepts (perfil R-07) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A con 22 cm de espesor; color gris con manchas rojo amarillentas y textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es de color oliva con manchas grises y textura franco arcillosa; el C es de oliva, gris y rojo amarillento con textura arcillosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por alta concentración de cascajo y cantos redondeados, imperfectamente drenados, tienen reacción química fuertemente ácida,

capacidad de intercambio catiónico muy baja, saturación de bases baja y fertilidad natural baja (Figura 53).

Los suelos Typic Eutrudepts (perfil PJ-151) presentan un perfil modal de nomenclatura A - B - C. El horizonte A tiene 10 cm de espesor, color gris oscuro con manchas pardo rojiza oscuras y textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es de color gris con manchas pardo rojizo oscuras y textura franco arenosa; el C es de color gris con manchas pardo rojizas y pardo oscuras, texturas franco arenosa y franco arcillo arenosa. Son suelos moderadamente profundos, limitados por nivel freático fluctuante e imperfectamente drenados; tienen reacción química moderada a ligeramente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada a baja y saturación de bases muy alta. La fertilidad natural es moderada.

Las características químicas de los suelos permiten incluirlos en la clase IV por capacidad de uso. Estos suelos con adición de fertilizantes y el establecimiento de obras de drenaje, pueden ser explotados con cultivos de maíz, yuca, plátano y cacao.



FIGURA 53. Perfil de suelos Oxic Dystrudepts que muestra, a partir de los 110 cm de profundidad, gravilla, cascajo y cantos redondeados de diámetro inferior a 10 cm (R. Álvarez B., 2000).

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

VVDa1: fase topográfica ligeramente plana y erosión ligera.



**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI
SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA**

Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá

Tomo II

Bogotá, D. C., 2005

Director

Iván Darío Gómez Guzmán, Director General IGAC

Comité Editorial

Gabriel Martínez Pélaez, Subdirector de Catastro; Miguel Ángel Cárdenas Contreras, Subdirector de Geografía y Cartografía; Napoleón Ordoñez Delgado, Subdirector de Agrología (C); Marcela Urueña Gómez, Jefe Oficina Asesora de Planeación; Dora Inés Rey Jefe Oficina CIAF; María Claudia Sánchez Acosta, Jefe Oficina de Difusión y Mercadeo de Información; Johana Trujillo Moya Asesora Externa de Comunicaciones.

Coordinadores Generales:

Ricardo Siachoque Bernal, Napoleón Ordoñez Delgado.

Trabajo de campo e informe técnico:

Raúl Álvarez Beltrán, Lázaro Barriga, Ricardo Siachoque, Domingo Mendivelso.

Revisión general de textos y mapas:

Ricardo Siachoque, Deyanohora Cardenas, Hugo Díaz, Carlos Pulido, Ángela Pinzón, Jaime Forero.

Análisis de laboratorio:

Laboratorio Nacional de Suelos.

Colaboradores:

Área de Sistemas y Cartografía Temática y Grupo de Edición y Diagramación de Textos, Subdirección de Agrología.

Diseño de Carátula:

Oficina de Difusión y Mercadeo de Información.

Portada:

Panorámica de Actividades Agropecuarias en los alrededores del Embalse La Copa, Municipio de Toca (Fotografía IGAC, 2004)

Parte posterior: Imagen Landsat # 756 bandas 4-5-3

Impreso en Colombia – Printed in Colombia

Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá.

ISBN: 958-9067-94-8

© Instituto Geográfico Agustín Codazzi

ES PROPIEDAD DEL ESTADO

Derechos reservados. Queda estrictamente prohibida su reproducción total o parcial, por cualquier medio o procedimiento, sin la autorización expresa del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

ALVARO URIBE VÉLEZ
Presidente de la República

IVÁN DARÍO GÓMEZ GUZMÁN
Director General



CONSEJO DIRECTIVO

ERNESTO ROJAS MORALES
Presidente Consejo Directivo
Director del Departamento Nacional de Estadística DANE

SANTIAGO MONTENEGRO TRUJILLO
Director Departamento Nacional de Planeación

ANDRÉS FELIPE ARIAS LEIVA
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

CAMILO OSPINA BERNAL
Ministro de Defensa Nacional

SANDRA SUÁREZ PÉREZ
Ministra de Medio Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial

ALBERTO MENDOZA MORALES
Representante Presidente de la República
Presidente Sociedad Geográfica de Colombia

ALEJANDRO GAVIRIA URIBE
Representante Presidencia de la República

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA
DE COLOMBIA**



CARLOS AUGUSTO SALAMANCA ROA
Rector UPTC

ESAÚ RICARDO PAÉZ GUZMÁN
Vicerrector Académico

ALFONSO LÓPEZ DÍAZ
Director Administrativo y Financiero

ENRIQUE VERA LÓPEZ
Dirección de Investigaciones

HUGO CASTRO FRANCO
Decano Facultad de Ciencias Agropecuarias



PRESENTACIÓN

Siendo uno de los departamentos más importantes del Centro de Colombia, Boyacá no contaba hasta el momento con un Estudio de Suelos, que integrara todo su territorio. Por esto el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, presenta al país y al Departamento, el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá, cuya publicación ha sido cofinanciada con el importante apoyo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Es preocupante el deterioro de los recursos naturales, especialmente de la flora natural en la zona central del Departamento, donde prácticamente ha desaparecido la vegetación natural quedando algunos relictos, y algunos casos de vegetación exótica de tipo arbórea como el eucalipto y el pino pátula; esta área corresponde a la de mayor concentración de la población, a las actividades agrícolas, pecuarias y mineras y por ende, a la de mayor desarrollo territorial.

Actualmente se presenta una discrepancia entre el uso que el hombre hace del medio natural y el uso que éste debería tener de acuerdo con la oferta ambiental, es decir existen conflictos porque las tierras son utilizadas inadecuadamente ya sea por sobreutilización o por subutilización.

Con base en el estudio de la Erosión de las Tierras Colombianas (1998), realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, combinando la utilización de imágenes de satélite y trabajo de campo, se logró determinar que en el departamento de Boyacá el problema de la erosión es muy preocupante, no sólo por los efectos físicos que ocasiona, sino por los efectos económicos, sociales y ambientales que se derivan cuando, sumado a lo anterior, se presenta una fuerte deforestación, ampliación de la frontera agrícola, la tradicional actividad minera y los conflictos derivados de la sobre explotación de los suelos por el problema del minifundio.

En tal sentido, el presente trabajo propone reorientar el uso del suelo rural con propósitos de sostenibilidad, de acuerdo con las potencialidades y limitaciones del recurso suelo, confrontando las cualidades agronómicas y ambientales de las tierras contra los requerimientos de uso, con el fin de determinar el uso más apropiado y sostenible en una unidad de tierra, procurando el menor riesgo de deterioro al medio ambiente y a la sociedad que lo habita.

Dichas actividades deben ser organizadas para el bienestar social, económico y ambiental de la comunidad en general, tanto la urbana como la rural. Para este propósito, se presenta un estudio con información consolidada a nivel departamental de uno de los recursos importantes para el desarrollo rural, como es el suelo, aportando lo básico y necesario para su conocimiento, manejo y explotación actual y potencial, y en algunos casos haciendo recomendaciones para su recuperación.

Este documento también aporta una propuesta de Zonificación de Tierras del Departamento, basada en la interpretación del Estudio de Suelos, así como en los planteamientos sobre el Uso Actual y la Capacidad de Uso de las Tierras.

Iván Darío Gómez Guzmán
Director General

PRESENTACIÓN

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, interpretando el verdadero sentido de su misión formativa y de socialización de conocimiento que impacte el desarrollo regional, ha integrado acciones, para que dentro del Convenio de Cooperación Interinstitucional IGAC - UPTC, fuese posible la publicación del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá.

El estudio mencionado, producto de la tarea ardua y sostenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para mostrar al país el inventario regional del los recursos naturales, presenta al departamento de Boyacá, en este caso, un aporte sustantivo para reconocer y reflexionar sobre el estado de deterioro biofísico y ambiental de gran parte de su territorio.

Al entender que cerca del 31% del Producto Interno Bruto (PIB) del departamento de Boyacá se deriva del sector rural, constituye un imperativo para su planificación estratégica, el conocimiento minucioso del medio natural, en sus aspectos climáticos, geológicos, edáficos, hidrológicos y ambientales. En este sentido, el presente trabajo permitirá a las entidades de planificación y desarrollo regional, relacionadas con el sector agrario, minero y ambiental, analizar local y regionalmente el estado de los conflictos de uso de la tierra por sub o sobreutilización, conocer la tendencia de la fertilidad de los suelos agrícolas, apreciar la dimensión de los problemas de degradación de la tierra por erosión y valorar la capacidad de uso de las tierras, de acuerdo con su aptitud para usos específicos de carácter agropecuario.

Frente al nuevo enfoque que exige el modelo de libre comercio, que está por darse, muchos elementos de este diagnóstico pueden ser aprovechados favorablemente para replantear a mediano y largo plazo la planificación y competitividad del sector agropecuario regional. Igualmente, las instituciones comprometidas con el tema ambiental (principalmente las

corporaciones regionales) y las alcaldías municipales, podrán hacer uso de esta publicación para reorientar sus planes de desarrollo y conservación de ecosistemas en las grandes cuencas hidrográficas del Departamento.

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y, en particular, del Grupo Interinstitucional de Suelos Sufaltados Ácidos Tropicales, categoría B, COLCIENCIAS, ha venido haciendo significativos aportes investigativos en el área de recursos naturales y suma esfuerzos que enriquecen el presente trabajo, al culminar recientemente el Estudio de Suelos Semidetallado del Distrito de Riego del Alto Chicamocha, proyecto COLCIENCIAS - UPTC - USOCHICAMOCHA.

Como una contribución al desarrollo regional, la Universidad cumple con el sector rural del Departamento al hacer entrega a cada uno de los municipios del **Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá**, el cual está constituido por dos tomos de papel, un anexo de resultados analíticos y perfiles de suelos modales en medio magnético y 76 planchas (75 mapas y una leyenda de suelos).

Carlos Augusto Salamanca Roa
Rector UPTC

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una región radica en el uso adecuado de los recursos naturales existentes en su territorio. Para el buen uso de esas riquezas naturales es indispensable que se adelanten los respectivos inventarios para establecer qué tiene la región y en qué área están los recursos.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, a través de la Subdirección de Agrología, inicia el inventario del recurso suelo para el departamento de Boyacá hacia el año de 1963, realizando estudios generales de suelos y en zonas planas específicas, estudios detallados. Esta labor de inventario terminó en la década de los 80 y 90, dando como resultado cerca de 10 inventarios independientes para gran parte del Departamento.

Dadas las exigencias de la ley de Ordenamiento Territorial y para facilitar la elaboración de los planes de desarrollo regional, se consideró pertinente integrar el inventario de suelos de los diferentes sectores (provincias), en un solo estudio que se presenta hoy bajo el título Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá.

Este inventario de suelos es el resultado de la correlación de los estudios regionales existentes, realizada por los profesionales de la Subdirección con la metodología disponible, cuyo resultado es una mayor homogeneidad técnica en la cartografía y en el informe que la respalda. Dichos mapas corresponden a una mayor generalización, avalada por el trabajo de campo correspondiente y el análisis de información existente, según el método de correlación utilizado.

Además del inventario, se relevan problemas importantes relacionados con el uso y manejo del recurso suelo y aporta algunas recomendaciones para colaborar con el trabajador del campo, en el logro de mejores resultados económicos y en el control de procesos de degradación existentes.

La zonificación de tierras anexa se refiere a una interpretación del estudio de suelos, útil para la elaboración de los planes de desarrollo municipal y departamental y constituyen a la vez, la base de integración de los planes de manejo ambiental tendientes a controlar procesos de degradación de los suelos y el deterioro del medio ambiente.

CÓMO CONSULTAR EL INFORME

El Informe del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá consta de tres tomos en los que se tratan diversos temas del medio natural, primordialmente los suelos, la capacidad de uso de las tierras, el uso actual y la zonificación de tierras.

Los tres primeros temas van acompañados por sus respectivos mapas a escala 1:100.000.

Para consultar el Informe siga los siguientes pasos:

1. Seleccione el tópico de su interés: suelos, capacidad de uso, zonificación de tierras.
2. Ubique en el mapa el lugar de interés y anote el símbolo que identifica la unidad.
3. Busque el símbolo en la leyenda del mapa correspondiente. Allí se presenta un resumen de las características de la unidad en mención.
4. Una información más amplia la encontrará en el Informe. Para acceder a ella, guíese por el índice o contenido.
5. Si su tema de interés es el de suelos, en el anexo dispuesto en formato digital encontrará la descripción morfológica de los perfiles de suelos, dispuestos en orden alfanumérico. Igualmente, en el anexo encontrará descritas, de manera breve, las metodologías utilizadas en el campo y en el laboratorio de suelos, así como las tablas y figuras que dan soporte al informe técnico.

CONTENIDO GENERAL

CAPÍTULO I

Características Generales

CAPÍTULO II

Aspectos del Medio Natural

CAPÍTULO III

Descripción de los Suelos

CAPÍTULO IV

Propiedades de los Suelos

CAPÍTULO V

Génesis y Taxonomía de los Suelos

CAPÍTULO VI

Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso

CAPÍTULO VII

Zonificación de Tierras

El departamento de Boyacá tiene una extensión de 23.189 Km² que corresponden al 2.03% del país; está situado en el Centro - Oriente de Colombia, en la parte central de la Cordillera Oriental.

Cuenta con 123 municipios repartidos en 15 provincias que tenían 1.315.579 habitantes según el censo de 1993. La población rural es mayoritaria en el Departamento, 57.23%, el resto es urbana; el 42.77%, según las proyecciones del DANE para el año 2002, se concentra en las cabeceras municipales de Tunja, Duitama, Sogamoso, Paipa, Chiquinquirá y Puerto Boyacá.

Boyacá es un departamento donde la población rural tiende a emigrar internamente a las ciudades del Departamento o hacia las zonas esmeraldíferas y, externamente a Bogotá, Casanare, Venezuela y los Santanderes.

La actividad económica del Departamento se centra en el sector agropecuario de alimentos frescos, la minería de las esmeraldas, el carbón, el hierro, el petróleo y en la industria siderúrgica; por subsectores el Producto Interno Bruto del año 1995 se originó el 24% en el sector agropecuario (68.6% la agricultura y 31.4% la ganadería), 11% en el minero, 10% en el industrial, 16% en el de servicios, 12% en el transporte, 10% en el comercio y 17% en otros sectores.

En el rubro denominado otros sectores son importantes la artesanía y el turismo. La artesanía se ha desarrollado tradicionalmente y tiene profundas raíces históricas y culturales; se destacan las producciones de cerámica, tejidos de lana y fique, tagua, tapices, instrumentos musicales y cestería. El turismo es una importante actividad dinamizadora de la economía del Departamento, cuenta con una buena oferta hotelera, recreativa y de apoyo (centros de convenciones, deportes náuticos y aguas termales) en los municipios de Tunja, Duitama, Sogamoso, Paipa y la región de Chivor.

El empleo en el Departamento es provisto por la agricultura en un 38%, la actividad pecuaria en un 20%, la minería en un 4%, la industria en un 4%, los servicios en un 18%, el comercio en un 11%, las actividades públicas en un 3% y por otras actividades en un 2%.

Boyacá posee vías terrestres, férreas, aéreas y fluviales entre sí y con los Departamentos vecinos; contaba en 1997 con 985 Km de vías nacionales

(482 Km pavimentados y 485 en afirmado), 4774 departamentales (365Km 365 Km pavimentados y 2.663 en afirmado), 3.874 de caminos vecinales (3.416 en afirmado) y 7.000 Km de carretables y caminos construidos por el Comité de Cafeteros y los municipios. Las vías férreas están divididas en dos ramales con un total de 167 Km de largo en trocha angosta, que comunican al Departamento con la capital de la nación. Los transportes fluvial y aéreo son de menor importancia.

Boyacá es un importante generador de energía eléctrica, cuenta para ello con las cuatro plantas térmicas de Paipa y la hidroeléctrica de Chivor con 182 y 1.000 MW de capacidad instalada respectivamente que abastecen las necesidades del Departamento y de regiones vecinas, en 1993 produjeron 473.98 y 3.171.31 GWH respectivamente. La cobertura del servicio fue del 89.7% en el sector urbano.

En lo relacionado a la Geología, el Departamento está localizado, en su mayor parte, sobre la cordillera Oriental de los Andes Colombianos, formando parte de cuatro cuencas sedimentarias conocidas como: Cuenca Valle Medio del Magdalena, Cordillera Oriental, Sierra Nevada del Cocuy y Cuenca del Piedemonte Llanero. Estas cuencas, a su vez, están conformadas por bloques tectónicos con unidades litológicas y estratigráficas que reflejan ambientes geotectónicos cambiantes los cuales le imprimen características geológicas y geomorfológicas particulares.

La conforman en su mayoría rocas de origen sedimentario o con muy bajo metamorfismo, de ambientes marinos y continentales, plegadas y fracturadas durante las fases de deformación tectónica y posterior levantamiento durante la Orogenia andina, a finales del Terciario, que desarrollaron diferentes estilos estructurales como el extremo Occidental del Departamento ocupado por el Valle del Magdalena y un lomerío sobre rocas de origen volcánico y sedimentario cubiertas por depósitos cuaternarios. Al centro occidente, centro y oriente, se encuentra la zona geográfica - tectónica de la Cuenca de Cundinamarca – Boyacá, con un estilo estructural de fallas inversas asociadas a pliegues anticlinales, a veces invertidos, y amplios sinclinales de dirección Noreste, el macizo de Quetame, representado en el sector de Chivor y compuesto por rocas metamórficas del Paleozoico, intruídas por algunos cuerpos de rocas ígneas y cubierto por rocas sedimentarias del Mesozoico. En el municipio de Cubará, en límites con el departamento de Arauca, comienzan los Llanos Orientales, rodeados en su mayor parte por rocas sedimentarias del Paleógeno - Neógeno, recientes y aportadas en gran parte por el río Arauca.

Las características geomorfológicas del Departamento, están directamente relacionadas con el origen y evolución de la Cordillera Oriental, en la cual se han presentado diferentes procesos y eventos de carácter tectónico, estratigráfico, estructural, denudacional, glacial y agradacional, responsables de la configuración de las distintas geoformas que se han modelado sobre la superficie terrestre del Departamento, a lo largo del tiempo geológico, desde el Paleozoico hasta el presente.

Se destacan los paisajes de Montaña, Lomerío, Altiplanicie, Piedemonte, Planicie y Valles aluviales. Desde el punto de vista morfogénico se identifican las geoformas de diversos orígenes tales como: las de origen glacial con nieves perpetuas que ocupan la cima de las áreas montañosas sobre la sierra nevada del Cocuy, las geoformas representativas de los ambientes morfoestructurales-denudacionales de alta montaña; lomas y colinas asociadas al paisaje de lomerío, las geoformas fluvio -coluviales y fluviales asociadas a los piedemontes, planicies aluviales y lacustres, como también los abanicos y terrazas asociadas a los valles intramontanos.

Para el análisis de la distribución de los ríos, el departamento de Boyacá capta sus aguas en dos vertientes, la del Caribe con dirección norte y la del Atlántico hacia el oriente. La oferta bruta de agua superficial del departamento de Boyacá es de 314478 millones de metros cúbicos en un año promedio.

Entre los principales ríos podemos mencionar el Magdalena y sus tributarios, el río Minero, Sogamoso, Suárez y Chicamocha; entre los ríos que tributan las aguas al Océano Atlántico, están los pertenecientes a la Cuenca del Orinoco y subcuenca Alto Meta, el río Jenesano, a la mesocuenca río Upía y sistema hídrico laguna de Tota, y las mesocuenas río Cusiana, Cravo Sur, río Pauto, ríos Bojabá y Boyatá, río Cobaría, río Cubugón, y a las subcuencas bajo Meta y río Arauca. También presenta un sistema hídrico de lagos, lagunas y embalses, destacándose la laguna de Tota y Fúquene, las ciénagas de P algebra y Marañal y el embalse de Chivor.

El clima de Boyacá es muy variado por ser un Departamento con territorio distribuido en todos los pisos térmicos y en cuatro regiones fisiográficas diferentes; por su diversa topografía y su ubicación en la zona de confluencia intertropical los elementos climáticos más importantes son la lluvia y la temperatura del aire, influidos por el relieve y regionalmente, por condiciones propias de las zonas del Valle Medio del Magdalena y de los Llanos Orientales. El relieve actúa como un obstáculo para el paso de las corrientes de aire y como coadyuvante para las variaciones e inversiones térmicas. Las precipitaciones en el Departamento son muy variables, van desde 500 milímetros o menos en algunas zonas de los cerros del noroccidente entre Tunja y Duitama, hasta más de 5.000 mm en sectores del flanco Oriental de la Cordillera Oriental.

Los vientos locales del Valle Medio del Magdalena, como los vientos alisios del Sur-Este, provocan zonas de alta pluviosidad; los primeros en el Occidente de Boyacá y los segundos en el flanco oriental de la cordillera Oriental; esta última zona es más lluviosa por el mayor efecto de freno de la Sierra Nevada de Güicán y sus estribaciones; este flanco por su elevada altura no permite pasar las masas de aire húmedo, generando el clima seco que caracteriza a la zona central de Boyacá, la provincia de Ricaurte Alto y la región del Cañón del Chicamocha.

La distribución territorial de la temperatura, expresada por las variaciones verticales, origina los pisos térmicos; a cada nivel altimétrico le corresponde una temperatura específica que está influida por el grado de la pendiente y la humedad del lugar; debido a esto se pueden presentar variaciones de 100 a 300 metros de una región a otra, según las condiciones locales. En Boyacá existen todos los pisos térmicos que se presentan en el país, desde el cálido hasta el nival, con temperaturas inferiores a 1° hasta superiores a 24° Centígrados.

Los vientos de mayor velocidad se presentan en los meses de julio a agosto, habiéndose medido velocidades de 6 a 7 m /segundo en las estaciones de Cúitiva, Aquitania y Tibasosa y de 5.85 a 6.1m /segundo en la de Socotá.

Las heladas ocurren con mayor frecuencia en las épocas de menores lluvias, particularmente en los meses de enero y febrero, en la faja altitudinal de 2500 a 2.800 m.s.n.m., que en Boyacá corresponde a las zonas del altiplano central. Este fenómeno es un factor limitante para la agricultura y la ganadería, agravándose a medida que el clima es más seco.

La vegetación natural está muy intervenida por los usos de la tierra en agricultura y ganadería, los pocos lugares donde aun subsiste la vegetación natural son regiones de difícil acceso o de climas poco propicios para las labores agropecuarias; los bosques y zonas de vegetación especial cubren un área de 4708 Km².

En lo relacionado a la amenazas naturales, la gran complejidad tectónica y la variedad geológica, geomorfológica y climática, unida a una intensiva actividad minera, agropecuaria e industrial, hacen de éste, un departamento con alta susceptibilidad a los riesgos naturales como la actividad sísmica, erosión, movimientos en masa e inundaciones. Por otra parte la actividad agrícola, ganadera, minera e industrial en el departamento, ocasionan la existencia de numerosos fenómenos de contaminación y deterioro de las condiciones naturales con graves efectos para la población, la infraestructura y las actividades productivas.

Para la realización del reconocimiento de suelos se extractó información de los diferentes Estudios Generales de Suelos del Departamento de Boyacá, publicados desde 1970 hasta 1982 por la Subdirección de Agrología. Se adquirieron 1.270 aerofotografías de escala 1:30.000 a 1:60.000, la mayoría de ellas correspondientes a la décadas de los 60, 70, 80 y 90 y 2000.

Se delimitaron cuatro paisajes, el de Montaña, Altiplanicie, Lomerío y el Valle, teniendo en cuenta aspectos de geología, topografía, uso, drenaje y erosión. Para integrar los anteriores conocimientos se elaboró una leyenda geomorfológica preliminar con base en el sistema propuesto por Zinc (1998).

Se realizó trabajo de campo, iniciándose por el paisaje de Montaña a una altitud de más de 4.600 metros, dentro del municipio de Güicán, Cocuy, Cubará hasta llegar a los Valles irrigados por los ríos Magdalena, Arauca y Chicamocha, los dos primeros se encuentran en altitudes de 200 metros y el último a 2700 metros. Se formaron dos comisiones de trabajo, en el año 2001 y 2003, recopilando información valiosa de las características y propiedades externas e internas de los suelos y de las tierras, en cuanto a su uso, coberturas y demás.

Se tomaron muestras de suelos las cuales fueron enviadas al Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC, para someterlas a los correspondientes análisis químicos o de caracterización (granulometría, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica, calcio, magnesio, potasio, sodio, saturación de bases, fósforo, aluminio de cambio), mineralógicos en la fracción arena y en la de arcilla de algunos suelos (determinaciones de las diferentes especies de minerales con el microscopio polarizante, la identificación de las diferentes variedades mineralógicas realizada por medio del método de la difracción de rayos X) y físicos (conductividad hidráulica, estabilidad estructura, retenciones de humedad, densidades aparente y real).

La cartografía definitiva se obtuvo una vez realizada la extrapolación e interpolación de todos los datos de campo, apoyados con los de laboratorio, completando así la información necesaria para la elaboración del informe respectivo el informe del estudio de suelos.

Los suelos se clasificaron taxonómicamente hasta el nivel de subgrupo utilizando el sistema taxonómico americano (Soil Survey Staff 2000); además, se definieron para cada subgrupo fases por pendiente, y/o por erosión, y/o por pedregosidad.

Se determinaron 51 unidades cartográficas de suelos, en donde incluye, consociaciones, asociaciones y complejos y 99 unidades por fases de suelo diferente, en donde se tienen en cuenta la pendiente, la erosión, las inundaciones, presencia de pedregosidad y/o rocosidad

en superficie entre otras. Se tomaron 110 perfiles modales para las unidades cartográficas y más de 50 perfiles como inclusiones en la unidades cartográficas.

La existencia de diferentes pisos térmicos y provincias de humedad en el departamento, aporta grandes posibilidades para las explotaciones agrícolas, pecuarias y forestales. Sin embargo, para alcanzar estos objetivos es indispensable que los suelos tengan el uso y el manejo adecuados a fin de hacerlos verdaderamente productivos. Hacia el logro de este propósito, las unidades cartográficas de suelos fueron analizadas de acuerdo con las finalidades de una Clasificación Agrológica y con base en ello, se forman Grupos de Uso y Manejo de Suelos que presentan cada uno de ellos, limitaciones definidas y específicas.

Para lograr el propósito de las unidades cartográficas de suelos delimitadas, se utilizó la adaptación realizada para Colombia, por Mosquera, L. (1986) del Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos, y se tuvieron en cuenta las modificaciones realizadas por el personal técnico de la Subdirección durante los últimos cinco años.

Este sistema de agrupamiento comprende ocho clases, de las cuales las clases I y II, no se presentan en este estudio. Las clases III y IV, tienen capacidad para uso agrícola, especialmente por facilitarse la mecanización, ya que los suelos se encuentran en relieves con pendientes menores del 25%. Las clases agrológicas tienen gradaciones descendentes en calidades y aptitudes de los suelos, así por ejemplo, la Clase IV tiene un mayor número de limitaciones que la clase III, presenta riesgos en las cosechas por bajos rendimientos y es mayor el costo de operación. La clase III contiene 7 unidades cartográficas de suelos y la clase IV contiene 20 unidades cartográficas.

En la clase V se agrupan los suelos contenidos en las unidades VMBa y VVCa; sus relieves son por lo general de tipo cóncavo, con pendientes menores al 1%, permanecen encharcados y/o inundados periódicamente, su uso es limitado pero son potencialmente utilizables con altos costos de operación.

Las clases VI y VII son aptas para pastos, plantas nativas, cultivos de subsistencia o algunos cultivos específicos de buena rentabilidad como los frutales y café, con prácticas de conservación. La primera contiene 9 unidades cartográficas y la Clase VII tiene 30 unidades de suelos con la segunda mayor área del departamento.

La clase VIII no tiene aptitud agropecuaria, solamente se debe permitir el desarrollo de la vida silvestre para fines recreativos y conservación de los recursos naturales, que favorecen en especial a las fuentes de agua o adelantar procesos de recuperación para mejorar su producción ecológica; contiene 25 unidades cartográficas de suelos, todas con propósitos de conservación y en algunos casos de recuperación (ME).

En este documento, también se presenta una propuesta de Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá basada en la interpretación del Estudio de Suelos, así como en los planteamientos sobre el uso actual y capacidad de uso de las tierras, definidos con respecto a la clase VIII y los 29 grupos de uso y manejo esbozados previamente en el texto; al igual que de la información extraída del libro Perfiles Provinciales de Boyacá sobre los 123 municipios del departamento.

La delimitación de las unidades biofísicas en el mapa se presenta a escala 1:100.000 con su respectiva memoria explicativa, la cual consta de unidades de tierra representadas por dos letras mayúsculas que indican: AT: Agricultura Tecnificada, AP: Agropastoriles, AF: Agrosilvopastoriles; PP: Protectoras - Productoras, PC: Reforestación con fines protectores, CP: Conservación y Preservación, MN: Manejo Especial, PN: Parque Natural, RN: Reserva Natural, ZU: Áreas Urbanas y CA: Cuerpos de Agua.

Con convenciones se indica en el mapa los aspectos relacionados con los yacimientos mineros y centros turísticos.

Capítulo IV

capítulo cuarto



Propiedades de los suelos

Propiedades de los suelos

Determinación del pH de los Suelos.

Contenido

4.1 PROPIEDADES QUÍMICAS	27
4.1.1 Marco teórico	28
4.1.1.1 Reacción del suelo (pH).....	29
4.1.1.2 Saturación de aluminio intercambiable (Al ⁺⁺⁺).....	30
4.1.1.3 Bases intercambiables y sus saturaciones (Na ⁺ , k ⁺ ,Ca ⁺⁺ ,Mg ⁺⁺).....	31
4.1.1.4 Carbón orgánico.....	32
4.1.1.5 Fósforo aprovechable (P).....	33
4.1.1.6 Potasio disponible.....	34
4.1.1.7 Carbonato de calcio.....	34
4.1.1.8 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	34
4.1.1.9 Contenido de sales y sodio.....	35
4.1.1.10 Relación Ca:Mg.....	35
4.1.2 Metodología	35
4.1.2.1 pH	36
4.1.2.2 Saturación del aluminio intercambiable	36
4.1.2.3 Saturación de bases.....	36
4.1.2.4 Carbonato de calcio.....	36
4.1.2.5 Fósforo disponible.....	37
4.1.2.6 Potasio disponible.....	37
4.1.2.7 Carbón orgánico.....	38
4.1.3 Resultados y discusión	38
4.1.3.1 Distribución espacial del pH, SAI, SB, CaCO ₃ , K y P.....	38
4.1.3.2 Distribución del contenido de carbón orgánico en los suelos de Boyacá.....	44
4.1.3.3 Resultados de otras propiedades químicas de los suelos de Boyacá.....	44
4.1.4 Conclusiones	45
4.2. PROPIEDADES FÍSICAS	46

4.2.1 SUELOS DE MONTAÑA	47
4.2.1.1. Textura	47
4.2.1.2. Estabilidad Estructural.....	47
4.2.1.3. Densidad Aparente y Real	48
4.2.1.4 Porosidad	49
4.2.1.5. Retención de humedad.....	51
4.2.2. ALTIPLANICIE.....	52
4.2.2.1. Textura	52
4.2.2.2. Estructura y estabilidad estructural.....	52
4.2.2.3. Densidad Aparente y Real	53
4.2.2.4. Porosidad	54
4.2.2.5. Retención de humedad.....	54
4.2.3. VALLE	54
4.2.3.1. Textura	55
4.2.3.2. Estructura y Estabilidad Estructural	55
4.2.3.3 Densidad Aparente y Real.....	55
4.2.3.4 Porosidad	56
4.2.3.5. Retención de humedad	57
4.2.3.6 CONCLUSIONES	59
4.3 PROPIEDADES MINERALÓGICAS	59
4.3.1 Metodología	60
4.3.2 Mineralogía de la fracción arena.....	61
4.3.2.1 Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Montaña.....	61
4.3.2.2. Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Altiplanicie.....	62
4.3.2.3 Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Lomerío	64
4.3.2.4. Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Valle	64
4.3.3. Mineralogía de las arcillas.....	67
4.3.3.1 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Montaña.....	67
4.3.3.2 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Altiplanicie.....	68
4.3.3.3 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Valle.....	68
4.3.3.4 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Lomerío.....	69

PROPIEDADES DE LOS SUELOS

Las propiedades de los suelos afectan el desarrollo de las plantas, sus características químicas, mineralógicas y biológicas son determinantes en la productividad agrícola de las tierras. La forma en que las propiedades de los suelos definen su aptitud y manejo, depende del grado de participación de los diferentes factores que han afectado la génesis de éste a través del tiempo y de la interacción entre ellos; en este estudio se agrupan fertilidad, valor potencial, clase agrológica o grupos de manejo y zonificación biofísica, basados en los resultados obtenidos en la fotointerpretación, la descripción de los perfiles modales y los resultados de los análisis de laboratorio efectuados a las muestras de suelo tomadas.

En las propiedades físicas, químicas y mineralógicas se profundiza en cada una por separado; las propiedades biológicas se tratan solamente por las relaciones que tienen con las anteriormente nombradas.

4.1 PROPIEDADES QUÍMICAS

Las condiciones químicas de un suelo son el resultado de la de la interacción entre su material parental y los factores que intervienen en su evolución y desarrollo, especialmente el relieve, el clima y el desarrollo biológico que hay dentro y fuera de éste. La naturaleza del material parental determina el ambiente químico del suelo futuro y los nutrientes que podrá aportar a las plantas; el relieve es importante porque determina que el suelo tienda a acumular o perder materiales por aportes coluvio-aluviales o eólicos, en el primer caso, o por erosión en el segundo; el clima modifica las condiciones del material parental al estimular reacciones químicas que provocan la lixiviación o el enriquecimiento de los elementos del suelo; el desarrollo biológico modifica los suelos aportándoles materia orgánica y acelerando reacciones químicas que aumentan la velocidad de desarrollo del suelo.

Las interacciones químicas de un suelo son muy complejas, por ello la implementación de modelos sencillos que las relacionen no es suficiente para entender su complejidad; para esto deben tenerse en cuenta todos los factores que las afectan (Talibudeen, 1981). Analizando las condiciones químicas de un suelo se conoce su capacidad para aportar nutrientes, los problemas que hay para que sean utilizables por las plantas y las formas de suministrar los elementos faltantes de la manera más eficiente posible.

Determinar los procedimientos específicos que influyen en la formación y desarrollo de un suelo, permite entender los cambios que ha sufrido durante su pedogénesis y efectuar una correcta interpretación para evaluar los resultados de los análisis necesarios a fin de lograr su correcta clasificación y comparación con otros suelos (Soil Survey Staff, 2000).

La comprensión de las propiedades químicas del suelo permite entender las interacciones de éstas con el comportamiento físico y biológico del mismo, la fertilidad, la ecología del entorno y sus usos no agrícolas. Especialmente importante es la disponibilidad de nutrientes, la toxicidad para las plantas de algunos elementos como el aluminio y el sodio, la fijación y conversión de algunos fertilizantes a formas no disponibles para las plantas y para prever la reacción del suelo a la aplicación de correctivos y enmiendas químicas.

En esta parte del estudio se analizan las condiciones químicas y la distribución geográfica de los suelos del departamento, con base en los resultados de los análisis de laboratorio practicados a los perfiles modales; se presentan adicionalmente análisis básicos orientados a determinar el manejo de los suelos y su fertilidad y se exponen definiciones y elementos de juicio, importantes para la interpretación y el uso de los resultados.

4.1.1 Marco teórico

Los elementos proporcionados por el suelo son la base de la producción agropecuaria y el sostenimiento de la población mundial; el suelo es el intermediario que proporciona los nutrientes y el agua necesarios para las plantas; de su correcto manejo y comprensión obtendremos un mejoramiento de su productividad y sustentabilidad (Scholes et al, 1994).

La enorme variabilidad en las propiedades de los suelos dificulta establecer la influencia de cada una en la productividad agrícola; Scholes y otros (1994), enfatizan la importancia del suelo como eje de los ecosistemas (naturales y manejados) y su sustentabilidad por provenir de ellos la producción terrestre. Greenland (1975), citado por estos mismos autores, enuncia cinco principios básicos en el manejo del suelo, esenciales para la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios:

- Los nutrientes utilizados por los cultivos deben ser totalmente restituidos al suelo.
- Las propiedades físicas del suelo se deben mantener, por ello los niveles de humus deben mejorarse o por lo menos, mantener constantes.
- Los medios que facilitan la proliferación de malas hierbas, plagas y enfermedades al suelo y a los cultivos o plantas deseables se deben corregir y eliminar.
- El incremento de la acidez y los elementos tóxicos para las plantas se deben corregir y revertir.
- La velocidad de erosión del suelo debe controlarse hasta hacerla más lenta que la rata de formación del mismo.

Para lograr esta sostenibilidad se necesita conocer las limitaciones del suelo y su disponibilidad de nutrientes a fin de implementar el mejor entorno posible para el desarrollo de los cultivos por medio de la aplicación de fertilizantes y enmiendas químicas y orgánicas más adecuadas a las condiciones específicas del suelo y de los cultivos; siempre se debe evitar la pérdida de las condiciones del suelo y del medio ambiente.

A continuación se tratan sucintamente los aspectos químicos del suelo más susceptibles de ser mejorados y más importantes de conservar; se ubica su distribución espacial en

mapas, haciendo un énfasis especial en el origen de cada propiedad y sus influencias en el suelo y la nutrición vegetal.

4.1.1.1 Reacción del suelo (pH)

La reacción del suelo se evalúa por el potencial de hidrogeniones, más conocido como pH, o por el potencial de oxhidrilos, más conocido como pOH; la suma del logaritmo negativo de estos dos valores en cualquier suelo debe dar 14; por ser más conocido, en este estudio se usará el primero de estos potenciales, cuyo rango de variabilidad es de 0 a 14, y se evalúa de acuerdo a los lineamientos de la tabla 23.

El pH de un suelo determina sus relaciones de acidez y basicidad, la disponibilidad de los nutrientes, la actividad de los microorganismos, la mineralización de la materia orgánica, la concentración de iones, el comportamiento de las cargas eléctricas y la velocidad e intensidad de las reacciones químicas, entre otras propiedades.

El rango de acidez (como también se conoce al pH) depende de varios factores relacionados con la evolución del suelo, entre otros el clima, el material parental, los componentes orgánicos, la pedogénesis, el grado de eliminación de calcio, magnesio y sodio y su reemplazo por aluminio e hidrógeno, la acumulación de sales y sodio intercambiable, la aplicación de fertilizantes y correctivos que afectan el pH como yeso y cal agrícola.

TABLA 23. Clasificación del grado de acidez o basicidad de acuerdo con el pH en relación 1:1 (Ortega, 1994).

APRECIACIÓN	PH
Extremadamente ácido	<4.5
Muy fuertemente ácido	4.6 a 5.0
Fuertemente ácido	5.1 a 5.5
Medianamente ácido	5.6 a 6.0
Ligeramente ácido	6.1 a 6.5
Neutro	6.6 a 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 a 7.8
Medianamente alcalino	7.9 a 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 a 9.0
Muy fuertemente alcalino	>9.0

El pH del suelo determina la reacción y disponibilidad de todos los elementos químicos esenciales para la nutrición vegetal, por ejemplo:

- **Fósforo:** su asimilación por las plantas es mayor a pHs entre 6.5 y 7.5 (ligeramente ácido a ligeramente alcalino); a valores más bajos es fijado por el hierro y el hidrógeno y, a más altos, por el calcio.
- **Nitrógeno:** por su estrecha relación con la mineralización de la materia orgánica, su disponibilidad depende de la actividad de los microbios que lo hacen disponible para

las plantas, su actividad se ve favorecida por pHs de 6.0 a 7.5 (medianamente ácido a ligeramente alcalino).

- **Azufre:** la liberación de este elemento en forma de sulfatos adsorbidos por los coloides inorgánicos o del unido a los orgánicos, mejora con la elevación del pH.
- **Boro:** la disponibilidad de este elemento es mayor a pHs bajos; depende de mecanismos de adsorción, precipitación y fijación en las inter-láminas de las arcillas, mecanismo que se incrementa con el pH.
- **Hierro, manganeso, cobre y zinc:** estos elementos son retenidos fuertemente por los coloides del suelo y son insolubles a pHs altos, su disponibilidad es mayor en suelos ácidos.
- **Contenido y saturación de bases:** las concentraciones de bases intercambiables y sus porcentajes de saturación son bajas a pHs ácidos, se incrementan a pHs superiores a 5.5 y la saturación llega al 100% en suelos neutros y básicos.
- **Contenido de iones tóxicos:** elementos que en concentraciones bajas son útiles para las plantas, a concentraciones más altas resultan tóxicos; el más notable de ellos es el aluminio que en concentraciones mayores a 1 ppm inhibe la división celular, precipita el fósforo y forma fosfatos insolubles. Este elemento y el manganeso alcanzan concentraciones tóxicas a pHs menores de 5.5 (suelos extremada a fuertemente ácidos).
- **Floculación del suelo:** los suelos con pHs elevados contienen sales de alta presión osmótica que ocasionan plasmólisis en las raíces y muerte de las plantas susceptibles.

4.1.1.2 Saturación de aluminio intercambiable (Al^{+++})

El aluminio es un elemento tóxico para las plantas por ser el principal responsable de la acidez de los suelos, interfiere con la absorción de calcio, promueve la fijación del fósforo y afecta la división celular; se encuentra en apreciables cantidades (más de una parte por millón) en los suelos con saturación de este elemento mayor de 60%, por debajo del cual las cantidades son menores. Los cultivos se ven afectados por la cantidad de aluminio y por su saturación en el suelo, por encima del 60% que son soportadas sólo por cultivos resistentes, de 30 a 60% por cultivos tolerantes, de 15 a 30% por cultivos susceptibles y menores de 15% que afectan sólo a cultivos muy susceptibles (Ortega, 1994); entre los cultivos resistentes están algunas variedades de yuca (*Manihot sculenta*) y entre los tolerantes el mango (*Mangifera indica*), la piña (*Ananá sativa*), los cítricos (*Citrus spp.*), los pastos gordura (*Melinis minutiflora*), puntero (*Hypparrena rufa*), brachiaria común (*Brachiaria decumbens*) y algunos pastos nativos, el kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y algunas leguminosas.

La acidez de los suelos está íntimamente relacionada con la cantidad y saturación del aluminio intercambiable; para pH entre 4.5 y 5.5 la acidez es causada principalmente por el aluminio intercambiable, por debajo de 4.5 de pH la acidez se debe a este último y a los hidrogeniones (H^+) y por encima de 5.5 a grupos funcionales orgánicos e hidroxialuminio

que se hallan en cantidades bajas a este pH o superiores; en la práctica se busca corregir los niveles de aluminio hasta llevar el suelo a un nivel de pH de 5.5 o a los niveles de saturación tolerables por los cultivos. Generalmente se aplica 1.5 ton/ha de carbonato de calcio o cualquier otro material de encalado con la misma capacidad de corrección por cada miliequivalente de aluminio en 100 gramos de suelo o se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Ton/ha de CaCO}_3 = \text{Al} \cdot \frac{\text{STALF}}{100} (\text{CICE})$$

donde "Al" son los miliequivalentes de aluminio por cada 100 gramos de suelo, STALF es el nivel de saturación de aluminio soportado por el cultivo en porcentaje y CICE es la capacidad de intercambio catiónico efectiva del suelo en me/100 gr.

La cantidad y saturación de aluminio suele determinarse sólo en suelos con pH inferior a 5.5, por encima de este valor las cantidades son mínimas; sin embargo, algunos suelos medianamente ácidos deben ser tratados con cuidado porque el aluminio, aún en pequeñas cantidades, al reaccionar con el agua del suelo se hidroliza y forma complejos mono y poliméricos hidroxialumínicos que al liberar iones H^+ provoca descensos en el valor del pH.

4.1.1.3 Bases intercambiables y sus saturaciones (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++})

Se denominan bases intercambiables a los cationes alcalinos (Na^+ y K^+) y alcalino térreos (Ca^{++} y Mg^{++}) que son retenidos por los aniones de los coloides orgánicos e inorgánicos del suelo; su saturación depende del pH del suelo, siendo baja en medios fuertemente ácidos donde predomina la saturación de aluminio e hidrógeno, aumenta a medida que disminuye la acidez. En medios neutros o alcalinos el orden ideal de las bases de mayor a menor es: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$; cuando en estos suelos predomina el Calcio y el Sodio en cantidades altas, se genera la salinidad, por lo que los suelos se denominan salinos. Cuando el Sodio es el dominante en el complejo de cambio se produce el fenómeno de sodicidad y, por lo tanto, el suelo se cataloga como sódico.

Contenidos menores de 8 me/100g de suma de bases intercambiables se consideran bajos y mayores de 12, altos; estos niveles son muy importantes para la nutrición de las plantas, ya que permiten conocer la reserva de elementos tan esenciales para la producción agrícola.

La relación entre las bases totales y la capacidad de cambio o intercambio catiónico (CICA) en porcentaje, determina el nivel de saturación de bases (SBA) de los suelos. La saturación de bases se expresa en porcentaje con relación a la capacidad de intercambio catiónico -CICA, o, a la capacidad de intercambio catiónica efectiva -CICE; se denomina saturación de bases (SBA) a pH 7 en el primer caso y saturación de bases efectiva (SBE), en el segundo caso, siendo más utilizada la primera.

La SBA es un indicativo del nivel de lavado y desarrollo de los suelos, es baja en los más desarrollados y húmedos y alta en los suelos de baja a moderada evolución y/o secos. Este valor es importante para la clasificación, uso, manejo y fertilidad, entre otros aspectos, ya que cifras por encima del 60% indican, suelos eutróficos y, por debajo, suelos distróficos; los suelos eutróficos tienen una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas que los distróficos y se consideran más útiles para la producción agrícola.

Los suelos de relieves agradacionales tienden a almacenar mayor cantidad de bases que los suelos de relieves denudacionales, debido a la acumulación de materiales que se trasladan desde las partes más altas, por sedimentación, o por el mal drenaje que disminuye el proceso de lixiviación, mecanismo que se traduce en aportes de bases. También suelen ser mayores en bases los suelos con materiales calcáreos que los que tienen otros orígenes y aquellos de climas secos porque en éstos favorece la acumulación de bases, al ser la evapotranspiración mayor que la precipitación. Los suelos de mayor evolución como son los Ultisoles y Oxisoles tienen una SBA muy baja, casi siempre, inferior al 10%, debido al intenso lavado a que han estado sometidos en su pedogénesis.

La SBA está estrechamente relacionada con la saturación de aluminio (SAI) y el pH del suelo. Cuando el pH es inferior a 5.5 la SBA suele ser menor del 50% y la SAL mayor de 30%; en pHs entre 5.6 y 7.0, el aluminio precipita como hidróxido a pH de 5.5 y desaparece del suelo, las bases intercambiables manejan el complejo de cambio y su saturación va aumentando hasta el 100% en pHs cercanos a 7.0; por encima de este valor las bases sobrepasan el producto de solubilidad y precipitan para originar sales poco solubles en agua como el carbonato de calcio (CaCO_3), el cual complica el manejo del suelo por lo difícil que es removerlo del mismo.

La evaluación conjunta de la SBA, la SBE y la saturación de aluminio da una idea de la necesidad de encalar y del resultado que se va a obtener de la misma.

4.1.1.4 Carbón orgánico

El nitrógeno es el principal elemento que los tejidos vivos toman del suelo, por lo tanto, el contenido de carbón orgánico y, por ende, el de materia orgánica del suelo son buenos indicadores para medir el potencial del suelo para suministrar nitrógeno, pero no para determinar las necesidades de fertilización nitrogenada, porque las plantas no puedan absorberlo en sus formas orgánicas y necesitan que éste se mineralice para aprovecharlo. Este proceso se realiza por la liberación de elementos minerales y gaseosos (NH_3 , NO_3^- , H_3O^+ , CO_2) y la formación de humus estable y resistente a la acción microbiana (Duchaufour, 1984).

La disponibilidad de nitrógeno, a partir de la materia orgánica, depende de la tasa de mineralización de ésta; entendida la mineralización como los procesos que sufren los compuestos nitrogenados para convertirse en formas minerales que puedan ser absorbidas por las plantas. La tasa de mineralización depende de la calidad química de la materia orgánica, la temperatura, la humedad, la aireación, el pH del suelo y su contenido de nitrógeno, la ayuda de los organismos que habitan el suelo y otros factores. El nitrógeno de origen orgánico es casi la única fuente de este elemento en suelos no calcáreos y/o en regiones húmedas lavadas; en los suelos calcáreos, el nitrógeno unido a los minerales carbonatados va aumentando su participación a medida que el clima es más seco, llegando a superar al nitrógeno de origen orgánico en las regiones áridas (Allison et al, 1965).

La materia orgánica de un suelo es el principal indicador de su fertilidad por los nutrientes que proporciona y la influencia que tiene sobre múltiples propiedades del suelo como el desarrollo estructural, la aireación, la retención de humedad, la capacidad de almacenar cationes y la resistencia a la pérdida de materiales por erosión y lixiviación.

El carbón orgánico en los suelos depende del clima, del material parental, del relieve, la vegetación y el uso, factores que inciden en la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos y en la dinámica de pérdidas y ganancias de carbón orgánico, las ganancias se

producen por incorporación de residuos vegetales y las pérdidas por difusión del carbono como anhídrido carbónico o por su lixiviación como ácido carbónico y bicarbonato. La cuantificación de la materia orgánica está íntimamente relacionada con la del carbono y el cálculo de la primera a partir del segundo se hace mediante el factor de Van Bemmelen, 1,724, con la fórmula:

$$\%C.O. \times 1,724 = \%M.O.$$

Como la temperatura es el factor principal que incide en la mineralización de la materia orgánica, los contenidos ideales de carbón orgánico en los suelos, varían según el piso térmico en que se encuentre el suelo (IGAC, 1995), como lo indica la Tabla 24; a menores temperaturas medias del ambiente, mayores necesidades de carbón orgánico.

TABLA 24. Contenidos de carbón orgánico según los pisos termicos.

Piso Térmico	Contenido de carbón orgánico (%)				
	Ideal	Conveniente	Moderado	Inconveniente	Muy Inconveniente
Frío	5.3 a 6.5	4.1 a 5.2; 8.0 a 6.6	2.7 a 4.0; 8.1 a 10.0	1.4 a 2.6; >10.0	<1.3
Medio	4.2 a 5.3	3.0 a 4.1; 5.4 a 6.5	1.8 a 2.9; 6.5 a 7.6	0.6 a 1.70; >7.6	< 0.5
Cálido	> 3.0	1.7 a 2.9	0.51 a 1.70	0.2 a 0.5	< 0.2

Fuente: Tomado de: IGAC, 1991

4.1.1.5 Fósforo aprovechable (P)

El factor más importante para obtener la mayor productividad de los cultivos es el nivel óptimo de fertilidad que se obtiene al alcanzar contenidos óptimos de los 16 elementos esenciales para el crecimiento vegetal (Garavito, 1979); entre los considerados mayores están el nitrógeno, el potasio y el fósforo, de gran trascendencia en la nutrición vegetal.

El fósforo es un elemento muy importante para la nutrición de las plantas por las grandes cantidades que requieren para su crecimiento y su utilización para la transformación de la energía por fotosíntesis; es, además, parte constituyente de las enzimas, ácidos nucleicos, vitaminas, fosfolípidos y proteínas.

La disponibilidad del fósforo en los suelos está relacionada con el pH; así los suelos con pH mayor a 7.5 y menor a 5.5 y los que contienen materiales alófanicos en la fracción arcilla se caracterizan generalmente por fijar fósforo, en el primer caso, por carbonatos de calcio y, en el segundo, por compuestos de hierro y aluminio. En estos suelos gran parte de este elemento se encuentra en formas no aprovechables por las plantas y por tanto, para aumentar el nivel del elemento se debe corregir el pH y/o aplicar altas dosis de abonos fosfóricos, con el fin de saturar la capacidad fijadora del suelo y alcanzar a suministrar las cantidades que necesitan los cultivos.

4.1.1.6 Potasio disponible

Las plantas absorben del suelo grandes cantidades de potasio para utilizarlo en el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas, la regulación de la transpiración y el agua de las células y la fotosíntesis; su escasez limita el desarrollo de las plantas y afecta fuertemente el rendimiento de los cultivos, sobretodo el de aquellos que tienen estructuras duras para el sostén de los frutos (plátano, banano, palma africana, vid, oliva, papa, leguminosas y oleaginosas).

El contenido de potasio depende del material parental y el grado de evolución del suelo (Garavito, 1979); en el trópico tiende a ser bajo por los procesos avanzados de meteorización, unidos a la alta solubilidad del elemento y a la alta extracción por la frondosa vegetación. Los suelos colombianos de clima cálido no muestran esta pobreza tan generalizada, ya que tienen valores muy disímiles del elemento, los que correlacionan con el pH, más potasio entre más alto el pH (Guerrero, 1991), debido, probablemente, a materiales parentales no máficos con reservas de minerales potásicos; por su parte, los suelos de la región cafetera y otros influidos por cenizas volcánicas no suelen requerir cantidades importantes de potasio, cuando se implementan planes de fertilización, porque contienen reservas de minerales potásicos que al descomponerse químicamente ceden el elemento.

4.1.1.7 Carbonato de calcio

La acumulación de carbonatos de calcio y/o magnesio en los suelos afecta fuertemente su fertilidad porque promueven la fijación del fósforo (fosfatos cálcicos), la inmovilización de varios elementos menores y el antagonismo iónico con el potasio.

Los suelos ricos en carbonatos de calcio se presentan principalmente en climas secos y áridos, su pH está entre 7.0 y 8.5 (neutros a medianamente alcalinos) y su dinámica es gobernada por la relación $\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ (Garavito, 1979).

El manejo de estos suelos suele complicarse por la presencia de sales poco solubles y, algunas veces, de sodio en niveles tóxicos para la mayoría de los cultivos; por lo tanto, el plan de fertilización incluye elementos menores, materia orgánica, uso de plantas tolerantes (arroz, pastos bermuda y argentina), riego y drenaje controlados y aplicación de enmiendas como el yeso, cuando se requiere eliminar el sodio intercambiable en suelos sódicos.

4.1.1.8 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Las arcillas junto con la materia orgánica de un suelo son anfóteras, es decir, tienen la capacidad de retener cationes y aniones y pueden, además, intercambiarlos con el medio para mantener el equilibrio iónico entre las fases sólida y líquida del suelo. Por su capacidad para retener iones evitan que sean lixiviados y los preservan para la nutrición vegetal; según Buol et al, 1964, un nivel de 4 meq/100g de capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es el mínimo necesario para evitar la pérdida de elementos por lavado.

La CIC depende de la cantidad de arcillas y materia orgánica y de su calidad, así las caolinitas retienen de 3 a 15 meq/100g, las illitas entre 10 y 40, las esmectitas (montmorillonita, vermiculita y otras) de 80 a 150 meq/100g; sin embargo, la CIC de un suelo no es constante, depende en gran medida del pH, por ello su valor se calcula al pH del suelo y a pH 7, en

el primer caso con cloruro de amonio y, en el segundo, con acetato de amonio 1N. El primer valor se denomina capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) y el segundo, capacidad de intercambio catiónico a pH 7 (CICA); la fórmula $CICA - CICE$ da la capacidad de intercambio catiónico variable (CICV) que se define como la CIC que depende del pH.

El predominio de la CICV sobre la CICE indica una mayor presencia de materiales amorfos (alófana, óxidos hidratados de hierro y aluminio), caolinita y materia orgánica; lo contrario indica el predominio de arcillas cristalinas con carga permanente como montmorillonita y vermiculita.

4.1.1.9 Contenido de sales y sodio

El exceso de sales en el suelo interfiere con la absorción de cationes por los antagonismos químicos existentes entre los nutrientes útiles para las plantas y por la competencia que se establece entre las sales y la vegetación por el agua disponible. El contenido de sales se evalúa con la conductividad eléctrica del suelo, considerándose ligeramente salinos, suelos con valores entre 4 y 8 mmhos/cm a 25°C, moderadamente salinos entre 8 y 16 y fuertemente salinos aquellos con valores superiores a 16 mmhos/cm. El exceso de sales se elimina por lavado con riego abundante y drenaje adecuado.

El exceso de sodio es nocivo para las plantas porque deteriora el suelo al degradar su estructura, dispersa las arcillas y disminuye drásticamente la permeabilidad. Para lavar el sodio es necesario aplicar yeso u otros correctivos que reaccionen con él y formen sales solubles que se retiran con riego en exceso y drenaje adecuado. Se consideran ligeramente tóxicos para las plantas valores de saturación de sodio mayores de 15% con relación a la CICA.

4.1.1.10 Relación Ca:Mg

La relación entre las cantidades presentes en el suelo de estos dos elementos esenciales para la nutrición de las plantas, es importante, no sólo por sus cantidades en sí, sino por la influencia que tiene en la estabilidad de los agregados del suelo y el antagonismo iónico que se establece entre estos elementos cuando no presentan una relación óptima.

El valor ideal de relación Ca:Mg es de 3:1 con una variación de 2:1 a 5:1, valores mayores perjudican la nutrición de las plantas, lo que hace necesario la adición de cal dolomítica para suplir la deficiencia de Mg, valores menores y, sobretodo una relación invertida, inducen una deficiencia notoria de calcio.

4.1.2 Metodología

Los tópicos específicos que se analizaron para los suelos de Boyacá fueron: acidez o pH, potasio intercambiable, fósforo disponible, carbonato de calcio, salinidad, carbón orgánico, bases intercambiables, capacidad de intercambio catiónico, relaciones entre potasio sodio, calcio y magnesio y la saturación del sodio en algunos suelos.

Al analizar los resultados de las propiedades químicas en cuestión, se trata de establecer el origen de éstos y las medidas necesarias para adaptar estas propiedades a las necesidades de una explotación sostenible. Los métodos analíticos empleados están en el anexo de la memoria.

4.1.2.1 pH

Las clases para el pH medido en relación suelo: agua 1:1 son tres:

Clase 1	menor o igual a 5.5
Clase 2	entre 5.6 y 7.0
Clase 3	mayor a 7.0.

Estas clases se definieron según las condiciones climáticas, su efecto en el lavado de las bases y el pH de los suelos.

4.1.2.2 Saturación del aluminio intercambiable

Las clases para la saturación del aluminio intercambiable por el método del KCl IN como solución desplazante (extractora), se hizo calculando el porcentaje en que satura cargas eléctricas negativas de tipo permanente mediante la ecuación:

$$S.AI (\%) = Al^{+3}(\text{meq}/100g.) \times 100 / CICE (\text{meq}/ 100g.); \text{ donde,}$$

CICE es la capacidad de cambio catiónico efectiva.

Se establecieron tres clases, así:

Clase 1	menor al 30%
Clase 2	del 30 al 60%
Clase 3	mayor al 60%

Estas clases fueron escogidas por los rangos de tolerancia de los cultivos comerciales del departamento a este elemento.

4.1.2.3 Saturación de bases

Las clases por saturación de bases (Ca, Mg, K y Na) extraídas con acetato de amonio IN a pH 7.0, calculado por el porcentaje de saturación de las cargas eléctricas negativas según la ecuación:

$$S.B.A. (\%) = (Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+1} + Na^{+1}) (\text{meq}/100g) \times 100 / CICA (\text{meq}/100g);$$

donde CICA es la capacidad de cambio catiónico del suelo determinada con acetato de amonio IN a pH 7.0, fueron dos, así:

Clase 1	menor o igual al 50%
Clase 2	mayor al 50%.

Estos valores para diferenciar las clases se determinaron teniendo en cuenta las influencias del clima, el material parental y, sobre todo, el porcentaje del 50% que separa los suelos en distróficos y eutróficos.

4.1.2.4 Carbonato de calcio

Las clases para esta característica se determinan sólo cuando el pH es superior a 7.0, valor donde comienza el predominio de las sales libres que saturan la solución del suelo, se inicia su precipitación y se convierten en insolubles. Esta prueba es cualitativa, se efectúa aplicando a una muestra de suelo HCl IN o diluido al 10%; se califica con el signo positivo (+), el cual

puede contener de uno a cuatro +, según la intensidad de la reacción. Sin embargo, para efectos de establecer la distribución geográfica de las propiedades químicas se definieron sólo dos clases, presente, si hay reacción y no presente, si no ocurre; se aplicó en el primer metro de suelo, con énfasis en los primeros 50 cm.

4.1.2.5 Fósforo disponible

Las clases para el fósforo disponible, extraído con el método de Bray II, se establecieron fijando el límite de 40 ppm así: clase 1, igual o inferior a este valor y clase 2, superior. El criterio seguido para este límite es que los cultivos tienen, en general, una alta respuesta a la fertilización fosfórica cuando el suelo tiene menos de 40 ppm y baja respuesta cuando el fósforo disponible supera este valor (Microfertiza, s.f.).

4.1.2.6 Potasio disponible

Las clases para el potasio disponible, extraído con acetato de amonio 1N a pH 7.0, fueron dos, así: clase 1, igual o menor a 4 meq/ 100 g de suelo y, clase 2, mayor de este valor. Este nivel se escogió, al igual que el seleccionado para el fósforo, por la respuesta positiva o negativa de los cultivos a la fertilización potásica (Microfertiza, s.f.).

Combinando estas seis características se obtuvieron 28 clases que se reseñan en la Tabla 25. Estas clases se aplicaron a cada uno de los perfiles modales de las unidades cartográficas de suelos según los siguientes lineamientos:

- La profundidad analizada es de 50 cm o es la profundidad efectiva del suelo, que cuando es menor, es la que más utilizan las raíces para la nutrición de las plantas; la clase para cada suelo es el resultado ponderado de cada horizonte presente dentro de esta profundidad.
- La clase asignada debe presentarse por lo menos en el 60% de los suelos de la unidad cartográfica en análisis.

TABLA 25. Clases por pH, S.Al, SBA, CaCO₃, K y P

Clase	Características de la propiedad					
	pH	Saturación de Aluminio (SAI). %	Saturación de Bases (SBA) %	Carbonato de Calcio CaCO ₃ Cualitativo	Potasio Cambiable (K) meq/100g	Fósforo Disponible (P) ppm
1	= 5.5	< 30	-	-	< 0.4	< 40
2	= 5.5	< 30	-	-	< 0.4	> 40
3	= 5.5	< 30	-	-	> 0.4	> 40
4	= 5.5	< 30	-	-	> 0.4	< 40
5	= 5.5	30-60	-	-	< 0.4	< 40
6	= 5.5	30-60	-	-	< 0.4	> 40
7	= 5.5	30-60	-	-	> 0.4	> 40
8	= 5.5	30-60	-	-	> 0.4	< 40
9	= 5.5	> 60	-	-	< 0.4	< 40
10	= 5.5	> 60	-	-	< 0.4	> 40
11	= 5.5	> 60	-	-	> 0.4	> 40
12	= 5.5	> 60	-	-	> 0.4	< 40
13	5.6-7.0	-	< 50	-	< 0.4	< 40
14	5.6-7.0	-	< 50	-	< 0.4	> 40
15	5.6-7.0	-	< 50	-	> 0.4	> 40

Continuación Tabla 25

Clase	Características de la propiedad					
	pH	Saturación de Aluminio (SAI). %	Saturación de Bases (SBA) %	Carbonato de Calcio CaCO ₃ Cualitativo	Potasio Cambiable (K) meq/100g	Fósforo Disponible (P) ppm
16	5.6-7.0	-	< 50	-	> 0.4	< 40
17	5.6-7.0	-	> 50	-	< 0.4	< 40
18	5.6-7.0	-	> 50	-	< 0.4	> 40
19	5.6-7.0	-	> 50	-	> 0.4	> 40
20	5.6-7.0	-	> 50	-	> 0.4	< 40
21	> 7.0	-	> 50	Si	< 0.4	< 40
22	> 7.0	-	> 50	Si	< 0.4	> 40
23	> 7.0	-	> 50	Si	> 0.4	> 40
24	> 7.0	-	> 50	Si	> 0.4	< 40
25	> 7.0	-	> 50	No	< 0.4	< 40
26	> 7.0	-	> 50	No	< 0.4	> 40
27	> 7.0	-	> 50	No	> 0.4	> 40
28	> 7.0	-	> 50	No	> 0.4	< 40

4.1.2.7 Carbón orgánico

Los rangos para conformar las clases por el contenido de carbón orgánico en el departamento de Boyacá se determinaron teniendo en cuenta la información recolectada, referente al contenido de carbono de los primeros 25 cm de suelo, clima, material parental, cobertura vegetal actual, tipo de vegetación y drenaje de los suelos. Con la información anterior se establecieron cinco clases que aparecen en la Tabla 26.

TABLA 26. Clases por el contenido de carbón orgánico

Clase	C.O. %	Apreciación
1	< 1.0	Muy bajo
2	1.0-1.5	Bajo
3	1.6-2.5	Medio
4	2.6-6.0	Alto
5	> 6.0	Muy alto

4.1.3 Resultados y discusión

Para facilitar la comprensión de la distribución espacial de las propiedades químicas y sus implicaciones agronómicas en el manejo de los suelos, la discusión se hará por separado para el carbón orgánico, la capacidad de intercambio catiónico, la presencia de sales y sodio y la relación Ca:Mg, e integrada para las demás propiedades (pH, SAI, SB, CaCO₃, K y P).

4.1.3.1 Distribución espacial del pH, SAI, SB, CaCO₃, K y P.

Del total de 28 clases posibles, se hallaron y delimitaron 13, las que se presentan en la Tabla 27, junto con el porcentaje que abarcan y la clasificación general de la fertilidad química. (Ver figura 54).

TABLA 27 Distribución, porcentaje del área y calificación de la fertilidad de las clases por pH, SAI, SB, CaCO₃, K y P en el departamento de Boyacá

Clase	Características de la propiedad							
	pH	Saturación Aluminio (SAI) %	Saturación Bases(SB) %	Carbonato de calcio (CaCO ₃) Cualitativo	Potasio disponible (K) meq/100g	Fósforo disponible (P) ppm	%	Fertilidad
Suelos con pH menor o igual a 5.5								
1	≤5.5	< 30	-	-	< 0.4	< 40		Baja
4	≤5.5	< 30	-	-	> 0.4	< 40		Moderada
5	≤5.5	30-60	-	-	< 0.4	< 40		Baja
8	≤5.5	30-60	-	-	> 0.4	< 40		Alta
9	≤5.5	> 60	-	-	< 0.4	< 40		Baja
Suelos con pH entre 5.6 y 7.0								
13	5.6-7.0	-	< 50	-	< 0.4	< 40		Moderada
14	5.6-7.0	-	< 50	-	< 0.4	> 40		Moderada
17	5.6-7.0	-	> 50	-	< 0.4	< 40		Moderada
18	5.6-7.0	-	> 50	-	< 0.4	> 40		Moderada
Suelos con pH mayor de 7.0								
21	> 7.0	-	> 50	Sí	< 0.4	< 40		Moderada
22	> 7.0	-	> 50	Sí	< 0.4	> 40		Moderada
25	> 7.0	-	> 50	No	< 0.4	< 40		Alta
26	> 7.0	-	> 50	No	< 0.4	> 40		Muy alta

- **Suelos con pH igual o inferior a 5.5.**

- **Clase I. Suelos con saturación de aluminio menor a 30%, K inferior a 0.4 meq/100g y P menor a 40 ppm:**

Esta clase se encuentra en áreas del altiplano de clima frío seco en la zona del centro del departamento, en la montaña al occidente, en clima cálido húmedo y del valle y el lomerío en el clima cálido húmedo del Magdalena Medio (unidades AHM, AHV, LVG, MMX, MVH, VVD). Las bajas condiciones químicas de estos suelos son consecuencia de un desarrollo pedogénico en climas húmedos en los que la evapotranspiración es menor que la precipitación, por lo que dominan las transformaciones y las pérdidas de sustancias, entre ellas las bases de cambio, especialmente potasio y la fijación del fósforo por los minerales secundarios que se sintetizan en el suelo.

Las condiciones de saturación de aluminio, materia orgánica y pH de estos suelos (con pocas excepciones) no son muy limitantes para los cultivos; el pH es, en general, fuerte a medianamente ácido y la saturación de aluminio, con frecuencia, menor de 15%; por ello, la fertilidad general de los suelos integrantes de la clase se cataloga como baja a moderada, con dominio de esta última; en algunos sectores es, sin embargo, alta.

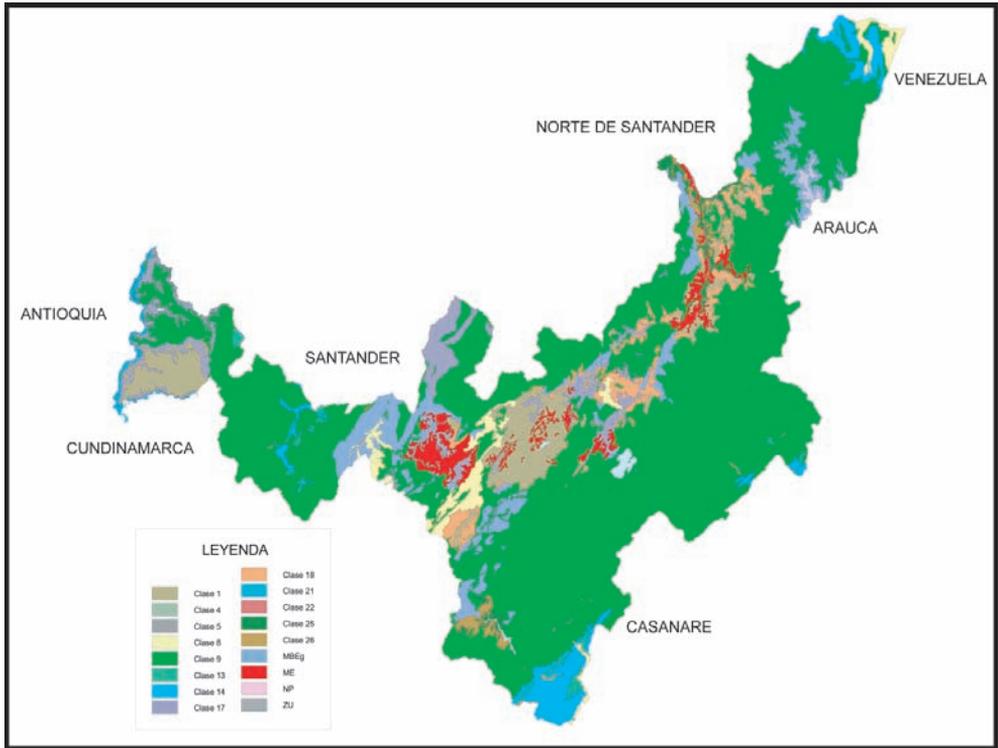


FIGURA 54. Distribución espacial del pH, SAI,SB,CaCO₃, K y P.

Explotación agropecuaria comercial de estos suelos requiere la aplicación de cal agrícola para mejorar el pH y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, así como la fertilización con fósforo y potasio en dosis elevadas. Cuando las condiciones edáficas y/o económicas no permiten la mejoría de los suelos, el uso de especies tolerantes a la acidez y al aluminio sería lo apropiado.

- **Clase 4. Suelos con saturación de aluminio menor a 30%, K mayor a 0.4meq/100g y P menor a 40ppm.**

Esta clase de suelos se presenta en los climas fríos húmedo y seco de las montañas en las regiones de Chiquinquirá, Centro, Norte y Oriente del departamento (Unidades MMC, MLV). El material parental más común de estos suelos es la ceniza volcánica, caracterizándose por presentar una fertilidad moderada, altos a muy altos contenidos de materia orgánica y altos de potasio.

El desarrollo en un clima húmedo ha producido transformaciones en los minerales, lavado de algunas bases, acidez fuerte a mediana, bajo contenido de fósforo y poco aluminio intercambiable.

La fertilidad de los suelos es moderada, por lo que es necesario aplicar dosis moderadas a altas de cal agrícola y fertilizantes fosfóricos para lograr rendimientos óptimos en la producción agropecuaria y forestal.

- **Clase 5. Suelos con saturación de aluminio entre 30 y 60%, K menor a 0.4 meq/100 g y P inferior a 40 ppm:**

Los suelos de esta clase tienen mayores limitaciones para la producción agropecuaria que los de la clase anterior, ya que presentan procesos de pérdidas y transformaciones más acentuados; se encuentran en la altiplanicie de clima muy frío húmedo, los valles de clima frío seco del Centro y Norte del departamento y los valles de clima cálido muy húmedo del río Arauca y Upía al Norte y Oriente respectivamente (Unidades AHV,VUI,VUK,VMB).

La fertilidad de estos suelos es predominantemente baja, con algunas excepciones en el paisaje de montaña y la acidez de muy fuerte a fuertemente ácida; la explotación comercial se restringe por tener limitaciones debidas a estos dos factores, por la alta saturación del aluminio y por sus bajos contenidos de fósforo y potasio disponibles. Sólo permiten cultivos tolerantes al aluminio y la acidez y hacen indispensable una fuerte fertilización fosfórica y potásica y encalado para mejorar su aptitud agropecuaria.

- **Clase 8. Suelos con saturación de aluminio entre 30 y 60%, K mayor a 0.4% meq/100g y P menor a 40 ppm:**

Esta clase se encuentra distribuida en el valle de clima frío húmedo de las regiones de Chiquinquirá y el Centro del departamento (Unidad VLA). La fertilidad de los suelos es alta por la materia orgánica, la riqueza del material parental y las temperaturas moderadas que han atenuado las transformaciones y pérdidas de sustancias que son generadas por el clima húmedo. Por haberse desarrollado en estos climas, los suelos presentan características como acidez fuerte a muy fuerte, saturaciones altas de aluminio y bajos contenidos de elementos biodisponibles, excepto potasio.

Los suelos están dedicados a la agricultura y ganadería intensiva con manejo técnico y alta utilización de fertilizantes; sin embargo requieren aplicaciones de cal, materia orgánica y fertilización fosfórica para habilitarlos en cultivos no tolerantes al aluminio y la acidez.

- **Clase 9. Suelos con saturación de aluminio mayor al 60%, K inferior a 0.4 meq/100g y P inferior a 40 ppm.**

Estos suelos son los más abundantes en el departamento, están presentes en casi todos los climas, especialmente los húmedos y muy húmedos, y en todos los paisajes y provincias (Unidades AHE, LVD, MEE,MGE, MGv, MHE, MHH, MHV, MJE, MKC, MKE, MKH, MKV, MLE, MLH, MMA, MOE, MOH, MOX, MPA, MPE, MPX, MVA, VUO). Tienen fuertes limitaciones para la explotación agropecuaria por tener una alta acidez, una pobreza de nutrientes y toxicidad por el aluminio.

Los productos solubles de estos suelos se han perdido casi en su totalidad, mientras que elementos como el fósforo se fijan por los coloides cristalinos y/o amorfos y los hidróxidos de Fe y Al; adicionalmente, la capacidad buffer de muchos de los suelos de esta clase, hace costosa su recuperación por las altas cantidades de cal que se les debe adicionar cuando la topografía y el clima lo permiten, por ello es más conveniente utilizarlos con plantas resistentes a la toxicidad del aluminio.

- **Suelos con pH entre 5.6 y 7.0**

- **Clase 13. Suelos con saturación de bases inferior al 50%, K menor a 0.4 meq/100g y P inferior a 40 ppm:**

Estos suelos se encuentran en el clima cálido húmedo del paisaje de montaña al Occidente del departamento (Unidad MVX). Se han desarrollado a partir de materiales parentales moderadamente ricos en minerales alterables que se han perdido por las transformaciones y pérdidas que suceden en los climas húmedos con altas temperaturas.

La fertilidad de estos suelos es moderada y en ocasiones muy alta, debido a su aceptable pH, moderados a altos contenidos de materia orgánica y saturación de bases regular, a pesar de ser inferior al 50%. La producción agropecuaria en estos suelos necesita de la adición de importantes cantidades de fósforo y potasio.

- **Clase 14. Suelos con saturación de bases menor al 50%, K menor a 0,4 meq/100g y P mayor a 40 ppm:**

Estos suelos se encuentran en el clima cálido húmedo de las montañas del Occidente del departamento (Unidad MVE). Al igual que los de la clase 13, se desarrollaron de materiales parentales con minerales alterables y han sufrido pérdidas y transformaciones similares, sin embargo son más ricos en fósforo, por lo cual su fertilidad es, en general, moderada. Necesitan fertilización potásica para su explotación agropecuaria en las áreas donde ésta se pueda efectuar sin menoscabo o perjuicio del suelo.

- **Clase 17. Suelos con saturación de bases superior al 50%, K inferior a 0.4 meq/100g y P inferior a 40 ppm:**

Los suelos de esta clase se encuentran en el Centro, Oriente y Occidente del departamento. Se hallan en paisajes de montaña de climas frío seco, medio muy húmedo y de valle de climas frío seco y cálido húmedo (Unidades MMH, MPC, VMA, VVB, VVC).

Los materiales parentales de estos suelos son diversos, todos abundantes en minerales de fácil alteración que han producido suelos con buena cantidad de bases intercambiables, excepto fósforo que probablemente se ha fijado y potasio que se ha lavado por acción del clima húmedo, principalmente. La fertilidad de los suelos varía de moderada a alta, ocasionalmente baja, por los contenidos regulares a bajos de materia orgánica, potasio y fósforo; requieren adición de materia orgánica y fertilización potásica y fosfórica en cantidades moderadas a altas para la actividad agropecuaria.

- **Clase 18. Suelos con saturación de bases mayor al 50%, K menor a 0.4 meq/100g y P mayor a 40 ppm:**

Los suelos de esta clase se localizan en las montañas de clima frío seco del centro y norte del departamento (unidad MME). Sus propiedades químicas provienen de un material parental rico en minerales intemperizables por acción química, que han disminuido moderadamente por acción del clima, por ello, aún conservan buena parte de éstos.

La fertilidad es en general moderada, dado que la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son de moderadas a altas y el pH es moderadamente ácido y muy fuertemente ácido en algunos sectores localizados. Estos suelos requieren aplicación alta de materia orgánica y de fertilizantes potásicos para optimizar su uso agropecuario.

● Suelos con pH mayor a 7.0

● Clase 21. Suelos con presencia de CaCO_3 , K menor a 0.4 meq/100g y P menor a 40 ppm:

Los suelos de esta clase se ubican en el valle del Magdalena Medio en clima cálido húmedo (Unidad VVA). Se han desarrollado a partir de materiales aluviales ricos en minerales alterables y/o calcáreos en un clima que ha favorecido la acumulación del carbonato de calcio, que ocasionan un pH moderadamente alcalino con un complejo de cambio dominado por Ca y Mg, causando antagonismos y toxicidades químicas que dificultan la producción agropecuaria.

La fertilidad de estos suelos es moderada; para aprovechar plenamente su productividad debe adicionárseles materia orgánica y correctivos para neutralizar el CaCO_3 y eliminar los excesos de Ca soluble que se producen en esta operación; también deben aplicarse dosis altas de fósforo y potasio para suplir la deficiencia de estos dos nutrientes.

● Clase 22. Suelos con presencia de CaCO_3 , K menor a 0.4 meq/100g y P mayor a 40 ppm:

Estos suelos se encuentran en relieve de montaña de clima medio seco al norte de Boyacá (Unidad MRH). Son similares a los de la clase 21, pero con un contenido mayor de fósforo. Las limitaciones para la producción agropecuaria son también menores desde el punto de vista químico por ser ligeramente alcalinos y tener menor acumulación de carbonatos de calcio.

La fertilidad de estos suelos oscila entre moderada y alta; para aprovechar su potencial agropecuario se deben seguir las mismas indicaciones que para la clase 21, solamente requieren dosis altas de potasio.

● Clase 25 Suelos sin presencia de CaCO_3 , K menor a 0.4 meq/100g y P menor a 40 ppm:

Los suelos de esta clase se encuentran en el paisaje de montaña de clima medio seco del centro y norte de Boyacá (Unidad MRE). Los principales factores que han modelado la formación de estos suelos son el material parental que se caracteriza por moderados contenidos de minerales de fácil alteración que generan contenidos medianos de bases de cambio y, por ende, baja precipitación de sales solubles y el clima seco por la poca alteración y transformación que provoca en los materiales orgánicos e inorgánicos. Estos suelos se caracterizan por tener una fertilidad alta con contenidos bajos de fósforo y potasio, pH de neutro a moderadamente alcalino y altos contenidos de calcio y magnesio intercambiables. La explotación requiere aplicación de altas dosis de fertilizantes fosfóricos y potásicos y programas cuidadosos de riego y drenaje que eviten la salinización del suelo.

● Clase 26. Suelos sin presencia de CaCO_3 , K menor a 0.4 meq/100g y P mayor a 40 ppm:

Los suelos de esta clase se encuentran en el mismo clima, paisaje y zona que los de la clase 25 (Unidad MRX). Las condiciones químicas y de formación son similares a las de los suelos de esta clase, pero sus limitaciones son menores, dado los altos contenidos de fósforo y de otros nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

4.1.3.2 Distribución del contenido de carbón orgánico en los suelos de Boyacá

Según las clases expuestas en la Tabla 24 (clases por el contenido de carbón orgánico de los primeros 25 cm de suelo) para los suelos del departamento, el contenido de carbón orgánico más común es el alto, seguido del muy alto, en correlación con el predominio de los climas fríos y muy fríos; los suelos de los climas cálidos y medios tienen contenidos bajos a muy bajos.

En los valles y lomeríos del Magdalena Medio y del río Arauca en climas cálidos húmedos y muy húmedos y en las montañas de clima medio seco del norte del departamento, predominan los suelos con contenidos bajos a muy bajos de carbón orgánico, lo que está asociado a las altas temperaturas que provocan una rápida descomposición de la materia orgánica y, por ende, su escasa acumulación dentro y sobre el perfil del suelo.

Otros suelos con bajos y muy bajos contenidos de carbono orgánico son los ubicados en vallecitos del paisaje de montaña, en climas medios muy húmedo y seco y suelos asociados con altas pendientes en climas cálido húmedo, medio seco y muy húmedo y frío seco.

Los contenidos medios de carbón orgánico se presentan en unos pocos suelos del departamento, ubicados en relieves agradacionales de climas fríos secos y muy húmedos de los paisajes de Montaña y Altiplanicie y en algunos suelos del valle del Magdalena Medio; en todos los casos persiste un equilibrio entre la acumulación de carbón orgánico y su mineralización debido al relieve plano a ligeramente ondulado.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas en los climas fríos y muy fríos y, en algunos medios, suelen presentar niveles altos a muy altos de carbón orgánico debido a la quelación de la materia orgánica por el complejo humus – alófano, que inhibe su mineralización, lo que favorece su acumulación, con la colaboración de temperaturas bajas.

Los contenidos más altos de carbón orgánico se encuentran en los climas muy fríos y extremadamente fríos de los páramos, debido a las bajas temperaturas que reducen la tasa de mineralización de los restos orgánicos y en las zonas de mal drenaje de todos los climas debido a la topografía cóncava que favorece la acumulación de materiales en condiciones anaeróbicas que en algunos sectores originan hístosoles, como ocurre en las regiones de Chiquinquirá y las lagunas de Tota y Fúquene.

4.1.3.3 Resultados de otras propiedades químicas de los suelos de Boyacá

En Boyacá se presentan suelos salinos, sódicos y salino - sódicos en las provincias de Tundama, Sugamuxi, Centro y Norte, en áreas de clima frío seco del relieve de valle y en los vallecitos y glaciares del relieve de montaña y en sectores localizados en el lomerío y valle del Magdalena Medio en clima cálido húmedo. Por su ubicación muy localizada, estos suelos no predominan en ninguna unidad de suelos y sólo hay dos perfiles modales que presentan problemas el J28 de la unidad VMB que es salino sódico y el PJ146 de la unidad LVD, que es sódico en el horizonte subsuperficial. Para la recuperación de estos suelos se requiere aplicar materia orgánica y yeso, seguido de sobreriego y drenaje.

En algunos suelos de Boyacá, la relación Ca: Mg presenta problemas relacionados en la tabla 28. Se encuentran especialmente en el Occidente, Centro y Norte del departamento.

TABLA 28. Suelos de Boyacá con relación Ca:Mg no ideal.

Perfil Clasificación	Unidad Cartográfica	Profundidad (cm)	Ca (meq/100gr)	Mg (meq/100gr)	Relación Ca:Mg	Problema
PJ146 Typic Endoaquepts	LVDe2	00-12	3.2	1.6	2.0:1.0	Exceso Mg
		12-40	3.2	5.3	1.0:1.7	
		40-60	3.6	6.5	1.8:1.0	
PJ137 Typic Eutrudepts	LVGe2	00-14	11.5	9.4	1.2:1.0	Relación Invertida y exceso Mg
		14-37	3.8	10.1	1.0:2.7	
		37-73	0.9	19.1	1.0:21.2	
PB-8A Fluventic Haplustepts	MMXd1	00-12	41.2	0.8	51.5:1.0	Exceso Ca
		12-34	42.9	0.4	107.3:1.0	
		34-50	23.1	1.7	13.6:1.0	
PJ90 Fluvaquentic Endoaquolls	VLAa	00-23	20.2	1.9	10.6:1.0	Exceso Ca
		23-46	35.1	1.8	19.5:1.0	
		46-57	25.1	1.3	19.3:1.0	
J27 Udertic Haplustepts	VMAa	00-17	33.0	2.4	13.8:1.0	Exceso Ca
		17-38	27.5	1.2	22.9:1.0	
		38-77	40.4	2.4	40.4:2.4	
PBC3 Fluventic Dystrudepts	VUIa	00-15	2.4	2.8	1.0:1.2	Relación Invertida y Exceso Mg
		15-34	1.6	2.0	1.0:1.3	
		34-55	1.2	0.4	3.0:1.0	
PJ136 Fluventic Eutrudepts	VVBa	00-07	26.7	0.9	29.7:1.0	Exceso Ca
		07-32	18.7	0.4	46.8:1.0	
		32-50	7.4	2.1	3.5:1.0	

Los suelos que presentan un exceso de calcio deben ser abonados con fertilizantes magnésicos o con cal dolomítica rica en magnesio, según sea el desequilibrio. Los suelos con exceso de magnesio deben ser abonados con cales agrícolas que tengan los menores contenidos posibles de carbonato de magnesio, lo mismo debe hacerse en los suelos con relación invertida, en éstos es necesario estudiar las posibilidades de lavar el magnesio con aplicaciones de yeso, sobrerriegos, como se hace en la recuperación de los suelos sódicos.

La CICV es mayor que la CICE en algunos suelos de los paisajes de Montaña, Altiplanicie, Lomerío, Valle y el de piedemonte. Esta condición indica que la aplicación de cal agrícola en estos suelos con el fin de aumentar el pH, aumentaría su CICE, las bases totales y la saturación de éstas, su fertilidad y aptitud agropecuaria (tablas del anexo Resultados de los Análisis Químicos y Granulométricos).

4.1.4 Conclusiones

La distribución geográfica de las propiedades químicas importantes en la génesis y la fertilidad de los suelos permiten llegar a conclusiones muy útiles para orientar su manejo.

- Un alto porcentaje de los suelos del departamento tiene pHs iguales o menores a 5.5, saturaciones de aluminio superiores al 60%, valores más altos de capacidad de intercambio catiónico variable (CICV) que de capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE); todo esto limita el crecimiento de los cultivos comerciales susceptibles y tolerantes al aluminio y a la acidez. También permite inferir que gran parte de los suelos de Boyacá reaccionarán favorablemente a la aplicación de cal agrícola y otros correctivos que aumenten el pH y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

- Un alto porcentaje de suelos tienen pHs entre 5.6 y 7.0 y de éstos un elevado número tienen saturación de bases mayor al 50%.
- Otros suelos tienen pHs mayores de 7.0 y de éstos muestran presencia de carbonatos de calcio (CaCO_3), condición que los limita para su recuperación y aprovechamiento agropecuario y forestal, el resto presenta condiciones muy interesantes para la producción agropecuaria, siempre y cuando se siga un cuidadoso manejo para evitar su deterioro.
- La fertilidad de los suelos del departamento permite agruparlos en unidades de muy baja, baja, moderada, alta y muy alta fertilidad.
- Casi todos los suelos de Boyacá responderán satisfactoriamente a la aplicación de fertilizantes potásicos y fosfóricos.
- El contenido de carbón orgánico de los suelos del departamento está determinado por la humedad, la temperatura, la vegetación, el grado de inclinación del terreno y la condición del drenaje.

4.2. PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas del suelo presentan una gran variabilidad, debido a que están sometidas a continuos cambios en condiciones naturales y especialmente con la intervención del hombre a través de las diferentes actividades, incluidas las agrícolas, cuando estos cambios afectan desfavorablemente las condiciones del suelo para la producción de cultivos o provocan el uso de mayores insumos, se dice que hay problemas de degradación física. En el caso de los suelos del departamento de Boyacá, las propiedades físicas se deben tomar como una interacción suelo-cultivo-clima-manejo, para obtener una buena producción.

Entre las propiedades físicas importantes está la estructura, la cual completa la noción de textura; está ligada a coloides del suelo, que pueden estar floculados formando parte de agregados primarios, a su vez éstos pueden estar reunidos en unidades estructurales secundarias. La importancia de la estructura reside en que influye en la aireación del suelo, en la resistencia a la penetración de raíces, en el movimiento del agua, del aire y también juega un papel muy importante en la resistencia a la erosión.

Las mediciones de la estructura del suelo y su tasa de cambio o degradación son complejas, debido a sus condiciones dinámicas y a que diferentes características de la estructura son de importancia dependiendo de los suelos, clima, cultivos y sistemas de manejo; sin embargo, es muy importante y necesario identificar los factores limitantes y estimar la fragilidad de los diferentes tipos de suelos, con el fin de determinar los cambios requeridos en prácticas de labranza y manejo en general.

Una propiedad del suelo que casi siempre es alterada en un sentido u otro por el uso y manejo del suelo es la relación masa/volumen o densidad aparente; al alterar esta propiedad se afecta el crecimiento radicular y la emergencia de plántulas. El grado de influencia es difícil de establecer porque la densidad aparente interactúa con la porosidad, la humedad, la estructura y la resistencia mecánica a la penetración, todos los cuales afectan el crecimiento de las plantas.

Aunque es difícil establecer valores óptimos o críticos de densidad aparente para todos los suelos, evidencias sugieren que densidades aparentes bajas ocasionan secados muy rápidos y por lo tanto déficit de agua para las plantas; altas densidades causan pobre aireación y alta resistencia mecánica a la penetración. A continuación se discuten algunas propiedades físicas de suelos representativos de los paisajes de Montaña, Altiplanicie y Valle.

4.2.1 SUELOS DE MONTAÑA

4.2.1.1. Textura

Las texturas del paisaje de Montaña dependen en gran parte del material parental o material de origen del suelo. El 50% de las texturas de este paisaje son medias en los climas desde muy frío muy húmedo hasta el frío seco; los suelos de vallecitos y abanicos coluviales y aluviales intermontanos presentan gran heterogeneidad de texturas, debido a los diferentes materiales que reciben de la parte alta. Hacia el occidente del departamento, en climas medios dominan las familias arcillosa fina y muy fina; en la provincia de Valderrama en clima medios, la mayoría de los suelos son de familia francosa fina. En las regiones del Valle de Tenza y Lengupá, las texturas son más gruesas, de familias francosa gruesa y en muy pocos sitios francosa fina. En los vallecitos y glaciares de la provincia del norte hay una gran variabilidad y se presentan familias desde arcillosas finas hasta arenosas.

4.2.1.2. Estabilidad Estructural

Los suelos de este paisaje tanto en climas muy fríos, muy húmedos a frío húmedo y frío seco, desarrollan una estructura granular en el primer horizonte, debido al aporte de materia orgánica, a la actividad de organismos y los efectos de la vegetación especialmente de las raíces; en profundidad, los suelos tienden a ser más arcillosos lo cual da origen a procesos de contracción expansión originando estructuras de tipo bloques angulares y subangulares.

Para conocer qué tan estables son los agregados al agua, se llevó a cabo la prueba de estabilidad estructural en algunos suelos. En general son suelos moderadamente estables a muy estables en agua; la mayoría de los suelos presenta el más alto porcentaje de agregados en el tamaño 8 a 6.3 mm como se observa en la tabla de propiedades físicas del apéndice; se exceptúan los suelos de la unidad cartográfica MLV, donde el primer horizonte del perfil CB-31, el 55% de los agregados son del tamaño <0.425 m.m, la unidad MMC, el segundo horizonte del perfil CB-6 y en la unidad MPX, el suelo C-B17, presenta el mismo comportamiento, con el agravante que el 80% de agregados <0.425 mm; es probable que estos suelos, al someterlos a un excesivo laboreo o una fuerte actividad ganadera, pueda cambiar su estructura aún más, especialmente aquellos suelos que se encuentran en pendientes mayores al 12% y que estén desprovistos de vegetación, por consiguiente los efectos de clima y laboreo agravarán los problemas de degradación. La tabla 29 muestra los resultados del diámetro ponderado medio de los agregados del primer horizonte de algunos suelos; en el apéndice aparecen los datos del tamaño de agregados de varios horizontes.

TABLA 29. Estabilidad estructural de los suelos de Montaña

Unidad cartográfica de suelos	No. Perfil	Profundidad cm.	D.P.M.	Calificación
MEE	PB-1	00-10	4.83	Estable
MEE	PB1A	00-40	3.09	Moderadamente estable
MME	PB 38 A	00-10	4.06	Estable
MHE	CB-25	00-29	5.70	Muy estable
MHE	CB-23	00-26	5.69	Muy estable
MHV	CB-24	00-16	5.33	Muy estable
MHV	CB-26	00-23	6.42	Muy estable
MHV	CB-28	00-39	5.71	Muy estable
MKV	CB-18	00-26	4.98	Estable
MKV	CB-19	00-17	5.14	Muy estable
MLV	CB-31	00-35	6.48	Muy estable
MLV	CB-32	00-26	5.69	Muy estable
MMA	CB-27	00-17	6.62	Muy estable
MMA	CB-29	00-24	6.35	Muy estable
MMC	PB 32 A	00-35	2.62	Moderadamente estable
MMC	CB-5	00-25	5.65	Muy estable
MMC	CB-6	00-25	5.42	Muy estable
MMX	CB-4	00-10	3.88	Moderadamente estable
MMX	CB-7	00-15	3.50	Moderadamente estable
MPX	CB-17	00-20	4.24	Estable
MVE	PBC I	00-10	3.35	Moderadamente estable
AMV	CB-10	00-30	3.62	Moderadamente estable

4.2.1.3. Densidad Aparente y Real

Los suelos de Montaña presentan por lo general, valores bajos de densidad aparente, debido a que los contenidos de materia orgánica son altos en unos casos como los ubicados en la parte más fría, y, en otros casos, porque son suelos derivados de ceniza volcánica Andisoles y algunos Inceptisoles; se exceptúan los suelos Vertic Calcisteps, Vertic Dystrusteps, Typic Haplusteps, Typic Dystrudepts y Andic Dystrudepts, en donde la densidad es mayor de 1.60; es probable que el manejo de estos suelos haya ocasionado algún grado de compactación, lo cual incide en la entrada del agua al suelo, en el desarrollo de las raíces y en la supervivencia de los organismos del suelo.

La densidad real o de partículas, fluctúa entre 2.25 y 2.75 g/cm³. La tabla 30 muestra los valores de densidad aparente y real del primer horizonte de los suelos de Montaña; en el apéndice aparecen los datos de los demás horizontes de los suelos estudiados.

TABLA 30. Densidad aparente y real del primer horizonte de los suelos de Montaña

Unidad Cartográfica de Suelos	No. Perfil	Densidad aparente (g/cm ³)	Densidad real (g/cm ³)
MME	PB-1A	0.71	2.36
MME	PB-67	1.38	2.30
MHE	CB-25	0.88	2.46
MHE	CB-23	0.87	2.39
MHV	PB-174A	1.35	2.51
MHV	CB-1	0.80	2.30
MHV	CB-24	1.40	2.53
MHV	CB-26	0.48	2.56
MJE	PB-19	0.72	2.30
MJE	PJ-19	1.18	2.64
MKV	PJ-44	0.81	2.25
MPX	PJ-13	1.13	2.48
MKV	PB-6A	0.93	2.52
MKV	CB-18	1.66	2.60
MKV	CB-19	0.74	2.29
MKH	R-O5	1.31	2.59
MLV	PJ-61	1.09	2.50
MLV	PJ-39	0.71	2.41
MLV	CB-31	1.37	2.63
MLV	CB-32	1.39	2.78
MMA	CB-27	1.62	2.75
MMA	CB-28	0.99	2.56
MMA	CB-29	1.02	2.78
MMC	CB-5	0.72	2.71
MMC	CB-6	1.09	2.80
MMC	PB-32A	1.61	2.75
MMC	PB-37A	1.34	2.57
MMC	J-2	1.70	2.53
MPX	CB-17	1.12	2.66
MRX	CB-8	1.52	2.91
MVE	PBC-1	0.93	2.48
MVX	PJ-27	0.79	2.51
MVE	PB-45	1.60	2.68
AHV	PB-28A	0.72	2.36
AMV	CB-3	1.26	2.75
AMV	CB-10	1.21	2.59
VMA	PJ-40	0.71	2.35

4.2.1.4 Porosidad

El conocimiento de la porosidad del suelo es muy importante puesto que define las relaciones agua y aire. La mayoría de los suelos de montaña en el primer horizonte tienen una alta porosidad total, mayor del 50%, pero la distribución entre macro y microporos es inadecuada, predominan los microporos en la gran mayoría de los suelos, como se observa en la tabla 31; se considera un límite crítico cuando el suelo contiene menos del 10% de macroporos, por debajo del cual la capacidad de aireación y el desarrollo radical para la mayoría de los cultivos es perjudicial.

TABLA 31. Porosidad del primer horizonte de los suelos de Montaña

Unidad Cartográfica de Suelos	No. Perfil	Microporos (%)	Macroporos (%)	Porosidad total (%)
AHV	PB -28A	36	32	68
AMV	CB -10	36	17	53
AMV	CB -3	46	8	54
MEE	PB -1A	37	32	69
MKV	PJ -44	50	14	64
MHE	CB -25	48	16	64
MHV	CB -1	50	15	65
MHV	CB -24	34	11	45
MHV	CB -26	59	22	81
MJE	PJ -19	40	15	55
MKV	PB -6A	40	23	63
MKV	CB -18	32	4	36
MKV	CB -19	59	9	68
MLV	PJ -39	40	31	71
MLV	CB -31	32	16	48
MLV	CB -32	31	12	43
MMA	CB -27	23	18	41
MMA	CB -28	35	26	61
MMA	CB -29	44	19	63
MMC	PB -32A	29	12	41
MMC	PB -37A	41	7	48
MMC	CB -5	47	26	73
MMC	CB -6	43	18	61
MMX	174 -A	35	11	46
MPX	J -13	47	7	54
MRX	CB -8	40	8	48
MVE	PBC -1	25	37	62
MVX	PJ -27	38	30	68
VMA	PJ -40	34	35	69

En profundidad el comportamiento del suelo es semejante, por lo tanto el manejo debe estar encaminado a mejorar estructura y por consiguiente la relación macro-microporos.

La Figura 55 muestra tres suelos en donde la distribución de los poros es diferente en cada uno de ellos; de la unidad MLV, el perfil PJ-39 clasificado como Andic Dystrudepts, la distribución de la porosidad en los dos primeros horizontes es 1:1, es decir, que tanto los microporos como los macroporos están en la misma proporción por lo tanto la relación aire-agua es ideal para el desarrollo de la vegetación; en profundidad disminuyen los macroporos. En la unidad VMA el perfil PJ-40, clasificado como Typic Hapludands, es casi una excepción de los suelos de este paisaje, puesto que la macroporosidad está en mayor porcentaje que la microporosidad y esto conlleva a que la entrada de agua al suelo sea más rápida y el intercambio de gases con la atmósfera sea más eficiente para la supervivencia de los organismos del suelo y para el desarrollo de las raíces. En la unidad MKV, el perfil CB-18, Typic Dystrudepts, el predominio es de microporos; la microporosidad se encuentra en un 2 y 8 % en los tres primeros horizontes, esto se refleja en la densidad aparente de los suelos,

cuyos valores son mayores de 1.6 g./cm^3 ; es probable que las raíces encuentren mucha dificultad para desarrollarse en los primeros 70 cm; este comportamiento de la porosidad es el más común en la mayoría de los suelos, como se observan en las tablas de propiedades físicas del apéndice.

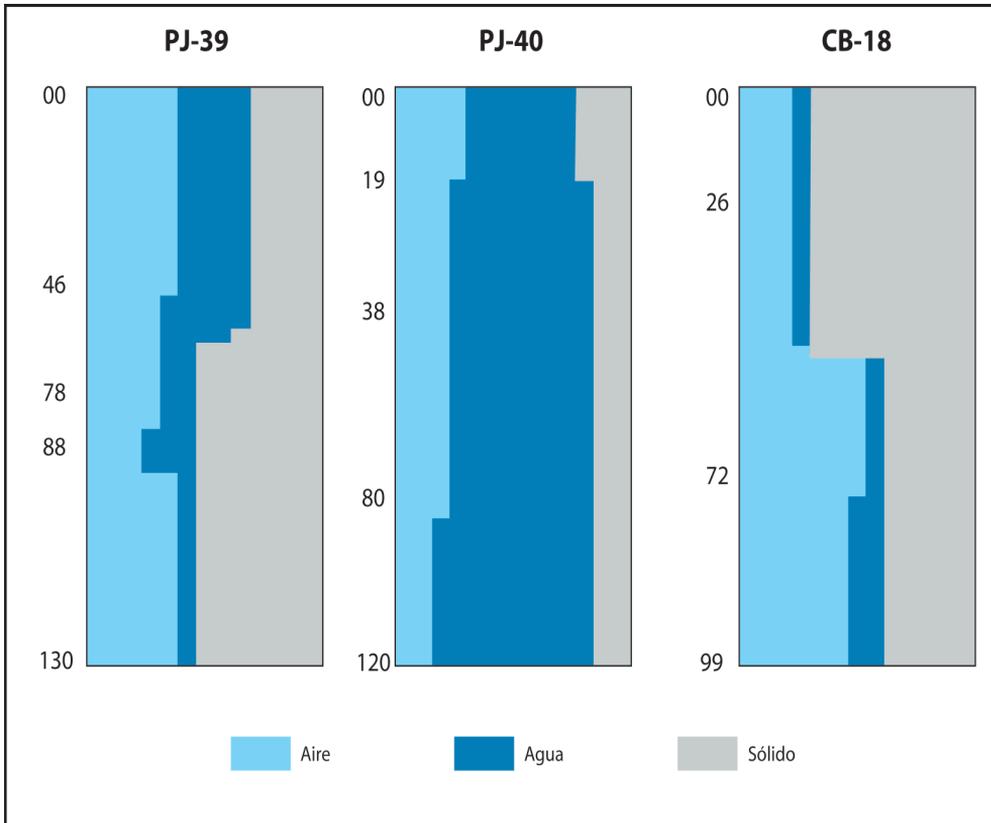


FIGURA 55. Distribución de aire agua y sólido en tres suelos de Montaña.

4.2.1.5. Retención de humedad

La habilidad de los suelos para retener agua está determinada por la textura, la porosidad y los contenidos de materia orgánica y de amorfos. La retención de agua en los suelos de Montaña es de media a baja, con algunas excepciones como los suelos CB-I de la unidad MHV, y CB-19 Humic Lithic Dystrudepts de la unidad MKV ty Typic Dystrudepts, en los cuales el contenido de agua a saturación es del 87%, debido a que presentan altos contenidos de materia orgánica. La mayoría de los suelos presentan una característica y es que el agua que contienen la retienen fuertemente y es poca la cantidad que las plantas pueden succionar; esto se observa en los resultados obtenidos de retención de humedad entre los puntos 0.3 y 5 atmósferas (tabla 32).

TABLA 32. Retención de humedad del primer horizonte de los suelos de Montaña.

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS	No. Perfil	% DE RETENCIÓN DE HUMEDAD			
		Saturación	0.3	5	15
MHE	CB -25	59.48	44.12	34.38	24.27
MHE	CB-23	74.23	44.77	34.40	22.37
MHV	CB -1	87.29	66.93	44.43	20.98
MHV	CB -24	50.91	38.58	29.16	14.93
MHV	CB -26	72.49	52.39	28.49	26.27
MHV	CB -28	60.85	34.69	27.93	18.02
MKV	CB -18	31.98	28.38	18.18	9.27
MKV	CB -19	87.70	76.49	58.04	37.04
MLV	CB -31	27.29	18.34	13.72	9.05
MLV	CB -32	35.54	30.56	27.89	25.04
MMA	CB -27	31.61	17.73	13.72	12.25
MMA	CB -29	26.63	18.63	16.63	9.63
MMC	CB -5	42.09	26.78	16.10	13.44
MMC	CB - 6	32.80	23.07	17.26	11.69
MMX	CB -7	57.89	33.53	21.04	12.82
MMX	CB -4	50.92	36.56	26.78	19.91
MPX	CB -17	40.51	31.59	17.63	8.94
MRX	CB -8	35.03	28.94	23.76	21.22
AMV	CB -3	30.07	25.51	17.07	8.96
AMV	CB -10	46.70	31.79	21.94	18.34

En profundidad, para la mayoría de los suelos, la retención de agua es un poco más baja, debido, en parte, a que se reduce la porosidad del suelo y el agua queda retenida con más fuerza en los poros más finos. En el apéndice aparecen los datos completos de retención de humedad.

4.2.2. ALTIPLANICIE

Son suelos en general derivados de rocas clásticas arenosas, con intercalaciones limo-arcillosas y con depósitos de ceniza volcánica, en relieve moderado a fuertemente escarpado.

4.2.2.1. Textura

En la Altiplanicie predominan las familias franco finas, en los suelos derivados de arcillolitas, lo cual implica una mayor retención de agua y de nutrientes; mientras que aquellos derivados de areniscas disminuyen los contenidos de agua, favoreciendo los fenómenos erosivos; los suelos formados a partir de depósitos clásticos limo-arcillosos le confieren al suelo unas características físicas desfavorables como inestabilidad estructural, deficiente movimiento de agua y susceptibilidad a formar costras cuando los suelos están desprotegidos. Los resultados de la textura aparecen en el apéndice, en análisis químicos.

4.2.2.2. Estructura y estabilidad estructural

Los suelos de la Altiplanicie en piso térmico frío, presentan estructuras granulares, en

superficie y de bloques angulares y subangulares en profundidad, algunos suelos carecen de estructura debido principalmente a su textura franco gruesa.

Como se observa en la Tabla 35, la estabilidad estructural de algunos suelos de la Altiplanicie, el primer horizonte es estable a muy estable; el mayor porcentaje de agregados estables se encuentra en el tamaño de 8 a 6.3 mm, en los siete perfiles, lo cual permite predecir que los son resistentes al agua y que poco o nada susceptibles a que su estructura sea degradada en el estado actual; el tamaño de estos agregados beneficiará a cultivos cuyo sistema radical sea de gran grosor. El segundo horizonte es semejante en comportamiento al primer horizonte (ver tabla del apéndice).

4.2.2.3. Densidad Aparente y Real

La densidad aparente de los suelos de la altiplanicie, en el primer horizonte, oscila entre 0.88 y 1.59 g/cm⁻³; los valores más bajos corresponden a suelos derivados de ceniza volcánica y contenidos medios de materia orgánica, la misma tendencia tiene la densidad real; los valores más altos corresponden a suelos que han tenido mayor laboreo y por lo tanto el manejo debe estar encaminado a mejorar la porosidad y estructura del suelo, teniendo en cuenta la pendiente. La labranza tiende generalmente a disminuir, al menos temporalmente, la densidad aparente y aumentar la porosidad total del suelo superficial o capa arable; en profundidad la densidad aumenta, como se observa en la Tabla 36.

TABLA 35. Estabilidad estructural del primer horizonte de los suelos de Altiplanicie.

Unidad Cartográfica de Suelos	No Perfil	Profundidad cm.	D.P.M.	Calificación
AMV	CB -2	00-10	4.83	Estable
AMV	CB- 3	00-23	6.33	Muy estable
AMV	CB-16	12-65	5.69	Muy estable
AMV	CB -20	00-31	4.47	Estable
AMV	CB -21	00-11	5.32	Muy estable
AMV	CB -22	00-20	5.92	Muy estable

TABLA 36 Densidad aparente y real del primer horizonte de los suelos de Altiplanicie.

Unidad Cartográfica de suelo	No. Perfil	Densidad aparente g/cm ⁻³	Densidad real g/cm ⁻³
AMH	RO-1	0.88	2.36
AMH	RO-2	1.03	2.49
AMV	CB-2	1.59	2.65
AMV	CB-20	1.58	2.64
AMV	CB-21	1.28	2.61
AMV	CB-22	1.02	2.46

4.2.2.4. Porosidad

La distribución de la porosidad en los suelos del paisaje de altiplanicie es muy irregular, como se observa en la Tabla 37; el predominio de los microporos en todos los suelos permite inferir que el movimiento del agua es muy lento dentro del perfil; lo mismo sucede con la difusión de oxígeno, el cual es importante para la respiración de las raíces. El manejo

debe contribuir a incrementar la macro y mesoporosidad, ya sea con labores mecánicas o aumento de la materia orgánica, cada suelo debe tratarse de acuerdo con sus condiciones y el cultivo a establecer.

TABLA 37. Distribución de la porosidad de los suelos de la Altiplanicie.

No Perfil	Profundidad cm.	MICROPOROS (%)	MACROPOROS (%)	POROSIDAD TOTAL (%)
CB-2	00-23	33	7	40
	23-80	49	5	54
CB-16	12-65	36	5	41
CB-20	00-31	26	14	40
	31-72	31	8	39
CB-21	00-11	29	22	51
	11- 46	27	14	41
CB-22	00-20	39	19	58
	20-56	40	16	56
CB-23	00-26	39	25	64

4.2.2.5. Retención de humedad

El agua que entra al suelo circula por los espacios porosos y pasa a ocupar total o parcialmente estos espacios, en donde puede ser fuertemente retenida, como puede suceder con los suelos de este paisaje en que los poros predominantes son los microporos; es importante tener en cuenta que el agua en el suelo es dinámica, con variaciones a escala diaria dependiendo de la temperatura y del cultivo principalmente. Los datos de primeros horizontes de algunos perfiles de suelos de la Altiplanicie se presentan en la tabla 38; se observa que son suelos que retienen poco agua y en profundidad el comportamiento es similar. Es fundamental conocer los requerimientos de agua de los cultivos, para evitar tanto pérdidas como deficiencias que lleven a los cultivos al estrés.

TABLA 38. Retención de humedad del primer horizonte de los suelos de Altiplanicie

No. Perfil	Retención de humedad			
	Saturación	0.3	5	15
CB-2	26.43	21.86	17.66	9.30
CB-16	16.17	14.45	9.32	3.30
CB-20	31.78	20.75	15.10	10.62
CB-21	33.60	19.36	11.37	9.28
CB-22	55.03	37.18	30.85	20.22

4.2.3. VALLE

Suelos derivados de depósitos clásticos hidrogénicos y en algunos sectores de aluviones, en relieve ligeramente plano con pendientes de hasta 3%. Son suelos afectados por encharcamientos de poca duración, moderadamente profundos a superficiales.

4.2.3.1. Textura

Las texturas de los suelos del relieve del Valle están constituidas por familias franco finas y finas, acentuándose los problemas de drenaje y profundidad efectiva; se exceptúan los suelos ubicados en las terrazas recientes y antiguas, en donde las texturas son más gruesas y donde las condiciones de drenaje son moderadas y en las vegas e islotes del clima cálido húmedo hay sectores con acumulación de arena. Los datos de textura aparecen en la tabla de propiedades químicas del apéndice.

4.2.3.2. Estructura y Estabilidad Estructural

En los valles y terrazas de clima cálido del Magdalena Medio y en clima medio y frío en las provincias del norte, donde hay acumulación de materia orgánica en el primer horizonte, se encuentran estructuras granulares y de bloques subangulares en profundidad; donde hay un predominio de texturas franco-limosas y limosas la estructura es muy débil y en algunos casos masiva; en los suelos con texturas franco-arenosas y arenosa-franca hay carencia de estructura, por lo tanto, algunos procesos físico-químicos se verán afectados, entre ellos el flujo de agua, aire y los nutrientes principalmente.

La estabilidad de los agregados de los tres suelos estudiados es de muy estable a moderadamente estable, es decir, que son resistentes a degradarse, especialmente los perfiles CB-9 y CB-30, como se muestra en la tabla 39. En el perfil CB-9 ubicado en clima frío seco y originado de depósitos clásticos mixtos, los agregados más estables se encuentran en el tamaño de 8 a 6.3 mm, tanto en superficie como en profundidad, el mismo comportamiento lo tiene el perfil CB-30, ubicado en el valle de clima frío húmedo y originado de aluviones. Mientras que en el perfil CB-33 el segundo horizonte un 44% del suelo se pierde (<0.425 mm), es decir que el manejo debe tender a mejorar la estructura del suelo y por ende su porosidad.

TABLA 39. Estabilidad estructural de los suelos del Valle

No. Perfil	Profundidad cm.	D.P.M.	Calificación
CB-9	00-10	4.83	Estable
	10-50	5.69	Muy estable
CB-30	00-20	6.47	Muy estable
	20-53	6.37	
CB-33	20-46	2.78	Moderadamente estable

4.2.3.3 Densidad Aparente y Real

En el valle las densidades aparentes se encuentran en un rango entre 1.38 y 1.64 g/cm³; se exceptúa el perfil CB-30 cuya densidad en el primer horizonte es baja; es probable que este suelo tenga algún aporte de materia orgánica o que haya sido labrado, esto tiende a disminuir al menos temporalmente, la densidad y a aumentar la porosidad total, beneficiando el desarrollo de la raíz. Las densidades mayores de 1.5 g/cm³, (Tabla 40) reflejan ya un problema para emergencia de semillas principalmente, como también para el crecimiento radical; a partir de este dato se pueden inferir problemas de compactación; por debajo de

la capa arable se incrementa la densidad aparente, en la mayoría de los casos, por fuerzas y presiones aplicadas por acción de maquinaria o implementos de labranza.

TABLA 40. Densidad aparente y real del primer horizonte de los suelos del Valle

Unidad cartográfica de suelos	No. Perfil	Densidad aparente g/cm ³	Densidad real g/cm ³
VUO	PBC-4	1.56	2.66
VUO	PBC-2	1.52	2.66
VVA	PJ-128	1.64	2.66
VVB	PJ-136	1.38	2.45
VMA	CB-9	1.16	2.63
VMA	CB-30	0.60	2.49
VMA	CB-33	1.55	2.73

4.3.3.4 Porosidad

La porosidad total de los suelos de este paisaje oscila entre 41 y 52%, se puede considerar media, dependiendo de las exigencias del cultivo; la distribución de los macro y microporos es bien irregular como lo muestra la figura 56 de los diferentes suelos, el predominio de microporos en los perfiles PBC-2 Typic Dystrudepts, (unidad VUK); CB-9 Typic Ustifluvents, (VMA), CB-30 Fluventic Dystrudepts y CB-33 Fluvaquentic Epiaquents, de la unidad VMA, es consecuencia del mal manejo, o de una estructura poco desarrollada; se exceptúa el perfil PBC-4 Ruptic-Ultic Dystrudepts, VUK, en donde predominan los macroporos sobre los microporos en todo el perfil; esto permite un mayor intercambio de gases entre la atmósfera, un mayor movimiento de agua, una gran actividad microbiana y un mejor desarrollo de raíces.

Es importante tener en cuenta el caso del perfil PBC-2, que no tiene porosidad de aireación a partir de los 71 cm y que en los dos primeros horizontes escasamente llega al 4% y en el tercer horizonte es del 15%; si los requerimientos de aireación son altos para el cultivo a implantar, tendrá inconvenientes para su desarrollo; los valores críticos de difusión de oxígeno dependen del cultivo, etapa de desarrollo y el clima especialmente. El laboreo en este tipo de suelos puede contribuir tanto a disminuir como a incrementar la porosidad o ambos a la vez, es decir, se rotura el suelo superficial y se suelta y en profundidad se compacta, es probable que esto haya pasado en dicho suelo. El manejo debe llevar a incrementar la macroporosidad, para de esta manera tener una adecuada relación suelo-planta-aire-agua.

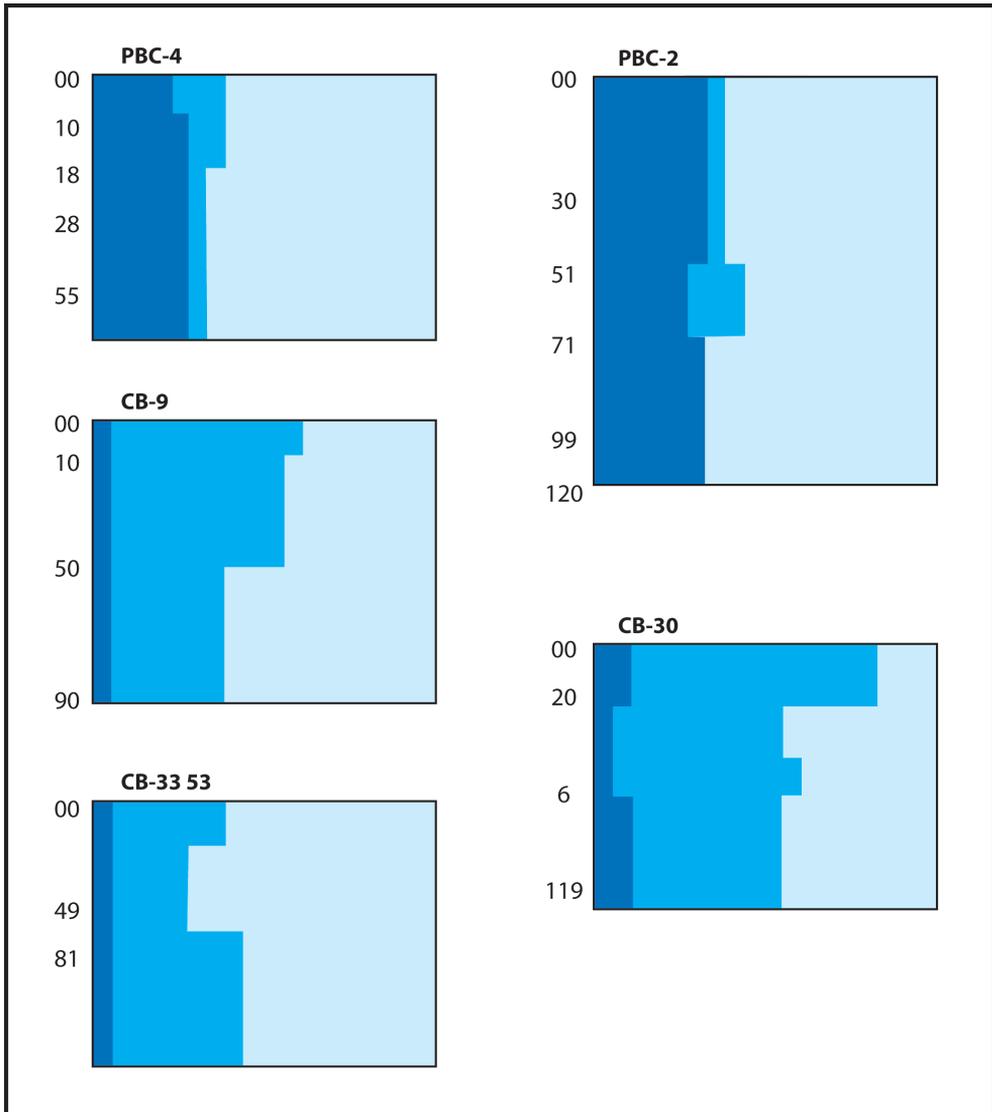


FIGURA 56. Distribución de la porosidad de los suelos del Valle

4.3.2.5. Retención de humedad

La habilidad de estos suelos para retener agua está determinada por los contenidos de arcilla, aportes de materia orgánica y presencia de ceniza volcánica; el cederla a las raíces sin ningún esfuerzo depende de la relación macro-microporos, de la continuidad de éstos y de su geometría. Por lo que se pudo observar al conocer la distribución de poros, los suelos presentan problemas debido al predominio de microporos y es en ellos donde se retiene con más fuerza el agua, por lo tanto la capacidad de soltar agua es sólo a altas presiones, mayores de 5 atmósferas, (Figura 57), esto implica un mayor gasto de energía para la planta, un lento desarrollo y por consiguiente baja producción.

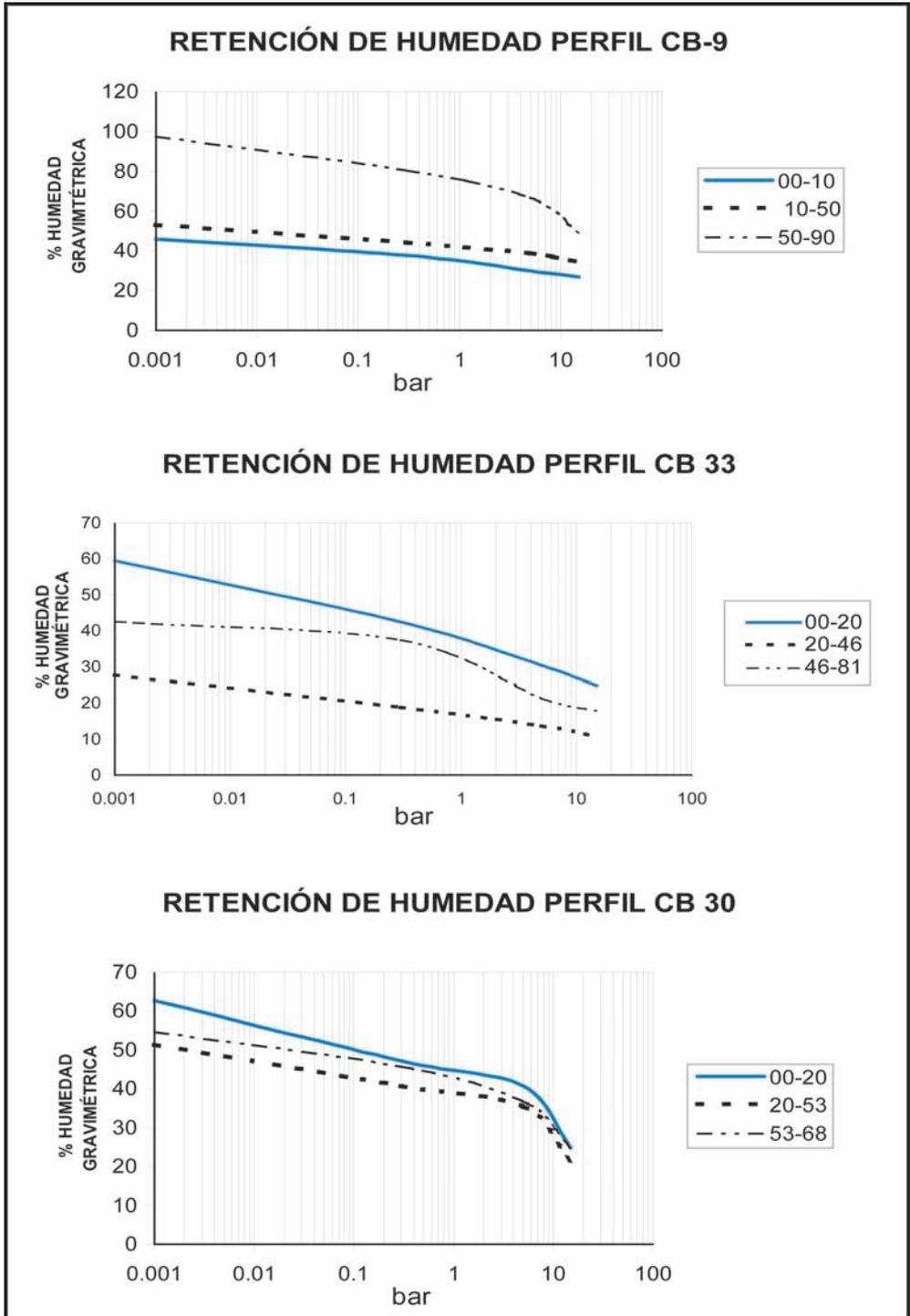


FIGURA 57. Curva de retención de humedad de los perfiles CB-9, CB-30 y CB-33

4.3.2.6 CONCLUSIONES

La evaluación tanto cuantitativa como cualitativa de las propiedades físicas, debe estar encaminada a buscar un uso y manejo que favorezca la producción agrícola y, al mismo tiempo, impidan la degradación física.

En la mayoría de los suelos de esta región del país el mayor problema que se presenta es la distribución de poros; es claro que esto está relacionado con densidades aparentes altas y estructuras poco desarrolladas, es por ello que, tanto en superficie como en profundidad predominan los microporos lo cual afecta las propiedades hidráulicas como la relación entre contenido de agua y succión, la conductividad hidráulica, la velocidad de entrada del agua al suelo, es decir la infiltración, la aireación del suelo y todo ello repercute en la germinación de las semillas y posteriormente en el desarrollo de las plantas.

De lo anterior se puede deducir la conveniencia y necesidad de hacer una evaluación de las propiedades físicas de los suelos de acuerdo con los requerimientos del cultivo, el clima y la pendiente y con esto buscar las prácticas de manejo más adecuadas para alcanzar una condición del suelo que permita y favorezca el crecimiento, desarrollo de los cultivos y, por ende, la capacidad de producción sostenible de las tierras.

4.3 PROPIEDADES MINERALÓGICAS

Las propiedades mineralógicas de los suelos se analizan por la importancia que tienen para conocer las condiciones actuales y potenciales de los suelos para la agricultura, para diagnosticar el comportamiento físico, para dirimir la clasificación taxonómica de los mismos y para establecer los procesos pedogenéticos.

Los minerales presentes en un suelo son consecuencia de la alteración de los materiales expuestos a la intemperización, meteorización, erosión, acumulación y otros fenómenos en la superficie de la tierra; por tal motivo, el análisis mineralógico permite inferir la intensidad con que han actuado estos procesos. De otra parte, el estudio mineralógico, permite establecer las razones por las cuales un suelo responde a las condiciones cambiantes del ambiente y a determinadas prácticas de uso y manejo.

Los minerales del suelo se dividen en primarios y secundarios. Los primarios se presentan, principalmente, en la fracción gruesa del suelo (limos gruesos y arenas) como resultado de la meteorización de los materiales parentales y conforman la reserva potencial de nutrientes para las plantas. Los secundarios se encuentran, principalmente, en la fracción fina del suelo (limos finos y especialmente en la fracción arcilla) e incluyen los generados por los procesos de meteorización de los materiales parentales y los neoformados en el suelo. Se resalta que los minerales arcillosos (filosilicatos) presentan, en general, una variada área efectiva de exposición y cargas eléctricas superficiales que regulan el intercambio iónico, la interacción entre partículas, las reacciones de adsorción, la fijación de nutrientes y otras propiedades del suelo, entre ellas las mecánicas, que determinan, en gran medida, su calidad y aptitud.

En la fracción arena del suelo los minerales comunes son: cuarzo (el más estable y abundante y no aporta nutrientes), feldespatos (potásicos y calcosódicos), anfíboles (aportan calcio, sodio, magnesio y hierro), piroxenos (aportan calcio, magnesio y hierro), epídotas, micas (aportan potasio), turmalina (aporta boro), circón, vidrio volcánico y minerales opacos (magnetita, hematita y goetita).

Por su parte, la fracción arcillosa del suelo está compuesta principalmente por caolinita (producto de meteorización ácida; tiene baja capacidad de intercambio catiónico y área superficial reducida), micas e hidrómicas (precursores para minerales arcillosos del tipo 2:1, por intercambio de potasio con agua de hidratación o interestratificaciones con minerales expandibles), cuarzo, óxidos y oxihidróxidos de aluminio (principalmente gibsita) y de hierro (goetita como más común en suelos), vermiculita (fijadora de potasio), esmectitas (especialmente montmorillonita, que presenta alta capacidad de adsorción de compuestos naturales; incluso dañinos como las pesticidas), cloritas (neoformadas en gran parte, con mediana capacidad de intercambio iónico), minerales interestratificados e integrados (intervienen en las reacciones de los fosfatos y el potasio en el suelo) y algunos materiales no cristalinos (especialmente alófana que es un producto de la alteración de los minerales presentes en la ceniza volcánica).

En Boyacá los suelos se han desarrollado y evolucionado a partir de rocas y materiales sedimentarios de diferentes edades y muy diversa composición petrográfica, bajo una gran variedad de climas, lo que ha ocasionado la diversidad de suelos y, por ende, una composición mineralógica variada. En el capítulo de geología se reseñan los materiales litológicos descollantes en el departamento, mientras que en el de clima se detallan en su cantidad y distribución meteoros tan importantes en la pedogénesis y utilización de los suelos, como la precipitación la temperatura y la evapotranspiración.

4.3.1 Metodología

En análisis de la composición mineralógica de los suelos del departamento de Boyacá realizó a 64 perfiles, que se seleccionaron teniendo en cuenta la representatividad del patrón de distribución de los suelos en los diferentes paisajes, climas y relieves.

Se practicó el análisis de mineralogía de la fracción arena con tamaño entre 50 y 250 μ , en montajes no fijos con salicilato de metilo; su identificación mineralógica se realizó en el microscopio petrográfico. La cuantificación de las especies minerales se hizo contando entre 100 y 300 granos de acuerdo con la complejidad de la muestra, utilizando el método de conteo de granos. Los resultados se dan en números enteros como porcentajes para los minerales que tienen 1% o más y como trazas (tr) para los que se encuentran en cantidad inferior al 1%.

Para identificar y semicuantificar los minerales de la fracción arcilla se siguió la siguiente metodología: la fracción arcilla se obtuvo por el método de la pipeta; una parte de la muestra se saturó con magnesio y otra con potasio. Se montaron dos placas con magnesio, una de las cuales, después de secarse al ambiente, se saturó con etileno glicol en cámara de vacío durante la noche. De la muestra saturada con potasio también se montaron dos placas, una de las cuales se calentó a 550° C luego de secarse al ambiente. El análisis de las cuatro placas se realizó por difracción de rayos X; la identificación de los minerales se determinó por sus picos característicos de difracción y su cantidad se expresó en términos semicuantitativos, según la metodología establecida por el laboratorio de suelos (IGAC, 1990).

La discusión de los resultados se realiza con base en los paisajes delineados en el departamento de Boyacá.

4.3.2 Mineralogía de la fracción arena

En las arenas de los suelos de Boyacá el mineral común y predominante es el cuarzo; menos frecuentes y en cantidades variables se encuentran minerales alterados, anfíboles, feldespatos, piroxenos, micas, vidrio volcánico, fitolitos, minerales opacos y calcita.

Se resalta que la presencia dominante de minerales poco intemperizables como cuarzo y opacos indica poco aporte de nutrientes al suelo y por ende, baja fertilidad potencial; por el contrario, la presencia de minerales intemperizables como feldespatos, anfíboles, piroxenos, micas y calcita indica que los suelos son potencialmente más fértiles, por un aporte mayor de elementos indispensables para la nutrición vegetal.

4.3.2.1 Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Montaña

El paisaje montañoso en el departamento de Boyacá se caracteriza por presentar una gran variedad de rocas, entre las que se destacan las sedimentarias clásticas con una petrografía variable, en la que sobresale el cuarzo y localmente las micas y los carbonatos de calcio. En amplios sectores de este paisaje se encuentran mantos de diferente espesor de cenizas volcánicas, que necesariamente influyen en la composición mineralógica de la fracción arena de los suelos que se desarrollaron a partir de estos materiales (andisoles), o que en su pedogénesis fueron afectados (contaminados) levemente por éstos. Con este panorama es factible encontrar una mineralogía variada en especies en la fracción arena.

Los análisis mineralógicos realizados a la fracción arena de suelos representativos del paisaje montañoso, corroboran lo anterior y ponen de presente que el cuarzo y los granos alterados son omnipresentes en esta fracción.

El cuarzo indiscutiblemente es el mineral de mayor abundancia a través de los suelos, por presentar en la casi totalidad de ellos cantidades superiores al 50% y en algunas ocasiones conformar más del 95% de la composición mineralógica de las arenas, como ocurre en los suelos:

Typic Dystrudepts	PB-15A	MHV
Typic Dystrudepts	B-14	MLE
Typic Dystrudepts	B-124	MMX
Ruptic Ultic Dystrudepts	PB-6A	MKE
Typic Dystrudepts	PB-5A	MKV
Typic Udifluvents	R-03	MKH
Humic Pachic Dystrudepts	P-503,	MHV
Oxic Dystrudepts	PB-26.	MOE
Inceptic Haplustalfs	B-23	MLV

Los granos alterados que corresponden básicamente a especies ferromagnesianas con alto grado de alteración, se encuentran en los suelos con contenidos desde muy bajos (trazas), hasta cifras cercanas al 50%. Los suelos de los climas medios y cálidos húmedos son los que presentan los porcentajes más relevantes de granos alterados.

Especies minerales que se encuentran asociados al cuarzo y a los granos alterados, son feldespatos, micas, anfíboles, piroxenos y opacos (grupo de la hematita, goetita y magnetita); tanto la cantidad de cada uno de éstos, como su distribución espacial, es bastante irregular y

están regidas por la naturaleza del material parental; así por ejemplo, las micas se encuentran en suelos que se han desarrollado a partir de lutitas, mientras que los feldespatos, anfíboles y piroxenos ocurren en aquellos desarrollados por cenizas volcánicas o contaminados por ellas.

Otras especies como la calcita y el vidrio volcánico, se restringen exclusivamente a suelos desarrollados a partir de materiales parentales que los presentan en su composición petrográfica, como es el caso de las lutitas calcicas y de las cenizas volcánicas respectivamente. De esta forma, la calcita presenta cifras cercanas al 45% en el suelo Lithic Udorthents (perfil PB – 45 A, unidad MVE) a partir de los 25 cm de profundidad, mientras que el vidrio volcánico sólo descuella en algunos suelos clasificados como Andisoles (Pachic Hapludands, perfil PJ – 80, unidad MMC) o intergradando a este orden (Andic Dystrudepts, perfil R-05, unidad MLV).

Los fitolitos que corresponden a sílice o opalina de origen orgánico a través de procesos metabólicos de las plantas, especialmente de las gramíneas, son comunes en gran parte de los suelos investigados; sus cantidades son generalmente exiguas, aunque en algunos casos son mayores (cercanos al 5%), especialmente en los horizontes superficiales (epipedones).

Es importante resaltar que junto con el cuarzo y los granos alterados, los feldespatos y anfíboles (básicamente hornblenda) son especies frecuentes en la fracción arena de los suelos estudiados, así sus cantidades varíen de forma irregular tanto a través de los perfiles como entre éstos, ya que se pueden encontrar en cantidades que oscilan desde trazas hasta valores cercanos al 60% para los feldespatos y desde trazas hasta porcentajes del 39% para los anfíboles. Suelos que se destacan por la abundante cantidad de feldespatos son los de los perfiles PJ-112 (Pachic Fulvudands, unidad MLV); PJ-100 (Humic Dystrudepts, unidad MPA); mientras que aquellos con contenidos apreciables de anfíboles son los de los perfiles PB- 1A (Lithic Dystrucryepts, unidad MEE); PB – 82 (Typic Dystrudepts, unidad MPC), PJ-27 (Typic Hapludands, unidad MPX), PJ – 30 (Typic Hapludands, unidad MVX), PJ – 38 (Humic Dystrudepts, unidad MVX), PB – 61 (Humic Dystrudepts, unidad MMX) y PJ – 80 (Pachic Hapludands, unidad MMC).

En la Tabla 41, se encuentra representada la mineralogía de arenas para algunos suelos del paisaje de Montaña.

Respecto a la fertilidad potencial, o sea, la capacidad que tienen los suelos de autoabastecerse y suministrar paulatinamente nutrientes a las plantas, la cual reside básicamente en la mineralogía de las fracciones arena y limo grueso; se puede concluir, que esta capacidad potencial es muy baja en los suelos del paisaje montañoso en los que el cuarzo y los granos alterados conforman en conjunto más del 95% de la constitución mineralógica de dicha fracción.

Esta propiedad intrínseca de los suelos va aumentando progresivamente a medida que se incrementa el contenido global de feldespatos, anfíboles y piroxenos principalmente; por tal circunstancia, aquellos suelos que tienen en su fracción arena, cantidades de estos minerales que sobrepasan en conjunto el 30%, presentan una fertilidad potencial alta, es decir que al descomponerse a través de los procesos intempéricos químicos, ceden al medio edáfico, nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal como: Ca, Mg, K, Mn, Zn, Cu, Na, etc.

4.3.2.2. Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Altiplanicie

El material parental de los suelos de la Altiplanicie está integrado por dos grandes grupos de sedimentos: los eólicos que son básicamente cenizas volcánicas y los aluviales y coluviales que provienen del proceso erosivo que afectó al material litológico del paisaje de Montaña que circundante del altiplano.

TABLA 41. Mineralogía de arenas para algunos suelos de los paisaje de Montaña y Lomerío.

Símbolo	Perfil	Profundidad (cm)	Minerales											CLASE	
			Q	F	G	M	A	P	FT	O	V	C			
MEEgr	Lithic Dystrucrepts	00-40	73	8	4		13	tr	tr	tr					QAFG
	PB1A	40-48	89	tr	6		5	tr		tr					
MKCd	Typic Melanudands	00-45	81	2	4		9	2	tr	2				QA	
	PB7I	45-70	100		tr	tr		tr	tr	tr					
MKEfr	Ruptic-Ultic Dystrucrepts	00-12	100											Q	
	PB6A	12-48	96	tr	2		tr	tr	tr						
MKVe	Humic Dystrucrepts	00-22	95	tr	1	tr	tr	tr		tr				Q	
	PJ55	22-60	91	tr	2	2	2	tr		1					
MLE fr	Typic Dystrucrepts	20-40	96	tr	tr		2	tr	tr	2				Q	
	B14	60-110	99	tr	tr					tr					
MLVdI	Humic Dystrucrepts	00-45	92	2	3	Tr	Tr	Tr	Tr	2	Tr			Q	
	PJ83	45-92	91	2	3	2	1	tr	tr	tr	tr				
MMA fl	Calcic Haplustalfs	00-19	82	3	10	tr		1	3	tr				QG	
	PB18	19-48	92	3	5	tr	tr		tr	tr					
MMEfr	Lithic Ustorthents	00-20	88		10		tr	tr	1					QG	
	B122	20-50	92		8	tr	tr		tr	tr					
MMXdI	Fluventic Haplustepts	00-12	94	1	3		1	tr	1					Q	
	PB8A	12-34	88	7	3	1									
MMCd2		50-83	92	1	4	1	1			2					
	Humic Dystrustepts	00-30	59	5	6		27	1	tr	2				QAGF	
	PB6I	30-50	61	4	14	tr	15	tr	tr	5					
		50-70	26	tr	68	4	tr		tr	1					
MOXe	Vertic Dystrustepts	00-22	65		18	10	tr		5	2				QGMFT	
	PB31A	22-50	64	tr	19	10	tr		4	3					
		50-72	57	tr	22	15	tr		4	2					
MPAfI	Ruptic- Ultic Dystrucrepts	00-27	24	7	37	tr	28	tr		3				GAQF	
	PJ100	27-56	24	7	34	tr	28	2		2					
		56-90	29	5	50	tr	7	2		7					
MPCeI	Typic Dystrucrepts	00-24	63	6	9	tr	19	1	tr	1				QAGF	
	PB82	24-53	56	7	10		22	1	tr	tr					
		53-74	68	1	15		13	2	tr	tr					
MRHa	Typic Ustorthents	00-15	90	Tr	10					tr		tr		Q	
	PB4A	15-85	100												
MVEgr	Typic Haprendolls	00-25	94	1	3		tr		2	tr				QCG	
	PB45	25-65	40		10	2		2				46			
		65-120	42			2	tr	1				44			
MVXdp	Fluventic Dystrucrepts	00-30	88	2	6	1	2	tr		1				QG	
	PJ13	30-60	87	3	7	1	2	tr							
		60-90	89	3	6	2	tr								
LVGe2	Oxic Dystrucrepts	00-22	75	8	10		3	4						QG	
	PJ140	46-72	44	2	50	2		2							
		72-150	50	tr	50	tr		2							

Por tal circunstancia, los suelos desarrollados a partir de sedimentos aluviales y coluviales se caracterizan porque en la fracción arena, el mineral predominante (más del 80%) es el cuarzo, el que mantiene regularidad tanto en la profundidad de los perfiles como entre éstos (Tabla 42). Asociados al cuarzo en cantidad baja y distribuidos indistante en los suelos se encuentran, en orden de importancia, granos alterados, feldespatos, anfíboles, opacos y piroxenos; el conjunto de éstos no suma más del 10% y dentro de ellos son relevantes los granos alterados por encontrarse en todos los suelos y presentar los contenidos relativamente más altos del grupo.

Bajo esta composición mineralógica se puede diagnosticar que en los suelos anteriores la fertilidad potencial o suministro futuro de nutrientes es muy bajo, dado el dominio casi exclusivo del cuarzo en su fracción arena, que es un mineral que no aporta nutrientes por ser netamente óxido de silicio.

Panorama diferente al anterior, en la mineralogía de la arena, presentan los suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas o contaminados por éstas durante su pedogénesis; en ellos, además del cuarzo, resaltan los feldespatos y los anfíboles, por presentar en conjunto cantidades superiores al 45% a través del perfil de suelo. Además de los minerales anteriores, también se encuentran piroxenos, vidrio volcánico y minerales opacos (principalmente magnetita) en cantidades reducidas; los minerales opacos en este grupo se caracterizan por ser mayoritarios y consistentes a través del perfil (Tabla 40).

De tal manera, bajo el marco mineralógico anterior, los suelos: **Pachic Melanudans**, perfil R-01, unidad AHV; **Typic Haplustands**, perfil B-35, unidad ALV; **Typic Haplustands** perfil B-2, unidad AMV y **Andic Dystrudepts**, perfil R-02, unidad AHV; presentan en el paisaje de la Altiplanicie una fertilidad potencial relativamente alta; es decir, que tienen una adecuada capacidad potencial para autoabastecerse y suministrar nutrientes a la vegetación.

4.3.2.3 Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Lomerío

La composición mineralógica de la fracción arena de los suelos estudiados en este paisaje está integrada esencialmente por cuarzo, en unos casos suelo (Typic Dystrudepts, perfil PJ – 145, unidad LVG) o por una asociación de cuarzo y granos alterados, en otros (Oxic Dystrudepts, perfil PJ – 140, unidad LVG). En el primer suelo son importantes también, por su cantidad relativamente alta, los anfíboles y los minerales opacos; mientras que en el segundo, lo son los feldespatos y los opacos por las mismas circunstancias (Tabla 41).

Dada la composición mineralógica en la fracción arena de estos suelos, se puede concluir que guardan un nexo estrecho con el material parental (sedimentos aluviales contaminados localmente por cenizas volcánicas) y que presentan una fertilidad potencial que se puede catalogar, en términos generales, como baja por el predominio de cuarzo y granos alterados.

4.3.2.4. Mineralogía de las arenas de los suelos del paisaje de Valle

En este paisaje el material parental de los suelos define, en gran medida, la composición mineralógica de la fracción arena. En todos los casos los materiales de origen son aluviones hidrogravigénicos de distinto origen, por lo que su naturaleza petrográfica depende esencialmente de la mineralogía predominante en los materiales litológicos (geológicos) relevantes en la cuenca hidrográfica.

De esta forma se encuentra que en la cuenca del valle del río Suárez, el análisis mineralógico de la fracción arena de los suelos predominantes (se asocian en la unidad cartográfica VLA), pone de presente que en dos de los componentes edáficos, los feldespatos y los anfíboles son los minerales predominantes en la fracción arena por presentar contenidos que en conjunto superan el 40%; también son trascendentales el vidrio volcánico y los piroxenos, (ver Tabla 42). Los otros minerales asociados a las anteriores especies son el cuarzo, que oscila entre el 15 y el 40%, y los granos alterados, variando entre el 3 y el 31%, ambos con distribución irregular a través del suelo y entre los dos perfiles.

El tercer componente de la unidad cartográfica difiere grandemente en la composición mineralógica, ya que el cuarzo rebasa el 95%, mientras que los feldespatos y los anfíboles sólo se encuentran esporádicamente y en cantidades exiguas.

Lo anterior significa que el material predominante en la cuenca del río Suárez, corresponde a sedimentos aluviales con un porcentaje elevado de minerales provenientes de cenizas volcánicas, como feldespatos, anfíboles piroxenos y vidrio volcánico; se deduce también que localmente hay aluviones provientes de fuentes con materiales ricos en cuarzo en la fracción gruesa (arena).

Desde el punto de vista de la fertilidad potencial de los suelos, se puede colegir que en la mayoría de éstos es alta, dada la abundancia de minerales ricos en elementos nutrientes y de fácil alteración química.

En las cuencas de los ríos Arauca y Upía, los suelos investigados que se enmarcan en las unidades cartográficas VUK (perfil PBC-1 I, Typic Udifluvents) y VUO (perfil PBC-2, Typic Dystrudepts), se caracterizan porque en su fracción arena el cuarzo abarca más del 95% de la composición mineralógica; es decir, que la arena de estos medios edáficos es cuarzosa. Sólo trazas de feldespatos y granos alterados en cantidades cercanas al 3% se encuentran además del cuarzo. Esto significa que la fertilidad natural de los suelos de estos dos valles es muy baja.

En los suelos estudiados en el valle del río Magdalena la composición mineralógica de la fracción arena es variada en especies minerales y en los contenidos y distribución espacial de estas. En orden de abundancia se encuentran cuarzo, granos alterados, feldespatos, opacos y anfíboles; entre estos, el cuarzo oscila entre el 48 y 90% y es el mineral predominante en la fracción arena, especialmente en la de aquellos de los perfiles R-07 y PJ-147, de la unidad VVD, ambos clasificados como Oxic Dystrudepts.

Los granos alterados, por su parte, son relevantes por sus cantidades en los perfiles PJ-128 (Fluentic Eutrudepts de la unidad VVA) y PJ-122 (Aeric Calciaquerts de la unidad VVA); estos granos corresponden básicamente a minerales ferromagnesianos fuertemente alterados y con patina de óxido de hierro (goetita).

Los feldespatos se encuentran en todos los suelos analizados en cantidades significativas, especialmente en los de los perfiles PJ -139 (Typic Eutrudepts, unidad VVB) y PJ-120 (Entic Hapluderts, unidad VVB); se excluye de este comportamiento el suelo del perfil PJ-147 (Oxic Dystrudepts, unidad VVD), porque los feldespatos están en cantidades traza (inferior al 1%).

TABLA 42. Mineralogía de arenas para algunos suelos de los paisaje de Altiplanicie y Valle.

Símbolo	Subgrupo Taxonómico	Profundidad (cm.)	Minerales								Clase
			C	F	G	A	P	O	V		
AHEfr	Andic Dystrudepts	30-50	90	l	3	l	tr	2	tr	Q	
	B150	50-68	96	tr	2	tr		l			
		68-150	98	tr	l			l			
AHVd	Andic Dystrudepts	40-62	93	tr	l	l	tr	l		Q	
	B100	62-150	98	tr	l			tr			
AMHa	Aeric Fluvaquents	00-18	94	l	l	tr		2	l	Q	
	PB15	18-42	96	l	3	tr		tr	l		
		42-80	96	2	l	tr		l	tr		
AMVdI	Vertic Haplustalfs	00-20	99	l	tr	tr		tr		Q	
	PB35A	20-42	98	tr	l	l	tr	tr			
		42-75	100		tr			tr	tr		
VLAa	Aquic Melanudands	00-20	34	25	9		15	2	tr	10	FQGVA
	PJ87	20-42	15	33	31		5	5			18
		42-77	18	45	8		16	2	tr		10
VUKa	Aquic Dystrudepts	00-10	100	tr	tr				tr		Q
	PBC5	10-37	100	tr	tr				tr		
		37-57	100	tr	tr				tr		
VUKa	Typic Udorthents	00-36	100	tr		tr			tr	tr	Q
	PBC10	36-75	100	tr						tr	
VUObI	Typic Dystrudepts	00-30	97	tr	3	tr			tr		Q
	PBC2	51-71	97	tr	3						
		71-91	96	l	3						
VVAa	Humaqueptic Fluvaquents	00-10	20	5	62	tr	Tr		3	10	GQCF
	PJ124										
VVBa	Fluentic Eutrudepts	00-20	55	5	35	tr	Tr	tr	2		QGF
	PJ128	20-62	55	5	35	tr	Tr	tr	2	tr	
		62-98	52	4	35	tr	Tr	tr	2	5	
VVDaI	Oxic Dystrudepts	00-22	88	3	3	2	l	l	4	2	Q
	R07	22-54	89	2	tr	3	Tr	tr	4	tr	
		54-78	76	7	tr	tr	5	l	5	3	

Comentario aparte merece el suelo del perfil PJ-122 (Aeric Calciaquents, unidad VVA) por la presencia de carbonato de calcio en cantidades relativamente altas, lo que significa una fuente local muy cercana de sedimentos abundantes en carbonatos, probablemente lutitas calcicas, y un medio de alteración poco eficiente en la desintegración química de los minerales, especialmente de los frágiles carbonatos de calcio. Explicación similar vale para el suelo del perfil PJ-128 (Fluentic Eutrudents, unidad VVA), a pesar de que la cantidad de calcita es baja y se encuentra concentrada en la parte profunda del perfil.

Para los suelos del valle del río Magdalena se puede concluir que la fertilidad potencial es favorable en la mayoría, especialmente en aquellos que presentan más contenidos de minerales de fácil descomposición química. Se excluye de esta apreciación el suelo PJ-147,

(Oxic Dystrudepts, unidad VVD) por el alto contenido de cuarzo, que como se ha venido resaltando, es un mineral constituido por silicio enlazado con oxígeno.

4.3.3. Mineralogía de las arcillas

De acuerdo con los análisis mineralógicos realizados a suelos representativos del departamento de Boyacá, se puede concluir que las especies comunes en la fracción arcillosa son la caolinita, las micas (probablemente illita), los materiales no cristalinos (alófana), el cuarzo, la pirofilita, las hidromicas, la vermiculita, la clorita, la cristobalita, los minerales integrados 2:1 – 2:2, la gibsita, la montmorillonita, los interestratificados y los feldespatos. Se deduce también que en muchos de los suelos investigados, existe un nexo litológico grande entre la composición mineralógica de la fracción arcilla de los mismos y la de los materiales parentales o geológicos.

4.3.3.1 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Montaña.

El paisaje de Montaña se caracteriza por estar integrado por una gama grande de relieves con diferente grado de inclinación; entre los cuales los más abundantes son las filas y vigas que se intercalan con otros relieves de menor dimensión como crestones, lomas, cuevas y glacis. Esta colección de relieves se extiende a lo largo y ancho del departamento en todos sus pisos climáticos, por lo que están sujetos a diferentes grados de meteorización y erosión, procesos en los que también desempeña un papel importante la naturaleza de los materiales litológicos (geológicos).

Desde el punto de vista geológico y, por ende petrográfico, los materiales litosféricos superficiales más comunes y frecuentes en el paisaje montañoso son: areniscas, rocas clásticas limo arcillosos y arenosas, lutitas y rocas metamórficas de bajo grado de metamorfismo. Estos materiales se pueden encontrar localmente en extensiones variables, recubiertos con mantos delgados de ceniza volcánica o con sedimentos gravigénicos o hidrogravigénicos heterogéneos en granulometría y mineralogía.

Bajo este marco natural es fácil colegir que la composición mineralógica de la fracción arcilla de los suelos tiene una relación litogenética (herencia litológica) muy grande con las arcillas de los materiales litosféricos a partir de los cuales se desarrollaron. En efecto, los datos de la composición mineralógica de la fracción arcilla de suelos seleccionados del paisaje montañoso corroboran, en gran medida, esta inferencia (Tabla 43). Se tiene así, por ejemplo que los suelos desarrollados de materiales piroclásticos se caracterizan porque las sustancias no cristalinas (alófana) son los componentes mayoritarios de la fracción arcilla; presentan, además, cristobalita que es un isómero del cuarzo el cual se encuentra casi exclusivamente en las cenizas volcánicas.

En los suelos que se desarrollaron de materiales lutíticos o arcillosos es evidente la presencia de micas, probablemente illita, e hidromicas en su fracción arcilla, como también la clorita en suelos desarrollados a partir de rocas metamórficas y la de pirofilita y vermiculita en algunos desarrollados de lutitas, PB-23B (Typic Dystrudepts, unidad MMA) y (B- 64^a, Humic Dystrocrepts, unidad MEE).

En los suelos desarrollados de materiales parentales diferentes a los mencionados previamente, la asociación caolinita – cuarzo es la más común en la composición

mineralógica de la fracción arcilla; en la mayoría de los suelos esta sociedad mineralógica es dominada por la caolinita, mientras que en unos pocos se encuentra en cantidades similares. En esta asociación se agrupan también micas en la mayoría de los suelos, en cantidades inferiores al 15% y esporádicamente feldespatos, minerales integrados (arcillas integrando entre filosilicatos 2:1 y 2:2, vg: vermiculita y clorita), minerales interestratificados (unidades minerales que corresponden a una mezcla de micas, vermiculita, cloritas, etc., alineada ordenada o desordenadamente a lo largo del eje C cristalográfico) y gibsita, en cantidades que no superan en conjunto el 10%.

4.3.3.2 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Altiplanicie.

Los suelos investigados en este paisaje en su gran mayoría se desarrollaron de materiales piroclásticos (cenizas volcánicas), razón por la cual, en su fracción arcilla, los materiales no cristalinos (alófana) son los constituyentes esenciales (Tabla 44); asociados a éstos es factible encontrar cuarzo, feldespatos, gibsita, integrados 2:1 – 2:2, interestratificados, micas y caolinita en cantidades bajas y distribuidos indistintamente entre los perfiles y a través de éstos.

En sectores de la altiplanicie donde los materiales piroclásticos tienen poca transcendencia, el mineral más abundante en la fracción arcilla es la caolinita; a ésta se asocian en cantidades menores y se distribuyen en: indistintamente cuarzo, micas, vermiculita, integrados 2:1 – 2:2, interestratificados, cloritas y vermiculita alterada.

4.3.3.3 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Valle.

En los suelos de este paisaje, la composición mineralógica de la fracción arcilla está íntimamente relacionada con la naturaleza (fuente y composición) de los sedimentos aluviales a partir de los cuales se desarrollaron, al igual que ocurre con la composición mineralógica de la fracción arena.

Se tiene así, que en los suelos de los valles de los ríos Suárez, Hamaca y Chicamocha (unidad cartográfica VMA) la fracción arcilla se caracteriza por presentar un número alto de especies minerales, unas comunes en los suelos y otras esporádicas. Dentro de este grupo de especies se destacan por su contenido y ocurrencia la caolinita (más del 30 %), el cuarzo (entre 5 y 30%) y las micas (5- 30%); los otros minerales asociados (feldespatos, integrados 2:1 – 2:2; cloritas, vermiculita, esmectitas y vermiculita alterada) se encuentran cada uno en cantidades inferiores al 5% y distribuidos, además, indistintamente en los suelos.

Los suelos analizados en el valle del río Magdalena y que se engloban en la unidad cartográfica VVA, se caracterizan porque en el clasificado como Oxic Dystrudepts, perfil R-07, la asociación caolinita – cuarzo es lo común en la fracción arcilla; se encuentran, además, contenidos traza de feldespatos y un contenido alto de gibsita (más del 50%) a partir de los 54 cm de profundidad. El suelo clasificado como Vertic Eutrudepts presenta una mineralogía muy diferente a la del suelo precedente; en este las esmectitas o montmorillonita, las cloritas, las micas y el cuarzo son los minerales integrantes de su fracción arcilla. La montmorillonita se destaca por presentar cantidades superiores al 50%.

En los valles de los ríos Upía y Casanare los suelos estudiados corresponden a los de la unidad cartográfica VVO; en éstos la asociación caolinita, micas (probablemente illita) y cuarzo es la común. En esta sociedad la caolinita supera el 50% de la composición mineralógica de la fracción arcilla. Esporádicamente se encuentran minerales intergrado (arcillas 2:1 – 2:2), minerales interestratificados y cloritas, en cantidades inferiores al 15%.

4.3.3.4 Mineralogía de la fracción arcilla de los suelos del paisaje de Lomerío.

Los dos suelos analizados en este paisaje presentan una mineralogía discordante en su fracción arcilla, a pesar de estar asociados en la misma unidad cartográfica.

En efecto, el suelo clasificado como Typic Udorthents (perfil P-1425) se caracteriza porque la asociación mineralógica es, en orden de abundancia, caolinita (más del 50%), cuarzo (5-15%) y minerales intergrado (5-15%); mientras que en el clasificado como Typic Endoaquepts (PJ-146) la asociación es caolinita (30-50%), esmectita o montmorillonita (15-30%), feldespatos (5-30%) y micas (inferior a 5%). Esta discordancia mineralógica puede ser resultado de materiales parentales diferentes o de condiciones de alteración también disimiles: medio oxidado para el primer suelo y reducido para el segundo, que controlan la dirección y rata del intemperismo y, por ende, los productos resultantes, especialmente los de la fracción arcilla.

En lo que atañe con la génesis de las especies presentes en la fracción arcilla se puede concluir que minerales como el cuarzo, los feldespatos, las micas, la pirofilita y la cristobalita son heredados del material parental; se presume también que la caolinita en algunos suelos, especialmente en aquellos desarrollados de materiales clásticos arcillosos consolidados o no, es también heredada de estos sedimentos. Los restantes constituyentes detectados se pueden considerar que resultan por procesos de síntesis arcillosa en los medios edáficos.

La alófana, por ejemplo, es formada por procesos de cooprecipitación de sílice y alúmina en medios de alteración con pH ácido y una alta desbasificación. Requiere, además, la presencia de feldespatos y vidrio volcánico, principalmente, que al descomponerse proveen suficiente silicio y aluminio (Cortes, 1972).

La montmorillonita por su parte, se ha sintetizado probablemente en un medio intempérico que, a causa de la baja precipitación se enriquece en sílice y bases que son los ingredientes necesarios para que el mineral se genere. De otro lado, la formación de vermiculita, que también es una arcilla de relación 2:1 como las esmectitas, se asocia con procesos de despotasificación de las micas (illitas), que propician la salida del potasio y la entrada de agua y de cationes metálicos en el espacio interlaminar.

El mineral intergrado 2:1 – 2:2 se origina a través de la precipitación aislada en forma de pilares de hidroxialuminio en el espacio interlaminar de arcillas 2:1 (especialmente vermiculita). Si el llenado del espacio interlaminar con la hidroxialúmina es completo, se origina, entonces, la clorita aluminica que es, sin lugar a dudas, la que se encuentra en el piso cálido, ya que en pisos climáticos menos cálidos, especialmente los fríos húmedos, proviene del material parental (rocas metamórficas, por ejemplo).

La caolinita presente en los suelos derivados de cenizas volcánicas (andisoles) que se ha podido generar por cristalización de la alófana, o por síntesis, en condiciones ácidas a partir

de los productos de la alteración de feldespatos. En suelos diferentes a estos, el mineral aparece como productos de la alteración química de los feldespatos en medio ácido, o como se indicó anteriormente, heredada del material parental.

Por último, los minerales interstratificados son estructuras arcillosas que resultan del apilamiento a lo largo del eje C cristalográfico de diferentes especies silicatadas de relación 2:1, que ocurren en los estados intermedios de la alteración de las micas o de las arcillas (Malagón, 1978).

Las características de fertilidad y la aptitud de uso y de manejo de los suelos propiciadas por las arcillas, dependen necesariamente del conjunto de especies presentes en dicha fracción, especialmente de las dominantes en la constitución mineralógica de la fracción arcilla. De acuerdo con esto, los suelos se pueden agrupar en aquellos en los que la alófana (materiales no cristalinos), la caolinita, la montmorillonita o la vermiculita gobiernan en gran medida las propiedades edáficas, o en aquellos otros en que estas características son el resultado de la conjunción de las propiedades individuales de dos o más de los integrantes de la arcilla, cuando no existe dominio pleno de una especie mineralógica.

De esta forma, los suelos con altos contenidos de alófana se caracterizan porque el material no cristalino les imprime una serie de propiedades químicas y físicas tanto favorables como adversas para el crecimiento de las plantas. De las propiedades negativas se destacan la alta fijación de fósforo, la lenta mineralización del nitrógeno y el alto poder amortiguador que hace onerosa la práctica del encalado; de las propiedades favorables sobresalen la adecuada estructuración, la alta porosidad, la adecuada retención de humedad, la excelente percolación, la alta capacidad de cambio catiónico y la facilidad de complejarse con las sustancias orgánicas (sustancias húmicas).

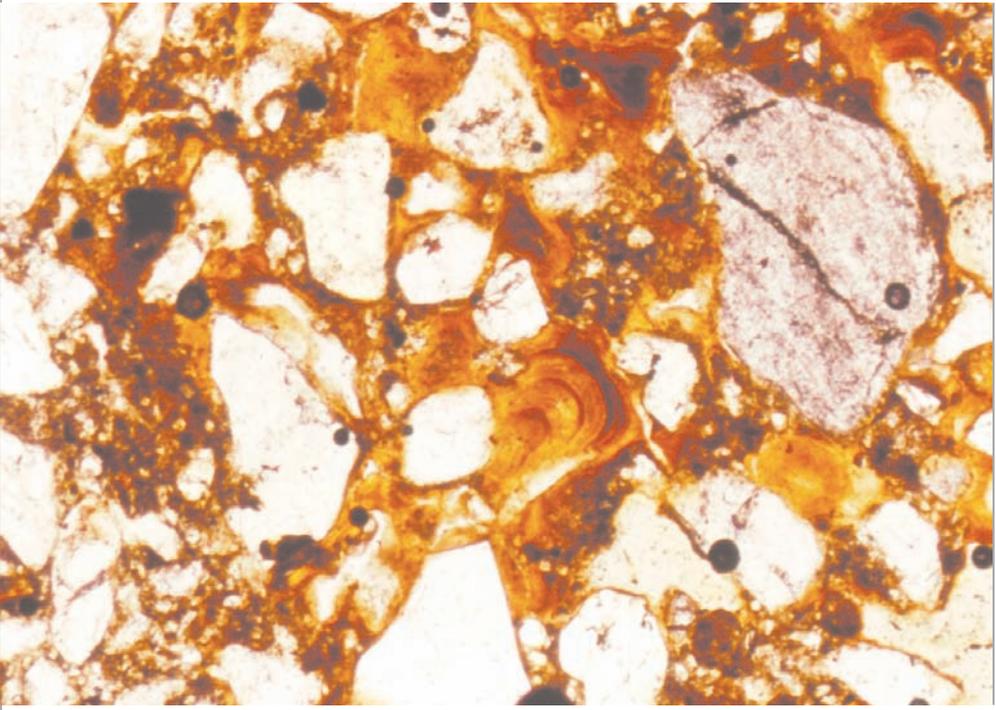
Las esmetitas y la vermiculita imprimen también al suelo propiedades físicas y químicas positivas y negativas para el crecimiento vegetal; entre las primeras sobresalen la capacidad de cambio catiónico, la disponibilidad de nutrientes, el complejamiento con la materia orgánica y la retención de humedad. De las adversas, se destacan la estructuración y la percolación deficientes ocasionadas por la montmorillonita y la fijación alta de potasio y amonio por la vermiculita.

La caolinita no propicia las mejores propiedades, para el crecimiento de las plantas especialmente las químicas a causa de su bajo poder electroquímico; por esto, la capacidad de cambio iónico, la disponibilidad de nutrientes y el complejamiento con las sustancias húmicas son bajas.

Es importante señalar además que, no obstante los suelos presenten una fertilidad natural óptima ligada a las fracciones arena y arcilla, su uso y manejo se pueden limitar por otra serie de propiedades y factores del medio ambiente, en la que el relieve, el suministro de agua y el acceso a los mercados son los de mayor impacto.

Capítulo V

capítulo quinto



Génesis y taxonomía de los suelos

Génesis y taxonomía de los suelos

Sección delgada de una muestra de Suelos.

(Foto: Carlos Pulido)

Contenido

5.1 ASPECTOS GENÉTICOS.....	75
5.1.1 Factores Formadores de los Suelos	76
5.1.1.1. Clima	77
5.1.1.2 Organismos vivos.....	79
5.1.1.3 Material parental	80
5.1.1.4 Relieve	82
5.1.1.5 Tiempo	83
5.1.2 Procesos de Formación.....	83
5.1.2.1 Adiciones	84
5.1.2.2 Transformaciones	85
5.1.2.3 Translocaciones.....	85
5.1.2.4 Pérdidas	86
5.2 TAXONOMÍA DE LOS SUELOS	86
5.2.1 Orden Inceptisoles.....	88
5.2.2 Orden Entisoles	92
5.2.3 Orden Molisoles	93
5.2.4 Orden Alfisoles	94
5.2.5 Orden Ultisoles	94
5.2.6 Orden Vertisoles	95
5.2.7 Orden Andisoles	95
5.2.8 Orden Espodosoles.....	96
5.2.9 Orden Histosoles	96

GÉNESIS Y TAXONOMÍA DE LOS SUELOS

El presente capítulo trata sobre los aspectos más importantes en la génesis y evolución de los suelos como también su clasificación taxonómica según la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2000).

La génesis de los suelos tiene su definición en la pedología, etimológicamente derivada del griego pedón, “suelo” y logos, “tratado o razón”, o sea, en el conocimiento del suelo, su origen y evolución genética. El fenómeno pedológico es algo más que la diferenciación del suelo por acción ambiental; entraña fenómenos, procesos y acciones que tuvieron lugar desde el comienzo mismo de los tiempos al constituirse los elementos, acumularse espacialmente, diferenciarse térmica y geoquímicamente y formar el material a través del cual y buscando un estado estable reactivo, vuelve a liberarse y a reconstituir materiales, dejando mediante el mecanismo seguido la huella tangible de su dinamismo, (Cortés y Malagón, 1984).

El sistema de clasificación de suelos utilizado en el presente estudio es el Sistema Taxonómico Norteamericano (Soil Survey Staff, 2.000), el cual está fundamentado y concebido sobre bases claras que conforman su estructura; el sistema es multicategorico, conformado por clases y categorías; las clases se definen como grupos de individuos integrados o relacionados por características comunes, llamadas características de diferenciación (Cline, 1949) y las categorías están conformadas por grupos de clases definidos aproximadamente al mismo nivel de abstracción e incluyendo a toda la población.

La correlación de los suelos y su espacialización se hizo en un mapa a escala 1:100.000 clasificando los suelos al nivel del subgrupo con características físicas, químicas y bioclimáticas similares, lo cual permite esperar igual productividad con el mismo uso y prácticas de manejo.

En este capítulo se tratará de explicar en forma sucinta la génesis de los suelos, al igual que la taxonomía de los mismos, a partir de sus características externas e internas.

5.1 ASPECTOS GENÉTICOS

La génesis trata de la evolución de los suelos a partir de los materiales geológicos, los depósitos superficiales y la materia orgánica; los suelos no

ocurren en la naturaleza arbitrariamente sino que su presencia está determinada por la acción de procesos y factores formadores, tales como naturaleza del material parental, clima, relieve, organismos vivos y el tiempo durante el cual actuaron.

En la formación de un suelo no todos los factores actúan con la misma intensidad, sino que hay uno o unos que tienen más incidencia que los demás. Los factores formadores de suelos, de acuerdo con Boul et al (1980), hacen referencia a los agentes, fuerzas y condiciones que influyen o han influido sobre material parental o sobre un suelo con el potencial de cambiarlo.

Las secuencias de eventos simples o complejos que suceden al actuar los factores sobre los productos de alteración de sedimentos o rocas, causando su diferenciación, se denominan procesos de formación de suelos y son, en última instancia, los que definen su morfología, características y propiedades.

El desarrollo de los suelos comenzó cuando los factores formadores activos, clima y organismos, interactuaron sobre un factor pasivo (material basal), localizado en un relieve y desencadenando una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que favorecieron cierto grado de diferenciación y ordenamiento de horizontes o capas a través del tiempo, que dieron como resultado la morfología que hoy presentan estos suelos; este es el punto de partida para cualquier estudio de génesis y evolución. La Figura 58, muestra el modelo evolutivo de los suelos presentes en el departamento de Boyacá.

La acción continua de los factores activos representada por cambios bruscos de temperatura, humedad y la incesante actividad de los seres vivos, repercute en la diferenciación del material basal, que se relaciona con los procesos formadores, y en la cual se busca el equilibrio dinámico con aquellos, mecanismo que tiende a la síntesis de minerales con el menor consumo energético y a la mineralización, síntesis y grado variable de polimerización en los compuestos orgánicos.

La evolución en el tiempo, depende de los cambios en intensidad y duración de los diferentes factores, la cual puede ser progresiva, regresiva, o sucederse en ciclos, hasta alcanzar su clímax o alejarse de él.

En consecuencia un suelo es “un material superficial natural, que sostiene la vida vegetal y ha desarrollado una serie de características determinadas por el clima y los organismos vivientes que actúan por períodos de tiempo sobre los materiales parentales y sobre el paisaje de relieve variable”.

Las características morfológicas y físico-químicas de los suelos son el resultado de la acción de los procesos formadores (adiciones, transformaciones, translocaciones y pérdidas) sobre los factores pedogenéticos en interacción.

A continuación se discuten los factores y los procesos formadores de los suelos del departamento de Boyacá.

5.1.1 Factores Formadores de los Suelos

Los factores formadores de los suelos que participan en la evolución de horizontes genéticos y diagnósticos de los diferentes pedones y polipedones de la zona de estudio son el clima, los organismos vivos, el material parental, el relieve y el tiempo.

5.1.1.1 Clima

El clima es uno de los factores determinantes en la formación de los suelos, especialmente a través de la temperatura, la precipitación efectiva, los vientos y los fenómenos de evapotranspiración. Su influencia afecta los contenidos de materia orgánica y nitrógeno total, proporción de formación de arcillas, desarrollo de color, relaciones de pH e H⁺, presencia o no de carbonatos y actividad microbiológica; además, su acción no se traduce únicamente, como causal diferente en ellos, sino que en gran medida define los organismos presentes, animales y vegetales, su cantidad, distribución y relaciones.

Además actúa en la disolución de los compuestos solubles del suelo (calcio, magnesio, potasio y sodio), en el crecimiento de las plantas y en la actividad biológica fuera y dentro del suelo; también en el modelado del paisaje en que se desarrollan los suelos, en la diferenciación de sus características intrínsecas y en la aptitud y manejo que se les dé.

En algunos suelos, mediante la acción hídrica, también se producen procesos como el Lessivage que consiste en la migración mecánica de arcillas y partículas pequeñas del horizonte A al Bt como es el caso de los Alfisoles y los Ultisoles reportados en la zona de estudio y el proceso de lixiviación producto del lavado de los minerales solubles, dando como resultado suelos desaturados y ácidos.

Los suelos del área de estudio han estado afectados por variaciones de temperatura y por la incidencia de diferentes niveles de lluvia, lo cual ha influido en su naturaleza.

En altitudes superiores a los 3600 metros, en donde las temperaturas son inferiores a 8° C, los procesos químicos y físicos son poco activos, la evolución de los suelos es incipiente, hay presencia de Afloramientos Rocosos y en algunas áreas con vegetación boscosa o paramuna, se presentan aportes de residuos orgánicos a los suelos, favoreciendo los procesos de acumulación, y por ende disminuyendo los de mineralización, que originan o horizontes gruesos de color negro.

En las regiones muy frías, de 3000 a 3600 metros sobre el nivel del mar, la temperatura es ligeramente superior a 8° C y la precipitación llega a los 2000 milímetros promedio anual, lo cual conlleva a un ambiente húmedo de alta remoción de productos solubles del intemperismo químico de las rocas y a una lenta mineralización de la materia orgánica. Los suelos dominantes son distróficos, donde la mayoría de ellos son líticos (A-R) y los otros alcanzan a conformar un perfil de suelo tipo A-B-C.

En las zonas de alta pluviosidad, mayor de 4000 milímetros, correspondientes a los climas frío y medio pluvial, dentro del paisaje de Montaña con vegetación de bosque de alta neblina, hay un alto contenido de materia orgánica y de aluminio intercambiable, en tanto que el pH y el contenido de bases es bajo, originando suelos extremadamente ácidos y de fertilidad baja. En el piso térmico medio de alta pluviosidad, la lluvia asegura la remoción completa de los productos solubles de la descomposición, tan rápidamente como se forman; de ahí que la clase mineral de arcilla que se forma es caolinita, debido a la ausencia de álcalis libres en solución (MJE, MOE, MOX y MOH).

En las regiones húmedas del piso térmico frío, ocurren procesos similares a las regiones pluviales, las bajas temperaturas y la disminución de la precipitación aceleran los procesos de acumulación de la materia orgánica, siendo su transformación o mineralización lenta. La acumulación de los productos de la hidrólisis al estabilizarse, logra formar un horizonte

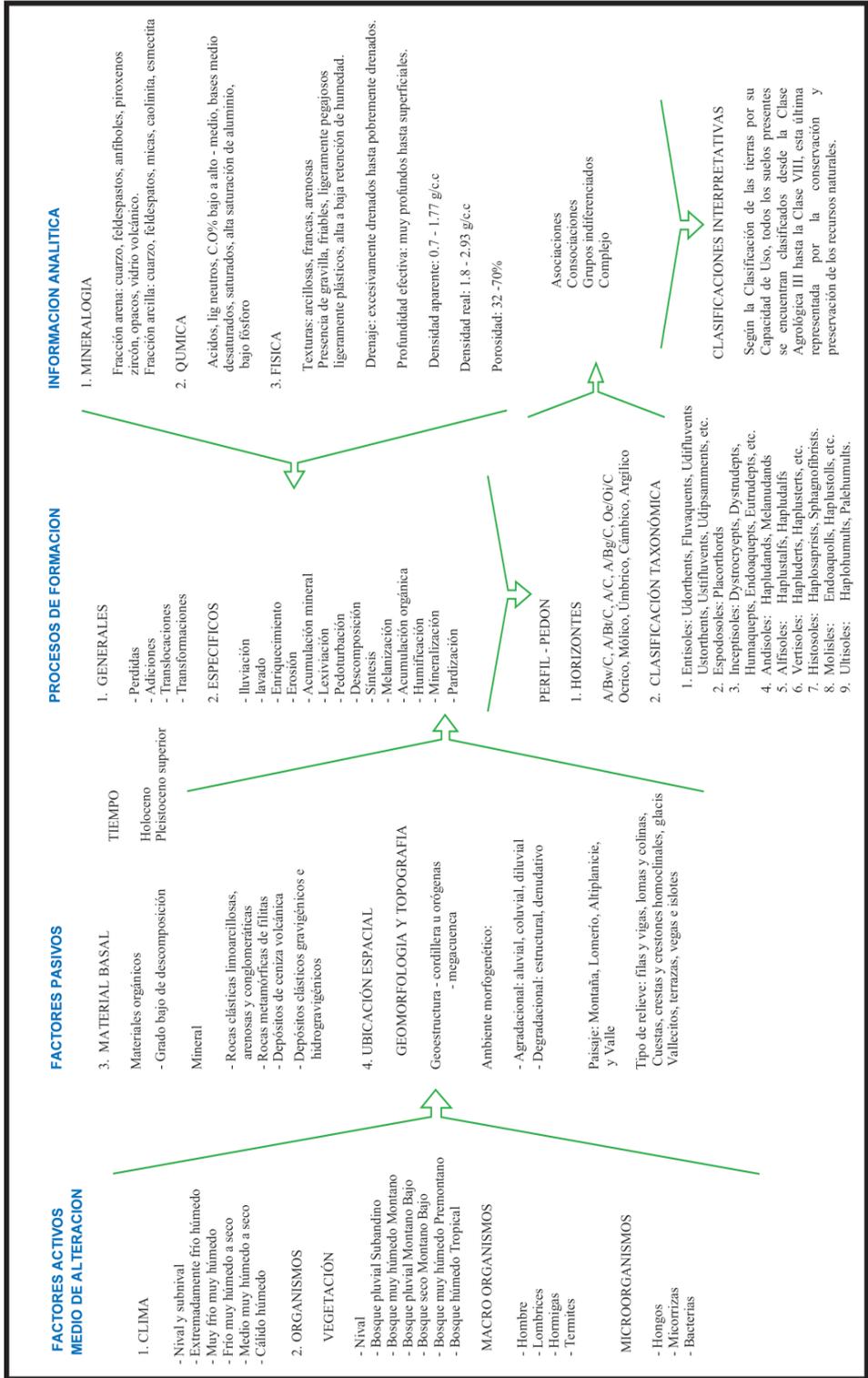


FIGURA 58. Modelo Evolutivo de los Suelos del departamento de Boyacá.

cámbico (Bw) en la mayoría de los suelos de las unidades cartográficas MKV, MLV y MLH; su perfil es de tipo A-B-C.

En el clima frío seco, territorio de los municipios de la provincia del Centro, ubicados en el paisaje de Altiplano, el bosque ha sido destruido casi en su totalidad y muchas áreas están afectadas por procesos de escurrimiento difuso y erosión. La transformación mineral es muy lenta debido a las bajas temperaturas y precipitaciones. Los cambios químicos son muy retardados y la morfología de los suelos son del tipo A-B-C (AMV y AMH); sin embargo, se han formado minerales de arcilla del tipo 1:1 (caolinita), y trazas del tipo de arcilla 2:1 (esmectita).

En la Provincia del Norte, en su extremo más septentrional donde se encajona el río Chicamocha, el clima es medio seco y muy seco, con condiciones extremas de baja humedad y déficit hídrico alto; los suelos mantienen contenidos altos de bases intercambiables, su reacción es neutra a ligeramente básica y su fertilidad natural es alta a muy alta (MRE, MRX y MRH).

En los pisos térmicos cálido y medio en alturas entre los 0 y los 2.000 m.s.n.m. y provincias de humedad muy húmedas, en donde la precipitación sobrepasa los valores de evapotranspiración y las temperaturas son superiores a los 18° C, se producen un sin número de procesos químicos de alteración, entre los que se destaca la hidrólisis, procesos físicos, mineralógicos y biológicos, favoreciendo el grado de diferenciación y ordenamiento de horizontes o capas, dando como resultado la morfología de tipo A-B-C.

Por otra parte, debido al alto grado de percolación de agua a través de los suelos, las sales solubles se disuelven y son transportadas en el agua de infiltración. Esto origina la concentración del ión hidrógeno y la formación de suelos muy ácidos y de baja fertilidad (MPA, MPX, VUK, VUO).

5.1.1.2 Organismos vivos

Los organismos presentes en el suelo incluyen tanto los de origen vegetal como animal y los de tamaño grande (macroorganismos) como aquellos pequeños (microorganismos); su actuación sobre el suelo involucra acciones muy diversas como la translocación mecánica de constituyentes, la transformación y producción de síntesis de sustancias, la organización espacial (estructura), producción y consumo de nutrientes, abarcando el estado gaseoso, la intervención sobre el pH y el potencial de óxido reducción del medio, etc. (Cortés y Malagón, 1984).

La organización de las funciones edáficas depende de un buen equilibrio entre la liberación de nutrientes (mineralización) y su acumulación (humificación); en los ecosistemas naturales, estos procesos pedológicos son totalmente controlados por sistemas biológicos que magnifican tanto la economía de los nutrientes, como la conservación de la estructura de los suelos (IGAC, 1995).

Los animales generalmente ayudan a diseminar, buscar y transportar residuos orgánicos para la activación de los microorganismos y éstos a su vez transforman complejos orgánicos (celulosa, hemicelulosa y ácidos húmicos) en moléculas asimilables y de gran valor para la meso y la macrofauna edáfica (Lavaelle y Kohlman, 1984; citado por IGAC, 1995). La clase e intensidad de la acción biológica es variable y depende básicamente de la temperatura y de las comunidades animales y vegetales presentes en un lugar.

La vegetación ejerce su influencia sobre la evolución del suelo a través de su protección contra la erosión, microclima que favorece, profundidad radicular asociada a procesos tales

como translocaciones y transformaciones, efecto sobre la estructura del suelo en cuanto a tipo, clase y grado de desarrollo, tipo de humus que tiende a construir y su acción genética asociada a la formación de complejos, quelatos y a la acción destructora directa sobre ciertos horizontes. Su influencia se asocia con el clima en cuanto a su interrelación con la temperatura, la humedad, la transpiración y las variedades presentes. (Cortés y Malagón, 1984).

Las plantas y los animales contribuyen directa o indirectamente en la formación de los suelos, puesto que sus procesos vitales producen oxígeno, bióxido de carbono y sustancias ácidas que entran en reacciones químicas con los materiales de la tierra. En virtud de lo anterior, los organismos vivos se han considerado como un factor activo de formación de suelos, pues participan tanto en la desintegración y descomposición de las rocas como en la producción y posterior mineralización de la materia vegetal.

El hombre es el más efectivo de todos los factores formadores del suelo, puede destruirlo con un manejo inadecuado al talar y quemar el bosque para implementar luego actividades agropecuarias que, aparte de no ser rentables, favorecen la erosión, tal como ha ocurrido con los suelos del paisaje de la altiplanicie que por un uso intensivo con cultivos limpios los han expuesto a la acción del agua de escorrentía. Puede también contribuir a la formación de suelos fértiles mediante el uso de técnicas modernas: abonos, fertilizantes y enmiendas.

En el área objeto del estudio, la vegetación está regulada por el clima, la altitud, el drenaje y la pendiente de los relieves. La vegetación aporta residuos orgánicos y con su cobertura protege los suelos de su arrastre por el agua y el viento.

En el paisaje de montaña de climas muy frío húmedo y áreas aluviales mal drenadas en diferentes climas, la contribución de los organismos y la vegetación es poco importante en la formación de los suelos, puesto que las condiciones de baja temperatura (MHV y MHH) y/o condiciones de humedad que favorecen un medio reductor (VMB y VVC), no permiten la normal humificación y mineralización de los residuos vegetales, debido a la escasa actividad microbial.

En las áreas bien drenadas de los paisajes de Valle, Montaña y Altiplanicie los suelos han evolucionado con óptimas condiciones de oxidación, favorables para una buena actividad biológica. Por otra parte los macro y microorganismos, han contribuido significativamente en la evolución de los suelos, puesto que propician la mezcla de material orgánico e inorgánico en los primeros 30 cm; este proceso explica los altos contenidos de carbono orgánico en varios de los suelos delimitados (VVB, MLV, ALV).

5.1.1.3 Material parental

El material parental se define como el material mineral inconsolidado y más o menos químicamente alterado, a partir del cual el suelo es sintetizado. Es un factor pasivo en la formación de los suelos sobre el cual actúan los factores activos como el clima y los organismos vivos en la dimensión espacial (paisaje) y temporal (tiempo de evolución). Es el resultado de la desintegración y descomposición de las rocas y minerales. El material parental también puede originarse de materiales orgánicos generalmente de origen geogenético.

El proceso de alteración de los diferentes materiales se manifiesta a través de los cambios físicos y químicos que se producen en las rocas de la superficie terrestre, o cerca de ella, por medio de agentes atmosféricos. Los conceptos de transformación de rocas y minerales se conocen como meteorización, esto se vincula con la fragmentación y alteración de materiales

en la superficie de la corteza terrestre, buscando el equilibrio con las condiciones físicas y químicas existentes en ella.

La importancia de este factor es más manifiesta en las primeras etapas de evolución de los suelos, el cual le imprime rasgos característicos tanto en sus propiedades físicas (color, textura, estructura, porosidad y profundidad efectiva) como en sus propiedades químicas (heredan del material parental diferentes cantidades de bases, alta o baja capacidad de intercambio de cationes para definir su fertilidad potencial).

La influencia directa sobre los suelos incluye el efecto del pH, cationes de cambio, medio microbiológico y minerales aportados, a través de su influencia sobre la clase de vegetación, por una parte y el tipo de humus sintetizado por otra. (Cortés y Malagón, 1984).

La gran variedad de materiales parentales que han intervenido en la evolución de los suelos del departamento, se relacionan enteramente con diferentes clases de materiales consolidados de rocas sedimentarias (areniscas, lodolitas, arcillolitas, lutitas y calizas); rocas metamórficas, principalmente filitas; materiales no consolidados, tales como depósitos superficiales de origen aluvial, coluvial, eólico y de ceniza volcánica y, en menor proporción materiales orgánicos en diferente grado de mineralización.

En el paisaje de Montaña, las rocas areniscas y lutitas han originado la mayoría de los suelos de casi todas las Provincias del departamento de Boyacá, principalmente, Occidente Bajo, Occidente Alto (MPE y MKE), La Libertad (MEE), Norte, Valderrama (MMV), Tundama (MGE), Centro (AMV), Márquez (MKE) y Sugamuxi (MEE, MJE y MVE), en climas desde el cálido hasta el extremadamente frío. Mineralógicamente en la fracción arcilla de los suelos desarrollados de areniscas, el mineral dominante corresponde a caolinita y en los suelos que se encuentran sobre roca de arenisca pero su evolución ha sido a partir de ceniza volcánica, dominan los materiales amorfos. En la fracción arena de los suelos evolucionados de arenisca el mineral más abundante es el cuarzo. Es de aclarar que la fracción arcilla define la fertilidad actual de los suelos y la fracción arena define la fertilidad potencial.

Los suelos del paisaje de Altiplanicie en su gran mayoría se han originado de ceniza volcánica y de acuerdo a los análisis mineralógicos, en la fracción arcilla la caolinita es el mineral dominante; además, hay materiales amorfos, cuarzo y trazas de micas, al igual que gibsita, clorita, esmectita, vermiculita alterada y minerales integrados e interestratificados. La fracción arena tiene más del 90% de cuarzo, como componente principal y menos del 5% de minerales como feldespatos, piroxenos, turmalina, zircón, anfíboles, fitolitos, opacos, magnetita y vidrio volcánico.

En el paisaje de Lomerío los suelos se han desarrollado a partir de rocas clásticas limoarcillosas, conglomeráticas y depósitos de materiales tixotrópicos, y de acuerdo a los análisis mineralógicos en la fracción arcilla domina aproximadamente en un 50% minerales de caolinita y esmectita, en un 15% feldespatos, cuarzo y minerales integrados y en 5% minerales de cristobalita y micas. En la fracción arena, el cuarzo oscila entre 50 y 90% y en menos del 5% se presentan minerales de piroxenos, anfíboles, epidota, turmalina, zircón opacos y vidrio volcánico.

En los suelos del paisaje de Valle, el material corresponde a depósitos clásticos gravigénicos e hidrogénicos de aluviones recientes que han aportado los ríos Magdalena, Chicamocha, Margua y Upía. El origen poligenético aluvial se manifiesta significativamente en su composición mecánica, química y mineralógica. La textura va desde acumulaciones gruesas

de arena y gravilla hasta la arcilla muy fina, ampliamente combinadas y que en distancias relativamente cortas cambian tanto lateral como verticalmente.

En los valles de altitud mayor a 2500 metros, los sedimentos depositados por el río Chicamocha contienen elementos alcalino-térreos como una reserva permanente de bases suficientes para contrarrestar el efecto lixivante en algunos suelos (MLV). En los aluviones recientes del río Magdalena estos elementos son mucho más abundantes en los suelos que han formado (VVA y VVB) que en los suelos desarrollados en los aluviones de los ríos Margua y Upía (VUI y VUK). Mineralógicamente en la fracción arcilla de los suelos de los diferentes valles el mineral dominante corresponde a caolinita y en la fracción arena el cuarzo es el de mayor incidencia.

5.1.1.4 Relieve

La génesis, evolución, características y propiedades de un suelo dependen en gran medida del modelado de los paisajes terrestres que se interpretan dentro de un marco geomorfológico; este nivel de referencia se amplía al establecer las relaciones suelo-geoforma.

El relieve, como regulador del efecto de la dinámica de las lluvias y de los procesos de degradación y agradación en la superficie terrestre, es fundamental en la formación de los suelos, así como en la configuración del paisaje. Se relaciona cuantitativamente con la inclinación (grados), longitud (metros), concavidad o convexidad y exposición de la pendiente.

El relieve condiciona el drenaje natural de los suelos, lo que determina las diferentes interrelaciones entre el material, la humedad y la aireación. También influye en el espesor de los suelos y en todos los procesos de formación de los mismos. Por tanto, el relieve regula el balance entre la pedogénesis (formación de suelo) y la morfogénesis (erosión del suelo y modificación del espacio).

El área estudiada está conformada por diferentes tipos de relieve: filas y vigas, cuevas, crestas y crestones homoclinales, espinazos, vallecitos intermontanos, lomas, glaciares de acumulación, planos de inundación y terrazas. La evolución de los suelos en cada una de las geoformas anteriores, tiene que ver con eventos alternos que modelan el paisaje, actuando en pro o en contra de su evolución.

En el paisaje de Montaña de las regiones húmedas y muy húmedas, con relieves muy disectados y escarpados, los suelos tienen poco desarrollo pedogenético, que se manifiesta a través de la morfología del perfil del tipo A-C o A-R. En estas regiones los suelos son superficiales a muy superficiales, en ocasiones moderadamente profundos, por presentar roca dura cerca de la superficie, atribuible en gran parte a las fuertes pendientes que predominan.

En los paisajes de Lomerío y Montaña de climas frío y medio seco, con relieves muy escarpados y fuertemente ondulados los suelos manifiestan pérdida acelerada de materiales en forma más o menos constante, lo cual ocasiona un desarrollo pedogenético escaso.

En el paisaje de valle, especialmente en los planos de inundación debido a su relieve plano, los desbordamientos de los ríos con cierta periodicidad, aportan sedimentos propiciando una evolución regresiva de los suelos, inhibiendo el desarrollo pedogenético (VVA).

En las áreas de relieve cóncavo (VMB y VVC) los suelos permanecen gran parte del año saturados con agua y la profundidad del nivel freático está sujeta a fluctuaciones estacionales;

durante algunos meses, el suelo está libre de las condiciones de saturación y se pueden producir procesos de oxidación, mientras la mayor parte del año, por las condiciones anaerobias, se generan procesos de reducción, que se manifiestan con predominio de colores grises, verdosos y azulosos.

5.1.1.5 Tiempo

El factor tiempo en su concepción primaria y simplista se compendió en los términos suelo “joven”, “maduro” o “senil”; en sí, esta apreciación involucraba el reconocimiento de la transformación de los suelos a medida que aumentaba su edad, generalmente dentro del Cuaternario, siempre y cuando las formas de la tierra y posición en que se encontraban permanecieran aproximadamente estables. (Cortés y Malagón, 1984).

El tiempo es difícil de evaluar con exactitud como factor de formación de los suelos. En el área bajo estudio, el grado evolutivo de los suelos puede atribuirse al tiempo relativo durante el cual han actuado conjuntamente los procesos y factores de formación.

El rejuvenecimiento genético constante que afecta a los suelos por efecto de procesos erosivos o de sedimentación, se debe a que la velocidad de pérdida o de ganancia es mayor que la velocidad de formación del suelo. Esto significa que el tiempo de formación no es lo suficientemente largo para que los suelos alcancen su plena madurez y en consecuencia permanezcan como poco evolucionados.

Los suelos incipientemente evolucionados, en relieves empinados, tienen su origen en el efecto más acentuado que un factor o que un proceso formador de suelo produce en el mismo lapso de tiempo: suelos con mayor o menor grado de evolución. Por consiguiente, la etapa de formación del perfil de suelo, medida a través del espesor de los horizontes A, B y C da simplemente resultados comparativos y no indica el tiempo real que se necesitó para el desarrollo de la estratificación distintiva.

En las zonas aluviales y coluviales, los continuos aportes de sedimentos de origen fluvial y coluvial respectivamente, interrumpen el proceso pedogenético. En el paisaje de Montaña con relieve muy escarpado, el incipiente desarrollo de los suelos se debe a la erosión continua a que están sometidos o a la resistencia de los materiales geológicos a la meteorización. Los perfiles de estos suelos generalmente están formados por un delgado horizonte A que descansa sobre un C, o muchas veces sobre un estrato rocoso. En áreas de menor pendiente, los suelos presentan perfiles con morfología A-B-C.

5.1.2 Procesos de Formación

Los factores formadores activos, especialmente el clima y los organismos, al actuar en el tiempo sobre el material geológico (basal, parental), ubicado espacialmente en el paisaje y considerado como factor pasivo, conducen a su diferenciación morfológica, física, bioquímica y mineralógica.

Los mecanismos y fenómenos que producen los cambios anotados se relacionan con los eventos, simples o complejos, que se suceden en el material basal ante la acción de factores ambientales, al tenderse hacia el estado estable, pero dinámico, en el sistema; tales mecanismos, fenómenos y eventos constituyen los Procesos Formadores de Suelos.

Los Procesos Formadores pueden agruparse en dos categorías: generales o globales y específicos. Los primeros sirven para entender en una primera aproximación los mecanismos

dominantes de evolución, los segundos para definirla más detalladamente, ya que al integrar los procesos dominantes, indican en forma más concisa la tendencia evolutiva. (Cortés y Malagón, 1984).

La formación de un suelo resulta del efecto combinado de los procesos generales que implican adiciones, transformaciones, translocaciones y pérdidas de los componentes químicos del material parental. Estos procesos determinan en última instancia la composición química y mineralógica así como las características físicas y morfológicas de cada uno de los horizontes del perfil del suelo.

En este capítulo se discutirán únicamente los procesos generales alusivos a las adiciones, pérdidas, translocaciones y transformaciones.

Los procesos específicos tales como la lixiviación, podsolización, rubefacción, calcificación, laterización, salinización, solonización, entre otros, integran en forma ponderada los procesos generales anteriormente mencionados. Su entendimiento incluye la evolución individual de estos últimos en función del medio (tipo evolutivo) y el grado de manifestación de los mismos (grado de evolución). Estos procesos se basan en la evolución de las translocaciones, la dinámica y el tipo de las transformaciones y en la química del complejo adsorbente asociada a los mecanismos de pérdidas.

5.1.2.1 Adiciones

Las adiciones o ganancias incluyen el enriquecimiento en materiales minerales u orgánicos mediante la incorporación o acumulación, ya sea de sedimentos aluviales o eólicos, o por mezcla íntima orgánico-mineral (melanización). (Cortés y Malagón, 1984).

Los procesos de adiciones tienen su origen en la riqueza intrínseca de los materiales parentales (acumulación residual) y en el enriquecimiento a expensas de materiales minerales y orgánicos arrastrados desde la superficie al interior del perfil.

Los análisis mineralógicos en la fracción arena de casi todos los suelos del estudio indican una alta acumulación de cuarzo, y en los suelos de la altiplanicie, el vidrio volcánico también se hace presente; esto se debe a la acumulación de dichos minerales por su mayor resistencia a la descomposición con respecto a otros minerales que se transforman totalmente.

En los suelos del paisaje de Lomerío y de Valle, en el transcurso del tiempo se ha originado desilicificación y acumulación de óxidos y sesquióxidos de hierro y aluminio, lo cual ha favorecido la formación del horizonte Bs, de los suelos óxicos en las unidades LVD, VVD.

En los relieves de vega, terrazas, vallecitos y glacis es frecuente encontrar suelos enriquecidos por escurrimiento lateral y/o por acumulación lateral, constituyéndose en estratificados de características fluvénticas, debido a contenidos variables y significativos de carbón orgánico en diferentes profundidades dentro del perfil.

En los suelos de los paisajes de Montaña y de Lomerío, los materiales erodados de las laderas se han depositado en los resaltos, produciendo una ganancia en el perfil del suelo, a la cual se le suman las adiciones de materia orgánica que ocurren en los sectores donde aún se conserva una buena cobertura vegetal. En sectores donde es recurrente la práctica de abonamiento de los suelos, éstos están incrementando sus contenidos de elementos nutricionales para las plantas.

En los suelos localizados en climas muy fríos y fríos, húmedos, hay alta acumulación de materiales orgánicos; originándose de esta manera horizontes relativamente espesos, de color negro, como consecuencia del proceso de acumulación, o enriquecimiento de carbón orgánico en forma uniforme (melanización) (MHV,MLV y AHV).

Los macroorganismos que se encuentran en todos los suelos, con preferencia en los de los paisajes de valle, durante su ciclo biológico incorporan materia orgánica al suelo; espacialmente provocan enriquecimiento del medio en elementos útiles para la nutrición vegetal, aumentándose por consiguiente, la fertilidad del suelo.

5.1.2.2 Transformaciones

Las transformaciones se refieren a todos aquellos compuestos orgánicos que se originan durante la mineralización de la materia orgánica, a las sustancias resultantes del intemperismo mecánico y químico de las rocas y a la formación de los minerales secundarios, involucrados en diferentes etapas de la mineralización, la humificación y el endurecimiento.

La materia orgánica, cuando las condiciones de clima la favorecen, se transforma rápidamente, produciendo cierto oscurecimiento del material, como consecuencia del proceso de humificación. Se presenta principalmente en los suelos de las unidades MG, MKV, MLV, AHV, ALV y AMV.

Las transformaciones que han sufrido los materiales parentales, principalmente areniscas y lutitas enriquecidas con feldspatos y minerales ferromagnesianos, conducen a la síntesis de estos minerales en arcillas, sales solubles (carbonatos de potasio, calcio, sodio, magnesio e hierro) y sílice en solución. El hierro unido al oxígeno, en suelos bien drenados, forma hematita (Fe_2O_3) y goethita (FeO-OH); el primero le imprime a los suelos un color rojo y el otro un color café. También se produce de los minerales ferromagnesianos una sustancia llamada limonita que le imprime a los suelos un color amarillento.

Los suelos de los planos de inundación se caracterizan por ser encharcados gran parte del año, por ende presentan una escasa aireación; los organismos presentes, toman parte activa en la mineralización de la materia orgánica, extrayendo el oxígeno de los compuestos oxidados, como el hidróxido férrico, produciendo combinaciones más solubles y horizontes de colores grisáceos, azulosos y olivas con moteos rojizos y amarillentos. Los suelos de las unidades AMH, VLA y VMB, son fiel reflejo de esta situación.

5.1.2.3 Translocaciones

Las Translocaciones son procesos por medio de los cuales las sustancias minerales u orgánicas se movilizan de un sitio a otro dentro del perfil del suelo, con el flujo del agua que circula por él. Estos mecanismos involucran fenómenos de iluviación, calcificación - decalcificación, sanilización - desalinización, alcalinización – dealcalinización, pedoturbación, lessivaje, entre otros; algunos de ellos se relacionan ya con procesos específicos de evolución, obteniendo como resultado los horizontes A, E y B.

Las migraciones pueden suceder en sentido ascendente, descendente u oblicuo; abarcan suspensiones, formas solubles o complejos pseudosolubles y se ven afectadas por factores como el clima, el tipo de humus y la dinámica química del medio.

Los procesos de eluviación se ven influidos por condiciones de clima, desaturación, solubilidad (sales y complejos orgánico – minerales) y tipos de humus.

Los mecanismos asociados con la iluviación se favorecen mediante determinadas condiciones físicas, químicas y biológicas. El clima (balances hídricos), la presencia de horizontes arenosos o arcillosos y el tipo y densidad radicular son ejemplos de las primeras; mientras que el pH, condiciones permanentes o estacionales del potencial de oxidación, pérdida de carga de arcillas y concentraciones del calcio en profundidad, lo son de las segundas. Las condiciones biológicas intervienen a partir del grado de polimerización de los compuestos húmicos y de la mineralización de complejos y quelatos, (Cortés y Malagón, 1984). Las aguas de la laguna de Fúquene al mantenerse próxima a la superficie y aún sobre ella en los suelos de la unidad VMB, han facilitado la movilización y concentración de sales no solubles y sódicas a través de todo el perfil. También los suelos de las unidades VVA y VVB se han enriquecido de sales no solubles (bicarbonato de calcio) transportadas por las aguas de la laguna de Tota.

La translocaciones de arcilla coloidal por migración mecánica, ha originado un horizonte argílico (Bt) en algunos suelos de las unidades AMV, MMA, MMB, MMX, favorecidos en gran medida por las condiciones de un clima frío seco, en donde hay alternancia de estaciones secas y húmedas.

Los vertisoles y los integrados vérticos de las unidades VVC, VMB y MOX manifiestan características de pedoarcilloturbaación y haploidización, originadas por un comportamiento fisicomecánico y químico que tiende a invertir los materiales del suelo por la aparición de grietas estacionales, producto de la expansión y contracción de las arcillas 2:1, abundantes en estos suelos.

5.1.2.4 Pérdidas

Los procesos de pérdidas implican la remoción del material, la substracción de elementos y compuestos del suelo por lixiviación (acción de las aguas de drenaje interno), por escorrentía y/o por el efecto de la erosión (remoción de material de la superficie del suelo).

En las zonas de climas húmedos a pluviales, el agua que percola hacia abajo lixivía minerales y los deposita en niveles inferiores, formando suelos con un horizonte A empobrecido y un horizontes B enriquecido. Los compuestos solubles, particularmente los que contienen sodio, calcio y magnesio, al igual que minerales menos solubles como óxidos de hierro y arcillas son removidos del horizonte A. Estos últimos se depositan en el horizonte B, haciéndolo arcilloso, con un color pardo a rojizo y podrían corresponder a los suelos de las unidades VVD y VVB.

De acuerdo con los análisis mineralógicos la mayoría de los suelos del departamento de Boyacá son muy ricos en cuarzo (SiO_2), por consiguiente, un producto de la descomposición de este mineral es sílice en solución, que al percolarse y perderse por las aguas de drenaje interno, facilitan la neoformación de arcillas caolinitas, la más pobre en sílice y la que domina en los suelos del departamento.

La pérdida de los materiales por escorrentía y/o erosión se refleja notoriamente en los suelos de relieves empinados de los climas fríos secos, donde el horizonte A se muestra muy delgado (MMA y AMV) y en otros ha desaparecido (ME).

5.2 TAXONOMÍA DE LOS SUELOS

La taxonomía de los suelos debe entenderse como una clasificación específica fundamentada en relaciones naturales, con clases y jerarquía generadas mediante la selección de aquellos

criterios que en mayor grado permiten entender y explicar las relaciones diferenciadoras entre los suelos, es decir, referidas a las interrelaciones entre los factores y procesos formadores y a la morfología resultante de ellas, ya sea ésta actual o pretérita. (Cortés y Malagón, 1984).

La taxonomía tiene como objetivo principal servir como instrumento para la elaboración e interpretación de los levantamientos de suelos, la cual permite determinar áreas con base en el conocimiento de las características genéticas, morfológicas, físicas y químicas y de la distribución geográfica de rasgos diagnósticos de los suelos, precisar las unidades cartográficas, comprender las relaciones entre los suelos de diferentes zonas, a fin de establecer una buena correlación; además, reconoce ciertos parámetros que han intervenido en su evolución lo que resulta importante para predecir su comportamiento futuro.

La taxonomía sirve para programar el mejor aprovechamiento del recurso suelo al nivel regional, por lo tanto, constituye una base para el desarrollo agrícola, ganadero, forestal y la delimitación de reservas naturales al permitir establecer prioridades de inversión y sistemas apropiados de producción y manejo de los suelos que definan una máxima productividad sostenible en el tiempo sin deterioro del recurso.

Con el propósito de hacer una organización del conocimiento científico, con respecto al patrón de distribución de los suelos, en el departamento de Boyacá, se clasificaron de acuerdo con el Sistema Taxonómico Norteamericano del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 2.000).

El sistema Taxonómico Norteamericano es multicategorico; en él las clases y categorías conforman su estructura básica. Las clases se definen como grupos de individuos integrados o relacionados por características comunes, llamadas características de diferenciación (Cline, 1949) y el núcleo central de cada clase es el individuo modal. Las categorías están conformadas por grupos de clases definidos aproximadamente al mismo nivel de abstracción e incluyendo a toda la población (Cline, 1949).

El sistema presenta seis categorías mayores que en orden decreciente de generalización son las siguientes: Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie. En las primeras hay mayor énfasis en la escogencia de características que permitan organizar, comprender y comparar suelos, es decir, en ellas hay mayor contenido genético. En las segundas dominan criterios fundamentados en la transferencia y aplicabilidad de conocimientos, de tal manera que su mayor homogeneidad permite predecir el comportamiento de los suelos de la manera más precisa posible. Para los propósitos del presente estudio y de acuerdo a la escala (1:100.000) del mapa de publicación, sólo se puede utilizar el sistema taxonómico hasta el nivel categorico de Subgrupo.

La categoría de mayor abstracción es el Orden, el cual se alcanza mediante la identificación y el tipo de horizontes diagnósticos y, en el caso de los Aridisoles, además, por efecto climático. Cuando un suelo se ha ubicado en esta categoría, su clasificación posterior es mucho más fácil de llevar a cabo, puesto que, el sistema va diferenciando, mediante el cumplimiento de determinados requisitos, las distintas categorías, con la ayuda de las claves taxonómicas y de esta manera se llega hasta el Subgrupo respectivo; características físicas, mineralógicas y químicas permiten integrar las categorías menores.

Los Subórdenes corresponden a subdivisiones de los órdenes y se establecen de acuerdo con el material parental, los regímenes de humedad y de temperatura, efectos de la vegetación definidos por la presencia de características diagnósticas específicas y grado

de descomposición de materia orgánica. Constituye, por definición, el control mayor en su génesis y evolución.

Al nivel de Gran Grupo se definen los suelos que presentan similitudes en la clase de ordenamiento y grado de expresión de los horizontes con igual régimen de humedad y temperatura, y por semejanzas en el grado de saturación de bases. Constituye, conceptualmente, el control adicional en la evolución de los suelos.

Al nivel de Subgrupo se define el suelo que tipifica al Gran Grupo (concepto central) y las variaciones de éste; es decir, los intergrados o suelos transicionales a otros Órdenes, Subórdenes Grandes grupos e incluso a un no suelo (subgrupos líticos).

En la Tabla 45 se presentan los subgrupos de los suelos encontrados de acuerdo a sus características de diferenciación, los cuales, corresponden a los órdenes Inceptisoles, Entisoles, Molisoles, Alfisoles, Ultisoles, Vertisoles, Andisoles, Espodosoles e Histosoles.

5.2.1 Orden Inceptisoles

La distribución geográfica de los Inceptisoles es muy amplia en toda el área del departamento de Boyacá. En todos los paisajes delimitados (Montaña, Altiplanicie, Lomerío y Valle) y desde altitudes de 200 hasta los 4000 metros, existen suelos pertenecientes a este orden. Son suelos con poco desarrollo pedogenético, con diferenciación de horizontes por mineralización de la materia orgánica, liberación y oxidación del hierro y formación de estructura; presentan uno o más horizontes con diagnósticos de alteración, generalmente ócrico/cámbico y/o úmbrico/cámbico, poca acumulación de materiales translocados y con suficientes minerales fácilmente intemperizables.

Los suelos Inceptisoles presentes en el área de estudio, manifiestan buen desarrollo estructural y sus colores son pardos, amarillentos y rojizos; sus diferencias de temperatura dentro del perfil, entre las épocas secas y las de lluvia, son menores a 5°C. Si la lluvia es suficiente para obtener dos cosechas en el año (distribución bimodal), se tiene un régimen de humedad del suelo údico y al nivel de suborden corresponden a los Udepts. Cuando la lluvia se hace escasa y sólo se alcanza una cosecha en el año, se tiene un régimen de humedad ústico y al nivel de suborden se tienen los Ustepts. Los suelos que se muestran saturados con agua, en los primeros 50 cm de la superficie del suelo, por algún tiempo en la mayoría de los años, presentan régimen de humedad ácuico y al nivel de suborden se clasificaron como Aquepts. También se encuentran Inceptisoles en altitudes superiores a los 3600 metros que tienen una temperatura media anual mayor de 0° C, pero menor de 8° C, lo cual, constituye el suborden Cryepts.

Al nivel de Gran Grupo los suelos Udepts con saturación de bases menor de 50% entre una profundidad de 25 cm de la superficie hasta 100 cm se clasificaron como Dystrudepts y como Eutrudepts, los suelos con una saturación de bases mayor del 50%.

Los suelos Dystrudepts y Eutrudepts que cumplen en todas sus partes con los conceptos de Gran Grupo, se definieron al nivel de Subgrupo como Vertic los que presentaron grietas de la superficie hasta una profundidad de 125 cm, superficies de fricción y agregados en forma de cuña. Suelos ubicados en relieves de valle, vallecitos y glacis con un decrecimiento

irregular del contenido de carbón orgánico de una profundidad de 25 cm a 125 cm, se clasificaron como Fluventic. Suelos de valle de clima frío húmedo con características ácuicas, que requieren de drenaje artificial y evidencian colores grises con moteos rojizos en varios horizontes entre 0 y 100 cm de profundidad, y, además, presentan un decrecimiento irregular del contenido de carbono orgánico de una profundidad de 25 cm a 125 cm, se clasifican como Fluvaquentic. En el clima medio y cálido muy húmedo, en las terrazas antiguas (VUO) se presentan procesos de iluviación en un sector del horizonte cámbico, sin llegar a constituir un horizonte argílico y, por tanto, se clasifican como Typic y Ruptic Ultic.

Los suelos que mostraron un epipedón úmbrico y un contacto lítico antes de los 50 cm de profundidad corresponde al subgrupo Humic Lithic; suelos que tienen sólo el epipedón úmbrico se clasificaron como Humic y aquellos que presentan un epipedón ócrico y un endopedón cámbico y la roca se hace presente antes de los 50 cm de profundidad se clasificaron como Lithic. Los suelos que mostraron un epipedón úmbrico con un espesor mayor de 50 cm se clasificaron como Humic Pachic.

TABLA 45. Clasificación Taxonómica de los Suelos de Boyacá, hasta nivel de Subgrupo.

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Símbolos de Unidades Cartográficas
Inceptisoles	Udepts	Dystrudepts	Typic Dystrudepts	MHV, MJE, MKE, MKV, MLE, MPA, MPC, MVA, MVX, AHE, AHV, G, VUO
			Fluventic Dystrudepts	MVX, AHV, VLA, VUO
			Humic Dystrudepts	MGV, MKC, MLV, MPA, MPX, MVA, MVX, MVH, AHE, AHV
			Humic Lithic Dystrudepts	MGE
			Humic Pachic Dystrudepts	MHV, MLE,
			Vertic Dystrudepts	MOX, VLA
			Andic Dystrudepts	MKV, MLV, MPX, AHE
			Oxic Dystrudepts	MHE, MPE, MVE, LVD, LVG, VVD
			Aquic Dystrudepts	VUK
			Ruptic Ultic Dystrudepts	MKE, VUO
			Lithic Dystrudepts	MPE
			Eutrudepts	Typic Eutrudepts
	Vertic Eutrudepts	MLV		
	Fluventic Eutrudepts	LVG, VVB		
	Fluvaquentic Eutrudepts	VLA, VVA		
	Ustepts	Dystrustepts	Typic Dystrustepts	MMA, MMCMXX, VMA, VMB
			Andic Dystrustepts	MMA, AMV
			Aquic Dystrustepts	VMA
			Lithic Dystrustepts	MMA, MMC, MMX
			Fluventic Dystrustepts	MMH
Humic Pachic Dystrustepts			MMC	
Humic Dystrustepts			AMV	
Haplustepts		Typic Haplustepts	MME, MRH	
		Fluventic Haplustepts	MMX, MMH, VMA	
		Aquic Haplustepts	MMH, VMB	
		Udertic Haplustepts	VMA	
		Vertic Haplustepts	MRE	

Continuación Tabla 45

Inceptisoles	Aquepts	Humaquepts	Aéric Humaquepts Fluvaquentic Humaquepts	MHV MLH
		Endoaquepts	Typic Endoaquepts Humic Endoaquepts Aeric Endoaquepts Fluvaquentic Endoaquepts Vertic Endoaquepts	LVG MHH,AMV,AMH,VUK MHH, AMV,VUK VMB
		Epiaquepts	Vertic Epiaquepts	VMB
	Cryepts	Dystrocryepts	Humic Dystrocryepts Lithic Dystrocryepts	MEE MEE
Entisoles	Orthents	Ustorthents	Typic Ustorthents Lithic Ustorthents	MMX, MRE, MRH MME, MMA,
		Udorthents	Typic Udorthents Lithic Udorthents	MKC, MPE, MVX, LVD, LVG,VVB MHE, MKE, MJE, MLE, MLV, MVE, MPE, MPA
	Fluents	Ustifluents Udifluents	Typic Ustifluents Typic Udifluents	MMH MKH, MOH, MPX, MPH,VUK
	Aquepts	Psammaquepts Fluvaquepts Epiaquepts	Typic Psammaquepts Aeric Fluvaquepts Typic Epiaquepts	VVC MKV,VVA VVB
	Psamments	Udipsamments	Typic Udipsamments	VUK
Molisoles	Aquolls	Endoaquolls	Fluvaquentic Endoaquolls Typic Endoaquolls	VMA MME
	Ustolls	Haplustolls Argiustolls Calcistolls	Lithic Haplustolls Typic Haplustolls Fluventic Haplustolls Typic Argiustolls Vertic Calcistolls	MMC MMB MRX, MRH,AMH VMA MRX
Alfisoles	Udalfs	Hapludalfs	Inceptic Hapludalfs	MLV
	Ustalfs	Haplustalfs	Calcic Haplustalfs Inceptic Haplustalfs Typic Haplustalfs Vertic Haplustalfs Khanaplic Haplustalfs	MMA MME MMX AMV MMB
Ultisoles	Udults	Kanhapludults	Ustic Kanhapludults	MMA
	Humults	Palehumults	Typic Palehumults	VLA
		Haplohumults	Ustic Haplohumults	MMA
Vertisoles	Aquepts	Endoaquepts	Chromic Endoaquepts	VVC
	Usterts	Haplusterts	Leptic Haplusterts	MMA
	Uderts	Hapluderts	Chromic Hapluderts	MPC, VVB
Andisoles	Ustands	Haplustands	Typic Haplustands Pachic Haplustands Dystric Haplustands	MMC, MMX,AMV MMC,AMV MME
		Udands	Hapludands	Typic Hapludands
	Melanudands		Typic Melanudands Pachic Melanudands Aquic Melanudands	MKC AHV VLA
Fulvudands	Pachic Fulvudands	MLV		
Espodosoles	Orthods	Placorthods	Typic Placorthods	VUO
Histosoles	Fibristis	Sphagnofibristis	Hydric Sphagnofibristis	VVC
	Hemists	Haplohemists	Typic Haplohemists Fibric Haplohemists Hydric Haplohemists	MEE VVB VMB, MGE
	Sapristis	Haplosapristis	Terric Haplosapristis	MHH

En los paisajes de la Altiplanicie y Montaña, los suelos que tienen características ándicas, tales como, un horizonte de espesor mayor de 18 cm con material de una densidad aparente menor de 1.0 g/cm^3 se clasifican como Andic Dystrudepts. En los suelos con una capacidad de intercambio catiónico menor de 24 cmol /kg de arcilla, entre 25 y 100 cm, se clasifican en subgrupo Oxíc. Suelos de vallecitos intramontanos, en clima frío húmedo se clasificaron en el subgrupo Aquic por presentar características de hidromorfismo acentuados dentro de los primeros 75 cm de profundidad.

En el nivel categórico de Gran Grupo los suelos Ustepts cuando presentan saturación de bases (por NH_4OAc) inferior al 60% en todos sus horizontes desde una profundidad de los 25 cm hasta los 100 cm se clasifican como Dystrustepts y cuando esta saturación es superior al 60% se clasifican como Haplustepts. Los Ustepts con horizonte cálcico, dentro de una profundidad de 100 cm, se clasifican dentro del Gran Grupo Calciustepts.

Los Dystrustepts, con un contacto lítico dentro de los primeros 50 cm, se clasificaron dentro del subgrupo Lithic; los suelos que tienen características ándicas, tales como, un horizonte de espesor mayor de 18 cm con material de una densidad aparente menor de 1.0 g/cm^3 se clasifican como Andic. Suelos con un decrecimiento irregular del contenido de carbón orgánico de una profundidad de 25 cm a 125 cm, se clasificaron como Fluventic y aquellos que mostraron un epipedón úmbrico con un espesor mayor de 50 cm, se clasificaron como Humic Pachic. Los Dystrustepts bien drenados, sin contacto lítico, sin grietas, con régimen de humedad ústico y contenido de carbón orgánico que disminuye regularmente con la profundidad se clasificaron en el subgrupo Typic.

Los Haplustepts que tienen un contacto lítico antes de los 50 cm de profundidad se clasifican como Lithic; los que poseen un decrecimiento irregular del contenido de carbón orgánico en una profundidad de 25 cm a 125 cm se clasificaron como Fluventic; los suelos que tienen características de mal drenaje en los horizontes inferiores, se clasificaron en el subgrupo Aquic; los que poseen grietas de 5 mm o más de amplitud a través de 30 cm. o más de espesor entre la superficie y una profundidad de 125 cm, superficies de fricción y agregados en forma de cuña se clasificaron como Vertic; si además de las anteriores características, presentan en alguna época del año régimen de humedad údico, se denominan Udertic.

Los Calciustepts que tienen un contacto lítico antes de los 50 cm de profundidad se clasifican como Lithic.

Los suelos Aquepts localizados en los vallecitos del paisaje de Lomerío, Montaña y Altiplanicie presentan suelos totalmente saturados con agua desde la superficie hasta una profundidad de 200 cm y se clasifican en el nivel de Gran Grupo como Endoaquepts; cuando están saturados con agua y tienen epipedón úmbrico se incluyen en el Gran Grupo Humaquepts.

Los suelos Endoaquepts al presentar entre el horizonte arado y 75 cm de profundidad colores de un Hue de 7.5YR o más rojo en más de la mitad de la matriz se clasificaron al nivel de subgrupo como Aeric. En los suelos con una saturación de bases (por NH_4OAc) inferior al 50% en un horizonte entre 0 y 100 cm de profundidad se clasificaron como Humic y los suelos que cumplen en todas sus partes con los conceptos del Gran Grupo, se incluyen en el subgrupo Typic.

Los suelos Humaquepts en pendientes menores de 25%, con decrecimiento irregular del contenido de carbón orgánico en profundidad se incluyen en el subgrupo Fluvaquentic.

Los suelos del suborden Cryepts presentan una saturación de bases inferior al 60% en la sección control, se clasifican como Dystrocryepts; al nivel de subgrupo estos suelos se clasifican como Lithic por presentar un contacto lítico antes de los 50 cm de profundidad y los clasificados como Humic, se caracterizan por presentar solamente el epipedón úmbrico.

5.2.2. Orden Entisoles

Estos suelos al igual que los anteriores se presentan dispersos en los paisajes de Montaña, Lomerío y Valle, predominantemente en las laderas y en los relieves de vega. Son suelos cuyo concepto central radica en su naturaleza mineral y en la ausencia virtual de horizontes genéticos que impliquen algún grado de evolución, a excepción de un incipiente epipedón ócrico. Los factores formadores que limitan el desarrollo de horizontes del perfil, en el área de estudio son el clima, el relieve y el material parental. En los climas extremadamente fríos, se retarda la acción biótica; los relieves de fuertes pendientes favorecen el factor erosivo y en las zonas aluviales de época reciente, el continuo aporte de sedimentos no permite la evolución pedogenética de estos suelos.

Dentro de este orden se encontraron los subórdenes: orthents, aquents, fluvents y psamments.

El suborden de los Orthents se caracteriza porque sus suelos son bien drenados, superficiales con un contacto lítico a menos de 50 cm de profundidad y localizados generalmente en pendientes mayores del 25%; presentan también una disminución regular del contenido de carbón orgánico al aumentar la profundidad. Pertenecen a este suborden los grandes grupos de los Ustorthents y Udorthents.

Los Ustorthents se localizan en los climas frío y medio seco, en el paisaje de Montaña. El régimen de humedad del suelo es ústico, por lo que están secos por más de 90 días acumulativos durante el año. La mayoría de los suelos de este gran grupo presentan contacto lítico antes de 50 cm de profundidad y se les clasifica en el subgrupo Lithic, los demás suelos se clasifican en el subgrupo Typic.

Los Udorthents se encuentran en el paisaje de Montaña, Lomerío y Valle desde los 0 hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar y en las provincias húmedas del departamento; por consiguiente, permanecen más de 90 días acumulativos en el año húmedos, encontrándose en un régimen de humedad edáfico údico. Los suelos que presentan contacto lítico a una profundidad inferior a 50 cm, se clasifican en el subgrupo de los Lithic y los demás suelos se clasifican en el subgrupo Typic.

Los suelos del suborden Aquents tienen un régimen edáfico de humedad ácuico que significa mala aireación y procesos de reducción del hierro en forma intensa, en donde no hay oxígeno disuelto porque el suelo está saturado con agua procedente del nivel freático, por ascenso capilar o por descenso del agua de encharcamiento; además presenta en los primeros horizontes colores grises, azulosos con moteos oliváceos y rojizos. Son suelos muy superficiales y se localizan en los valles de clima cálido húmedo. Hacen parte del gran grupo Epiaquents, ya que el nivel freático está localizado sobre una capa impermeable, mostrándose el perfil saturado con agua en uno o más horizontes y también con uno o varios horizontes no saturados con agua por encima de los 200 cm de profundidad; suelos que presentan características propias como el decrecimiento irregular de carbón orgánico desde los 25 cm hasta 125 cm de profundidad se clasifican como Fluvaquents; los suelos que

tienen textura arenosa en todos los horizontes desde una profundidad de 25 a 100 cm se clasifican como Psammaquents.

Los suelos Epiaquents poseen un horizonte Ap de color con value en húmedo, de 3 o menos y, en seco, value de 5 o menos; se clasifican en el nivel de subgrupo como Typic. Todos los Fluvaquents que se clasificaron tienen entre profundidades de 25 y 75 cm, colores de matriz 2.5Y o más rojo y value en húmedo de 6 o más y pertenecen al de subgrupo Aeríc. Los suelos Psammaquents cumplen en todas sus partes con los conceptos del gran grupo y, por tanto, se clasifican en el nivel de subgrupo como Typic.

Los suelos del suborden Fluvents se originan de aluviones recientes depositados en relieves de terraza en clima cálido muy húmedo y en vallecitos del paisaje de Montaña de clima frío seco. Se distinguen por el decrecimiento irregular del carbón orgánico, en los diferentes horizontes del perfil o contenidos mayores 0.2% a 1.25 metros de profundidad. El perfil de los suelos se caracteriza por una secuencia de capas de diferente textura y en algunos casos con presencia de piedra, cascajo y gravilla. El régimen edáfico de humedad es údico en los suelos de la terraza y en el Gran Grupo, se clasifican como Udifluvents; en los suelos de los vallecitos el régimen es ústico, por lo tanto, se clasifican en el nivel de gran grupo como Ustifluvents. A su vez estos suelos en el Gran Grupo no presentan ninguna otra característica de diferenciación, por consiguiente, se clasifican dentro del subgrupo Typic.

Los suelos del suborden Psamments ocupan áreas del relieve de terraza de clima cálido muy húmedo; se caracterizan por tener en todos los horizontes texturas arenosas, baja retención de humedad y régimen edáfico údico, lo cual permite clasificarlos en el subgrupo Typic Ustipsamments.

5.2.3. Orden Molisoles

Los suelos clasificados en este orden se caracterizan por la presencia de un horizonte superficial grueso, mayor de 18 cm, de buen desarrollo estructural, color oscuro con croma menor de 3, altos contenidos de materia orgánica y saturación de bases por el método del acetato de amonio (NH_4OAc) superior al 50% en todos los horizontes; presentan un epipedón mólico y un endopedón cámbico con el perfil modal del tipo A-C o A- Bw -C. Los suelos de este orden, se localizan preferentemente en el paisaje de Montaña, dentro de los climas frío seco y muy húmedo y corresponden a las unidades MMC, MMH, MRX y MKV.

Al nivel de suborden los Molisoles desarrollados en régimen edáfico de humedad ústico se clasifican como Ustolls y los desarrollados en régimen edáfico de humedad údico como Udolls.

Los Ustolls que tienen epipedón mólico y los requisitos mínimos se clasifican en el Gran Grupo de los Haplustolls, y los que tienen horizonte argílico se clasifican en Argiustolls. Los suelos que no presentan horizonte cámbico ni grietas, ni moteos, ni contacto lítico pertenecen al subgrupo de los Entic y los Haplustolls que se presentan en vallecitos con pendiente menor del 3% y dentro del perfil tienen decrecimiento irregular de carbón orgánico desde los 25 cm hasta 125 cm de profundidad, se clasifican como Fluventic, suelos con características ácuicas que requieren drenaje artificial, presentan colores grises con moteos pardo amarillentos entre 0 y 100 cm. que además, muestran decrecimiento irregular en el contenido de carbón orgánico entre 25 y 125 cm. de profundidad se incluyen en el subgrupo Fluvaquentic; los suelos Haplustolls y Argiustolls que no clasifican en los dos anteriores subgrupos se asigna al subgrupo Typic. Suelos dentro del relieve de glacia de

clima medio muy seco que tienen horizonte cálcico dentro de los primeros 100 cm de profundidad, se clasifican en el Gran Grupo Calciustolls; por encontrarse estos suelos en un régimen de humedad con características áridicas, es decir, permanecen por menos de 90 días húmedos en algún horizonte o en todo el perfil, se incluyen en el subgrupo Aridic; los suelos con grietas temporales de 5 mm o más de ancho, a una profundidad de 30 cm o más, slickensides o estructuras en cuñas se clasifican en el subgrupo Vertic.

Los Aquolls se localizan en las zonas depresionales de las crestas y crestones homoclinales de las montañas de clima frío seco y se clasifican como gran grupo Edoaquolls, caracterizados por permanecer totalmente saturados con agua desde la superficie hasta una profundidad de 200 cm, clasificando estos suelos en el subgrupo Typic y los suelos con características ácuicas, que requieren de drenaje artificial y evidencian colores grises con moteos rojizos en varios horizontes entre la superficie y 100 cm de profundidad y, además, presentan un decrecimiento irregular del contenido de carbón orgánico entre 25 y 125 cm de profundidad, se clasifican como Fluvaquentic.

5.2.4. Orden Alfisoles

Los Alfisoles se ubican en el paisaje de montaña de clima frío seco y su morfología y sus características están relacionadas con el predominio de horizontes ócricos, úmbricos y en profundidad se presenta el horizonte argílico, el cual, es iluvial con cantidades significativas de arcilla silicatada revistiendo poros y agregados, y una saturación de bases (por suma de cationes) mayor del 35%. Al nivel de suborden se clasifican como Ustalfs, por encontrarse en un régimen edáfico de humedad ústico y Udalfs por encontrarse en un régimen de humedad údico; estos suelos por cumplir con todos los conceptos del suborden se clasifican al nivel de Gran Grupo en los Haplustalfs y Hapludalfs.

Los Haplustalfs que poseen grietas con un ancho de 5 mm y están dentro de los 125 cm de profundidad, además, presentan slickensides y estructuras en forma de cuña, se clasifican como Vertic; los suelos que tienen una capacidad de intercambio catiónico menor de 24 cmol/kg de arcilla (por NH_4OAc , 1N a pH 7) en el horizonte argílico, se clasifican como Kanhaplic; los Haplustalfs que tienen un horizonte cálcico dentro de los primeros 100 centímetros y además la temperatura del suelo en los primeros 50 cm, superiores a 5°C se clasifican dentro del subgrupo Calcicidic y los suelos intergradados al orden Inceptisol se denominan Inceptic Haplustalfs; aquellos que cumplen con todos los conceptos del Gran Grupo se clasifican en el subgrupo Typic

5.2.5. Orden Ultisoles

Este orden se encuentra en el paisaje de Montaña de clima frío seco y se caracteriza por presentar un horizonte argílico con saturación de bases (por suma de cationes) inferior a 35% y por tener en los primeros 15 cm de su espesor contenidos de carbono orgánico superiores a 0.9 %. Se clasifican al nivel de Suborden como Humults y los que cumplen con todos los conceptos del suborden se clasifican como Haplohumults. Los suelos que se clasifican dentro del Gran Grupo de Palehumults se caracterizan por tener una distribución de arcilla tal que porcentaje su no decrece de su máxima cantidad en un 20% o más del contenido máximo de arcilla y no debe presentar contactos líticos o paralíticos o petroféricos dentro de una profundidad de 150 cm del suelo mineral.

Los Haplohumults se ubican dentro de un régimen de humedad ústico, y, por consiguiente, se clasifican al nivel de subgrupo como Ustic. Los suelos Palehumults que cumplen con todos los conceptos del Gran Grupo se clasifican en el subgrupo Typic.

Los ultisoles con régimen de humedad údico se clasifican en el suborden Udults, si estos suelos tienen horizonte kándico se incluyen al nivel de Gran Grupo en Kanhapludults, si cumple con los requisitos del Gran Grupo pertenecen al subgrupo Typic.

5.2.6 Orden Vertisoles

Los suelos de este orden han evolucionado de rocas limoarcillosas, ricas en bases, localizadas sobre relieves estructurales (cuestas) y relieves de glaciares, en clima medio muy húmedo; también se encuentran en los suelos de las terrazas de clima cálido muy húmedo, originados de depósitos aluviales ricos en bases. Estos suelos se caracterizan por tener textura con más de 30 % de arcilla en todos los horizontes hasta una profundidad de 50 cm; presentan grietas que se abren y cierran periódicamente de acuerdo a la época de año y slickensides y estructuras en cuña.

Los suelos que presentan un régimen de humedad ústico se clasifican en el nivel de suborden en Usterts; aquellos localizados en relieve de cuestas (MPC) se encuentran dentro de un régimen de humedad údico, ya que se mantienen húmedos por más de 90 días acumulativos en el año y se clasifican en el suborden Uderts. Los suelos de la terraza (VVC) con un nivel freático alto tienen condiciones ácuicas, es decir, el color de la matriz tiene chromas de 2 o menos y por lo tanto se clasifican como Aquerts.

Los Usterts y los Uderts que cumplen con todos los conceptos del suborden, se clasifican en el nivel de Gran Grupo como Haplusterts y Hapluderts. Los suelos Haplusterts que tienen un contacto dénsico, lítico o paralítico dentro de una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo, se clasifican en el subgrupo Leptic. Los suelos Hapluderts que tienen colores en húmedo, valúes de 4 o más, hasta una profundidad de 30 cm se clasifican como Chromic.

Los Aquerts se muestran saturados con agua desde la superficie hasta una profundidad de 200 cm y se clasifican dentro del Gran Grupo Endoaquerts y por cumplir en todas sus partes con los conceptos del gran grupo se clasifican en el Subgrupo Typic; los Aquerts que entre 0 y 30 cm de profundidad tienen colores con value de 4 o más, se clasifican como Chromic en la categoría del Subgrupo.

5.2.7. Orden Andisoles

Se presentan especialmente en el paisaje de Montaña, en altitudes superiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar y en diferentes climas. Son suelos con poco desarrollo genético, y su morfología es de tipo A-B-C, A-C; presentan desarrollo de estructura y algunas veces tienen un horizonte cámbico y epipedones ócrico o úmbrico; los minerales intemperizables están muy alterados y hay una alta liberación de óxido de hierro; estos suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas y poseen propiedades ándicas por lo menos en el 60% del espesor del perfil de suelo. Los Andisoles presentan características ándicas hasta una profundidad de 60 cm, lo cual, los hace débilmente meteorizados y con alto contenido de vidrio volcánico; además, presentan una densidad de 0.90 g/cm³, retención de fosfatos de 85% o más y porcentaje de aluminio más 1/2 del porcentaje de hierro (por oxalato de amonio), totalizando el 2.0% o más. Estos suelos junto con los Inceptisoles son

los de mayor incidencia, especialmente en los paisajes de Montaña y Altiplanicie de clima muy frío y frío, muy húmedo y húmedo. Los regímenes edáficos de humedad (ústico y údico) permiten clasificarlos dentro de los subórdenes Ustands y Udands.

Los Ustands y Udands que cumplen en todas sus partes con los conceptos del suborden, por tanto, se clasifican en el nivel de gran grupo como Haplustands; a su vez estos suelos no presentan ninguna otra característica de diferenciación en el nivel de gran grupo, por lo cual se clasifican dentro de los subgrupos Typic; salvo los suelos desaturados en uno o más horizontes dentro en una profundidad desde la superficie hasta 60 cm o más, que le permite incluirse en el subgrupo Dystric, los Haplustands que se caracterizan por tener un epipedón úmbrico con más de 50 cm de espesor y más de 6% de carbón orgánico, se incluyen en el subgrupo Pachic.

Los subórdenes Udands, incluyen suelos que cumplen con el concepto principal del suborden, por lo cual, corresponde al Gran Grupo Hapludands, y suelos que tienen un horizonte que cumple con los requisitos del epipedón Melánico, el índice melánico, por lo que, se les clasifica como Fulvudands. Los Hapludands no presentan variaciones en el Gran Grupo y se clasifican en el subgrupo Typic; en cambio los Fulvudands que tienen una capa de 50 cm o más de espesor, con más de 6% de carbón orgánico, promedio por peso, y más de 4% de carbón orgánico en todas sus partes se incluyen en el subgrupo Pachic.

Los Udands que presentan epipedón melánico de color negro y alto contenido de carbón orgánico, más de 6.0%, se clasifican en el nivel de Gran Grupo Melanudands y por el grosor del epipedón, mayor de 50 cm, se clasifican en el subgrupo Pachic; los suelos que cumplen con todos los conceptos del gran grupo se clasifican en el subgrupo Typic; así mismo los suelos que tienen condiciones ácuicas temporales se clasifican en el subgrupo Aquic.

5.2.8. Orden Espodosoles

Estos suelos se encuentran localizados en el paisaje de valle, de terrazas antiguas, y en un clima cálido muy húmedo, corresponde a la unidad VUO, siendo este suelo una inclusión de dicha unidad cartográfica. La característica más importante de los Espodosoles reside en la constitución de un horizonte de acumulación de materiales amorfos orgánicos y minerales, de alta capacidad de intercambio e integrado por humus, aluminio y/o hierro. El horizonte espódico se forma mediante un proceso de translocación de los componentes húmicos, de grado relativamente bajo de polimerización, que integran el Mor, en medios ácidos y desaturados. Este taxón es el menos representativo del área del departamento.

Al nivel de suborden se clasifican como Orthods los suelos que cumplen con todos los conceptos del orden; aquellos que presentan un horizonte plácico en el horizonte espódico, se denominan al nivel de Gran Grupo como Placorthods, y los suelos que cumplen con todos los conceptos del Gran Grupo se clasifican en el subgrupo Typic.

5.2.9. Orden Histosoles

Estos suelos se localizan en el paisaje de Valle de clima frío seco y cálido muy húmedo, en áreas con nivel freático alto, correspondientes a las unidades de los símbolos VMB, VVC, VMB y también se encuentran en algunas áreas depresionales de las partes más altas de las montañas, dentro de las unidades cartográficas MHH, MEE y MGE. Los Histosoles corresponden a suelos relacionados con las acumulaciones orgánicas dentro de los primeros 80 cm de profundidad y la cantidad de material orgánico debe corresponder a más de la

mitad de este espesor; a menos que el horizonte orgánico descansa sobre roca o materiales fragmentarios. La mayoría de estos suelos se ha formado bajo condiciones hidromórficas, en tal caso las condiciones reductoras han impedido la mineralización de los materiales orgánicos; las temperaturas bajas y la humedad son también, otras condiciones que ayudan a que el proceso de acumulación sea mayor al de mineralización; actualmente dichos materiales han alcanzado un moderado a ligero grado de descomposición y están saturados con agua por 6 meses o más por año.

Los suelos orgánicos que muestran un espesor mayor de 60 cm y tres cuartos o más de su volumen, consiste de fibras de musgos o si su densidad aparente, en húmedo, es menor de 0.1 g/cm^3 o más, se clasifican al nivel de suborden como Fibrists.

Los suelos orgánicos con un espesor de 40 cm o más, valores de densidad aparente mencionados anteriormente y presencia de materiales hémicos, se clasifican como Hemists, y los suelos que no están en los dos anteriores subórdenes y presentan materiales sápricos, se clasifican en el nivel de suborden Saprists.

Los suelos Fibrists con un manto superficial de material fibroso de sphagnum que constituye tres cuartos o más del volumen y el cual es mayor de 90 cm de espesor, se clasifican como Sphagnofibrists. Estos suelos tienen una capa de agua dentro de la sección control abajo de la franja superficial y al nivel de subgrupo se clasifican como Hydric.

Los suelos Hemists que cumplen en todas sus partes con los conceptos del suborden se clasifican en el Gran Grupo Haplohemists; aquellos suelos que tienen materiales fibrosos en una o más capas de espesor de 25 cm o más dentro de la sección control, se incluyen en el subgrupo Fibric; los suelos que tienen agua en la sección control por debajo de la capa superficial corresponden al subgrupo Hydric; a su vez, otros suelos que no presentan ninguna otra característica de diferenciación dentro del gran grupo, se clasifican en el subgrupo Typic.

Los suelos Saprists cumplen en todas sus partes con los conceptos del suborden, se clasifican en el gran grupo Haplosaprists; los suelos que presentan una capa mineral de 30 cm o más cuyo límite superior se encuentra en la sección control debajo de la franja superficial se clasifican en el subgrupo Terric.

Capítulo VI

capítulo sexto



Clasificación de tierras por su capacidad de uso

Clasificación de tierras por su capacidad de uso

Panorámica del Municipio de Soraca.

(Foto: Deyanora Cárdenas, 2003)

Contenido

6.1. PROBLEMÁTICA SOCIO-ECONÓMICA.....	103
6.1.1. Provincia Centro.....	104
6.1.2. Provincia Gutiérrez.....	105
6.1.3. Provincia La Libertad.....	105
6.1.4. Provincia de Lengupá.....	106
6.1.5. Provincia Márquez.....	106
6.1.6. Provincia Neira.....	106
6.1.7. Provincia Norte.....	107
6.1.8. Provincia Occidente.....	107
6.1.9. Provincia Oriente.....	108
6.1.10. Provincia Ricaurte.....	108
6.1.11. Provincia Sugamuxi.....	109
6.1.12. Provincia Tundama.....	109
6.1.13. Provincia Valderrama.....	110
6.1.14. Zona de Manejo Especial Puerto Boyacá.....	110
6.1.15. Distrito Fronterizo de Cubará.....	110
6.2. USO ACTUAL DE LAS TIERRAS.....	111
6.2.1. Agrícola.....	112
6.2.1.1. Cultivos Anuales.....	112
6.2.1.2. Cultivos Semiperennes.....	113
6.2.1.3. Cultivos Perennes.....	114
6.2.2. Ganadero.....	115
6.2.3. Forestal.....	116
6.2.4. Sin Uso Agropecuario.....	116
6.3. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA Y GRUPOS DE USO.....	117
6.3.1. Tierras de la clase III.....	119

6.3.1.1. Subclase IIIsc.....	119
6.3.2. Tierras de la clase IV	120
6.3.2.1 Subclase IV s.....	120
6.3.2.4 Subclase IVes.....	122
6.3.2. Tierras de la clase V	124
6.3.3.1 Subclase Vhs I24	
6.3.4 Tierras de la clase VI.....	125
6.3.4.1 Subclase VIs I25	
6.3.4.2 Subclase Vles	126
6.3.5. Tierras de la clase VII.....	128
6.3.5.1 Subclase VIIs I28	
6.3.5.2 Subclase VIIcs	128
6.3.5.3 Subclase VIIps.....	129
6.3.5.4 Subclase VIIes	130
6.3.6. Tierras de clase VIII.....	132

CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO

El territorio del departamento de Boyacá con una extensión de 23.189 km² está atravesado por la cordillera Oriental, es esencialmente montañoso (treinta y cuatro unidades cartográficas de suelos), aproximadamente el 70%; el resto del territorio corresponde a relieves suaves de los paisajes de Altiplanicie (cuatro unidades cartográficas de suelos); Lomerío (dos unidades cartográficas de suelos) y valle (diez unidades cartográficas de suelos).

Como consecuencia del dominio del relieve de montaña en el departamento, se tiene una variedad climática, desde el nival a más de 5400 m.s.n.m, hasta el cálido a partir de 180 m.s.n.m, con diferentes provincias de humedad, donde la mayor pluviosidad es de 8000 mm y la menor es de 500 mm.

Todo lo anterior, junto con el conocimiento de la diversidad de materiales provenientes de rocas sedimentarias (areniscas, lutitas, arcillolitas, limolitas, lodolitas y calizas) y depósitos superficiales clásticos (aluviones y coluviones), así como las características físico-químicas de los suelos, permite indicar su utilización y las prácticas de manejo más recomendables para un aprovechamiento racional de los suelos, sin peligro del deterioro del medio natural.

Por ser un estudio de suelos a nivel general, las recomendaciones que se dan, no son específicas, éstas sólo se lograrían con estudios de suelos a nivel semidetallado o detallado.

El desarrollo del presente capítulo se fundamenta en tres aspectos principales: problemática socio-económica; uso actual de las tierras; clasificación agrológica y grupos de uso y manejo de los suelos.

6.1. PROBLEMÁTICA SOCIO-ECONÓMICA

La gobernación del departamento en su libro "Perfiles Provinciales de Boyacá 1997" manifiesta preocupación sobre las potencialidades, infraestructura, recursos naturales y humanos del departamento en lo referente a los siguientes aspectos: las implicaciones territoriales de la crisis de Paz del Río anticipada y pronosticada desde hace largo tiempo, la importancia de la conservación de los paisajes naturales, los efectos de una vía de doble calzada que unirá pronto el centro del departamento con

Bogotá, la importancia geopolítica de los territorios de páramo de la zona oriental del departamento para el mantenimiento del recurso hídrico de la Orinoquia Colombiana y Venezolana, la pérdida paulatina del área aprovechada y de la producción de la mayor parte de los cultivos tradicionales, la conservación de áreas culturales y ecológicamente estratégicas para Boyacá y para la nación, la posibilidad de contar en el futuro cercano con un aeropuerto internacional, la gran emigración tanto permanente como estacional de la población, especialmente de las zonas rurales.

Las estadísticas sobre distribución de tierra del IGAC, indican que para el departamento de Boyacá en el área rural existe 48.7% de microfundio (explotaciones menores de una hectárea) y 27.8% de minifundio (explotaciones de una a tres hectáreas), realidad que ha determinado un bajo nivel de tecnificación y de productividad, generando una economía de subsistencia y una baja calidad de vida de sus habitantes.

La gobernación del departamento con el propósito de contribuir a mejorar las condiciones de vida del sector rural ha hecho una investigación, donde indica a nivel provincial los diferentes porcentajes de pobreza de la población y las propuestas para reducirlos a mediano y largo plazo.

El departamento de Boyacá territorialmente cuenta con 13 Provincias: Centro, Gutiérrez, La Libertad, Lengupá, Márquez, Neira, Norte, Occidente, Oriente, Ricaurte, Sugamuxi, Tundama, Valderrama, la Zona de Manejo Especial Puerto Boyacá y el Distrito Fronterizo de Cubará. Sus características se indican en los numerales siguientes.

6.1.1. Provincia Centro

La Provincia Centro, cuya capital es la ciudad de Tunja, tiene una extensión de 1768 Km² y la conforman 15 municipios. La población, según el censo realizado por el DANE en 1993 es de 224.470 habitantes y sus necesidades básicas insatisfechas son del 31%, las cuales están determinadas por las deficiencias en servicios públicos (agua potable, luz, alcantarillado, basuras), hacinamiento, dependencia económica y ausentismo escolar. Esta problemática de pobreza es especialmente aguda en la zona rural de Chíquiza, Soracá, Siachoque, Toca y Cucaita donde alcanza valores superiores al 50%.

La principal actividad de esta Provincia es la agropecuaria que genera la mayor cantidad de empleos. Se debe fomentar e implementar con sistemas adecuados para su explotación, con investigación y asistencia técnica, respaldadas por los alcaldes a través de las UMATAS y por el departamento.

Es necesario apoyar a los pequeños productores y hacer un reconocimiento de las actividades agropecuarias que requieren tecnología limpia y de punta para contar con una producción y tratamiento de postcosecha que garantice calidad en los productos.

Además de la actividad agropecuaria existe la actividad minera que es muy reducida con explotaciones de carbón, arcilla, materiales de construcción, arena, cuarzo y caliza. También existe como fuente de empleo la prestación de servicios sociales que, en Tunja, genera el 44.7% de los empleos del municipio.

La Provincia cuenta con un importante potencial turístico que se debe aprovechar y mantener, como ejemplos se tienen las capillas doctrineras de Cucaita, Sora, Chíquiza, Chivatá y Oicatá de los siglos XVI y XVII; la Ermita de San Lázaro en Tunja y los templos parroquiales de arquitectura contemporánea de Motavita, Cóbbita, Soracá, Ventaquemada

y Toca, (este último caracterizado por ser el único municipio con dos iglesias en su plaza), la Venta de la Villana en Toca, la Cruz de Testigo en Soracá, la casa de Teja y de Postas y el Puente de Boyacá (Ventaquemada); el Santuario de Flora y Fauna de San Pedro de Iguaque y la Ferrería de Samacá, declarada recientemente monumento nacional.

Es importante para la Provincia y el departamento atraer la inversión de capital que estimule la generación de actividades productivas que, en lo posible, sean de bajo impacto ambiental y de alto contenido económico y social.

6.1.2. Provincia Gutiérrez

La Provincia de Gutiérrez cuya capital es El Cocuy, tiene una extensión de 1928 Km² y la conforman 6 municipios. La población, según el DANE de 1993 es de 34.356 habitantes, de los cuales el 26% es urbano y el 74% rural. Sus necesidades básicas insatisfechas son del 63.02%, mucho mayor del promedio rural departamental que es del 51%, lo cual obliga a emigrar hacia otras regiones donde haya un mayor ingreso económico y las condiciones de vivienda sean de mejor calidad. También el tamaño de los predios es inferior al de la unidad agrícola familiar, UAF, impidiendo que los productores obtengan un mayor ingreso económico y, por tanto, que tengan la posibilidad de sostener a las unidades familiares de producción.

La existencia del Parque Natural del Cocuy y de grandes extensiones de tierra con relieves escarpados dedicados a bosques de protección hace que el área apta para cultivos sea del 12% y la de pastos del 7%.

El sistema productivo predominante en la región es la agricultura de subsistencia o de “pan coger” con 92.165 predios catalogados como microfundios.

Ante la posibilidad de una redefinición del número de municipios de la Provincia, el gobierno departamental deberá gestionar ante la nación y ante organismos internacionales la declaración de la región como una zona de manejo especial compuesta por el Parque Natural del Cocuy y por su área aledaña, cuya función es amortiguar la presión y aprovechar los potenciales que ofrece. Este debe ser un componente esencial de la estrategia de preservación y conservación ecológica como fuente de trabajo para la población que allí habita.

Se debe diseñar e implementar toda la estrategia de desarrollo turístico para la región. Donde se involucre la delimitación del parque, el desarrollo de accesos peatonales, la preservación, el cambio cultural necesario de los habitantes de la zona, la vinculación del sector privado y la elaboración de estudios de factibilidad.

6.1.3. Provincia La Libertad

La Provincia La Libertad cuya capital es Labranzagrande, tiene una extensión de 1877 Km² y la conforman 4 municipios. La población, según el DANE, de 1993 es de 15.165 habitantes y sus necesidades básicas insatisfechas afectan al 73.5% y la miseria al 48.4% de los habitantes, constituyéndose en uno de los más críticos del país, evidenciada por alta dependencia económica, alta deserción escolar y desnutrición infantil.

La principal actividad de la Provincia es la pecuaria con un 42.8% del área total, ya que, la agrícola sólo alcanza un 3.5%; existe, además, un 49.3% en bosque.

La Provincia La Libertad se halla ubicada en la falla geológica de Maracaibo, lo cual, le generaría perspectivas de desarrollo hacia el futuro con la explotación sostenible de los recursos naturales (petróleo, gas) y/o con la preservación de la naturaleza como posibilidad económica y estratégica de inversión (agua, bosques).

El departamento y entidades como CORPORINOQUIA deben identificar los ecosistemas estratégicos para posibilitar la inversión adecuada en su mantenimiento, disfrute y aprovechamiento.

6.1.4. Provincia de Lengupá

La Provincia de Lengupá cuya capital es Miraflores, tiene una extensión de 1.313 Km² y la conforman 6 municipios. La población, según el DANE, de 1993, es de 28.535 habitantes, las necesidades básicas insatisfechas afectan al 47.3% y la miseria al 18.3% de los habitantes, evidenciada por una alta dependencia económica, alta deserción escolar y servicios públicos inadecuados.

La agricultura genera el máximo empleo provincial con un 46.9%, la ganadería un 29.0% y la minería (grafito, hierro, gravas, arenas, plomo, manganeso y yeso) un 2.1%.

Existiendo un importante potencial hidroeléctrico en las cuencas de los ríos Lengupá y Upía, la actividad productiva no puede seguir dependiendo de bonanzas fugaces, es necesario reactivar y consolidar la vocación agrícola de los suelos alrededor de cultivos como: café, cítricos, mora, lulo y tomate. El potencial de los bosques y el yeso se debe explotar con un criterio de sostenibilidad ecológica.

6.1.5 Provincia Márquez

La Provincia de Márquez cuya capital es Ramiriquí, tiene una extensión de 912 Km² y la conforman 10 municipios. La población, según el DANE de 1993, es de 78.341 habitantes y sus necesidades básicas insatisfechas afectan al 47.9% de la población, evidenciado por la prestación inadecuada de servicios públicos, inasistencia escolar, vivienda inadecuada, alta dependencia económica y un alto hacinamiento.

La agricultura es la actividad de mayor generación de empleo, aproximadamente un 58.8%, sigue la ganadería que alcanza a generar un 21.4%

La producción de manzana, durazno, ciruela, flores y hortalizas de gran demanda nacional obliga al gobierno departamental y a CORPOCHIVOR adoptar políticas de mercado que aseguren al productor precios de sustentación lo suficientemente rentables.

La Provincia Márquez se constituye como importante reserva hídrica, fuente principal de abastecimiento del agua de la represa de Chivor, lo cual le permite a las localidades municipales, con base en la legislación ambiental, obtener recursos económicos por concepto de valorización y cobro por el uso de los recursos que ayudarían a fortalecer los procesos de desarrollo sostenible.

6.1.6. Provincia Neira

La Provincia de Neira cuya capital es Garagoa, tiene una extensión de 1388 Km² y la conforman 6 municipios. La población, según el DANE de 1993, es de 43.706 habitantes y sus necesidades básicas insatisfechas afectan al 39% de la población, evidenciado principalmente

por la alta dependencia económica y el tamaño de los predios que está por debajo de la Unidad Agrícola Familiar, UAF.

El 70% de los suelos de la Provincia se encuentran explotados con pastos y 13% están en agricultura.

Ante la crisis por la baja capacidad que tiene la Provincia para competir, por volumen y calidad, con productos cultivados en otras regiones, es necesario explorar la actividad turística como fuente complementaria de progreso. Se requieren estudios concretos de factibilidad y el estímulo a la inversión privada para aprovechar atractivos turísticos, tales como: aguas termales, pozos de “Las Lajas” y el “Tendido” en el municipio de Chinavita; la represa de Chivor; el sitio de encuentro de los ríos Súnuba y Garagoa, las Juntas, el cerro de Doña Mamapacha; el alto de Santa Bárbara y la abundancia de recurso hídrico de la cuenca del río Upiá.

6.1.7 Provincia Norte

La Provincia es conocida en el ámbito nacional por su localización en el cañón del Chicamocha, sus cultivos de tabaco, la producción caprina y los dátiles de su capital (Soatá).

Su extensión es de 1154 Km² y comprende 9 municipios. La población, según el DANE de 1993, es aproximadamente de 75.000 habitantes y sus necesidades básicas insatisfechas afectan al 55.6% de la población y la miseria al 22.3% de los habitantes. El 28.7% de los hogares rurales de la provincia no cuentan con ningún servicio público.

En el año 1997 el área cultivada en la Provincia era de 29.4% y en ganadería un 19.8% del área total, generando estas dos actividades empleo del 66.2%.

El proyecto de la represa de Guantiva se debe concretar como solución a la falta de agua en la parte alta del Cañón del Chicamocha. El departamento debe contribuir a la generación de condiciones y oportunidades para que la inversión privada se haga partícipe del desarrollo sostenible de la Provincia. Se deben mejorar las condiciones técnicas y productivas del sector agropecuario. Las variedades y prácticas culturales en los cultivos de fique y de tabaco se deben mejorar para que sean competitivos debido a su importancia histórica, social y económica.

6.1.8 Provincia Occidente

La Provincia Occidente, antes conocida como Territorio Vázquez, es famosa en el ámbito nacional e internacional por su riqueza en esmeraldas. Su capital es Chiquinquirá, tiene una extensión de 2421 Km² y la conforman 15 municipios. La población según el DANE de 1993 es de 139.306 habitantes, sus necesidades básicas insatisfechas son del 49%, evidenciado por un alto índice de desempleo, ausencia de posibilidades de educación secundaria y vocacional, baja prestación de servicios sociales y públicos y alta tasa de analfabetismo.

La actividad agrícola llega al 25% y la pecuaria al 66% del total del uso del suelo. La deforestación indiscriminada y las quemas están contribuyendo a los procesos erosivos del suelo de manera preocupante.

Además de las minas de esmeraldas existen, según INGEOMINAS, depósitos de cobre, sal pizarra, plomo, zinc y yeso.

Se deben identificar proyectos productivos, que aprovechen los potenciales de la Provincia y que estimulen la redistribución del ingreso, la reinversión de los capitales en la zona y la promoción del desarrollo social y agropecuario de manera sostenible.

6.1.9. Provincia Oriente

La Provincia de Oriente cuya capital es Guateque, tiene una extensión de 488 Km² y la conforman 8 municipios. La población, según el DANE de 1993, es de 53.725 habitantes y sus necesidades básicas insatisfechas afectan al 37.2% de la población, lo cual es inferior al nivel promedio del departamento. La agricultura y el sector de los servicios generan el 43.7% de las fuentes de empleo de la provincia.

El 60.68% del territorio de la Provincia se encuentra en pastos, en agricultura 30.64% y en bosque el área es insignificante para una región donde se encuentra la hidroeléctrica de Chivor, la más importante del país.

La Provincia tiene factores estratégicos importantes a nivel departamental y nacional, tales como la vía alterna al llano, que conecta al departamento del Meta con Bogotá atravesando su territorio, la hidroeléctrica de Chivor y la demanda de sus productos agrícolas por la capital de la república.

Para lograr el desarrollo económico integral se debe trabajar en el campo social. Tanto la salud como la educación en la Provincia se encuentran por debajo de las condiciones sociales mínimas.

6.1.10. Provincia Ricaurte

La Provincia es conocida por hacer parte de la vía que comunica a Bogotá y Tunja con Bucaramanga, por los atractivos turísticos de la zona alta y por la abundante producción de panela de la zona baja.

La Provincia de Ricaurte, cuya capital es Moniquirá, tiene una extensión de 1485 Km² y la conforman 13 municipios. La población, según el DANE de 1993, es de 101.495 habitantes sus necesidades básicas insatisfechas (NBI) afectan al 49% y las condiciones de miseria al 14.1% de los habitantes. El NBI tiene mayor incidencia en las cabeceras municipales de la Provincia, siendo crítica en las de Sutamarchán, Ráquira, San José de Pare y Santa Sofía.

Geográfica y culturalmente la Provincia corresponde a dos subprovincias: Ricaurte Alto y Ricaurte Bajo. En la primera (Gachantivá, Ráquira, Sáchica, Santa Sofía, Sutamarchán, Tinjacá y Villa de Leyva) las condiciones ambientales son áridas a desérticas con escasos recursos no renovables e insuficiencia de agua, tanto para consumo humano como para la actividad agropecuaria y económica en general.

En la de Ricaurte Bajo (Arcabuco, Chitaraque, Moniquirá, San José de Pare, Santana y Togui) las condiciones ambientales favorecen la producción agrícola y la explotación ganadera; es abundante el recurso hídrico. Como en el municipio de Vélez, en Moniquirá se produce bocadillo de tipo exportación que valoriza la producción natural de guayaba en la región.

En Ricaurte Bajo la estructura económica se basa en la actividad agropecuaria y especialmente del cultivo de la caña panelera y, en Ricaurte Alto, la actividad turística tiene un aceptable desarrollo. Además, es importante la producción de caliza en Moniquirá y arcilla para la fabricación de loza (Arcabuco).

Se debe apoyar el turismo espontáneo y la infraestructura; al igual que el mejoramiento de las condiciones de vida y en especial de los servicios públicos y sociales en las cabeceras y los principales lugares turísticos de las zonas rurales. En lo agrícola se debe diversificar para reducir la dependencia de la caña panelera y ampliar los horizontes productivos de las familias rurales.

6.1.11 Provincia Sugamuxi

Con una extensión de 2447 Km² la capital es Sogamoso, está conformada por 13 municipios. La población según el DANE de 1993, es de 211.050 habitantes, con una mayoría de población en el área urbana (57%). Sus necesidades básicas insatisfechas son del 29% mientras que el 9% de la población está en condiciones de miseria, especialmente en los municipios de Aquitania, Gámeza, Mongua, Pesca y Tota.

Las actividades agropecuarias llegan a un 51% del total del uso del suelo, con un área de bosque de 597.200 ha. El potencial hídrico es significativo con la laguna de Tota cuya capacidad es de 1.800.000 M³, y el nacimiento de los ríos Lengupá y Upía, afluentes del río Orinoco y la Subcuenca del río Chicamocha. Existe una disponibilidad de agua subterránea que alcanza a producir 70 litros/seg.

En minería hay importantes reservas de carbón térmico, hierro, roca fosfórica, cuarzo, asfalto, arcilla puzolana, mármol, caliza y materiales para la construcción.

La crisis por la que atraviesa Paz del Río obliga a aprovechar los potenciales económicos, sociales y ecológicos existentes, diseñando estrategias de inversión hacia la competitividad. Se debe fortalecer el sector agrícola y pecuario, a través del acceso a tecnología, la inversión en capital humano, la potenciación de la capacidad del suelo, el acceso al crédito y una adecuada infraestructura para la comercialización de los productos agropecuarios.

6.1.12 Provincia Tundama

La provincia de Tundama con una extensión de 1184 Km², cuya capital es Duitama, está constituida por 9 municipios. La población según el DANE de 1993, es de 171.656 habitantes, con una gran mayoría de población en el área urbana (62%). Sus necesidades básicas insatisfechas son del 24% mientras que el 14.2% de la población está en condiciones de miseria, especialmente en los municipios de Tutazá, Busbanzá y Floresta.

La actividad agrícola llega al 15% y la pecuaria al 57% del total del uso del suelo. Además, tiene áreas de importancia ecológica y de interés turístico como los páramos de Chontales y la Rusia, las subcuencas de los ríos Suárez y Chicamocha y el lago de Sochagota. Existe una disponibilidad de agua subterránea que alcanza a producir 70 litros/seg en el valle del río Chicamocha, entre Duitama y Paipa.

En Duitama están ubicadas 28 industrias (autopartes y conjuntos mecánicos, ensamblaje de motores, bebidas gaseosas, productos lácteos, concentrados para aves, metalurgias, laminados, fundiciones, carrocerías, muebles, espumas y fibra de vidrios), cuatro (4) en el municipio de Paipa (Empresa de energía de Boyacá S.A., planta de bienestarina, aceros y productos salinos) y dos en el municipio de Santa Rosa de Viterbo.

Los municipios con la ayuda del gobierno departamental deben promover, asesorar y respaldar estrategias corporativas de producción agrícola en la región. Se debe actuar en la recuperación, preservación y conservación de los recursos naturales de la región con

tecnologías limpias, el cobro del deterioro ecológico y estimular iniciativas que valoricen el patrimonio ambiental de la Provincia.

6.1.13 Provincia Valderrama

Es conocida en el departamento y en la nación por su producción minera tanto carbonífera, como de calizas y de hierro con destino a la siderúrgica Acerías Paz de Río.

Con una extensión de 1958 Km² la Provincia de Valderrama, cuya capital es Socha, está conformada por 7 municipios. La población según el DANE de 1993, es de 66.180 habitantes, con una mayoría de población en el área rural (80%). Sus necesidades básicas insatisfechas son del 58.0% mientras que el 27% de la población está en condiciones de miseria, ésta evidenciada principalmente por efecto del hacinamiento, de la alta dependencia económica y por la limitada cobertura de los servicios públicos y sociales.

Los suelos actualmente están dedicados a las actividades agropecuarias en un 24% y aportan el 65.2% del empleo provincial, siendo el pecuario el de mayor generación con un 37.9%.

La tenencia de la tierra se constituye en un agravante de la situación económica ya que el 55.8% de los predios corresponde a microfundios, predios menores de una hectárea. Los predios mayores de 200 hectáreas (latifundios) representan el 38.2% del área total de la provincia e incluye el territorio del Parque Nacional de Pisba.

Se deben mantener las explotaciones agropecuarias de mayor eficiencia y con mejor uso de los recursos naturales y estimular las actividades productivas alternativas, sobre todo aquellas ligadas a la preservación y conservación del ecosistema.

6.1.14 Zona de Manejo Especial Puerto Boyacá

La Zona de Manejo Especial Puerto Boyacá pertenece a la Provincia de Occidente, tiene una extensión de 1.461 Km² y 28.552 habitantes. Las necesidades básicas insatisfechas son del 55.6% mientras que el 28.3% de la población está en condiciones de miseria, evidenciada principalmente por el aumento de personas desplazadas por la violencia desde las zonas rurales hacia la cabecera municipal y a la gran cantidad de familias muy pobres que se dedican a la mendicidad.

El 14.2% del área del territorio pertenece a 8 propietarios. El uso del suelo en un 80.7% está dedicado principalmente a la ganadería extensiva, con una generación de empleo del 61.9%. La actividad agrícola sólo genera el 5.1% de los empleos. Los servicios y el comercio generan un importante número de empleos (27.5%).

Puerto Boyacá es, desde el punto de vista económico, la región mejor ubicada de todo el departamento. Es una zona equidistante entre Bogotá, Cali y Medellín y con fácil acceso a los puertos marítimos del país. Se puede desarrollar la agricultura comercial, la agroindustria, la industria y los servicios sociales. Para lograr aprovechar este potencial económico se hace necesario construir y mostrar una nueva imagen de la región que atraiga a los inversionistas.

6.1.15. Distrito Fronterizo de Cubará

Con una extensión de 1155 km² el distrito Fronterizo de Cubará está conformado por el municipio del mismo nombre y el resguardo indígena U'WA. La población según el DANE

de 1993, es de 6.913 habitantes, con gran mayoría de población en el área rural (82,37%) y, por lo tanto, una baja concentración demográfica en su cabecera (17,63%). Sus necesidades básicas insatisfechas son del 43%.

Las actividades agropecuarias sólo llegan a un 13% del total del uso del suelo, siendo muy alta la deforestación con sus implicaciones de deterioro para el suelo. De ahí que es esencial la ampliación y protección del resguardo indígena de los U'WA, quienes ancestralmente consideran el suelo como un potencial productivo hacia el futuro, a diferencia de los colonos, para quienes el suelo es un recurso que se puede someter a un uso intensivo y continuo hasta agotarlo totalmente en el menor tiempo posible.

Los conflictos por tierra con los indígenas tienden a incrementarse en esta región, con un agravante, que los U'WA ya no tienen a donde desplazarse. En el primer semestre de 1997 los indígenas protestaron por las explotaciones de petróleo de la compañía extranjera OXI.

Ante cualquier iniciativa de inversión y explotación de los recursos naturales en la región, se debe considerar estrictamente el tema de la pluralidad cultural de la población. Esto implica aceptar e integrar dentro de las políticas de desarrollo y ordenamiento territorial grupos humanos como los U'WA quienes, no necesariamente, aceptan los criterios tradicionales de la integración de mercados y de territorios, con una premisa que se asume como homogénea y única para satisfacer las necesidades básicas de la población.

Se debe mantener un respeto a las tradiciones indígenas y con una visión real de los impactos ecológicos, sociales y culturales que una exploración petrolera puede traer en la zona.

La generación de una oferta de educación y de salud diferencial para la población indígena y la de colonos, deben constituir las prioridades de la acción departamental y municipal en el distrito.

6.2. USO ACTUAL DE LAS TIERRAS

El uso de la tierra está íntimamente relacionado con características externas de los suelos, como la topografía, la disponibilidad de agua, el clima, la vegetación; características internas edáficas como profundidad efectiva, textura, fertilidad y retención de humedad, lo cual, junto con las características económicas, sociales y culturales del hombre define el aprovechamiento sostenido o no del recurso tierra.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Subdirección de Agrología), a principio de 1998 estableció una metodología para la Clasificación de Uso de la Tierra, definiendo esta acción como el conjunto de actividades provenientes de la intervención del hombre, cíclica o permanentemente, sobre los recursos que hacen parte de la misma, con el fin de satisfacer unas necesidades. La vegetación natural, el agua y las construcciones artificiales que cubren la superficie terrestre, las definió como Cobertura de la Tierra.

De acuerdo con los propósitos del presente estudio y con la metodología de la Subdirección de Agrología, se menciona a continuación lo más sobresaliente en el departamento con relación al Uso de la Tierra: Agrícola, Ganadero, Forestal, sin Uso Agropecuario.

6.2.1. Agrícola

La agricultura es la actividad más generadora de empleo en el departamento, se realiza con aplicación de técnicas tradicionales como quemas, talas, siembra de cultivos limpios en el mismo sentido de la pendiente, obteniendo en la mayoría de los casos, cosechas de bajos rendimientos con deterioro de los suelos. Hay incidencia de la “polilla guatemalteca” en la papa; “mosca de la fruta” especialmente en cítricos; “hormiga loca” en caña panelera; broca y enfermedad rosada en café.

La principal causa de la baja producción y rendimiento agrícola que se presenta actualmente en el departamento obedece a la tenencia de la tierra tradicionalmente minifundista, con tendencia hacia el microminifundio.

En el departamento las tierras dedicadas a la agricultura incluyen: cultivos anuales, cultivos semiperennes y cultivos perennes.

6.2.1.1 Cultivos anuales

De acuerdo con estadísticas de cultivos anuales en el departamento, el de papa, es uno de los de mayor área sembrada con un rendimiento promedio de 14.9 ton/ha. Las Provincias del Centro, Márquez, Tundama, Valderrama y Sugamuxi son los de mayor participación, con más del 50% del total de la producción de papa en el departamento. Otros cultivos sobresalientes en estas Provincias corresponden a trigo y cebada. Las Provincias de Tundama, Sugamuxi, Valderrama, Centro y Ricaurte son tradicionalmente productoras de cebolla de bulbo. El cultivo de maíz se ha establecido en las Provincias de Valderrama, Tundama, Ricaurte, Sugamuxi, Centro y Gutiérrez. Las hortalizas prosperan bien en las Provincias de Tundama, Sugamuxi y Centro. El cultivo de tomate en las Provincias de Neira, Oriente y Ricaurte, el cultivo de pepino común en la provincia de Neira.

A continuación se presenta (tabla 46) el listado de 28 cultivos anuales con su respectiva área sembrada, producción en toneladas y rendimiento por hectárea (boletín No. 12 Evaluaciones Agropecuarias Municipales- Gobernación de Boyacá - 1998).

TABLA 46. Cultivos Anuales en el Departamento de Boyacá

Cultivo	Área Sembrada/ha	Producción -Ton-	Rendimiento Kg/ha
Ajo	16	112	8289
Arracacha	819	4919	6322
Arveja	4688	9292	2319
Avena	385	7267	19225
Cebada	5449	5752	1429
Cebolla Bulbo	2154	46555	25063
Cilantro	8	26	3416
Frijol	6814	4749	764
Garbanzo	3	2	800
Haba	1052	1039	1035
Habichuela	183	2422	13272

Continuación Tabla 46

Cultivo	Área Sembrada/ha	Producción -Ton-	Rendimiento Kg/ha
Lechuga	10	27	3000
Maíz	5835	6572	1235
Maní	97	60	632
Melón	20	220	11000
Papa	25873	333677	14219
Papa criolla	65	670	10461
Pepino	134	1776	13875
Pimentón	10	49	7000
Remolacha	152	3180	20921
Repollo	32	623	20750
Sorgo	30	120	4000
Tabaco Negro	365	371	1401
Tabaco Rubio	300	361	1444
Tomate	510	8099	18860
Trigo	4295	6145	1595
Yuca	3360	22065	7695
Zanahoria	177	2688	16222

Fuente: Gobernación de Boyacá, Boletín No.12: evaluaciones Agropecuarias municipales, 1998

6.2.1.2 Cultivos Semiperennes

Los cultivos semiperennes se ubican de preferencia en el sistema montañoso dentro de los climas frío y medio, donde la infraestructura vial es suficiente para comercializar los excedentes de los productos agrícolas.

Los cultivos de mayor área sembrada corresponden a caña panelera con 22.243 ha, caña de miel 6.374 ha, cebolla junca 6.374 ha, y plátano 3.704 ha. En los últimos años el área de caña panelera se ha incrementado significativamente, sobre todo en los municipios de Chitaraque, San José de Pare, Santana y Togui, mientras se muestran promisorios el cultivo de flores en Sutamarchán y Saboyá y el de pitahaya en Moniquirá y Santana.

A continuación se presenta (Tabla 47) el listado de 13 cultivos semiperennes con su respectiva área sembrada, producción en toneladas y rendimiento por hectárea.

TABLA 47. Cultivos Semiperennes en el Departamento de Boyacá

Cultivo	Área Sembrada/ha	Producción -Ton-	Rendimiento Kg/ha
Alfalfa	303	2228	9772
Aromáticas	30	30	6000
Caña Miel	6553	21908	3889
Caña Panelera	22243	217339	13423

Continuación Tabla 47

Cultivo	Área Sembrada/ha	Producción -Ton-	Rendimiento Kg/ha
Cebolla Junca	4523	604642	139963
Clavel	56	36	1000
Curuba	1755	13436	9621
Flores	30	63	2326
Fresa	25	1005	47857
Lulo	665	2193	8786
Mora	237	1005	5964
Pitahaya	14	106	3830
Plátano	3922	26055	7827

Fuente: Boletín N° 12. Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Gobernación de Boyacá, 1998.

6.2.1.3. Cultivos Perennes

El café es el cultivo perenne de mayor extensión sembrada, con 10.846 ha y en el municipio de Moniquirá es donde más se siembra, con 2.096 ha. Los frutales como: cítricos, guayaba, pera, manzana y ciruela alcanzan una extensión 6.887 ha.; los municipios con mayor área sembrada de estos frutales corresponde a: Nuevo Colón, Pauna, San Pablo de Borbur, Sotaquirá, Moniquirá, Tununguá, Jenesano y Tibaná. El fique con 901 ha., es un cultivo que se presenta en forma significativa en los municipios de Rondón, Zetaquirá y Covarachía. Los cultivos de la uva, zapote, papayuela, mango y aguacate son propios de las huertas boyacenses; la mayoría de las veces plantados en forma tradicional, sin trazado definido, sin selección de variedades y con mínimas labores culturales de poda, manejo fitosanitario y fertilización. Los árboles han llevado un libre crecimiento lo cual dificulta las labores de recolección y la adecuada manipulación de los frutos poscosecha.

En la tabla 48 se presenta el listado de 19 cultivos perennes con su respectiva área sembrada, producción en toneladas y rendimiento por hectárea (boletín No. 12 Evaluaciones Agropecuarias Municipales- Gobernación de Boyacá - 1998).

TABLA 48. Cultivos Perennes en el Departamento de Boyacá

Cultivo	Área Sembrada/ha	Producción -Ton-	Rendimiento Kg/ha
Aguacate	39	396	13200
Breva	340	1573	5123
Cacao	569	321	804
Café	10999	7950	789
Ciruela	1167	7247	6968
Cítricos	2193	49373	26627
Chirimoya	142	1145	11922
Durazno	480	3021	9489
Feijoa	1789	550	4907
Fique	901	699	1114
Guayaba	1781	30714	18831
Mango	47	564	19448
Manzana	839	6854	9934
Papaya	45	376	16357

Continuación Tabla 48

Cultivo	Área Sembrada/ha	Producción -Ton-	Rendimiento Kg/ha
Pera	1124	8423	8107
Tomate árbol	376	3838	18720
Uva	9	7	800
Zapote	14	156	1200

Fuente: Boletín N° 12. Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Gobernación de Boyacá. 1998.

6.2.2 Ganadero

La ganadería alcanza en el departamento un total 950.430 cabezas y el municipio de mayor número de cabezas es el de Puerto Boyacá con 143.200 cabezas. La explotación es de tipo extensivo, semi-intensivo e intensivo. La primera de ellas se ubica en latifundios localizados en los relieves quebrados y ondulados de los paisajes de Montaña y Lomerío respectivamente. La ganadería semi-intensiva e intensiva se localizan en amplias áreas de los relieves planos del paisaje de Valle.

La mayoría del territorio del departamento de Boyacá se localiza por encima de los 2000 m.s.n.m, de ahí que los pastos dominantes en las explotaciones ganaderas sean kikuyo, ray grass, falsa poa y en los territorios de menor altitud los pastos más utilizados son el brachiaria, puntero, ángleton, gordura y gramas naturales.

La ganadería es de ceba, de leche y de doble propósito. La de ceba con ganado cebú, criollo, normando y de cruce entre ellos alcanza porcentajes superiores al 50% de toda la población bovina en los municipios de Santana, San Pablo de Borbur, San Eduardo, Rondón, Quípama, Pajarito, Muzo, Maripí, Chinavita, Chiscas, Cubará, Guayatá, La capilla, La Victoria, Labranzagrande y Turmequé. La de doble propósito (carne y leche) con cruce de razas de cebú normando, criollo, pardo suizo y holstein, se explota en todos los municipios del departamento con porcentajes que oscilan de 18% en Chiquinquirá y Labranzagrande hasta el 100% en muchos municipios, entre los que sobresalen Beteitiva, Buenavista, Covarachía, El Cocuy, Güicán, Monguí, Moniquirá, Sativanorte, Sativasur, Tununguá, y Viracachá. La ganadería de leche se explota con ganado Holstein, Normando y Pardo Suizo y es intensa en los municipios de San Miguel de Sema, Duitama, Firavitoba, Paipa, y Sotaquirá.

La avicultura es el segundo renglón pecuario del departamento, con un total de ponedoras y de engorde de 2.587.525 y una alta producción de huevos de 1.548.110.

La población porcina del departamento total es de 207.312, dominando las razas: landrace, yorkshire, hampshire, duroc jersey, criollo y cruce entre ellas, principalmente con el criollo. No ha logrado un buen desarrollo y la mayor población porcina la tienen los municipios de Puerto Boyacá con 8.400; Toca con 6.850; Arcabuco con 6.500; San José de Pare con 5.800; Duitama con 4.550; Firavitoba con 4.357; San Luis de Gaceno y Siachoque con 3.800 cada uno.

La población de equinos (caballos, mulares y asnos) alcanza en el departamento un total de 176.696; la de ovinos es de 238.570; la de caprinos es de 83.628 y la de conejos es de 123.916.

6.2.3. Forestal

Los cultivos y pastos alcanzan el 63% del territorio departamental, 10% está utilizado en bosque primario no intervenido o con bajo grado de intervención y 17% corresponde a bosque intervenido y bosque secundario.

El bosque no intervenido de mayor extensión se localiza principalmente en la zona sur del municipio de Cubará, en un clima cálido muy húmedo, con precipitación mayor de 4000 mm; comprende un área plana del valle aluvial del río Cobaría y áreas de lomas y glacis del paisaje de Montaña de difícil acceso. Las especies comerciales principales son: abarco (*Cariniana pyriformis*), ceiba tolúa (*Bombacopsis quinatum*), chaquiro (*Grupia glabra*), pardillo (*Cordia alliodora*), virola (*Virola* spp), sapan (*Clathrtropis brachipetala*), cabino blanco (*Copaifera* sp), cartageno (*Eschweilera* sp), perillo (*Couma macrocarpa*), guaymaro (*Brosimun aliscantrum*) y copillo (*Clarisia biflora*).

El bosque no intervenido existe también en los relieves empinados del paisaje de Montaña y se localiza en áreas de los municipios de: Güicán, Chiscas, El Cocuy, Pisba, Paya, Labranzagrande, Zetaquirá, Aquitania, Gámeza, Mongua, Pesca, Chita, Socha, Socotá y Tasco, en altitudes inferiores a 3200 metros y precipitaciones de 2000 a 4000 mm. Cumple una importante función protectora y constituye un hábitat propicio para la fauna. Su productividad forestal, en términos de productos maderables, está restringida a zonas de poca extensión, donde sobresalen las siguientes especies: carbonero (*Calliandra lecmanni*), cascarrillo (*Landenbergia magnifolia*), laurel (*Nectandra* sp), cedrillo (*Brunellia comochadifolia*), encenillo (*Weinmannia pubescens*) y raque (*Vallea stipularis*).

Los bosques intervenidos, de composición florística similar a los anteriores se localizan en pequeñas áreas de los municipios de: El Espino, Guacamayas, Pajarito, Berbeo, Miraflores, Páez, San Eduardo, Rondón, Úmbita, Garagoa, Otanche, Chivor; La Capilla, Santa Sofía, Moniquirá, Cerinza, Paz del Río y Jérico. En los municipios de Güicán, El Cocuy, Chiscas y Cubará existe vegetación graminoide de páramo, y en los municipios de Villa de Leyva, Cucaita, Sora y Samacá donde la precipitación es inferior a 1000 mm se presenta vegetación achaparrada, árboles y arbustos espinosos. Las especies vegetales más comunes son: trupillo (*Prosopis Juliflora*), tuno (*Opuntia* sp), guayacán (*Bulnesia arbórea*), tachuelo (*Fagara culatrillo*) y dividivi (*Caesalpinia spinosa*).

A causa de los asentamientos de colonización, propiciados por los fenómenos de violencia del país, existen áreas de uso múltiple en los municipios de Puerto Boyacá, Muzo, Otanche, Chita, Jericó, Socha, Socotá, Tasco y Cubará. En ellas ha prosperado la vegetación de bosque secundario, rastrojo y agricultura migratoria.

En el departamento de Boyacá existen por legislación ambiental: el Parque Nacional Natural del Cocuy y la Reserva Natural de Iguaque.

6.2.4. Sin Uso Agropecuario

Las áreas sin uso agropecuario de mayor extensión se localizan en los relieves de lomas, de clima frío seco (municipios de Villa de Leiva, Sora, Cucaita, Samacá y Tunja).

En estas áreas, por sus condiciones de ubicación geográfica, las lluvias son muy escasas es también la acción de los vientos es fuerte, además, por el mal uso y manejo de los suelos se han desarrollado los procesos erosivos intensamente, produciéndose en los suelos

erosión hídrica en grado muy severo, donde las cárcavas son profundas y la roca aparece en superficie.

Estas áreas no admiten uso agrícola o pecuario, se recomiendan para desarrollo de la vegetación natural, facilitando la regeneración espontánea de especies con el fin de lograr el restablecimiento del equilibrio en el paisaje. Esta misión debe ser orientada y dirigida por técnicos en la materia, con el apoyo económico de las entidades estatales (CORPOBOYACÁ - CORPOCHIVOR).

En áreas de páramo alto, a más de 3600 m.s.n.m se presentan nueve (9) Lagunas, que se ubican en los municipios de Güicán, Chiscas y El Cocuy (ver Tabla 49).

TABLA 49. Lagunas ubicadas en los municipios de Güicán, Chiscas y El Cocuy.

Lagunas	Municipio
Laguna Rucia	Chiscas
El Duende	Güicán
Grande de los Verdes	Güicán
La Isla	Güicán
La Cueva	Güicán
Rincón	Güicán
Grande	El Cocuy
La Plaza	Güicán
Pintada	Güicán

6.3. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA Y GRUPOS DE USO Y MANEJO DE LOS SUELOS.

La existencia de diferentes pisos térmicos y provincias de humedad, aporta grandes posibilidades para las explotaciones agrícolas, pecuarias y forestales. Sin embargo, para alcanzar estos objetivos es indispensable que los suelos tengan el uso y el manejo adecuados a fin de hacerlos verdaderamente productivos.

Hacia el logro de este propósito, las unidades cartográficas de suelos fueron analizadas de acuerdo con las finalidades de una Clasificación Agrológica y, con base en ello, se forman Grupos de Uso y Manejo de Suelos que presentan cada uno de ellos, limitaciones definidas y específicas.

La Clasificación Agrológica es la asignación de clases, subclases y unidades de capacidad o grupos de manejo que se da a las diferentes unidades cartográficas definidas en un estudio de suelos para un uso práctico inmediato o futuro, con base en la capacidad para producir de los suelos que las integran. Para una unidad cartográfica de suelos se pueden hacer muchas afirmaciones y predicciones.

La Clasificación Agrológica es de tipo interpretativo y se basa en los efectos de las combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deteriorarlos, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo de los suelos.

Las características permanentes de los suelos hacen referencia a la pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad, tipo de arcilla y condición de drenaje natural.

Los suelos se agrupan en este estudio con base en la interpretación que se hizo de sus características y cualidades, y en los principios generales sobre el uso y manejo desarrollados sobre suelos y unidades fisiográficas similares, ubicados en otras zonas del país.

Los suelos aptos para cultivos lo son también para pastos, bosques, vida silvestre, etc.; los suelos que no se adaptan a cultivos son adecuados para pastos, bosques o vida silvestre; otros son adecuados solamente para pastos o vida silvestre, recreación y nacimientos de agua.

Para lograr el propósito de las unidades cartográficas de suelos delimitadas, se utilizó la adaptación realizada para Colombia, por Mosquera, L. (1986) del Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos, y se tuvieron en cuenta las modificaciones realizadas por el personal técnico de la Subdirección durante los últimos cinco años.

Este sistema de agrupamiento comprende ocho clases, de las cuales las clases I y II, no se presentan en este estudio. Las clases III y IV, tienen capacidad para uso agrícola, especialmente por facilitarse la mecanización, ya que los suelos se encuentran en relieves con pendientes menores del 25%. Las clases agrológicas tienen gradaciones descendentes en calidades y aptitudes de los suelos, así por ejemplo, la clase IV tiene un mayor número de limitaciones que la clase III que presenta riesgos en las cosechas por bajos rendimientos y es mayor el costo de operación.

En la clase V se agrupan los suelos con pendientes menores del 7%, que permanecen encharcados y/o inundados periódicamente, su uso es limitado pero son potencialmente utilizables con altos costos de operación.

Las clases VI y VII son aptas para pastos, plantas nativas, cultivos de subsistencia o algunos cultivos específicos de buena rentabilidad como los frutales y café, con prácticas de conservación.

La clase VIII no tiene aptitud agropecuaria, solamente se debe permitir el desarrollo de la vida silvestre para fines recreativos y conservación de los recursos naturales, que favorecen en especial a las fuentes de agua o adelantar procesos de recuperación para mejorar su producción ecológica.

La subclase es un agrupamiento de suelos que tienen factores similares de limitaciones y riesgos.

Se reconocen cinco subclases generales de limitaciones y se designan por una o varias letras minúsculas ubicadas a continuación de la clase.

p.	Pendientes fuertes (mayores de 50%)
e.	Erosión
h.	Exceso de humedad, e inundaciones y encharcamientos
s.	Limitaciones en la zona radicular por obstáculos físicos y/o químicos
c.	Limitaciones climáticas por bajas temperaturas, exceso de nubosidad y por déficit o exceso de lluvias

De acuerdo con la clase y subclase, se establecen Grupos de Uso y Manejo, los cuales se constituyen con base en características externas (grado de pendiente, erosión, presencia de piedras o rocas en la superficie), características físico-químicas (textura, pH, saturación de aluminio, sales solubles y sodio, arcillas impermeables, profundidad efectiva, drenaje natural, etc.), similar uso y manejo, capacidad productiva y, a la vez, que responda a las mismas recomendaciones.

El sistema utilizado para la clasificación por capacidad, toma el aluminio como criterio de agrupación en clases, de modo que una clase agrícola pasa a no agrícola por contener aluminio en niveles tóxicos para muchas plantas. Ejemplo: un suelo moderadamente profundo en una pendiente de 10% se incluye en la clase agrológica III pero si tiene 90% de Aluminio pasa a ser clase VII que es no agrícola. Como la mayoría de los suelos de clima frío en Boyacá están afectados por altos niveles de aluminio deben ubicarse en clases VI a VII, lo cual significa que en dichos suelos no debe cultivarse papa, cultivo base de la economía boyacence en la zona de clima frío. Para soslayar el conflicto que se vislumbra, cuando el aluminio es crítico en la definición de las clases VI o VII pero la pendiente es menor de 25%, se aceptan dichas clases como agrícolas puesto que el problema de aluminio es químicamente manejable con fines de producción económica.

En los usos agrícolas se recomienda hacer rotación de cultivos para evitar la degradación del suelo y controlar las enfermedades y plagas.

Las clases, subclases y grupos de manejo establecidos se presentan en mapa anexo, junto con su respectiva leyenda (Tabla 50), el cual se encuentra representado en la Figura 59, localizada al final del documento técnico.

A continuación se describe cada uno de los grupos de manejo, con respecto a las clase y subclases agrológicas, diferenciándose entre ellos por un número arábigo, que asciende progresivamente al aumentar el número de grupos en una subclase; así: VI_s-1, VI_s-2, VI_s-3. Cada grupo presenta potencial similar, al igual que limitaciones y riesgos. Tienen la suficiente uniformidad para ser utilizados en cultivos, pastos y bosques con prácticas idénticas, así mismo requieren un tratamiento de conservación y manejo según el clima ambiental reinante en cada uno de ellos.

6.3.1. Tierras de la Clase III

Los suelos de esta clase tienen limitaciones cuya atenuación implican cuidadosas prácticas de manejo para el logro de una buena producción. Estos suelos pueden utilizarse en cultivos propios de las zonas de clima frío y medio.

6.3.1.1. Subclase III_{sc}

Los suelos de esta subclase presentan deficiencias de agua para el proceso agrícola, profundidad efectiva superficial a moderadamente profunda, pedregosidad superficial localizada, topografía ligeramente plana y susceptibilidad a encharcamiento.

6.3.1.1.1 Grupo de manejo III_{sc}- I

Está integrado por las unidades AMHa, MMHa, VMaA, MKHa, MKHap, MPH_a, MPHap y MPH_b localizadas en vallecitos y terrazas; la topografía es ligeramente plana con pendiente I a 3% de clima frío.

En general existe escasez de lluvia y las heladas constituyen serios limitantes para la explotación agrícola de los suelos, además de los contenidos de aluminio en nivel tóxico para muchas plantas. Los suelos son superficiales hasta profundos, limitados por nivel freático fluctuante o contenidos altos de aluminio.

Actualmente se encuentran utilizados para ganadería extensiva con pastos kikuyo, ray grass, trébol y pasto azul. Las razas más comunes son holstein, normando, pardo suizo y cruces. En pequeñas parcelas se encuentran cultivos de papa, trigo y cebada.

El uso más indicado es el cultivo de papa, maíz y hortalizas; la ganadería semi-intensiva con razas lecheras y pastos mejorados. En la ganadería debe haber rotación de potreros.

En cualquier caso es necesario establecer sistemas de drenaje para evitar el encharcamiento por largo tiempo. Para los cultivos debe utilizarse riego por aspersión, correctivos para la acidez del suelo y fertilizantes; para suministrar fósforo se debe utilizar roca fosfórica o escorias Thomas. Es muy importante el uso de semillas certificadas.

6.3.1.1.2 Grupo de manejo IIIsc- 2

En este grupo se incluyen las unidades MRHa, MRHap, MVHa y MVHap de vallecitos de clima medio seco con lluvias inferiores a 1000 mm.

La poca profundidad del suelo, la escasez de lluvias y la pedregosidad en superficie constituyen las limitaciones más fuertes para la productividad de los suelos.

El uso actual está representado por cultivos de tabaco, maíz y rastrojos.

El principal potencial de estos suelos está dirigido a cultivos de tabaco, maíz, piña, cítricos, tomate y palma datilera, gracias a la opción de riego que da el río Chicamocha. Adicionalmente es conveniente agregar al suelo los residuos de cosecha y fertilizantes, especialmente nitrogenados; para el cultivo de tabaco es importante la aplicación de fertilizantes potásicos. También se pueden cultivar pastos de corte como imperial, elefante o sorgo forrajero.

6.3.2. Tierras de la clase IV

Los suelos de esta clase tienen más restricciones para el uso que las anteriores por tener mayores pendientes, susceptibilidad a la erosión, excesos temporales de agua por niveles freáticos fluctuantes o encharcabilidad. Su mayor aptitud es la agricultura con prácticas de manejo adecuadas; también se pueden aprovechar con pastos, bosques o vida silvestre.

6.3.2.1 Subclase IV s

Las principales limitaciones de estos suelos son susceptibilidad a la erosión, pedregosidad superficial, deficiente espesor y altos niveles de aluminio.

6.3.2.1.1 Grupo de manejo IVs- I

En este grupo se incluye la unidad MPCd₁ de clima medio muy húmedo, con pendientes de 12–25% y erosión hídrica ligera. Son suelos muy superficiales a moderadamente profundos limitados por contenidos de aluminio en niveles tóxicos para la mayoría de las plantas.

Actualmente están utilizados para cultivos de caña, yuca y pastos para ganadería extensiva; también se encuentran cultivos de café y guayaba. De acuerdo con el potencial de uso de tales suelos, se recomienda la utilización de variedades de alto rendimiento para la opción agrícola, el uso de correctivos (cal) y fertilizantes y se deben sembrar en fajas; para adicionar fósforo utilizar roca fosfórica o escorias Thomas. En el caso de ganadería utilizar baja carga, hacer rotación de potreros y evitar sobrepastoreo.

6.3.2.1.2 Grupo de manejo IVs- 2

Incluye las unidades MVXdI, MVXdp, VUObI y VVDaI del clima cálido húmedo y asociadas a relieves de glacia y terrazas agrádacionales, con pendientes menores de 25%, afectadas por erosión ligera.

Limitaciones importantes para la productividad son las susceptibilidad a la erosión, pedregosidad superficial localizada, deficiente espesor del suelo, altos niveles de aluminio y baja fertilidad.

Actualmente están dedicados a ganadería extensiva y cultivos de subsistencia (maíz, plátano, yuca).

El uso recomendable se dirige a cultivos de maíz, yuca, plátano, cacao, cítricos y cachipay o chontaduro; la ganadería extensiva es alternativa y en algunos casos, semi-intensiva con pastos naturales y mejorados, adicionando pastos de corte como elefante y gramalante.

Se recomienda el uso de cal para disminución de la acidez, fertilizantes completos, suministrando el fósforo con roca fosfórica. Las siembras de yuca, plátano y maíz deben ser en fajas, el cacao y los cítricos sembrados en curvas de nivel.

6.3.2.3 Subclase IVhs

Las limitaciones más importante son heladas, baja fertilidad, pedregosidad superficial y nivel freático fluctuante.

6.3.2.2.1 Grupo de manejo IVhs- I

En él se incluyen las unidades MLHa y VLAa de clima frío húmedo y relieves de vallecitos y terrazas. La topografía es ligeramente plana con pendientes de 1 – 3%.

Son suelos superficiales y muy superficiales, afectados por altos niveles de aluminio, excesos o deficiencias temporales de humedad y baja fertilidad.

Se encuentran utilizados en ganadería extensiva y cultivos de subsistencia (maíz, papa, arveja).

El principal potencial está en cultivos de papa, arveja, maíz y hortalizas o en ganadería semi intensiva con pastos naturales y mejorados. Es preferible la ganadería de leche (Holstein). Se recomienda establecer sistemas de drenaje para controlar los encharcamientos, aplicar correctivos para disminuir la acidez, fertilizantes entre los cuales se debe aplicar escorias Thomas o roca fosfórica para adicionar fósforo. En cuanto a la ganadería debe hacerse rotación de potreros.

6.3.2.2.2 Grupo de manejo IVhs- 2

Incluye las unidades VVAax, VUKa, VUlax del clima cálido húmedo, localizados en vallecitos y terrazas recientes de los ríos Magdalena y Cobaría. La topografía es ligeramente plana con pendientes 1 – 3%.

Limitaciones importantes para el uso son inundabilidad, exceso de agua en el suelo, suelos superficiales y moderadamente profundos.

Actualmente se explotan con cultivos de sorgo, algodón, maíz, plátano y yuca o con ganadería extensiva en pastos naturales y mejorados.

El uso más indicado es el de pastos para ganadería extensiva en los valles inundables y cultivos de subsistencia.

En las terrazas el potencial de uso es para cultivos de arroz, yuca, algodón, sorgo y plátano. Conviene sembrar pastos de corte, se recomienda encalar y aplicar fertilizantes, también es importante construir canales de drenaje y para la ganadería establecer rotación de potreros y también fertilizar quizás una vez por año y hacer control de malezas.

6.3.2.2.3 Grupo de manejo IVhs- 3

Incluye la unidad VVBa del clima cálido húmedo, ubicada en terrazas recientes de los ríos Magdalena, Ermitaño y Guaguaquí cuya pendiente es menor de 3%.

El uso actual está representado por cultivos de subsistencia y pastos naturales o mejorados para ganadería extensiva.

Limitaciones importantes para el uso son la fluctuación del nivel freático, los altos contenidos de aluminio, la baja fertilidad y la acidez del suelo.

El uso agrícola implica el desarrollo de proyectos de drenaje para mantener el nivel freático a una profundidad adecuada. Logrado lo anterior, se pueden desarrollar procesos agrícolas tecnificados con altos rendimientos utilizando correctivos y fertilizantes con base en la oferta del suelo y la demanda de los cultivos. Cultivos como arroz, algodón, sorgo, yuca y plátano tienen buena opción para estos suelos drenados.

6.3.2.4 Subclase IVes

La productividad de estas tierras está limitada principalmente por la susceptibilidad a la erosión, pendientes mayores de 12%, suelos superficiales y de baja fertilidad.

6.3.2.4.1 Grupo de manejo IVes- I

En este grupo se incluyen la unidades MMCdI, AMVdI, MMXeI, MMXdI, MMXdP, MMXdP2 y MPXd2 de clima frío seco en los paisajes de Montañas y Altiplanicie, con pendientes menores de 25%, afectados por erosión hídrica ligera a moderada.

Limitaciones importantes para la productividad de los suelos son la pendiente moderada, la agresividad de las lluvias, la susceptibilidad a la erosión, la pedregosidad superficial en sectores, la deficiencia de lluvias y los niveles de aluminio tóxicos para la mayoría de los cultivos.

Actualmente se explotan con cultivos de papa, arveja, maíz, frijol, cebada, trigo y con ganadería extensiva. Localmente se encuentran cultivos de arracacha, hortalizas, frutales de hoja caduca y haba.

Se recomiendan para cultivos de papa, maíz, frutales de hoja caduca, curuba, arracacha, haba y hortalizas. En segunda instancia para ganadería extensiva o bosques comerciales de pino.

Conviene arar en sentido transversal a la pendiente, encalar y fertilizar; para adicionar fósforo es preferible utilizar escorias Thomas o roca fosfórica. Es necesario establecer riego por aspersión.

Las siembras deben hacerse en curvas a nivel o fajas en contorno adicionando los residuos de cosechas, para mantener un buen nivel de materia orgánica en el suelo. En la ganadería debe haber rotación de potreros, control de malezas y fertilización de los pastos.

6.3.2.4.2 Grupo de manejo IVes- 2

Se incluye la unidad MLVdI del clima frío húmedo, con erosión ligera pendiente menor de 25% y heladas ocasionales.

Los suelos están limitados en su sus, por la susceptibilidad a la erosión, profundidad efectiva deficiente, pendiente moderada y contenidos de aluminio en niveles tóxicos para muchas plantas.

Se encuentran explotados con cultivos de papa, maíz y frutales de hoja caduca o con ganadería extensiva.

El potencial de estos suelos indica un uso en cultivos de maíz, papa, mora y frutales de hoja caduca; en segunda instancia esta la ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados.

Se recomienda arar a través de la pendiente, para disminuir la acidez y neutralizar parte del aluminio, sembrar en curvas a nivel o fajas en contorno para evitar el desarrollo de procesos erosivos. Para adicionar fósforo utilizar roca fosfórica o escorias Thomas que liberan el elemento lentamente de modo que la planta lo aproveche y no se pierde por fijación.

Para la ganadería hacer rotación de potreros y control de malezas, además de fertilizar los pastos.

6.3.2.4.3 Grupo de manejo IVes- 3

Se incluyen en él las unidades MRXdI, MRXdP, MRXdP1, MRXdP2 de clima medio seco, con pendientes fuertemente inclinadas y afectadas por escurrimiento difuso y concentrado, y pedregosidad en superficie.

Las limitaciones más importantes son pendientes moderadas, deficiencia de lluvias, pedregosidad superficial y susceptibilidad a la erosión.

La actual producción de los suelos se basa en cultivos de caña panelera, tabaco, maíz, tomate y palma datilera.

El potencial de estos suelos está indicado para cultivos de caña panelera, tabaco, maíz, piña, cítricos y palma datilera. Como alternativa se puede hacer ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados y pastos de corte imperial.

Se recomienda arar a través de la pendiente y fertilizar; sembrar en curvas de nivel haciendo fajas en contorno, alternando fajas de pastos de corte con fajas de caña y de maíz, tabaco, piña; también utilizar riego, de ser posible, por aspersión; adicionar al suelo los residuos de cosechas.

6.3.2. Tierras de la clase V

Los suelos de esta clase se ubican en relieves planos y están sometidos a encharcamientos temporales. El uso más indicado es ganadería extensiva o semi-intensiva con pastos naturales o mejorados.

6.3.3.1 Subclase Vhs

Los suelos incluidos en esta clase están limitados por inundaciones y encharcamientos en épocas de invierno, lo cual impide el normal desarrollo de cultivos.

6.3.3.1.1 Grupo de manejo Vhs- 1

En este grupo se incluyen las unidades VMBa del clima frío seco que se encuentra principalmente en los valles de los ríos Chicamocha y Suárez y MHHa de clima muy frío húmedo localizada en los municipios de Aquitania, Sativanorte y Susacón. La topografía es plana con pendientes menores de 3%.

Limitantes para el uso productivo de estos suelos son la encharcabilidad, la inundabilidad y el exceso de humedad debido a niveles freáticos altos.

El uso actual es ganadería semi-intensiva de leche con pastos naturales y pequeñas áreas con cultivos de arveja, maíz y hortalizas que se encuentran únicamente en el valle del río Chicamocha.

Se recomiendan los cultivos de hortalizas, maíz, papa y arveja o ganadería de leche semi-intensiva, con pastos naturales y mejorados, en épocas secas.

Es necesario establecer donde no exista sistema de drenaje para controlar los excesos de humedad, correctivos para disminuir la acidez y fertilizantes para mejorar el desarrollo de cultivos y pastos. Para la ganadería es importante una rotación adecuada de potreros y evitar sobrepastoreo.

6.3.3.1.2 Grupo de manejo Vhs- 2

Incluye la unidad VVCa de clima cálido húmedo del valle del río Magdalena, ubicada en la terraza antigua; la topografía es plana con pendiente de 0 – 1 %.

Limitantes importantes para la productividad de los suelos son la encharcabilidad, el exceso temporal de humedad por niveles freáticos altos y la condición de drenaje pobre.

El uso actual está representado por ganadería extensiva y cultivos de subsistencia.

Se recomienda la ganadería extensiva con pastos naturales, cultivos de maíz y sorgo en las épocas secas.

La construcción de diques de constención y sistemas de drenaje para controlar los niveles altos de agua lucen muy costosos por esto no son aconsejables.

6.3.4 Tierras de la clase VI

Los suelos de esta clase tienen limitaciones severas que generalmente los hacen no aptos para cultivos, limitando su uso a pastos, bosques plantados (comerciales), vida silvestre o bosques o combinaciones de éstos.

Actualmente están dedicados a cultivos de papa, trigo, cebada, café, maíz, caña panelera, hortalizas y otros propios de los diferentes climas del departamento; también se encuentran pastos, bosques comerciales y bosques naturales protectores o protectores productores.

6.3.4.1 Subclase VIs

Las principales limitaciones de esta subclase son las pendientes pronunciadas, la susceptibilidad a movimientos en masa, pedregosidad superficial localizada, niveles altos de aluminio y baja fertilidad, entre otros.

6.3.4.1.1 Grupo de manejo VIs- 1

En este grupo se clasifican las unidades MKCd, MKCe del clima frío muy húmedo, que se presentan en relieves de lomas con pendientes entre 12 y 50%.

Estos suelos presentan susceptibilidad a la erosión, pendientes moderadas a fuertes, heladas ocasionales, niveles altos de aluminio y baja fertilidad.

Están explotados con cultivos de papa, maíz, cebada, hortalizas y arveja o con ganadería extensiva.

Se recomienda para las pendientes menores de 25%, los cultivos de papa, maíz, arveja, cebada y hortalizas; para pendientes de 25 – 50%, la ganadería extensiva con pastos naturales o mejorados o los bosques comerciales de pino.

Se recomienda encalar y fertilizar; el fósforo debe adicionarse con la aplicación de escorias Thomas a roca fosfórica al suelo. Las siembras deben hacerse en curvas de nivel; para maíz arveja deben sembrarse en fajas en contorno. Para la ganadería hacer control de malezas, rotación de potreros y utilizar bajas cargas.

6.3.4.1.2 Grupo de manejo VIs- 2

Incluye las unidades MKHa y MKHap de vallecitos, con pendientes de 1 – 3% y clima frío muy húmedo, con pedregosidad localizada. Las limitaciones para el uso son la baja fertilidad, la acidez extremada, heladas y niveles muy altos de aluminio.

Actualmente se utilizan en cultivos de papa, haba, hortalizas o con ganadería extensiva en pastos naturales y mejorados. Dada la escasa pendiente a pesar de las altas tasas de aluminio, se recomienda el uso agrícola con cultivos de papa, maíz, hortalizas, haba, arveja; en segunda instancia la ganadería extensiva o semi- intensiva con pastos nativos y mejorados.

Se recomienda encalar para disminuir la acidez y neutralizar el aluminio, aplicar fertilizantes utilizando escorias Thomas o roca fosfórica para suministrar fósforo en forma más económica. En el caso de la ganadería, hacer rotación de potreros y fertilizar con abonos completos una vez al año.

6.3.4.1.3 Grupo de manejo VIs- 3

Incluye las unidades MOHa, MOHap y MOHb de climas medios muy húmedos y pluviales, localizados en vallecitos de poca extensión con pendientes de 1 a 7% y pedregosidad superficial localizada.

Estos suelos son muy superficiales, de baja fertilidad, afectados para su productividad por contenidos de aluminio en niveles tóxicos para la mayoría de los cultivos.

Actualmente son utilizados para ganadería extensiva y cultivos de subsistencia.

Se recomiendan cultivos como café, maíz, plátano y hortalizas estableciendo canales de drenaje para captar el agua de escorrentía de las abundantes lluvias; también se pueden cultivar frutales. Otra alternativa para el uso es la ganadería semi-intensiva con pastos yaraguá, brachiaria y de corte como imperial y elefante.

Dadas las condiciones de humedad se recomienda hacer limpiezas manuales para evitar compactación del suelo encalar frecuentemente el suelo para disminuir la acidez y los niveles altos de aluminio, fertilizar técnicamente en función de la oferta del suelo y las necesidades del cultivo. Para el manejo de la ganadería hacer rotación de potreros, utilizar cercas vivas (árboles) y baja carga por unidad de área.

6.3.4.2 Subclase Vles

En esta subclase, las principales limitaciones para la productividad de los suelos son las pendientes pronunciadas, la pedregosidad superficial localizada, la fertilidad baja y la susceptibilidad a la erosión.

6.3.4.2.1 Grupo de manejo Vles- I

Comprende las unidades MLEe, MOXe, MVXeI y MVXep del clima cálido húmedo, MOXe del clima medio muy húmedo y MPXeI medio pluvial y muy húmedo que se encuentran en lomas fuertemente onduladas y quebradas, donde las pendientes están entre 25 – 50%.

Limitaciones importantes son los procesos de erosión de grado ligero debidos a escurrimiento difuso y concentrado, las pendientes pronunciadas, la pedregosidad superficial localizada y la baja fertilidad.

Están utilizados en ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados; también hay sectores con cultivos de yuca, maíz y cítricos.

Los cultivos de maíz y yuca no son adecuados para las condiciones de pendiente existentes por los riesgos de erosión para los suelos; sin embargo, con el sistema de labranza mínima es posible hacerlos.

En estas condiciones los cultivos más recomendables son cacao con sombrío y frutales en curvas de nivel. También se aconseja la ganadería extensiva y los bosques comerciales (plantados) haciendo la cosecha por cuarteles y no por tala rasa para evitar procesos erosivos.

En la ganadería se aconseja hacer rotación de potreros y utilizar baja carga por unidad de área.

Para cualquier caso es importante encalar y aplicar fertilizantes para mejorar la productividad de los suelos.

6.3.4.2.2 Grupo de manejo Vles- 2

Comprende las unidades MRXel, MRXe2, MRXep2 del clima medio seco que se encuentran en glacis y coluvios con pendientes de 25 a 50%.

Las limitaciones más importantes son los procesos erosivos ligeros y moderados, pedregosidad superficial localizada y deficiencia de lluvias, además de fuertes vientos en algunas épocas del año.

Actualmente se utilizan en cultivos de tabaco, maíz, frijol, caña panelera y palma datilera. También se encuentran pastos utilizados en ganadería controlada en épocas de invierno.

En esta unidad se recomienda el cultivo de palma datilera permitiendo el desarrollo de vegetación rastrera en el cultivo, para un mejor control de la erosión. Igualmente es aceptable el cultivo de caña cuando en las fincas haya recurso hídrico para suministrar riego. Cultivos como tabaco, maíz o frijol pueden realizarse haciendo siembras en fajas en contorno combinadas con pastos o cultivos densos y canales de sedimentación que ayudan a controlar la erosión por el agua de escorrentía.

El uso razonable de fertilizantes adecuados mejora la productividad de estos suelos, así como la construcción de sistemas de riego.

6.3.4.2.3 Grupo de manejo Vles- 3

Se incluyen en él las unidades MMXel, MMXe2, MMXep, MMXep1 y MMXep2 del clima frío seco, donde predominan las pendientes de 25 a 50%.

Además de la deficiencia de lluvias son limitaciones importantes la pedregosidad de algunos sectores, la erosión lisa o moderada, la baja fertilidad, el alto contenido de aluminio y heladas ocasionales.

El uso actual de estos suelos está representado por frutales de hoja caduca, hortalizas, cultivos de papa, maíz, haba, trigo, cebada, arveja y frijol. Es frecuente el cultivo de maíz asociado con cualquiera de las leguminosas citadas. Además del uso agrícola se encuentran pastos utilizados para ganadería controlada.

Para lograr mejores rendimientos y evitar la degradación del suelo es indispensable evitar los cultivos limpios en sistemas tradicionales. Lo más aconsejable es la siembra de frutales en terrazas individuales, formando fajas limitadas por canales de sedimentación cada 50 metros para contrarrestar la velocidad del agua de escorrentía y sus efectos erosivos y los cultivos densos. La papa debe sembrarse en curvas de nivel.

Es necesario realizar encalamientos periódicos y fertilizar teniendo en cuenta la oferta del suelo y el requerimiento de los cultivos.

Para el uso pecuario debe evitarse el sobrepastoreo, utilizar bajas cargas y fertilizar. En esta unidad se recomienda el cultivo de árboles, es decir, el establecimiento de bosques comerciales con el sistema de siembra en tres bolillos y cosecha por tablones.

6.3.4.2.4 Grupo de manejo Vles-4

Se incluyen en el las unidades AHVe y AHVcl de clima frío y muy frío húmedo que se encuentran en lomas, coluvios y glacis.

Limitaciones importantes para el uso agrícola de estos suelos son la pendiente, la susceptibilidad a la erosión, los altos contenidos de aluminio y la incidencia de frecuentes heladas.

El uso actual de estos suelos son los cultivos de papa y pastos para ganadería extensiva.

Se recomienda realizar los cultivos de papa con siembras de variedades precoces en curvas de nivel, con correctivos para la acidez del suelo y fertilizaciones adecuadas a las necesidades del cultivo, haciendo control de las heladas. Para la ganadería es conveniente el uso de bajas cargas y evitar el sobrepastoreo, encalar y fertilizar frecuentemente para mantener una buena cobertura para el suelo y rendimientos adecuados en la explotación pecuaria.

6.3.5. Tierras de la clase VII

Los suelos de esta clase se encuentran en los paisajes de montaña y de altiplanicie en climas frío, medio y cálido. Sus limitaciones son severas por lo cual no son adecuadas para cultivos limpios y densos; restringen su uso a ganadería extensiva, a bosques o vida silvestre. Las restricciones son mucho más fuertes que las de la clase VI.

6.3.5.1 Subclase VIIc

Los suelos incluidos en esta subclase se encuentran en los climas frío y medio muy húmedo. Los relieves tienen pendientes muy fuertes, los suelos son superficiales o muy superficiales y susceptibles a la erosión por el agua de escorrentía, principalmente. El drenaje es excesivo y la fertilidad es baja en la mayoría de los suelos.

6.3.5.1.1 Grupo de manejo VIIc-1

Se agrupan en él la unidades MKVd, MKVdp, MKVe y MKVep del relieve de Vigas, Lomas y Glacis del clima frío muy húmedo, con pendientes de 12 a 50% y pedregosidad superficial en sectores.

Limitantes importantes para la capacidad productiva son: baja fertilidad, pendiente moderada, pedregosidad superficial en sectores, heladas y muy altos contenidos de aluminio.

Actualmente se utilizan para cultivos de papa, de subsistencia (maíz, arveja), de hortalizas; ganadería extensiva y bosques.

Dadas las condiciones de pendiente, con fuertes encalados y adecuada fertilización se pueden usar en cultivos de papa en curvas de nivel o maíz, arveja y hortalizas sembrados en fajas en contorno alternadas con pastos.

En la ganadería es importante hacer rotación de potreros, control de malezas y utilizar baja carga.

También son aptos para bosques comerciales (plantados) de pino o eucalipto cosechando por cuarteles.

6.3.5.2 Subclase VIIcs

Los suelos de esta subclase se ubican en zonas muy frías y muy húmedas con temperaturas inferiores a 8°C y pendientes moderadas a fuertes; la zona de exploración por las raíces es superficial y muy superficial y la fertilidad baja.

6.3.5.2.1 Grupo de manejo VIIcs

Incluye las unidades MHVd, MHVe, MHVep y MHVf de climas muy fríos y muy húmedos; las pendientes variadas, predominando las pronunciadas.

Las limitaciones más importantes son las pendientes, heladas, pedregosidad superficial sectorizada y niveles muy altos de aluminio.

El uso actual observado está representado por cultivos de papa, hortalizas y maíz; ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados.

Dada la variedad de pendientes, se recomiendan los cultivos de papa en áreas con pendientes menores de 25%, haciendo la siembra en curvas de nivel, también se puede sembrar maíz con el sistema de labranza mínima para evitar erosión; las hortalizas se deben cultivar como la papa.

En pendientes de 25 a 50% se debe preferir la ganadería extensiva o los bosques plantados con fines comerciales; pendientes mayores deben dejarse para bosques productores protectores.

Para el uso agrícola y pecuario deben encalar y fertilizar los suelos utilizando roca fosfórica o escorias Thomas para adicionar fósforo, dados los altos contenidos de aluminio en los suelos.

6.3.5.3 Subclase VIIps

Los suelos de esta subclase se encuentran en todos los climas, desde el cálido hasta el frío en el cual se presentan heladas ocasionales; presentan relieves de pendientes pronunciadas, en algunos casos con evidencias de erosión ligera. En forma localizada se encuentra pedregosidad superficial.

6.3.5.3.1 Grupo de manejo VIIps-1

En este grupo se incluyen las unidades MKEf, MKCf, MKVf, MKVfp, MKVfI, MLEf del clima frío muy húmedo, relieve de vigas, filas y crestones donde dominan las topografías fuertemente quebradas y escarpadas con pendientes mayores de 50%.

Limitaciones severas para el uso son las pendientes fuertes, la susceptibilidad a la erosión y los niveles muy altos de aluminio.

El uso actual está representado por ganadería extensiva, bosques y cultivos de subsistencia.

El principal potencial de uso es el bosque productor protector y la ganadería controlada, utilizando bajas cargas y rotación de potreros.

Se recomienda que el aprovechamiento del bosque no se haga por tala rasa sino por el método selectivo de entresacas para proteger las vertientes y nacimientos de agua.

6.3.5.3.2 Grupo de manejo VIIps-2

Se incluye en él la unidad MMEf del clima frío seco en el paisaje de Montaña.

Limitantes importantes para estos suelos son: pendientes fuertes, Afloramientos Rocosos sectorizados, heladas ocasionales y susceptibilidad a la erosión.

Se encuentran utilizados en agricultura de subsistencia, bosques secundarios, rastrojos y ganadería extensiva con pastos nativos.

Se recomienda utilizar estos suelos para bosques productores protectores; producción en sistema silvo-pastoriles o ganadería extensiva con baja carga y buena rotación de potreros.

El aprovechamiento forestal debe ser selectivo por entresacas para evitar erosión y mantener alta productividad ecológica.

6.3.5.3.3 Grupo de manejo VIIps-3

A este grupo corresponden las unidades MPEfI , MPAfI, MPAfp de vigas, filas y crestones; predominan las pendientes superiores a 50%, el clima es medio húmedo.

Las limitaciones más fuertes para el uso son las pendientes mayores de 50%, fertilidad natural moderada a baja, aluminio en niveles tóxicos para muchas plantas y susceptibilidad a la erosión.

El uso actual es ganadería extensiva, rastrojos, cultivos de café, caña panelera y agricultura de subsistencia (maíz, yuca, bore).

Se recomienda el cultivo de café con sombrío, la implantación de sistemas silvo-pastoriles y los bosques productores protectores.

Es importante encalar y fertilizar los suelos utilizando escorias Thomas o roca fosfórica para suministrar el fósforo; la siembra de café debe hacerse en curvas de nivel; las limpiezas deben ser por plateos para controlar la erosión.

El aprovechamiento del bosque debe hacerse en forma selectiva.

6.3.5.3.4 Grupo de manejo VIIps - 4

Corresponde a las unidades MVAfI, MVAfp de vigas, filas y crestones de clima cálido húmedo y pendientes mayores de 50%. Actualmente se utilizan en ganadería extensiva con pastos nativos y mejorados, rastrojos, bosques secundarios y cultivos de subsistencia (yuca, plátano, maíz, cacao).

Las limitaciones más importantes para el uso productivo de estos suelos son: pendientes fuertes, fertilidad baja, altos niveles de aluminio, pedregosidad superficial sectorizada y susceptibilidad a la erosión.

El uso recomendado para tales suelos es bosque productor-protector, sistemas silvo-pastoriles y cultivos de cacao con sombrío. Los suelos deben encalarse y fertilizarse, utilizando escorias Thomas o roca fosfórica para suministrar fósforo; el cacao debe sembrarse en curvas de nivel.

Para el aprovechamiento del bosque hacerlo en forma selectiva. En los sistema silvo-pastoriles utilizar bajas cargas y rotación de potreros.

6.3.5.4 Subclase VIIes

Los suelos de esta subclase se encuentran en los climas muy frío húmedo, frío seco, medio seco y cálido húmedo. Los relieves son de pendientes pronunciadas, los suelos tienen

muy alta susceptibilidad a la erosión y son superficiales o muy superficiales de baja fertilidad; el drenaje natural es excesivo.

6.3.5.4.1 Grupo de manejo VIIes-1

En este grupo se clasifican las unidades MMCe2, AMVe2, AMVf1, MMAe2, MMAfp, MMAf1 y MMAf2; los suelos son muy superficiales a moderadamente profundos, están moderadamente erosionados y se encuentran en clima frío seco. Están limitados en su capacidad por erosión moderada a ligera, pendientes fuertes, heladas y deficientes lluvias.

El uso actual es ganadería extensiva con pastos nativos y mejorados y agricultura de subsistencia.

El uso recomendable es ganadería extensiva con baja carga y buena rotación de potreros evitando el sobrepastoreo para controlar los procesos erosivos; en las áreas con pendientes de 25 – 50% se recomienda cultivar frutales de hoja caduca (pera, manzano, durazno, ciruelo) sembrados en curvas de nivel haciendo en terrazas individuales o plantar bosques comerciales de pino que se deben cosechar por cuarteles en turnos; las áreas con pendientes mayores de 50% se deben a bosques productores-protectores cuyo aprovechamiento debe hacerse de manera selectiva.

Para agricultura y ganadería es necesario encalar los suelos para disminuir la acidez y los niveles de aluminio y fertilizarlos utilizando roca fosfórica para suministrar fósforo.

6.3.5.4.2 Grupo de manejo VIIes-2

Comprende las unidades MLVf1 y AHVf del clima frío y muy frío húmedo.

Limitaciones para la capacidad de uso de los suelos son las fuertes pendientes, la susceptibilidad a la erosión, las heladas, suelos muy superficiales y moderadamente profundos y altos niveles de aluminio.

Están actualmente explotados con ganadería extensiva, bosques secundarios y cultivos de subsistencia (papa, maíz, arveja).

Se recomienda la ganadería extensiva utilizando baja carga por unidad de área y haciendo rotación adecuada de potreros para evitar el sobrepastoreo y controlar la velocidad de los procesos erosivos; el bosque protector-productor haciendo aprovechamiento de tipo selectivo. En los potreros se pueden plantar árboles en las cercas y fertilizar los pastos, al menos, una vez al año.

6.3.5.4.3. Grupo de manejo VIIes-3

Agrupar las unidades LVDe2, LVGe2, MVEe3, MVEf y MVEf1 del clima cálido húmedo.

Son limitaciones importantes para la capacidad productiva de los suelos, las pendientes fuertes, la susceptibilidad a la erosión, la poca profundidad del suelo y los altos niveles de aluminio.

Se recomienda explotarlos con sistemas silvo-pastoriles y bosques protectores-productores, especialmente en nacimientos de agua.

El aprovechamiento del bosque debe hacerse por el método selectivo; en la ganadería extensiva de sistemas silvo-pastoriles debe utilizarse baja carga, rotación de potreros y hacer control manual de malezas, así mismo fertilizar los potreros una vez por año.

6.3.5.4.4 Grupo de manejo VIIes -4

Se incluyen en el la unidad MREf2 de crestones y crestas homoclinales que se encuentran en el clima medio seco, pendientes mayores de 50% y afectados por procesos erosivos ligeros o moderados.

La productividad de estos suelos está limitada por fuertes pendientes, susceptibilidad a la erosión, suelos superficiales y moderadamente profundos y deficiencias de lluvia.

Actualmente los suelos están utilizados con rastrojos, ganadería extensiva y cultivos de subsistencia (tabaco, maíz, frijól, hortalizas).

El uso más adecuado es el bosque protector o el bosque productor-protector, haciendo aprovechamiento por el método de entresaca selectiva. Dadas las condiciones climáticas es aconsejable establecer sistemas para control de incendios.

6.3.6. Tierras de clase VIII

Se agrupan en esta clase las siguientes unidades cartográficas: NP, MBEg, MEEg, MJEg, MGEf, MGEg, MHEg, MHEf, MHEg1, MHEg2, MHEg3, MKEg, MLEg, ME, MPEg, MVEg, MMEg1, MMEg2, MMEg3, MMAf3, MMAg3, MREg, MREg3, AHEf. Estas unidades se presentan en todos los pisos térmicos, en los relieves más empinados de los paisajes de Montaña y Altiplanicie.

En general son suelos superficiales y muy superficiales, Afloramientos Rocosos o áreas dominadas por erosión severa y muy severa.

Las limitaciones para el uso son muy severas e incluyen los criterios de pendiente, clima por temperaturas muy bajas o déficit de agua muy fuerte.

El mejor uso para estas áreas es permitir que crezca la vegetación nativa, conservar el bosque existente para protección de las cuencas, de la fauna y de la flora, a fin de promover el turismo ecológico.

En las zonas erosionadas se pueden emprender procesos de recuperación de suelos para lograr, en el futuro, una mayor producción ecológica.

TABLA 50. Clasificación de las tierras del Departamento de Boyacá por su capacidad de uso.

Grupo de manejo	Factores limitantes	Uso actual	Uso potencial	Recomendaciones	Área (ha)
IIIscl	Deficiencia de agua, heladas ocasionales, suelos superficiales y moderadamente profundos, niveles tóxicos de aluminio.	Ganadería extensiva, cultivos de subsistencia y comerciales.	Ganadería intensiva y semi-intensiva, con pastos mejorados. Cultivos comerciales de papa, maíz y hortalizas.	Riego por aspersión, uso de correctivos (cal) y fertilizantes. Para ganadería evitar sobrepastoreo, hacer rotación de potreros. Establecer sistemas de drenaje.	77391.92
IIIscl2	Deficiencia de agua, suelos superficiales y moderadamente profundos, pedregosidad en superficie	Cultivos de tabaco, maíz y rastrojos.	Cultivos comerciales de tabaco, maíz, papa, cítricos, tomate.	Riego por aspersión, uso de fertilizantes.	1519.80
IVsI	Susceptibilidad a la erosión, deficiente espesor de suelos niveles tóxicos de aluminio	Caña, ganadería extensiva.	Cultivos comerciales de caña panelera, café, frutales, cultivos de subsistencia, pastos.	Uso de correctivos (cal) fertilizantes, suministrar fósforo con roca fosfórica o escorias Thomas. Sembrar en el sistemas de fajas. En ganadería evitar sobrepastoreo, utilizar baja carga.	34030.33
IVs2	Susceptibilidad a la erosión, pedregosidad superficial localizada, deficiente espesor de suelo, niveles tóxicos de aluminio y en algunos casos encharcabilidad.	Cultivos de maíz, cacao, yuca, plátano, cítricos, pastos de corte.	Cultivos de maíz, yuca, plátano, cacao, cítricos, pastos.	Uso de correctivos (cal) y fertilizantes. Suministrar el fósforo por medio de roca fosfórica o escorias Thomas. Sembrar maíz, yuca, plátano en fajas; cacao y cítricos en curvas de nivel con sistema tres bolillos.	19873.34
IVhsI	Deficiente espesor del suelo, encharcabilidad, heladas ocasionales, exceso de agua temporal, niveles tóxicos de aluminio.	Cultivos de papa, arveja, hortalizas, maíz, ganadería extensiva.	Cultivos de papa, hortalizas, ganadería semi-intensiva con pastos mejorados y de corte.	Establecer sistemas de drenaje, aplicar correctivos al suelo, aplicar fertilizantes. Para adicionar fósforo utilizar escorias Thomas o roca fosfórica. Para ganadería hacer rotación de potreros.	9262.9
IVhs2	Inundabilidad, exceso de agua en el suelo, deficiente espesor del suelo.	Cultivos de subsistencia, ganadería extensiva.	Cultivos de algodón, sorgo, maíz, plátano, ganadería extensiva y semi-intensiva.	Establecer sistemas de drenaje y control de inundaciones, encalar y fertilizar. Para la ganadería hacer rotación de potreros.	22500.42
IVesI	Heladas, susceptibilidad a la erosión, deficiente espesor del suelo, deficiencia de agua, niveles tóxicos de aluminio, pendiente, agresividad de las lluvias.	Cultivos de papa, arveja, hortalizas, maíz, cebada, trigo; ganadería extensiva.	Cultivos de papa, maíz, hortalizas, arveja, cebada, trigo; Ganadería extensiva.	Arar en dirección transversal a la pendiente, encalar y fertilizar; utilizar las escorias Thomas o roca fosfórica para suministrar fósforo, utilizar riego, sembrar en curvas de nivel o fajas en contorno. Evitar sobrepastoreo. Adicionar residuo de las cosechas.	68113.97

Grupo de manejo	Factores limitantes	Uso actual	Uso potencial	Recomendaciones	Área (ha)
IVes2	Deficiente espesor de suelo, susceptibilidad a la erosión; en algunos lugares niveles tóxicos de aluminio, pendiente.	Cultivos de forestales, papa, maíz, ganadería extensiva.	Cultivos de papa, maíz, frutales, hortalizas y mora; ganadería extensiva.	Encalar; aplicar fertilizantes, sembrar en curvas de nivel o fajas en contorno. Para la ganadería hacer rotación de potreros y evitar sobrepastoreo.	25713.57
IVes3	Deficiencia de agua, susceptibilidad a la erosión, pedregosidad sectorizada, pendiente.	Cultivos de caña panelera, tabaco y maíz.	Cultivos de caña panelera, cítricos, tabaco, maíz, piña, palma datilera; ganadería extensiva.	Arar transversal a la pendiente, fertilizar, sembrar por el sistema de bajas en contorno. Los cítricos se deben sembrar en curvas de nivel sistemas de tres bolillos. Utilizar riego por aspersión.	4028.96
Vhs1	Encharcabilidad, exceso temporal de humedad, suelos superficiales.	Ganadería semi-intensiva con pastos naturales, pequeñas áreas con cultivos de arveja, maíz, hortalizas.	Cultivos de hortalizas, maíz; ganadería semi-intensiva.	Aplicar correctivos y fertilizantes; establecer sistema de drenaje. En ganadería hacer rotación de potreros.	6965.35
Vhs2	Encharcabilidad, exceso temporal de humedad, suelos superficiales o moderadamente profundos.	Ganadería estacional con pasto para y cultivos de subsistencia.	Ganadería extensiva en épocas de verano.	Establecer canales de drenaje para eliminar rápidamente las aguas lluvias.	4230.18
Vis1	Susceptibilidad a erosión, niveles tóxicos de aluminio, pendiente, heladas ocasionales.	Cultivos de papa, maíz, cebada; ganadería.	Cultivos de papa, maíz; ganadería extensiva.	Encalar; fertilizar; para la fertilización fosfórica utilizar roca fosfórica o escorias Thomas. Sembrar en curvas de nivel. Para el maíz - arveja sembrar en fajas en contorno. En ganadería evitar el sobrepastoreo.	144131.71
Vis2	Baja fertilidad, extrema acidez, heladas ocasionales; niveles muy altos de aluminio.	Cultivos de papa, haba, hortalizas; ganadería.	Cultivos de papa, hortalizas, maíz, haba, arveja; ganadería con pastos nativos y mejorados.	Encalar; utilizar fertilizantes; para fósforo emplear roca fosfórica o escorias Thomas. En ganadería hacer rotación de potreros.	131.45
Vles	Baja fertilidad, pedregosidad en sectores, susceptibilidad a la erosión, pendientes moderadas	Ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados; cultivos de subsistencia.	Ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados. Cultivos de frutales y cacao; bosques comerciales.	Rotación de potreros; baja carga por unidad de área para evitar erosión; la siembra de frutales y cacao en tres bolillos; encalar y fertilizar.	67806.20
Vlis1	z fertilidad, heladas, pendiente moderada, altos contenidos de aluminio, pedregosidad superficial en sectores.	Ganadería extensiva, bosques, cultivos de papa, cultivos de subsistencia.	Cultivos de papa, maíz, arveja; ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados; bosques comerciales.	Encalar; fertilizar; arar a través de la pendiente; en ganadería hacer rotación de potreros, evitar sobrepastoreo.	62889.18

Grupo de manejo	Factores limitantes	Uso actual	Uso potencial	Recomendaciones	Área (ha)
Vlcs1	Heladas, pendientes moderadas y fuertes, pedregosidad superficial, sectorizada, niveles muy altos de aluminio.	Cultivos de papa, hortalizas, maíz, ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados.	Cultivos de papa en las zonas con pendientes <25%, bosques y desarrollo de vegetación natural en áreas de altitud superior a 3.400 m.	Utilizar correctivos y fertilizantes en las áreas de menor pendiente; sembrar en fajas en con-torno; en ganadería hacer rotación de potreros y utilizar bajas cargas para evitar erosión.	71207.44
Vlcs2	Bajas temperaturas, baja fertilidad, niveles tóxicos de aluminio.	Cultivos de papa, hortalizas; ganadería extensiva, rastrojos.	Cultivos de papa, maíz, hortalizas.	Corregir pH con adición de cal para disminuir concentración de aluminio; fertilizar; adicionar fósforo con roca fosfórica o escorias Thomas.	1967.55
Vlps1	Pendientes fuertes, susceptibilidad a erosión, niveles tóxicos de aluminio, baja fertilidad.	Ganadería extensiva, cultivos de subsistencia, bosque.	Bosque productivo – protector; ganadería controlada.	Evitar aprovechamiento del bosque con tala rasa, debe hacerse selectivo; en ganadería utilizar baja carga y hacer rotación de potreros.	131446.4
Vlps2	Pendientes fuertes, susceptibilidad a erosión, afloramientos rocosos sectorizados.	Ganadería extensiva, bosques secundarios, rastrojos, cultivos de subsistencia.	Bosque protector-productor; sistemas silvo-pastoriles, ganadería extensiva.	En ganadería debe hacerse con baja carga por unidad de área, rotación de potreros, cercas vivas; el aprovechamiento forestal debe hacerse selectivo.	9586.84
Vlps3	Pendientes fuertes, susceptibilidad a erosión, niveles tóxicos de aluminio.	Ganadería extensiva, rastrojos, cultivos de subsistencia.	Bosque productor – protector; sistemas silvo – pastoriles; cultivos de café con sombrero.	Para los cultivos encalar; fertilizar; para fósforo utilizar escorias Thomas o roca fosfórica; sembrar en curvas de nivel con el sistema tres bolillos. El aprovechamiento del bosque debe ser selectivo.	132318.27
Vlps4	Pendientes fuertes, susceptibilidad a la erosión pedregosidad superficial sectorizada; altos niveles de aluminio.	Ganadería extensiva, rastrojo, bosque secundario, cultivos de subsistencia (yuca, plátano, maíz, cacao)	Sistemas silvo-pastoriles, cultivos de cacao con sombrero, bosques productores – protectores.	Para cultivos debe encalarse para bajar el nivel de aluminio; fertilizar; el fósforo debe suministrarse con escorias Thomas o roca fosfórica. El aprovechamiento del bosque debe ser selectivo.	155055.17
Vlcs1	Pendiente moderada y fuerte, susceptibilidad a la erosión, heladas, suelos superficiales y moderadamente profundos, escasas lluvias.	Ganadería extensiva, agricultura de subsistencia.	Ganadería extensiva con baja carga, plantaciones comerciales, frutales de hoja caduca, bosques productores – protectores.	Los frutales se deben sembrar en terrazas individuales. Para ganadería, hacer rotación de potreros y fertilizar cada año. El aprovechamiento forestal debe hacerse por parcelas a fin de controlar la erosión.	136642.73
Vlcs2	Susceptibilidad a erosión, pendiente fuerte, heladas, suelos muy superficiales y moderadamente profundos, nivel tóxico de aluminio.	Ganadería extensiva, bosque secundario, cultivos de subsistencia.	Bosque protector-productor; ganadería extensiva con baja carga.	Aprovechamiento forestal selectivo; para ganadería fertilizar; rotación de potreros, cercas vivas, evitar sobrepastoreo.	24081.1

Grupo de manejo	Factores limitantes	Uso actual	Uso potencial	Recomendaciones	Área (ha)
Vles3	Pendientes fuertes, susceptibilidad a la erosión, suelos muy superficiales, niveles tóxicos de aluminio.	Rastrojos, ganadería extensiva, bosque protector-productor.	Sistemas silvo-pastoriles, bosque protector-productor.	Aprovechamiento forestal selectivo; en los sistemas silvo-pastoriles la ganadería extensiva debe tener baja carga y rotación de adecuada de potreros para evitar sobrepastoreo.	48794,18
VIII	Pendientes muy fuertes, afloramientos rocosos, erosión severa muy severa, susceptibilidad alta a movimientos en masa y a erosión; nieve permanente.	Bosque natural, rastrojos, patos naturales, cultivos de subsistencia.	Bosque protector; turismo ecológico, recreación, vida silvestre.	Propiciar regeneración natural, programas de recuperación integral de suelos erosionados, revegetalización con especies nativas; programas de recuperación y conservación paisajística, programas de reforestación en áreas con suelos de profundidad suficiente (moderadamente profundos o más profundos).	1067054,09
IIIsc-1	Deficiencia de agua, heladas ocasionales, suelos superficiales y moderadamente profundos, niveles tóxicos de aluminio.	Ganadería extensiva, cultivos de subsistencia y comerciales.	Ganadería intensiva y semi-intensiva, con pastos mejorados. Cultivos comerciales de papa, maíz y hortalizas.	Riego por aspersión, uso de correctivos (cal) y fertilizantes. Para ganadería evitar sobrepastoreo, hacer rotación de potreros. Establecer sistemas de drenaje.	
IIIsc-2	Deficiencia de agua, suelos superficiales y moderadamente profundos, pedregosidad en superficie	Cultivos de tabaco, maíz y rastrojos.	Cultivos comerciales de tabaco, maíz, piña, cítricos, tomate.	Riego por aspersión, uso de fertilizantes.	
IVs-1	Susceptibilidad a la erosión, deficiente espesor de suelos niveles tóxicos de aluminio	Caña, ganadería extensiva.	Cultivos comerciales de caña panelera, café, frutales, cultivos de subsistencia, pastos.	Uso de correctivos (cal) fertilizantes, suministrar fósforo con roca fosfórica o escorias Thomas. Sembrar en el sistemas de fajas. En ganadería evitar sobrepastoreo, utilizar baja carga.	
Ivs-2	Susceptibilidad a la erosión, pedregosidad superficial localizada, deficiente espesor de suelo, niveles tóxicos de aluminio y en algunos casos encharcabilidad.	Cultivos de maíz, cacao, yuca, plátano, cítricos, pastos de corte.	Cultivos de maíz, yuca, plátano, cacao, cítricos, pastos.	Uso de correctivos (cal) y fertilizantes. Suministrar el fósforo por medio de roca fosfórica o escorias Thomas. Sembrar maíz, yuca, plátano en fajas; cacao y cítricos en curvas de nivel con sistema tres bolillos.	
IVhs-1	Deficiente espesor del suelo, encharcabilidad, heladas ocasionales, exceso de agua temporal, niveles tóxicos de aluminio.	Cultivos de papa, a veja, hortalizas, maíz, ganadería extensiva.	Cultivos de papa, hortalizas, ganadería semi-intensiva con pastos mejorados y de corte.	Establecer sistemas de drenaje, aplicar correctivos al suelo, fertilizantes. Para adicionar fósforo utilizar escorias Thomas o roca fosfórica. Para ganadería hacer rotación de potreros.	
IVhs-2	Inundabilidad, exceso de agua en el suelo, deficiente espesor del suelo.	Cultivos de subsistencia, ganadería extensiva.	Plátano, algodón, sorgo, maíz, ganadería extensiva y semi-intensiva.	Establecer sistemas de drenaje y control de inundaciones, enclavar y fertilizar. Para la ganadería hacer rotación de potreros.	

Capítulo VII

capítulo séptimo



Zonificación de tierras

Zonificación de tierras

Panorámica Municipio de Soraca.
(Foto: Deyanora Cárdenas, 2003)

Contenido

7.1. CONSIDERACIONES GENERALES	141
7.2. UNIDADES DEL MAPA DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS	142
7.2.1. Unidades de Agricultura Tecnificada (AT)	142
7.2.2. Unidades Agropastoriles (AP)	144
7.2.3. Unidades Agrosilvopastoriles (AS)	145
7.2.4. Unidades Protectoras-Productoras (PP)	146
7.2.5. Unidades de Reforestación con fines Protectores (PC)	146
7.2.6. Unidades de Conservación y Preservación (CP).....	147
7.2.7. Unidades de Manejo Especial (MN).....	147
7.2.8. Parques Nacionales Naturales (PNI y PN2).....	147
7.2.9. Reserva Forestal Protectora (RF)	148
7.2.10. Santuario de Flora y Fauna (SF).....	148
7.2.11. Reserva Natural (RN).....	148
7.2.12. Áreas Urbanas (ZU).....	149
7.2.13. Cuerpos de Agua (CA).....	151
7.2.14. Centros Mineros.....	152
7.2.15. Centros Turísticos.....	152

ZONIFICACIÓN DE TIERRAS

7.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La zonificación de Tierras, del territorio de Boyacá, se hace considerando los aspectos físicos y bióticos existentes con el fin de establecer alternativas sostenibles de utilización de la tierra para poder conocer su potencial de explotación y saber cuáles son sus limitaciones.

El estudio de los suelos del departamento, al igual que la clasificación agrológica de las tierras por su capacidad de uso, constituyen la base para definir cualquier ordenamiento físico y en especial el de zonificación de las tierras, ya que facilita la información geológica, geomorfológica, edáfica, climática y muchas otras que generan criterios útiles para la explotación racional y sostenible de cada unidad de tierra.

Por consiguiente, la zonificación de tierras debe estar orientada al manejo adecuado del recurso suelo, independiente de su vocación y a la preservación y en algunos casos a la recuperación de los recursos naturales presentes en el departamento. Estas tierras se encuentran localizadas en paisajes de valles y piedemontes, con suelos de vocación agropecuaria y con grandes extensiones de paisajes de Montaña y de Lomerío aptas para el establecimiento de sistemas agroforestales y forestales.

Los suelos, junto con el conocimiento de los recursos hídricos, energéticos, agropecuarios, forestales, mineros y turísticos del departamento, permiten establecer cuáles de éstos elementos constituyen la base económica del desarrollo, que conduzcan a la optimización de la oferta ambiental con uso sostenido para generar bienes y servicios que conlleven a una mejoría en la calidad y el nivel de vida de la población.

La zonificación está basada en la interpretación del estudio de suelos, así como en los planteamientos sobre el uso actual y la capacidad de uso de las tierras, definidos con base en los 29 grupos de uso y manejo, esbozados previamente en el texto. La delimitación en el mapa de Zonificación de Tierras, contiene aspectos esencialmente físicos y tiene como finalidad agrupar unidades de tierra con limitaciones y vocaciones similares, de tal manera que su uso sea el óptimo de acuerdo con las características intrínsecas de los suelos en el departamento.

El mapa se presenta en planchas a escala 1:100.000 con su respectiva leyenda explicativa (Tabla 51), la cual consta de unidades de tierra que han sido identificadas con símbolos, cada uno de los cuales está representado por dos letras mayúsculas como se enumeran a continuación:

- AT:** Agricultura Tecnificada
- AP:** Agropastoriles
- AF:** Agrosilvopastoriles
- PP:** Protectoras-Productoras
- PC:** Reforestación con fines Protectores
- CP:** Conservación y Preservación
- MN:** Manejo Especial
- PNI y PN2:** Parques Naturales
- RF:** Reserva Forestal Protectora – CAR
- SF:** Santuario de Flora y Fauna
- RN:** Reserva Natural
- ZU:** Áreas Urbanas
- CA:** Cuerpos de Agua

A continuación se describen cada una de las unidades delimitadas en el mapa. En ellas se hace énfasis en el uso más apropiado, lo cual será la base para las políticas de manejo ambiental que permitirán controlar y preservar los ecosistemas.

El mapa de Zonificación de Tierras se representa para todo el departamento (figura 60), la cual se encuentra al final del documento.

7.2. UNIDADES DEL MAPA DE ZONIFICACIÓN DE TIERRAS.

7.2.1. Unidades de Agricultura Tecnificada (AT)

Comprende las unidades cartográficas de suelos VLAa, VMaA, VVBa y VVKa; se encuentran localizadas en el paisaje de Valle, de topografía plana y en climas frío húmedo y seco, y cálido húmedo y muy húmedo.

En clima frío (VLAa y VMaA) abarcan la cuenca del río Chicamocha con sus afluentes los ríos Pesca, Moniquirá y Suárez en jurisdicción de los municipios de Tota, Aquitania, Iza, Tuta, Toca, Sogamoso, Tibasosa, Duitama, Paipa, Belencito, Chiquinquirá, San Miguel de Sema, Sora, Cucaita, Samacá y Tinjacá.

En el clima cálido, cubren la subcuenca del río Cobaría (VVKa) y se ubican en jurisdicción del municipio de Cubará, y en la cuenca del río Magdalena (VVBa), dentro del municipio de Puerto Boyacá, al occidente de Boyacá.

Las tierras de estas áreas se caracterizan por que se pueden utilizar en una forma intensiva, permitiendo el uso de maquinaria y la implementación de tecnologías de precisión

de tipo avanzado. Cuenta con buena infraestructura vial, lo que facilita el proceso de comercialización. La aptitud agropecuaria tiene limitaciones ligeramente moderadas, no hay problemas fitosanitarios e incluye las mejores tierras desde el punto de vista de su potencial productivo.

TABLA 51. Zonificación de Tierras del departamento de Boyacá

Unidades de Zonificación de Tierras	Símbolo	Descripción	Área (Ha)
Unidades de agricultura tecnificada	AT	Áreas de topografía plana, para cultivos comerciales y ganadería intensiva con pastos mejorados, en clima frío seco y húmedo y cálido muy húmedo y húmedo	77144.04
Unidades agropastoriles	AP	Áreas aptas para cultivos de clima muy frío, frío, medio y cálido que pueden alternar con parcelas de pastos naturales y mejorados. Áreas aptas para pastos naturales y mejorados en diferentes pisos térmicos, que pueden alternar con pequeñas parcelas de cultivos de subsistencia y comerciales. Alta concentración de piedra en superficie	251512.72
Unidades agrosilvopastoriles	AS	Áreas útiles para pastos naturales y mejorados, para el desarrollo de ganadería extensiva, que pueden alternar con cultivos de subsistencia y bosque protector-productor en diferentes pisos térmicos.	184195.68
Unidades protectoras-productoras	PP	Áreas para el desarrollo de bosque protector-productor con especies nativas y exóticas maderables	736967.32
Unidades de reforestación con fines protectores	PC	Áreas propias para la conservación del bosque protector actualmente existente, fomento de la vegetación natural y protección del medio ambiente.	649067.51
Unidades de conservación y preservación	CP	Áreas de islotes, diques angostos, rebordes de lagunas que se encuentran expuestos a desaparecer	19379.19
Unidades de manejo especial	MN	Áreas de belleza escénica de gran atractivo turístico donde no debe haber intervención del hombre.	133400.19
Parques naturales	PN1 PN2	PN1: El Parque Nacional Natural del Cocuy, con un área de 308.275 hectáreas y ubicado desde los 600 metros en la vertiente oriental de la cordillera Oriental hasta los 5358 m.s.n.m, en donde incluye la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán.	129423.50
		PN2: Páramo de Pisba con 35.703 ha.	35312.72
Reserva Forestal Protectora- CAR	RF	Áreas de reserva forestal protectora, según acuerdo CAR No. 15 de 1999, para el páramo de Telecom y Merchán; acuerdo No.9 de 1992 y resolución 158 DNP para el páramo Rabanal, y El Robledal, según acuerdo CAR No. 52 de 1981 y Resolución 64 de 1982 DNP.	3146.46
Santuario de Flora y Fauna	SF	Santuario de Flora y Fauna De IGUAQUE a una altura de 2400 y 3800 msnm con una extensión de 6.658 ha.	6658.23
Reserva natural	RN	Páramos y Cuchillas de la jurisdicción de CORPOCHIVOR y las unidades ME, en donde no se debe hacer ningún tipo de explotación, sólo se debe permitir la regeneración espontánea de la vegetación natural.	61773.23
Áreas Urbanas	ZU		5011.72
Cuerpos de agua	CA		7872.68

La agricultura mecanizada debe desarrollarse en las unidades VVBa y VVKa, con cultivos comerciales de arroz, maíz, sorgo, ajonjolí, soya, algodón y pastos mejorados (ángleton, guinea, puntero, brachiaria, pangola). En las unidades VLAA y VMaA los cultivos más indicados a explotar con una mayor intensidad son: papa, trigo, cebada, avena, arveja, maíz, y hortalizas (cebolla, acelga, apio, brócoli, coliflor, espárrago, espinaca, haba, lechuga, nabo, perejil, habichuela, nabo, remolacha, repollo, zanahoria) y pastos con leguminosas forrajeras (ray grass, festuca, falso poa, kikuyo, pasto azul, alfalfa, trébol). La explotación requiere de prácticas de manejo como fertilización, control de plagas y enfermedades, buen manejo del agua de riego, asistencia técnica y crédito dirigido.

Desde el punto de vista de la calidad de los suelos, en esta unidad de tierra, la inversión económica no es muy alta. Sin embargo, es necesario hacer seguimiento al impacto ambiental que pueden ocasionar los pesticidas utilizados en el control de plagas, malezas y enfermedades que afectan los cultivos, con el fin de aplicar los correctivos oportunamente.

7.2.2. Unidades Agropastoriles (AP)

Estas unidades se presentan en relieves de valles intramontanos y terrazas antiguas de los valles de los ríos principales del departamento y pendientes que no superan el 7%, en altitudes que van desde 500 hasta 3200 metros sobre el nivel del mar. También se localizan en relieves de lomas y glaciares correspondientes a los paisajes de Altiplanicie y Montaña, en diferentes altitudes.

Las zonas correspondientes a los relieves de vallecitos estrechos, de poca extensión, dentro del paisaje de montaña, contienen las unidades de suelos: MHHa, MHHb, MKHa, MKHap, MLHa, MMHa, AMHa, MOHa, MPHa, MRHa, MRHap, MVHa, MVHap y en las zonas que corresponden a las terrazas antiguas de los valles de los ríos Cobaría y Magdalena, en los municipios de Cubará y Puerto Boyacá contienen las unidades de suelos VUObI y VVDaI.

Los vallecitos de páramo bajo, correspondientes a las unidades MHHa y MHHb, ubicados a una altitud mayor de 3000 metros, con una distribución de lluvias en promedio anual de 1000 mm y temperatura media de 6° C, permiten utilizar los suelos con cultivos comerciales y/o de subsistencia de tipo transitorio, tales como: papa, trigo, cebada y hortalizas alternado con ganadería de tipo extensiva.

En las unidades MKHa, MKHap, MLHa, MMHa, AMH de clima frío muy húmedo, húmedo y seco, con precipitaciones de lluvia de 1000 a 4000 mm, se deben establecer ganaderías de tipo extensivo y semi-intensivo, y la siembra de cultivos de papa, maíz y hortalizas. En el clima frío seco la explotación agropecuaria requiere de riego supletorio por el método de aspersión.

En las unidades MOHa, MPHa, MVHa, MVHap, VUObI y VVKa, la distribución de las lluvias es bimodal, con un promedio anual superior a los 2000 mm y temperatura mayor de 18° C, lo cual, permite utilizar los suelos con cultivos comerciales y/o de subsistencia (café, plátano, caña panelera, maíz, tomate, yuca y sorgo) y ganadería con pastos naturales y mejorados (micay, imperial, guinea, brachiaria, pangola, puntero).

Las unidades MRHa y MRHap ubicadas en zonas planas sometidas constantemente a los desbordamientos del río Chicamocha, muestran una distribución de lluvias en promedio anual inferior a 1000 mm y una temperatura media anual superior a los 18° C. Su uso más rentable se logra con el cultivo de tabaco; sin embargo, a pesar de la alta fertilidad de los

suelos la relación Ca + Mg/K es mayor de 10, lo cual inhibe la absorción de potasio, nutriente esencial para el buen desarrollo de dicho cultivo. De ahí que se deban utilizar fertilizantes potásicos de alta solubilidad y fácil absorción, con el fin de lograr plantas de tabaco de alta calidad y, por consiguiente, buen precio.

En las márgenes de los arroyos, quebradas y ríos se debe fomentar el desarrollo de los bosques de galería para protección de los recursos hídricos y de la fauna silvestre.

Las unidades de suelos: MGVd, MGVdp, MHVd, AHVd, MKVd, MKVdp, MKCd, MLVdI, MLVeI, ALVdI, ALVeI, MMXdI, MMXdp, MMXcI, AMXdI, MPCdI, MPXd, MPXdp, MVXdI, MVXdp, se localizan en relieves de lomas y glacis correspondientes a los paisajes de Altiplanicie y Montaña. Todos ellos enmarcados en los climas: muy frío muy húmedo y húmedo; frío muy húmedo, húmedo y seco; medio muy húmedo y cálido húmedo.

Estas unidades de suelos tienen una baja fertilidad, su poca profundidad efectiva y la variedad de relieves (fuertemente ondulados, ondulados e inclinados), permiten alternar explotaciones de ganadería extensiva con cultivos comerciales y/o de subsistencia de tipo semipermanente o permanente, de acuerdo a la tenencia de la tierra y a las condiciones climáticas imperantes en la región, observando para ello prácticas de manejo y conservación adecuadas ya que la topografía y las condiciones de humedad así lo exigen.

De ninguna manera se recomienda el establecimiento de cultivos de tipo transitorio en áreas en donde la pendiente supere el 12%, y en donde existan evidencias de erosión de suelos en diferente grado de ocurrencia.

Estas áreas cuentan con buena infraestructura vial y en ellas se puede intensificar apreciablemente la ganadería, mediante una explotación tecnificada que incluya, selección de razas, establecimiento de praderas con pastos mejorados, división y rotación de potreros para evitar el sobrepastoreo, fertilización y riego artificial en las áreas de escasez de lluvias.

7.2.3. Unidades Agrosilvopastoriles (AS)

Estas tierras deben ser utilizadas para el establecimiento de actividades agrícolas, pecuarias y forestales de tipo protector-productor, bajo sistemas combinados y armonizados, sin permitir la utilización exclusiva de sistemas agropecuarios.

Se localizan en relieves de lomas y glacis de los paisajes de Montaña, Altiplanicie y Lomerío, con pendientes inferiores al 50%, susceptibles a procesos de escurrimiento difuso y movimientos en masa y, muchos de ellos, presentan acumulación de fragmentos de roca en superficie. Hacen parte de esta agrupación las siguientes unidades cartográficas: MGVe, MHVe, MHVep, AHVe, MKVe, MKVep, MKCe, MMXeI, MMXep, MPCeI, MPCep, MPXeI, MPXep, MRXdI, MRXep, MVXeI, MVXep; se localizan dentro de los climas muy frío muy húmedo y húmedo, frío muy húmedo, húmedo y seco, medio muy húmedo y seco y cálido húmedo.

En estas áreas el uso potencial es pastoreo de tipo extensivo, con potreros bien manejados y praderas con pastos naturales y mejorados.

La agricultura de subsistencia se puede combinar con la ganadería y para ello se deben realizar prácticas culturales y de conservación, como la siembra a curvas de nivel, la utilización de cultivos de estrato herbáceo o arbóreo, la utilización de herramientas manuales para evitar la erosión de los suelos y la degradación de las tierras.

Las áreas que presentan grado de erosión de tipo ligero, deben reforestarse y protegerse de la acción del hombre, evitando las quemas, tala de bosque e intervención humana. La cobertura vegetal debe ser permanente y si el uso actual viene siendo en actividades agropecuarias, éstas deben ser remplazadas en el menor tiempo posible, o en su defecto evitar las actividades pecuarias y reemplazarlas por el establecimiento de cultivos tipo multiestrata.

7.2.4. Unidades Protectoras- Productoras (PP)

Las áreas constituyentes de esta unidad se localizan en relieves de vigas, filas, crestas y crestones homoclinales y lomas de los paisajes de Montaña y Altiplanicie, con pendientes que oscilan entre 25-50 y 75%; en climas muy frío húmedo, frío pluvial, muy húmedo, húmedo y seco, piso térmico medio pluvial y muy húmedo, y el cálido húmedo.

Esta unidad contiene las siguientes unidades cartográficas de suelos: MHVf, MJEgr, MKEgr, MKEfr, MKVf, MKVfp, MKCf, MLEgr, MLEfr, MLVfI, MMAfI, MMAfp, AMVfI, MOEgr, MOEfr, MOXe, MPEgr, MPEfr, MPAfI, MPAfp, MVEgr, MVEfr, MVEer, MVAfI y MVAfp.

Los suelos se encuentran, en su mayoría, afectados por escurrimiento difuso en grado ligero, y muchos de ellos están afectados por Afloramientos Rocosos y pedregosidad en superficie.

Las unidades de tierra localizadas en este sector deben ser protegidas y conservadas permanentemente con el fin de mantener los recursos naturales, en lo que se refiere a suelos, flora, fauna y corrientes de agua que alimentan las cuencas de los ríos Magdalena, Chicamocha, Upía, Cobaría y Margua, entre otros.

En las áreas de altitud menor de 3000 metros y con precipitación de lluvias inferior a los 4000 mm., se puede permitir la explotación técnica y selectiva de los bosques con normas especiales establecidas, orientadas al mantenimiento de un dosel lo suficientemente significativo para la recuperación del bosque.

7.2.5. Unidades de Reforestación con fines Protectores (PC)

Las áreas para esta actividad se localizan en relieves predominantemente de crestas, crestones homoclinales y espinazos de los paisajes de Lomerío, Montaña y Altiplanicie, donde las pendientes oscilan entre 25 - 50%, 50 - 75% y mayores del 75%; dentro de los siguientes pisos térmicos y provincias de humedad: muy frío muy húmedo y húmedo, frío seco y medio seco.

Comprende las siguientes unidades cartográficas de suelos: LVDe2, LVGe2, MGEgr, MGVf, MHEgr, MHEfr, AHEfr, MMEgr, MMEfr, MMBf2, MMCE2, MMCD2, AMVe2, MREgr y MREfr. En su mayoría, se encuentran afectados por escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado y por Afloramientos Rocosos en grandes extensiones y en forma escalonada.

Debido al uso y manejo inadecuado a que han estado sometidos los suelos y a la devastación de la vegetación natural, el avance de la erosión y de los movimientos en masa se ha acentuado; por lo tanto, estas áreas se deben reforestar. El establecimiento de bosques protectores es una prioridad, y se debe adelantar, en lo posible, con especies nativas, con el propósito de recuperar y proteger el recurso suelo. Se debe procurar mantener un dosel superior denso para proteger los suelos del impacto de las gotas de agua, en época invernal. También es necesario propiciar la regeneración natural de las especies forestales con el fin de recuperar el equilibrio ecológico.

7.2.6. Unidades de Conservación y Preservación (CP)

Esta unidad biofísica incluye las siguientes unidades cartográficas de suelos: VVAa, VVla, VVCa y VMBa, y se localizan en las márgenes e islotes de los ríos Magdalena y Cobaría, así como en los rebordes de las lagunas de Palagua, Tota y Fúquene.

Por su ubicación especial, estas zonas están expuestas a ser arrasadas por las corrientes de agua de los ríos y a mantenerse permanentemente con agua o a desecarse totalmente. Por consiguiente, se deben proteger y preservar con el fin de regular los cauces de los ríos, y en los alrededores de las lagunas mantener el equilibrio de la flora y la fauna, fomentando su propagación.

7.2.7. Unidades de Manejo Especial (MN)

Esta unidad biofísica comprende las áreas cuyo hábitat frágil debe protegerse por su alto valor ecológico y turístico, además, en ellas nacen las corrientes de agua que alimentan las cuencas hidrográficas de los ríos Chicamocha y Arauca.

Incluye las unidades cartográficas MAEgr, MBEgr, MEEgr de los pisos térmicos nival, subnival y extremadamente frío, respectivamente; ocupando extensas regiones dentro la cordillera Oriental, en alturas que van desde los 3600 metros hasta de 5380 metros sobre el nivel del mar en la Sierra Nevada del Cocuy, la cual, constituye la única altura nevada de la cordillera, y está conformada por veinticinco (25) picos nevados entre los que se destacan el Ritacuba Blanco (el punto más prominente), el Pan de Azúcar, el Púlpito del Diablo, el Cóncavo, el Ritacuba Negro y el Ritacuba Norte.

Los Afloramientos Rocosos ocupan gran parte de la unidad y se localizan en la Sierra Nevada del Cocuy, en la serranía de las Quinchas, la cordillera del Zorro y los páramos de la Rusia, Guantiva, Pisba, Chontales y Rechíniga. Tan sólo, en la unidad MEEgr se encuentran algunos suelos muy superficiales que logran sostener la siguiente vegetación: fraylejón (*Espeletia grandiflora*), chite (*Hypericum laricifolium*), palo colorado (*Polylepis quadrijuga*), musgos (*Sphagnum spp*), mano de oso (*Oreopanax floribundum*), árnica (*Senecio formosus*), canelo de páramo (*Drymis granadensis*), sauco montañero (*Viburnum triphyllum*), chusquea (*Chusquea tessellata*), uva de anís (*Cavendishia cordifolia*) y uva caimaroná (*Macleania rupestris*).

Las normas y decretos de la legislación nacional tendientes a asegurar la conservación de los recursos naturales y el suministro de agua para la población, indican que estas áreas deben ser dedicadas a la protección de los recursos hidrobiológicos.

7.2.8. Parques Nacionales Naturales (PNI y PN2)

La Unidad PNI, corresponde al Parque Nacional Natural del Cocuy que es el único en los departamentos de Boyacá y Arauca y que fue creado en 1977. Está ubicado en altitudes que van desde los 600 metros, en el piedemonte de la cordillera Oriental, hasta sus cumbres a 5358 metros, en donde se encuentra la Sierra Nevada del Cocuy, Chita o Güicán. Tiene una extensión de 308.275.11 hectáreas y en su territorio se originan numerosos e importantes ríos y quebradas y afluentes de los ríos Arauca, Casanare y Chicamocha. Su clima es húmedo dentro de los pisos térmicos cálido, medio, frío, muy frío, extremadamente frío, subnival y nival, con una temperatura media de 23°C en las vertientes bajas y de 3°C en las cumbres. Las áreas por encima de los 3000 m.s.n.m han estado influenciadas por eventos glaciáricos que han originado espectaculares lagunas, de gran atractivo turístico y deportivo de alta

montaña. La vegetación está representada por los bosques de los diferentes pisos térmicos mencionados anteriormente. La fauna está representada por dantas, micos maiceros, osos de anteojos, conejo de páramo, torcazas, tatascos, cucaracheros y paujiles.

La unidad PN2, comprende lo correspondiente al Páramo de Pisba en un área aproximada de 35.706,23 hectáreas.

7.2.9. Reserva Forestal Protectora (RF)

Esta hace referencia a los datos suministrados por la subdirección de Patrimonio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, en el mes de agosto de 2004, la cual contiene las Reservas Forestales Protectoras que la Corporación tiene en su jurisdicción y que corresponden al departamento de Boyacá.

- Reserva Forestal Protectora de Páramo de Telecom, y Merchán, perteneciente al municipio de Saboya, con un área total declarada de 2346 hectáreas en el Acuerdo CAR No. 15 de 1999.
- Reserva Forestal Protectora de Páramo Rabanal, situado entre los municipios de Guachetá, Lenguaque en Cundinamarca y Ráquira en Boyacá, con un área total declarada de 2681 hectáreas, según Acuerdo CAR No. 09 de 1992 y Resolución 158 DNP.
- Reserva Forestal Protectora, El Robledal, situado entre los municipios de Guachetá, Cundinamarca y Ráquira, Boyacá, en un área total declarada de 400 hectáreas, según Acuerdo CAR No. 52 de 1981 y Resolución 64 de 1982 DNP.

7.2.10. Santuario de Flora y Fauna (SF)

Son áreas que se localizan dentro de la jurisdicción del Santuario de Flora y Fauna de IGUAQUE, a una altura de 2400 y 3800 m.s.n.m creado en 1977. Está ubicado al noroeste del departamento, en la cordillera Oriental, entre los municipios de Arcabuco, Chiquiza y Villa de Leyva con una extensión de 6.658,23 ha con alturas entre 2400 y 3800 m.s.n.m El clima es frío y muy frío con alta pluviosidad. La cobertura vegetal está representada por un bosque nublado donde sobresalen los robles, alisos, quina, pino colombiano, orquídeas, bromeliáceas, musgos, líquenes y helechos. La fauna está representada por micos nocturnos, ardillas, venado soche blanco y de páramo, perdices, zorros y águilas. En la Reserva Natural, que es fuente hídrica, existen hermosas lagunas como la de Iguaque, considerada por la mitología Muisca como cuna de la humanidad.

La información concerniente a los Parques Nacionales Naturales de Boyacá, como es el la Sierra Nevada del Cocuy y el Páramo de Pisba, como también el Santuario de Flora y Fauna, fue suministrada por la Dirección General de la **Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)**, adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, enviada en el mes de septiembre de 2004.

7.2.11. Reserva Natural (RN)

Son áreas que se localizan en relieves de vigas y lomas dentro de los paisajes de Montaña y Altiplanicie, en clima frío seco, en jurisdicción de los municipios de Villa de Leyva, Cucaita, Sora, Ráquira, Chiquiza, Samacá, Duitama y Paipa e incluyen las tierras de misceláneo erosionado identificadas en el mapa de suelos con el símbolo ME.

En estas áreas por sus condiciones de ubicación geográfica, donde las lluvias son muy escasas y su distribución muy mala, han actuado los procesos erosivos intensamente, produciendo en los suelos un escurrimiento concentrado de grado muy severo, originando cárcavas amplias y profundas. No es permitido ningún tipo de uso agrícola o pecuario.

También se localizan en esta unidad, las áreas destinadas para la conservación, que se encuentran en jurisdicción de CORPOCHIVOR, que corresponde a los Ecosistemas de los Páramos de RABANAL (3568 ha), BIJAGUAL (2134 ha), MAMAPACHA (12026 ha), CASTILLEJO (5293 ha), CRISTALES (2803 ha), y las Cuchillas SAN CAYETANO (3169 ha), NEGRA (5879 ha), GUANEQUE (5065 ha), CALICHANA (3214 ha), EL VARAL (3154 ha), BUENAVISTA (5630 ha), SAN AGUSTÍN (6208 ha), y El Alto LA AGUJA (3723 ha). Esta información fue suministrada por la **Subdirección de Planeación de la Corporación Autónoma Regional de Chivor, CORPOCHIVOR**, en septiembre de 2004.

7.2.12. Áreas Urbanas (ZU)

El departamento de Boyacá es una región extensa de 23.189 Km², con 123 municipios diversos entre sí, 123 corregimientos, 185 inspecciones de policía, numerosos caseríos y sitios poblados, enmarcados todos ellos dentro de 15 provincias.

La provincia Centro es conocida por la belleza de sus paisajes, por sus riquezas arquitectónicas y sus atractivos religiosos, culturales e históricos y por el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque. La ciudad de Tunja es su capital y la del departamento y hacen parte de la provincia otras 14 poblaciones: Cómbita, Cucaita, Chíquiza, Chivatá, Motavita, Oicatá, Samacá, Siachoque, Sora, Soracá, Sotaquirá, Toca, Tuta y Ventaquemada.

La provincia de Gutiérrez es conocida por encontrarse en ella, la Sierra Nevada del Cocuy, zona de reserva hidrográfica y forestal de gran valor ecológico; además, su paisaje es uno de los más asombrosos e imponentes del país. La población de El Cocuy es la capital y cinco poblaciones más hacen parte de la provincia: Chiscas, El Espino, Guacamayas, Güicán y Panqueba.

La provincia de la Libertad tiene origen indígena de la familia caribe y se caracteriza por una marcada influencia religiosa en los procesos de colonización que datan desde la época de la colonia, a esta región se la ha considerado puerta de entrada a los Llanos Orientales, a través del departamento de Casanare. Tiene como capital a Labranzagrande, y además, cuenta con otras tres poblaciones: Pajarito, Paya y Pisba.

La provincia de Lengupá es cuna de los antiguos y ya desaparecidos Teguas, famosos por sus conocimientos en medicina popular; en la actualidad es conocida por sus plantaciones de cítricos y de café tipo gourmet. Tiene como capital a Miraflores y a cinco poblaciones más: Berbeo, Campohermoso, Páez, San Eduardo y Zetaquirá.

La provincia de Márquez, es conocida por su vocación agropecuaria especialmente con la producción de manzanas, duraznos y ciruelas de excelente calidad. Ráquira es la capital de la provincia, de la cual hacen también parte las poblaciones de: Boyacá, Ciénega, Jenesano, Nuevo Colón, Ramiriquí, Rondón, Tibaná, Turmequé, Úmbita y Viracachá.

La provincia de Neira, conocida por ser la ruta alterna al Llano que permite comunicar a Bogotá con la Orinoquía colombiana, la integran, además, de la capital, Garagoa, cinco centros urbanos más: Chinavita, Macanal, San Luis de Gaceno, Pachavita y Santa María.

La provincia Norte conocida en el ámbito nacional por su localización en el cañón del río Chicamocha, por sus cultivos de tabaco, por la producción caprina y por los dátiles de su capital Soatá. Las otras poblaciones que integran la provincia corresponden a: Boavita, Covarachía, La Uvita, San Mateo, Sativanorte, Sativasur, Susacón y Tipacoque.

La provincia Occidente conocida antes como territorio Vásquez es muy rica en esmeraldas. Tradicionalmente su población es indígena, perteneciente al grupo de los “muzos”, descendientes de la familia caribe, quienes sobresalían por su belicosidad y arraigo a la tierra. Chiquinquirá es su capital, que junto con 14 poblaciones más integran la provincia: Caldas, Briceño, Buenavista, Coper, La Victoria, Maripí, Muzo, Otanche, Pauna, Quípama, Saboyá, San Miguel de Sema, San Pablo de Borbur y Tununguá.

La provincia Oriente se caracteriza por la producción de esmeraldas y por los factores estratégicos como la vía alterna al llano, que conecta al departamento del Meta con Bogotá y la hidroeléctrica de Chivor. Está integrada por 8 poblaciones: Guateque su capital, Almeida, Chivor, Guayatá, La Capilla, Somondoco, Sutatenza y Tenza.

La provincia de Ricaurte, que está cruzada por la vía que comunica a Bogotá y Tunja con Bucaramanga, presenta una intensa actividad turística cultural, religiosa, artesanal y ecológica. También es conocida por la alta producción de panela. Moniquirá es la capital y junto con 13 poblaciones más, integran la provincia: Arcabuco, Gachantivá, Chitaraque, Moniquirá, Sáchica, San José de Pare, Santana, Santa Sofía, Sutamarchán, Tinjacá, Togüí y Villa de Leyva, ésta última declarada Monumento Nacional en 1954 por su patrimonio arqueológico, histórico, artístico y por su arquitectura colonial.

La provincia Sugamuxi, lugar de importantes asentamientos indígenas pertenecientes a la familia muisca, se ha caracterizado por la gran riqueza de los recursos mineros (carbón mineral, hierro, roca fosfórica, cuarzo, asfalto, arcilla puzolana, mármol y calizas) y por la actividad comercial. Su capital es Sogamoso y las otras poblaciones que integran la provincia son: Aquitania, Cuitiva, Firavitoba, Gámeza, Iza, Mongua, Monguquí, Nobsa, Pesca, Tibasosa y Tópaga.

La provincia de Tundama cuenta con un corredor industrial, aguas termominerales y una importante actividad pecuaria y minera. Su capital es Duitama y 8 poblaciones más integran la provincia: Belén, Busbanzá, Cerinza, Corrales, Floresta, Paipa, Santa Rosa de Viterbo y Tutazá.

La provincia Valderrama es conocida por su actividad minera tanto carbonífera como de calizas, pero principalmente por su producción de mineral de hierro con destino a la siderúrgica Acerías Paz de Río. Socha es la capital y 6 poblaciones más hacen parte de la provincia: Betéitiva, Chita, Jericó, Paz del Río, Socotá y Tasco.

El Distrito Fronterizo de Cubará, conformado por un sólo municipio cuya capital es Cubará; se caracteriza por su alta población indígena, donde sobresalen los resguardos: U'WA; Tauretas-Aguablanca y Cobaría-Tegría-Bocotá-Rinconada.

Zona de Manejo Especial de Puerto Boyacá, conformada por el municipio del mismo nombre, e integrada geográfica y económicamente a la Región del Magdalena Medio.

Las ciudades que aparecen en el mapa de Zonificación de Tierras con forma de polígono son Tunja, Sogamoso, Paipa, Duitama, Chiquinquirá y Puerto Boyacá y representadas con el símbolo ZU; las otros municipios aparecen en forma de punto, en la cartografía base.

7.2.13. Cuerpos de Agua (CA)

El departamento de Boyacá cuenta con numerosas lagunas naturales de gran belleza, visitadas por numerosos turistas, deportistas náuticos y montañistas; entre ellas son notables las de Tota, Sochagota, Fúquene en zonas de clima frío, a más de 2500 metros sobre el nivel del mar y las enmarcadas en las cimas de la Sierra Nevada del Cocuy a más de 3600 metros.

Esta unidad biofísica, cuyo hábitat frágil debe protegerse para bien de la humanidad, comprende las áreas de las lagunas y embalses construidos para generar energía eléctrica, y se identifican en el mapa con el símbolo CA y representadas en la Tabla 52.

Tabla 52. Lagunas y Embalses del departamento de Boyacá

Nombre de Laguna o Embalse	Municipio
Laguna Rusia	Chiscas
Laguna El Duende	Güicán
Laguna Grande de los Verdes	Güicán
Laguna La Isla	Güicán
Laguna La Cueva	Güicán
Laguna Rincón	Güicán
Laguna Grande	Güicán
Laguna La Plaza	Güicán
Laguna Grande	El Cocuy
Laguna Sochagota	Paipa
Laguna La Tota	Aquitania
Laguna Fúquene	San Miguel de Sema
Laguna Palagua	Puerto Boyacá
Embalse Teatinos	Ventaquemada
Embalse Gachaneque	Samacá
Embalse Chivor	Santa María

El sistema hidrográfico de Boyacá está constituido por numerosos ríos y quebradas que nacen en la cordillera Oriental, y son afluentes directos o de alguno de los tributarios de los ríos Magdalena, Meta y Arauca; entre los ríos que confluyen a la cuenca del Magdalena están el Ermitaño, Negro, Minero, Suárez, Sutamarchán, Sáchica, Chíquiza, Iguaque, Arcabuco o Pómeca, Ubazá, Riachuelo, Moniquirá, Chicamocha, Chorrera, Tuta, Pesca, Tota, Saguera, Sasa, Cambas, Loblanco, Rechimíniga, Chitano y Susacón; entre los tributarios directos o secundarios del río Meta cabe mencionar: Garagoa, Funjita, Fuche Mueche, Lengupá, Guavio, Upía Cusiana, Siamá, Cravo Sur, Negro, Pisba, Tocaria, Nunchía, Encomendero y Pauto; desembocan en el río Arauca o en alguno de sus afluentes los ríos Garrapato, Culebras, Orozco, Chuscal, La Unión, Rifles, Cubugón, Derrumbado, Támara, Cobaría, Royatá y Bojabá.

7.2.14. Centros Mineros

La minería, especialmente la de esmeraldas, se ha llevado a cabo de manera ilegal, mediante explotación de hecho, sin equipo y sin asesoría. Esto conlleva a que los municipios y el departamento no perciban mayores ingresos por concepto de regalías mineras. En 1996 en la provincia de Occidente Bajo (Briceño, Buenavista, Coper, La Victoria, Maripí, Muzo, Otanche, Pauna, Quípama, San Pablo de Borbur y Tununguá) con un potencial esmeraldífero calculado en más de 500.000 hectáreas (serranía de las Quinchas y el páramo de la cuchilla de Peñas Blancas), por concepto de explotación de esta riqueza la contraprestación económica significó un total de 2000 millones de pesos; de estos, 400 millones corresponden a MINERALCO S.A. y el resto a los municipios mencionados a título de compensaciones.

A partir de octubre de 1993 es facultad del departamento, la expedición de las licencias a las exploraciones y explotaciones mineras diferentes al carbón, incrementándose con esto dicha actividad en el departamento.

La producción petrolera en Puerto Boyacá se ha caracterizado por la baja rentabilidad con tendencia a la disminución: de 41.000 barriles en 1959 se pasó a 16.000 barriles en 1994. Actualmente las concesiones dadas por la nación a la Texas Petroleum Company terminaron y los yacimientos se agotaron. Es probable que en el municipio de Cubará se inicien exploraciones.

Existen en el departamento de Boyacá yacimientos de los siguientes minerales: carbón térmico, grafito, hierro, plomo, manganeso, yeso, cobre, sal, zinc, cuarzo, arcilla puzolana, mármol, roca fosfórica, caolín y caliza.

Según el IFI (1993), las reservas carboníferas en Boyacá se calculan en 2.025 millones de toneladas, de óptima calidad y con bajo contenido de azufre y cenizas. La entidad financiera ECOCARBON, reconoce 177 explotaciones legales de carbón. La minería de este producto se ha desarrollado, especialmente, en los municipios de Corrales, Paipa, Samacá, Tunja, Ventaquemada, Sogamoso, Firavitoba, Tibasosa, Iza, Nobsa, Monguquí, Motavita, Chivatá, Tuta, Cómbita, Tasco, Socha, Socotá y Jericó.

El mineral de hierro tiene sus principales yacimientos en los municipios de Paz del Río, Tasco y Socha. La minería de la arcilla también se ha incrementado con la industria de cerámica en Ráquira y con la presencia de chircales en los municipios de Tunja y Samacá. Por la presencia de la industria cementera (cementos Boyacá y Paz del Río) también se ha desarrollado la minería de caliza y yeso.

7.2.15. Centros Turísticos

El departamento de Boyacá se destaca por su amplio potencial turístico, no sólo en Tunja, ciudad atractiva por los sitios de riqueza arquitectónica y atractivos religiosos, culturales e históricos, sino también en la población de Paipa, por la excelente calidad de sus aguas termominerales, la ubicación de su lago Sochagota con facilidades para la práctica de deportes náuticos y sus sitios de interés históricos como el Pantano de Vargas y la Hacienda Casona, El Salitre; en el municipio de Boyacá sobresalen los monumentos a la libertad situados en el Puente de Boyacá.

Villa de Leyva fue declarada Monumento Nacional en 1954 por su patrimonio arqueológico, histórico, artístico y su arquitectura colonial.

En el municipio de Ráquira se encuentra el desierto de la Candelaria con su monasterio Ecce Homo, además, es centro tradicional de la artesanía de cerámica.

La provincia Neira (Garagoa, Chinavita, Macanal, Pachavita, San Luis de Gaceno y Santa María) tiene grandes posibilidades de desarrollar deportes no convencionales, como: montañismo, vela, esquí; además, en el municipio de Chinavita hay termales y artesanías y en Santa María se encuentra la represa de Chivor con innumerables alternativas turísticas.

La provincia Norte (Soatá, Boavita, Covarachía, La Uvita, San Mateo, Sativanorte, Sativasur, Susacón y Tipacoque) se destaca por sus expresiones culturales, tales como: artesanías, arquitectura colonial, museos arqueológicos e iglesias y gran variedad de paisajes y lugares escénicos naturales.

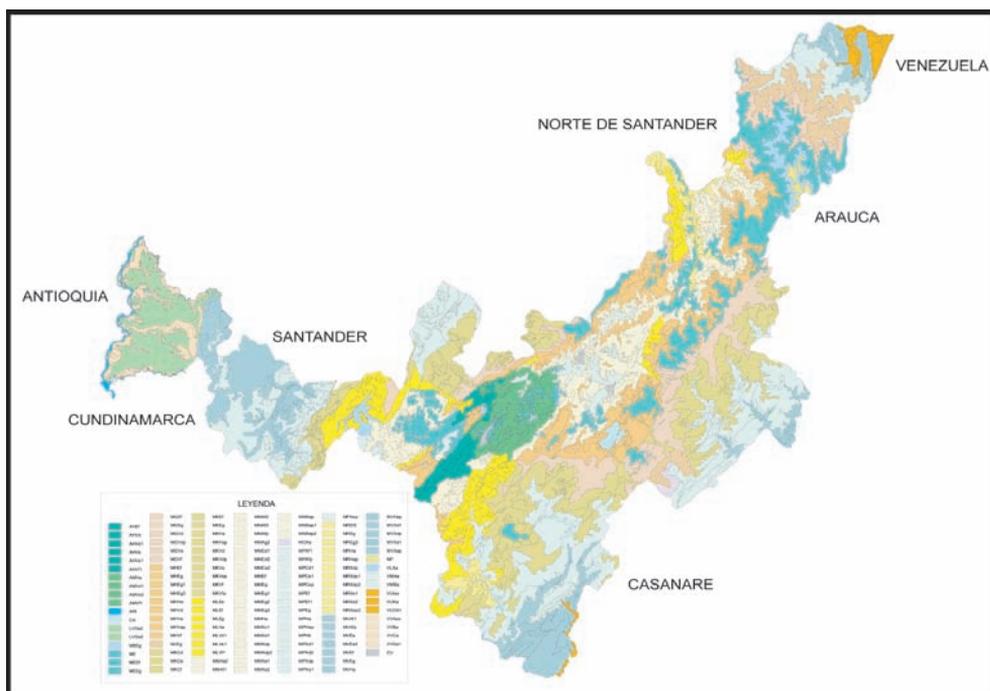


FIGURA 58. Mapa de Suelos del departamento de Boyacá.

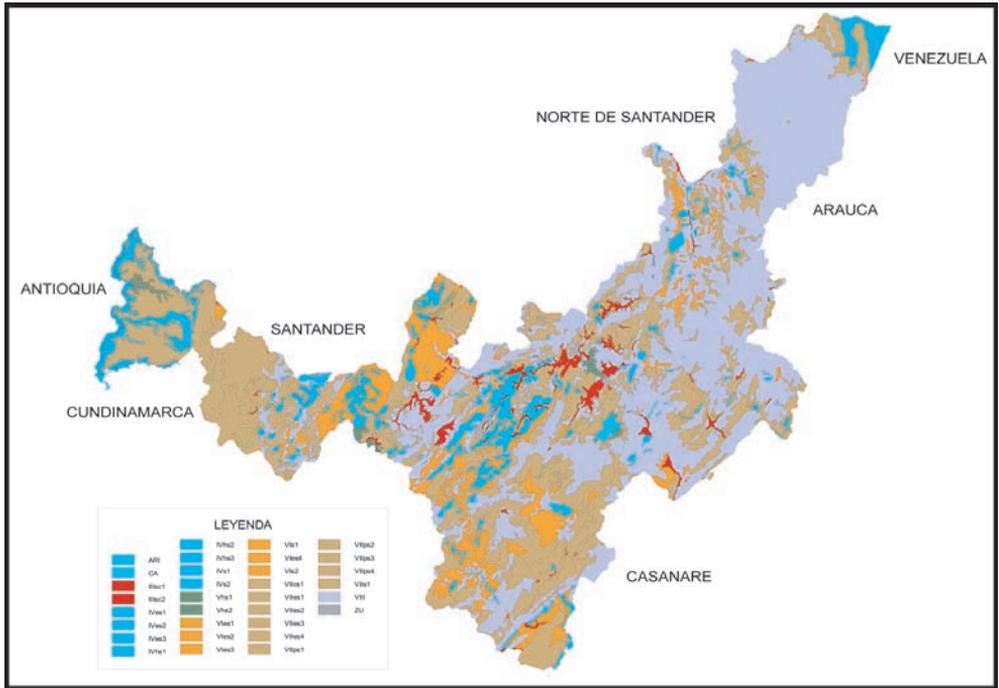


FIGURA 59. Mapa de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso del Departamento de Boyacá.

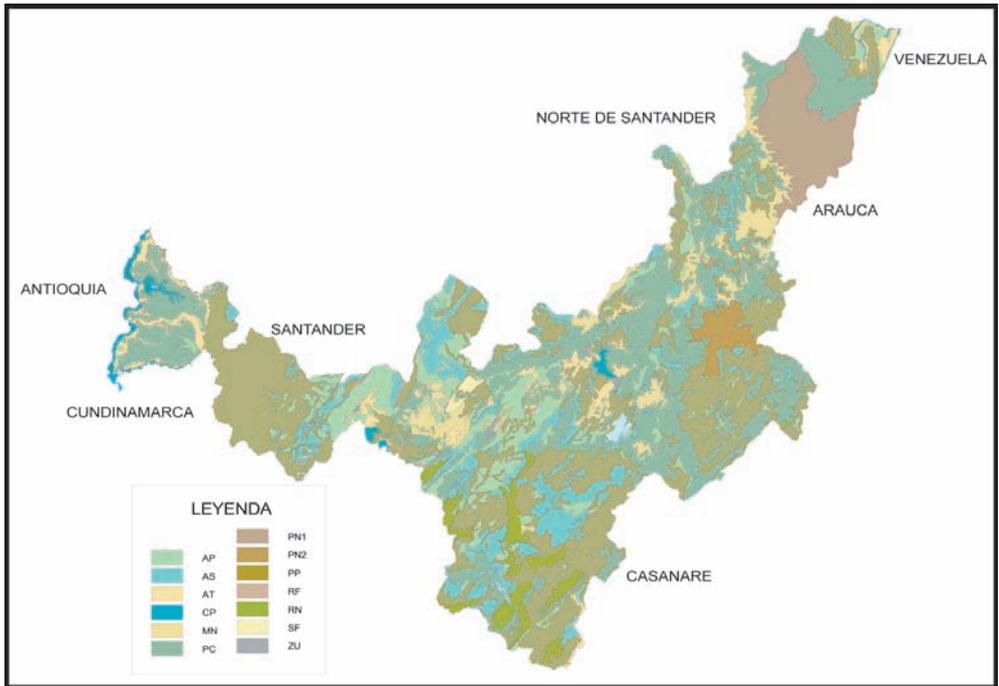


FIGURA 60. Mapa de Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá.

- BAVER, L.D. y W. GADNER. 1973. Física de Suelos. México. ed. UTHEA.
- BUOL, S. W; HOLE, F.D.; Mc CRAKEN, R.J. Soil Genesis and Classification. The Iowa State University Press. Ames. 1980. 404 p.
- BURGL, H. El Cretáceo Inferior en los alrededores de Villa de Leyva Boyacá, Bol. Geol. Inst. Nal. Vol. 2 No 1, Bogotá, 1954. 5 - 22 p.
- BURGL, H, Historia Geológica de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 11, N° 43. Bogotá. 1961. pp. 137 - 191
- BURGL, H, Historia Geológica de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 11, N° 43. Bogotá. 1961. Pp. 137 - 191.
- CEDIEL F. Grupo Girón. Una Molasa Mesozoica de la Cordillera Oriental, Bol. Geol. Vol. 16 No 1-3, Bogotá, 1968. p 5 - 96 p.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CHIVOR, CORPOCHIVOR. Subdirección de Planeación. Información digital de los Ecosistemas Estratégicos de su Jurisdicción. 2004.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA, CAR. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Información digital de los Reserva Forestal Protectora de Páramo de Telecom, Reserva Forestal Protectora de Páramo Rabanal y la Reserva Forestal Protectora, EL Robledal Ecosistemas Estratégicos de su Jurisdicción. 2004.
- CORTES.A. 1972. Mineralogía de los suelos derivados de cenizas volcánicas de la cordillera Central de Colombia. Bogotá, Centro Interamericano de Fotointerpretación. 50 p.
- CORTÉS, A. Y MALAGON, D. Los Levantamientos Agrológicos y sus Aplicaciones Múltiples. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, UJTL., 1984. 360 p.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Colombia Estadística 85, DANE. Bogotá, 1985. 580 p.
- _____. Colombia Estadística 1995. DANE, Bogotá 1995. 635 p.
- _____. Anuario de industria manufacturera 1983. Bogotá. 1985. 399 p.
- DUCHAUFOR, P. Manual de Edafología. Edición en español. Editorial Masson S.A. Paris. 1987. 209 p.
- EL TIEMPO. Marzo 15 de 2000. El petróleo en 1999, Suplemento económico. Casa Editorial El Tiempo. 2000.

ETAYO F. Posición de las Faunas en los depósitos Cretácicos colombianos y su valor en la subdivisión cronológica de los mismos. Bol. Geol. UIS, No 16-17, Bucaramanga, 1964. 142 p.

ETAYO, F. Et al. Contornos sucesivos del mar Cretáceo en Colombia. Memorias Ier Congreso Colombiano de Geología. Bogotá. 1969. 217 – 253 p.

FABRE A. Geología de la extremidad sur de la Sierra Nevada del Cocuy y los alrededores de la Salina y Sácama. Informe 1911 INGEOMINAS, Bogotá, 1983. 42 p, 58 Ilustraciones.

FLOREZ A. Colombia: Evolución de sus Relieves y Modelados, Publicación Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios de Espacio y Territorio. Talleres gráficos Unibiblos. Bogotá, 2003. 238 p.

FORERO, A. Estratigrafía del Precámbrico en el flanco Occidental de la Serranía del Perijá. Geología Colombiana, N° 7. Bogotá. 1970. 7 – 78 p.

GAVANDE, S. 1998. Física de suelos. (2° edición). México. Ed. Limusa.

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ. Secretaría de Planeación Departamental. Plan de desarrollo de Boyacá, resumen ejecutivo. Tunja. Gobernación de Boyacá. 1991. 4v. 764 p.

_____. Anuario Estadístico de Boyacá 1989-1990. Gobernación de Boyacá. 1991. 496 p.

_____. Anuario Estadístico, Boyacá en Cifras. Gobernación de Boyacá. 1999. 428 p.

_____. Perfiles Provinciales de Boyacá 1997. Gobernación de Boyacá. 1997. 357 p.

_____. Secretaria de Agricultura y URPA. Evaluaciones agropecuarias municipales, 1998, boletín N° 12, Tunja, 1998. 94 p.

GOLDSMITH, F., MARVIN, R. y MEHNERT., H., Radiometric ages in the Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. U.S. Geological Survey Profesional Paper 750-D, D44-D49. Washington D.C. 1971.

GONZÁLEZ, H., NUÑEZ, A. y PARÍS, G., Memoria explicativa del mapa Geológico de Colombia, escala 1: 1.500.000. Ingeominas, Bogotá. 1988.

GROSSER, J. y PROSSEL, K. First evidence of the Silurean in Colombia. Palinostratigraphic data from the Quetame Massif, cordillera Oriental, Journal of South american Earth Science. Vol. 4, N°3. 1991.

HUBACH E. Yacimientos de Mineral de Hierro, Carbón y Caliza en Colombia como base para la Industria Siderúrgica. Servicio Geológico Nacional. Informe 769, Bogotá, 1951.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM, Estudio Nacional del Agua, Bogotá, D. C. 2000.

_____. Registros climatológicos de varias estaciones del departamento de Boyacá, IDEAM. Bogotá, 1999.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Atlas Básico de Colombia. sexta edición. IGAC. Bogotá. 1989. 446 p.

_____. Atlas Básico de Colombia. IGAC. Bogotá. . 1998. CD - ROM versión 1.0.

_____. Diccionario Geográfico de Colombia. IGAC, 1996. P 561-587 y otras.

_____. Estudio General de Suelos de algunos Municipios de las Provincias de El Centro, Occidente, Ricaurte y Tundama. IGAC. Bogotá. 1982.

_____. Estudio General de los Suelos de la Margen Izquierda del rio Chicamocha, al Noreste de Duitama. Bogotá, IGAC. 1975.

_____. Estudio General de Suelos de la Parte Occidental del departamento de Boyacá. IGAC. Bogotá. 1982. 861 p.

-Estudio General de Suelos de la Provincia de Ricaurte y el Municipio de Samacá. IGAC. Bogotá. 1975. 553 p.
-Estudio General de Suelos de los Municipios de Aquitania, Cuitiva, Firavitoba, Iza, Monguí, Nobsa, Sogamoso, Tibasosa, Tópaga y Tota. IGAC. Bogotá. 1980.
-Estudio General de Suelos de los Municipios de Boavita, Cubará, Chiscas, El Cocuy, Guacamayas, El Espino, La Uvita, San Mteo, Panqueba y Guicán. IGAC. Bogotá. 1981.
-Estudio General de Suelos de los Municipios de Chita, Jericó, Socotá, Socha, Tasco, Gameza, Mongua, Pajarito, Labranzagrande, Pisba y Paya. IGAC. Bogotá. 1981.
-Estudio General de Suelos de los Municipios de Viracachá, Ciénega, Ramiriquí, Boyacá, Jansano, Nuevo Colón, Tibaná, Turmequé y Ventaquemada. Bogotá, IGAC. 1978.
-Estudio General de Suelos del Valle de Tenza, Región de Lengupá y Municipio de Pesca. IGAC. Bogotá. 1977.
-Estudio General de Suelos para fines agrícolas, de los municipios de Tuta, Toca, Cóbbita y Sotaquirá. Bogotá, IGAC. 1972. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Quinta edición. IGAC. Bogotá. 1990. 323 – 347 p.
-Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Quinta edición. Bogotá, IGAC, 1990. 323 – 347 p.
-Propiedades Físicas de los Suelos. IGAC, Bogotá. 1972.
-Propiedades Químicas de los Suelos. IGAC, Bogotá. 1972. 413 p.
-Subdirección de Agrología. Génesis y Taxonomía de los Andisoles Colombianos, Investigaciones. Volumen III, N° 1. IGAC. Bogotá. 1991. 118 p.
-Subdirección de Agrología. Taxonomía de Suelos, Volumen XII - 1. IGAC. Bogotá. 1976. 471 p.
-Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso, IGAC, Bogotá, 1995. 632 p.
- INGEOMINAS. Atlas geológico digital de Colombia versión 1.0, memoria técnica. Bogotá, 1997. 252 p.
-Mapa geológico de Colombia plancha 169 - Puerto Boyacá, memoria explicativa: INGEOMINAS. 1994. 31 p.
-Mapa geológico de Colombia plancha 189 - La Palma, memoria explicativa: INGEOMINAS. 1994. 57 p.
-Recursos Minerales de Colombia. Segunda Edición. Bogotá. 1987.
- MALAGON, D. 1979. Fundamentos de mineralogía de suelos. Mérida, Venezuela. CIDIAT. 747. P.V2.
- NOTESTEIN F., B. Geology of the Barco Concesion, Republic of Colombia, South American. Bull. Geol. Soc. Amer. (Boulder Colorado), vol. 55, New York, 1944. 1165 – 1215 p.
- PORTA, C., y M. LÓPEZ y C. ROQUERO. 1994. Edafología. España ed. Mundi - Prensa.
- PELTIER. Climatic Geomorphologie. Geography Readlings. Mc Millan Co. London. 1977. 296 p.
- RENZONI, G. Mapa geológico de Colombia plancha 193 - Yopal, memoria explicativa: INGEOMINAS. 1991. 19 p.
- RESTREPO-PACE, P. Late Precambrian to early Mesozoic tectonic evolution of the Colombian Andes, based on new geochronological, geochemical and isotopic data. Ph.D. thesis, University of Arizona. 1995. 1 – 195 p.

RENZONI, G. Mapa geológico de Colombia plancha 193 -Yopal, memoria explicativa: INGEOMINAS. 1991. 19 p.

RODRIGUEZ, E y ULLOA, C. Guía de la excursión geológica N° 4, Bogotá - La Dorada. Tercer Congreso Colombiano de Geología. 1981.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE METEOROLOGÍA. Revista Atmosférica N° 5. SOCOMET. Bogotá. 1986. 97 p.

SOIL SURVEY STAFF. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Soil conservation service, Eight Edition. Washington D.C. 1998. 325 p.

ULLOA, C y RODRIGUEZ, E. Mapa geológico de Colombia plancha 190 - Chiquinquirá, memoria explicativa, INGEOMINAS. 1991. 26 p.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SISTEMAS DE PARQUES NACIONALES NATURALES. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección General. Información digital de las áreas de Parques Nacionales Naturales y Santuario de Flora y Fauna del departamento de Boyacá. 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. Clasificaciones climáticas, clasificaciones ecológicas. Palmira. 1983. 35 p.

VILLOTA, G.H. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación biofísica de tierras. Subdirección de Docencia e Investigación. Santafé de IGAC. Bogotá. 1994. 285 p.

ZINCK, J.A. Aplicación de la geomorfología de levantamientos de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos. Subdirección de Agrología. IGAC. Bogotá. 1987. 178 p.

