

PEDOGENESIS DE LA CUENCA BAJA DEL RIO GUAYAS Y SU RELACION CON EL RELIEVE, CLIMA Y GEOLOGIA

Omar Valverde¹, Giovanni Segarra¹ y Darwin Yáñez¹

¹ Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN). Componente Geopedología y Amenazas Geológicas. Correo electrónico: omarobvalarias82@hotmail.com

RESUMEN

Actualmente, se está realizando el proyecto: Generación de Geoinformación en la cuenca del río Guayas para la gestión del territorio, escala 1: 25 000, impulsado por el gobierno Nacional, a través de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES, y ejecutado por el CLIRSEN (2009-2010). Dentro de este proyecto, se desarrolla el levantamiento de suelos, apoyado por sensores remotos, sistemas de información geográfica y trabajos de campo, en base del cual se determinó la influencia del relieve, clima y geología, en la pedogénesis de la cuenca baja del río Guayas. Para este análisis, se marcó un transecto, mediante el Modelo Digital del Terreno (MDT), el mismo que cruza por los paisajes identificados en esta cuenca. Para la caracterización edafológica, dentro de cada paisaje, se seleccionó un perfil representativo del suelo predominante (en superficie), clasificado taxonómicamente hasta nivel de subgrupo. Como resultado de este análisis se encontró que existe una alta influencia del relieve en la génesis de los suelos presentes en todos los paisajes. Así, en la llanura aluvial reciente y antigua, el relieve favorece la deposición de materiales aluviales, en tanto que, en los conos de esparcimiento y deyección (piedemonte), los depósitos son coluvio-aluviales. Mientras en las vertientes externas de la cordillera occidental, cordillera Chongón Colonche y los relieves colinados terciarios, se aceleran los procesos de erosión, debido a la pendiente del relieve, así mismo, para estos paisajes, se concluye que el material parental influye directamente en su pedogénesis, ya que los factores formadores del suelo actúan directamente sobre la roca, meteorizándola. El clima es un factor preponderante en el desarrollo de los suelos dentro de todos los paisajes en estudio, ya que regula el aporte de agua al suelo, así como en su temperatura, además de influir sobre otros factores formadores del suelo, como es el biótico y el tipo de relieve.

Palabras clave: Pedogénesis, Paisaje, Clima, Geología, Transecto, Depósitos Coluviales y Aluviales, Cuenca Baja del Río Guayas.

ABSTRACT

Currently, it is performing the project of geo-information generation at scale 1: 25 000, in the Guayas River watershed to land management, driven by the national government through the SENPLADES (National Secretary of Planning and Development) and executed by the CLIRSEN (2009-2010). Within this project, develops the soil survey, supported by remote sensing products, geographic information systems and field work, based in which, was determined the influence of topography, climate and geology in the pedogenesis of low watershed of the Guayas River. In which analysis, was marked a transect through the Digital Terrain Model (DTM), where is located each of the landscapes that make up the watershed, besides was selected a representative profile of soil (in surface), sub-group level, for each one of landscapes studied. As a result of this study, there is a high influence of the relief in the genesis of soils present in the all landscapes. Thus, in recent and old alluvial plain, the topography helps the deposition of alluvial materials, and in the spread and dejection cones (Andean piedmont), deposits are colluvial-alluvial. While in the external slopes of the western Andes mountain range, Chongón Colonche mountain range and tertiary hilly reliefs, the climate accelerates erosion processes, due to the relief slope; also for all these landscapes, it is concluded that the parental material directly influences their pedogenesis, as soil-forming factors act directly weathering the rock. The climate is a major factor in the development of land within all landscapes in the study, since it regulates the supply of water to the soil, and its temperature, as well as influences other soil-forming factors, such as biotic and the type of relief.

Keywords: Pedogenesis, Landscape, Climate, Geology, Transect, Colluvial and Alluvial Deposits, Low Watershed of the Guayas River.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La formación del suelo es el resultado de la interacción de muchos procesos que exhiben variabilidad temporal marcada; es por ello que, el suelo debe ser tratado como un medio dinámico. Algunos autores dan más importancia a los procesos geomorfológicos de erosión y deposición, mientras que otros atribuyen la mayor parte de las características del suelo a los procesos pedológicos. En realidad los suelos son el resultado de la interacción de ambos, y la aproximación más realista es la que trata al suelo y los paisajes como un sistema abierto (Gerrard, 1995).

A partir del levantamiento geopedológico, realizado por el proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio y valoración de tierras rurales de la cuenca del río Guayas, escala 1: 25 000”, ejecutado por CLIRSEN y auspiciado por la SENPLADES (2009), a través del Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013, se analizaron algunos problemas que afectan al recurso suelo, cuyas responsabilidades caen en la acción antrópica: tala, quema, contaminación, uso equivocado de la tierra, empleo inadecuado de maquinaria agrícola, destrucción de reductos ecológicos, exterminio de la fauna, así como carencia de tecnologías apropiadas. Todos estos problemas conducen a la erosión, pérdida de productividad del suelo, deterioro del recurso, desertificación, y pobreza del campesino (Cortés, 2004).

El levantamiento geopedológico es una aplicación sistemática del análisis del relieve para el mapeo de suelos, que se basa en la relación suelo-geomorfología (Rossiter, 2000). La geomorfología tiene por objeto la descripción de las formas del terreno (IGAC, 2005); y el enfoque sistémico pretende entender el "por qué" de la distribución de los suelos, es decir, las relaciones suelo-paisaje, buscando dar respuesta al fenómeno causa-efecto.

Los suelos son el resultado de la acción combinada de un conjunto de factores formadores: clima, material originario o roca madre, posición en el paisaje, organismos vivos y tiempo; por consiguiente, existe una relación entre las formas del relieve con la naturaleza y distribución de los suelos. Debido a esto, el levantamiento edafológico se basa en la fotointerpretación de las formas del relieve. Por lo que, los resultados del levantamiento (observaciones, descripciones y muestreos) de una pequeña parte, pueden generalizarse a áreas no prospectadas, que sigan el mismo patrón suelo-geomorfología (Porta, 2005).

Por esto, la topografía ha sido ampliamente reconocida como uno de los factores que influyen en el desarrollo del suelo, por lo que ha sido incluida en muchos modelos de formación del mismo, como por ejemplo:

$$s = f(\text{cl}, \text{o}, \text{p}) t^0;$$

En donde: s = suelo; cl = clima; o = organismos; p = material parental y t^0 = representa la edad relativa. Este es un modelo conceptual que no puede ser resuelto en el sentido matemático (Gerrard, 1995).

Así, los suelos situados a lo largo de una ladera están relacionados funcionalmente, constituyendo una toposecuencia, cuyas diferencias se deben a la posición que ocupan en ella. En el caso de los suelos que se han formado a partir del mismo material original se llama catena, a este *continuum* topográfico. Debido a esta continuidad de los suelos dentro de un paisaje, las acciones en las partes altas tendrán incidencia en las partes bajas, pudiendo llegar a crearles problemas (Porta *et al.*, 2008).

OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del relieve, clima y geología, en la pedogénesis de la cuenca baja del río Guayas.

METODOLOGIA

El área de estudio se ubica geográficamente en la parte baja de la cuenca del río Guayas, cubriendo los cantones de: Babahoyo, Balzar, Baquerizo Moreno, Colimes, Daule, Lomas de Sargentillo, Milagro, Naranjito, Palestina, Samborondón, Santa Lucía, Simón Bolívar, Yaguachi y Vines, con una área de 692 461 ha; entre las coordenadas: longitud 79°50'52" W y 79°40'3" W; y latitud 1°4'33" S y 2°17'57" S, con una altitud entre 10 y 720 m. Según las condiciones climáticas presentan dos tipos de climas; Tropical megatérmico húmedo y Tropical megatérmico muy húmedo, con precipitaciones promedio de 1 400 hasta 2 200 mm y temperaturas que varían entre 25 a 27 °C (CLIRSEN, 2009).

Para determinar la influencia del relieve y la pedogénesis en la cuenca baja del río Guayas, se realizó el transecto X-Y (**Figura 1**), mediante el Modelo Digital del Terreno (MDT), que permite determinar la secuencia y dirección del transecto. Además se seleccionó un perfil representativo del suelo predominante, clasificado a nivel de subgrupo para cada paisaje (**Figura 2**).

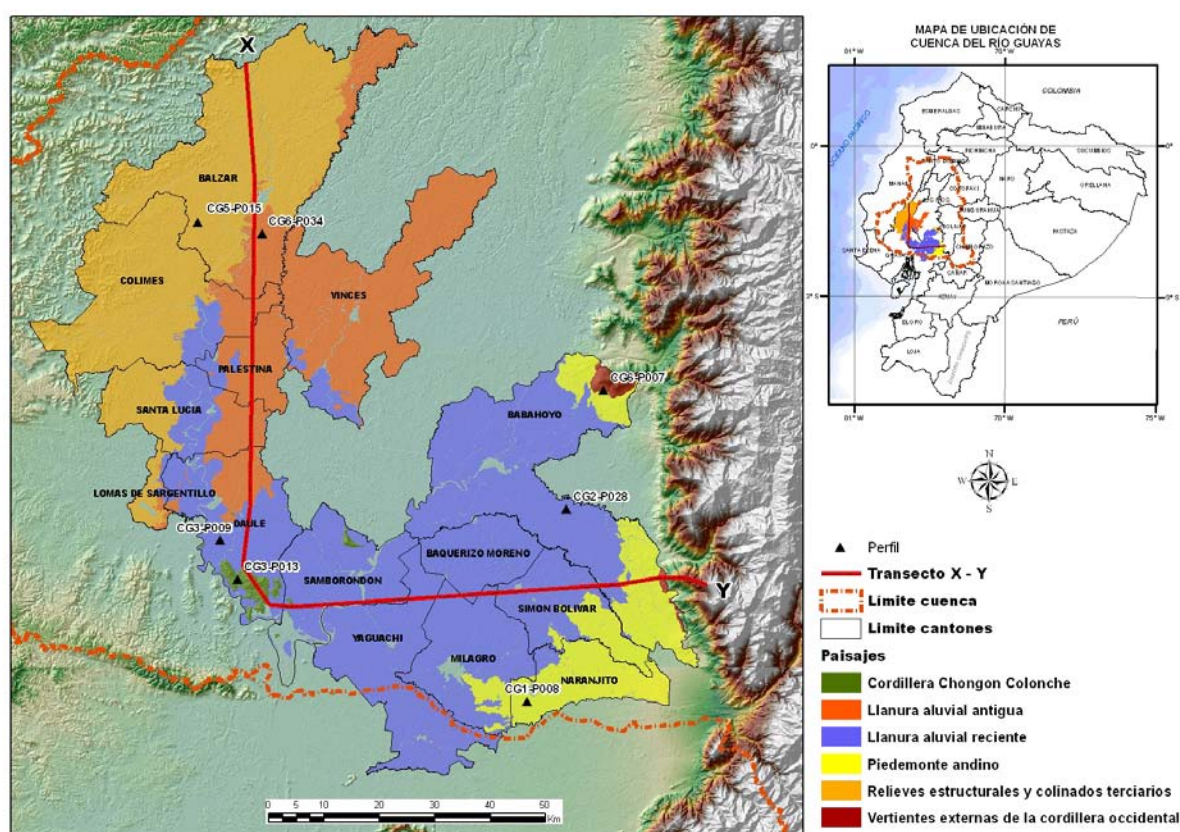


Figura 1. Ubicación del transecto, paisajes y perfiles seleccionados.

Los paisajes son áreas homogéneas por sus características físicas, bióticas y por su relación con procesos ecológicos. Esto se da con la interrelación o articulación de los elementos: relieve, litología, suelos, uso del suelo y vegetación (**Figura 2**). El paisaje no es la simple suma de elementos geográficos separados, sino que, es el resultado de las combinaciones dinámicas, a veces inestables, de elementos físicos, biológicos y antropológicos que, concatenados, hacen del paisaje un cuerpo único, indisoluble, en perpetua evolución (Rossiter, 2000).

La caracterización de los paisajes, realizada por el equipo de geomorfología, comprendió dos etapas:

1. *Recopilación de información.*- Esta fase constó de la revisión, análisis y evaluación de toda la información disponible sobre los levantamientos de suelos, amenazas geológicas y erosión,

realizados en el país, a efectos de analizar sus características y establecer su compatibilidad con las especificaciones técnicas aplicables a los propósitos del presente estudio. Además se prepararon los insumos básicos: fotografía aérea, cartografía base, MDT, y se recopiló la información secundaria referencial, principalmente, para el proceso de fotointerpretación.

2. *Cartografía geomorfológica.*- Es la división del territorio de acuerdo a las formas del relieve. Una forma del relieve se entiende como la porción del paisaje constituida por una misma roca o material superficial, y con características similares en cuanto a: génesis (origen, como por ejemplo: deposicional o volcánico); morfología (aspectos descriptivos, como: valle o dique); morfometría (aspectos cuantitativos, como: pendiente y desnivel vertical); y, morfodinámica (procesos que actúan en el desarrollo de la forma, como por ejemplo: movimientos en masa y erosión) (Van Zuidam, 1985).

La caracterización geopedológica comprendió siete etapas: Recopilación de información, generación de la cartografía temática geomorfológica -explicada anteriormente-, caracterización climática del suelo, elaboración de la cartografía preliminar de suelos, trabajo de campo, interpretación de análisis de laboratorio, elaboración de la cartografía definitiva de suelos.

La determinación del suelo representativo se obtuvo calculando en base de la superficie del Orden predominante en cada paisaje, así como también, dentro del Orden, el subgrupo más representativo.

Para la calificación de las variables se tomaron los reportes del análisis físico-químico de cada perfil representativo, así:

- 1) Textura, método del hidrómetro de Bouyoucos).
- 2) Retención de humedad a 33 kPa y 1500 kPa, por método de la membrana a presión y tablas referenciales de retención de humedad de acuerdo a la clase textural.
- 3) El pH determinado en agua destilada, método del potenciómetro, relación suelo-agua 1: 2,5.
- 4) Conductividad eléctrica, por el método de pasta saturada.
- 5) Materia orgánica: método con dicromato de potasio Walkley y Black.
- 6) Saturación de bases, $SB = (\Sigma B/CIC) * 100$.
- 7) Capacidad de intercambio catiónico (CIC) por acetato de amonio 1N, pH 7.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Relieves estructurales y colinados terciarios.- Este paisaje representa el 25,7 % de la superficie levantada. Tienen un origen tectónico erosivo, en cuyo caso están representados por relieves colinados bajos y medios con desniveles de hasta 100 m, con cimas agudas y vertientes cóncavas, o cimas redondeadas y vertientes convexas. También pueden tener un origen estructural, presentando mesetas que, actualmente, se encuentran muy disectadas y que corresponden a relieves residuales sobre lechos sedimentarios de rocas duras con estratificación horizontal, o cuestas que son formas de relieve levantadas en series monoclinales de buzamiento suave y los chevrones con buzamientos más fuertes. Así mismo, pueden estar compuestos por detritos de diferente diámetro, que se acumulan al pie de laderas, cuando se desprenden debido a la gravedad.

En este paisaje, los suelos que predominan son los clasificados taxonómicamente en el Orden de los Alfisoles, con 75 538,21 ha, que corresponden al 42,5 % de la superficie de este paisaje, y cuyos subgrupos principales descritos son: Vertic Paleustalfs, Vertic Hapludalfs, Typic Paleustalfs, Udertic Paleustalfs y Vertic Haplustalfs. En segundo lugar, se encuentran los Inceptisoles, con 60 673,43 ha, que equivalen al 34,12 %, cuyos subgrupos principales son: Vertic Haplustepts, Vertic Eutrudepts, Fluventic Eutrudepts y Typic Eutrudepts. Luego están los Entisoles, que ocupan 10 377,54 ha, y representan el 5,84 %, caracterizados por los subgrupos: Vertic Ustorthents, Udic Ustifluvents, Vertic Udifluvents y Vitrandic Udifluvents. Finalmente, están los Vertisoles con 6 972,65 ha, que equivalen al 3,92 % y los Mollisoles con 6 762,54 ha que constituyen el 3,8 %.

En este paisaje el perfil representativo es el CG5-P015, clasificado como Vertic Paleustalfs, que está a una altitud de 37 msnm, y presenta las siguientes características (**Tabla 1** y **Figura 2**): textura franco arcillosa en la superficie, arcillosa a profundidad; retención de agua 10 %; densidad aparente de 1,21 g/cm³; pH ligeramente ácido; contenido de materia orgánica medio, con alta capacidad de intercambio catiónico.

El clima es tropical megatérmico húmedo, con una precipitación promedio anual de 1 500 a 1 600 mm con y temperaturas medias anuales mayores a 22 °C.

Los suelos de este paisaje son moderadamente desarrollados, presentan una translocación muy acentuada de arcilla, lo cual se observa en su horizonte argílico (Bt) que presenta un cambio textural abrupto con su horizonte suprayacente.

Algunos suelos de este paisaje tienen origen denudativo, formados sobre depósitos coluviales recientes.

Tabla 1. Características físicas y químicas de suelos representativos de la cuenca baja del río Guayas, 2009.

Número	DETERMINACIONES FÍSICAS									DETERMINACIONES QUÍMICAS					
	Perfil	Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arcilla	Textura	Densidad Aparente g/cm ³	Retención de humedad		pH	C.E.	M.O.	C.O.	% de S. de Bases**	CIC** meq/100 ml
			%	%	%			Capacidad de campo	Punto de Marchitez Permanente		dS/m	%	%		
1	CG5-P015	0-15	25	38	37	Franco arcilloso	1,21	20	10	6,2	0,36	1,7	0,98	23,23	23,23
		15-40	19	20	61	Arcilloso				6,3	0,11	0,8	0,46	29,02	29,40
		40- 80	21	16	63	Arcilloso				7,2	0,13	0,8	0,46	36,07	36,39
2	CG6-P034	0-10	28	38	34	Franco arcilloso	1,151	18,4	10	5,4	0,17	4,3	2,49	96,33	10,9
		44835	50	28	22	Franco-Arcillo-Arenoso				5,7	0,06	2,4	1,39	94,56	10,3
		22-45	24	30	46	Arcilloso				5,8	0,06	1	0,58	95,05	10,5
		45-70	10	14	76	Arcilloso				5,9	0,06	0,4	0,23	92,21	9,5
3	CG3-P009	0-25	20	24	56	Arcilloso	1,12	45,9	26,6	6	1,513	3,49	2,02	63,66	9
		25-60	24	26	50	Arcilloso				6	2,63	1,08	0,63	37,75	16
		60-100	20	28	52	Arcilloso				4,3	4,61	2,56	1,48	42,83	12
4	CG3-P013	0-30	21	47	32	Franco arcilloso	1,51	18,4	8,1	6,6	0,496	2,4	1,39	22,27	8
		30-55	23	44	33	Arcilloso				6,9	0,714	0,6	0,35	58,57	13
5	CG2-P028	0-18	56	30	14	Franco arenoso	1,41	6,9	4,2	6,7	0,32	2,3	1,33	99,64	33,6
		18-60	10	64	26	Franco-limoso				7,8	0,12	3	1,74	122,67	28,1
		60-92	10	77	13	Franco-limoso				7,8	0,12	0,9	0,52		
		92-116	6	78	16	Franco-limoso				8,2	0,33				
6	CG1-P008	0-20	24	43	33	Franco arcilloso	1,21	18,4	8,8	6,7	0,136	2,5	1,45	20,9	7,8
		20-40	23	49	28	Franco arcilloso				7,5	0,155	1,9	1,10	27,3	5,6
		40-65	21	41	38	Franco arcilloso				7,9	0,228	1,5	0,87	50,8	9,9
		65-100	23	42	35	Franco arcilloso				8,5	0,195	0,5	0,29	23,2	7,3
		100-130	26	41	33	Franco arcilloso				8	0,095	0,2	0,12	22,3	8,4
7	CG6-P007	0-20	24	44	32	Franco arcilloso	1,08	18,4	10	6,1	0,03	7,3	4,23	98,04	20,37



Figura 2. Vista longitudinal mediante transecto, que explica las características generales del medio y clasificación taxonómica de los suelos representativos en los diferentes paisajes de la cuenca baja del río Guayas. 2009.

B. Llanura aluvial antigua.- Corresponde a un paisaje que ha sufrido procesos de degradación. Sus superficies disectadas están relacionadas con cimas redondeadas anchas o estrechas, con altitudes máximas de 15 m pero que, típicamente, no sobrepasan los 5 m. El área de este paisaje corresponde al 18,9 % de la superficie levantada. Los suelos predominantes son los Inceptisoles con 51 840,21 ha que es el (39,62 % de la superficie de este paisaje), y cuyos subgrupos principales son: Vertic Haplustepts, Typic Haplustepts, Fluventic Endoaquepts, Fluventic Eutrudepts, Humic Eutrudepts. Como segundo Orden predominante están los Alfisoles con 31 078,65 ha, que corresponde al 23,75 %, con los siguientes subgrupos representativos: Vertic Haplustalfs, Typic Haplustalfs, Inceptic Haplustalfs y Oxyaquic Vertic Haplustalfs. Luego se encuentran los Vertisoles con 10 114,64 ha lo que corresponde al 7,73 %, con los siguientes subgrupos: Typic Endoaquepts, Typic Hapluderts y Typic Haplusterts. Finalmente se encuentran los Entisoles con el 2,17 % y los Mollisoles con el 2,41 %.

El perfil representativo es el CG6-P034, clasificado como Vertic Haplustepts, el cual está a una altitud de 157 msnm, y presenta las siguientes características (**Tabla 1** y **Figura 2**): textura superficial franco arcillosa y arcillosa a profundidad; porcentaje de agua disponible de 8,4; densidad aparente de 1,15 g/cm³; contenido de materia orgánica en la superficie alto; pH en la superficie ácido y medianamente ácido a profundidad, con capacidad de intercambio catiónico media.

El clima es tropical megatérmico húmedo, con precipitaciones promedio entre 1 400 y 1 500 mm anuales y temperaturas medias anuales mayores a 22 °C.

Los suelos de este paisaje, están formados por bancos de arcillas y arenas poco o nada consolidadas (separados en partes) provenientes de la erosión de la Cordillera de los Andes, acarreados por aguas torrenciales y fluviales. Son sedimentos que ahora integran la base de la mayor parte de los terrenos fértiles de la planicie litoral, en donde ha predominado la deposición, por lo que, en estas posiciones, se forman suelos acumulativos que, continuamente, se están sobreengrosando, formándose suelos muy profundos y de texturas muy finas.

C. Llanura aluvial reciente.- Este paisaje abarca una extensa área (42,1 % de la superficie levantada), cuya topografía es plana a ligeramente ondulada, con altitudes que no sobrepasan los 20 m. Los órdenes de suelos que predominan en estas zonas son: Inceptisoles, con 117 128,50 ha, que representan el 40,17 % de la superficie dentro de este paisaje, abarcan los siguientes subgrupos: Fluventic Eutrudepts, Vertic Eutrudepts, Fluventic Haplustepts, Vertic Dystrudepts y Dystric Fluventic Eutrudepts. Luego, como segundo orden dominante, están los Vertisoles, con 76 385,53 ha, que corresponden al 26,2 %, con los siguientes subgrupos representativos: Typic Hapluderts, Aquic Hapluderts y Typic Haplusterts. En tercer lugar de dominancia se encuentran los Mollisoles, con 53 983,12 ha, que representan el 18,51 % de la superficie de paisaje, con los siguientes subgrupos representativos: Fluventic Hapludolls y Vertic Hapludolls. Finalmente, se encuentran los Entisoles con 14 870,66 ha, que corresponden al 5,1 % de la superficie de la unidad ambiental, con los siguientes subgrupos predominantes: Typic Ustipsamments, Typic Udifluvents, Mollic Udifluvents y Vertic Fluvaquents.

Dentro de este paisaje, el perfil representativo es el CG2-P028, clasificado como Fluventic Eutrudepts, el cual tiene las siguientes características (**Tabla 1** y **Figura 2**): textura franco arenosa en el horizonte A, franco limoso en los horizontes: Bw, BC y C; retención de humedad de 2,7 % entre 33 y 1500 kPa; pH prácticamente neutro para el horizonte A y ligeramente básico para el horizonte Bw; con una capacidad de intercambio catiónico muy alta.

La génesis de estos suelos se desarrolla a partir de depósitos aluviales cuaternarios (hace menos de 2 millones de años), constituidos por lodos, limos y sedimentos de arcillas estuarias y marinas; ubicados en los niveles planos a ligeramente ondulados en pendientes muy suaves (0 a 5 %), lo cual define a la llanura baja inundable.

El clima es tropical megatérmico muy húmedo, con precipitaciones medias anuales de 2 100 a 2 200 mm y temperaturas medias anuales mayores a 22 °C.

Por lo mencionado anteriormente, los suelos de este paisaje, presentan un nivel de evolución bajo a medio, que se evidencian en las alteraciones del perfil (suelo incipiente poco desarrollado con horizonte cámbico -Bw-), por la interacción con el clima y la propensión a las inundaciones en los meses de alta precipitación.

D. Cordillera Chongón Colonche.- Este paisaje corresponde al 0,8 % de la superficie levantada. Está conformado por rocas antiguas, principalmente, del Cretáceo (hace 144 y 65 millones de años), las mismas que están sometidas a procesos erosivos intensos desde, aproximadamente, el Eoceno superior (hace 37 millones de años). En este macro dominio están comprendidas las rocas de las formaciones Cayo y Piñón. Se halla formando relieves de diverso desnivel vertical y pendientes (entre 25 a 70 %), y se ubica, principalmente, hacia el Noroeste de la cuenca. La mayoría de afloramientos rocosos pertenecen a la formación Piñón. Los suelos presentes en esta unidad son los Alfisoles, con 1 893,96 ha, que representan el 34,25 % de la superficie de este paisaje, con el subgrupo representativo Lithic Haplustalfs. Luego se tiene a los Entisoles, con 719,15 ha, que corresponden al 13 %, con el subgrupo Lithic Ustorthents.

Como perfil representativo se tiene al CG3-P013, clasificado como Lithic Haplustalfs (**Tabla 1 y Figura 2**), el que está ubicado a una altitud de 30 msnm, y presenta las siguientes características: textura superficial franco arcillosa y arcillosa a profundidad; porcentaje de agua disponible de 10,3; densidad aparente de 1,51 g/cm³, pH prácticamente neutro; alto porcentaje de materia orgánica en la superficie y bajo a profundidad; y, baja capacidad de intercambio catiónico.

El clima es tropical megatérmico húmedo, con una precipitación media anual de 1 000 a 1 100 mm y con temperaturas medias anuales mayores a 22 °C.

Los suelos de este paisaje evolucionaron sobre las rocas de la formación Piñón, la cual corresponde a levantamientos tectónicos que generan formas montañosas y colinadas de diversa altura, que consiste en lavas basálticas y brechas de origen submarino, piroclásticos turbídicos, pobremente estratificados y de delgadas capas de sedimentos intercalados. Cabe indicar, que por la meteorización de las rocas ígneas volcánicas, especialmente basálticas, que se compone mayoritariamente de minerales: plagioclasas, piroxenos y olivinos, se desarrollaron suelos arcillosos, con presencia de iones Mg⁺⁺, Fe⁺⁺ y Ca⁺⁺, Na⁺.

Por lo anterior, se pueden evidenciar dos aspectos: que el contacto de los afloramientos rocosos con el aire, y sobre todo con el agua, alteran los minerales de las rocas; y que los organismos atacan a los minerales para extraer nutrientes (K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺), interviniendo en procesos de disgregación física y biogeoquímica.

E. Piedemonte andino.- Este paisaje se encuentra formando una franja longitudinal bajo las vertientes de la cordillera occidental, constituido por abanicos aluviales de diferente edad. Representa el 9,0 % de la superficie levantada. En este paisaje predominan los suelos clasificados como Entisoles, con 28 398,10 ha, lo que corresponde al 45,10 % del área de este paisaje; cuyos subgrupos de suelos representativos son: Mollic Ustifluvents, Typic Ustipsamments y Aquic Udifluvents. Además, se encuentran, como segundo orden dominante a los Alfisoles, con 21 286,16 ha, que constituyen el 34,2 % de la superficie de este paisaje; cuyos subgrupos representativos son: los Inceptic Hapludalfs, Typic Haplustalfs y Vertic Hapludalfs. Finalmente se tiene el orden de los Inceptisoles, con 8 980,27 ha, lo que corresponde al 14,43 % de la superficie de esta unidad ambiental, dentro de cual sobresalen los siguientes subgrupos: Typic Dystrustepts con 6 469,85 ha; y Humic Dystrudepts con 1 875,36 ha.

El perfil seleccionado para caracterizar este paisaje es el CG1-P008, clasificado como Mollic Ustifluvents (**Tabla 1 y Figura 2**), el cual está a una altitud de 37 msnm, y presenta las siguientes

características: textura franco arcillosa, en sus horizontes Ap, A1, AC, CA y C; retención de humedad entre 33 y 1500 kPa de 9,6 %; densidad aparente de 1,2 g/cm³; pH del horizonte Ap y A1 prácticamente neutro; contenido de materia orgánica alto, con baja capacidad de intercambio catiónico.

Estos suelos se encuentran en paisajes que tuvieron su origen en depósitos aluviales cuaternarios (hace menos de 2 millones de años), compuestos, generalmente, de arcillas no consolidadas, limos, arenas y gravas, aluviales.

En cuanto a las condiciones ambientales, estos suelos se han formado en un clima tropical megatérmico húmedo, con pluviosidades entre 1 700 a 1 800 mm y temperaturas medias anuales mayores a 22 °C.

Por lo tanto, en base a lo dicho anteriormente, los suelos de este paisaje son jóvenes, no muy desarrollados, sin horizontes genéticos naturales o incipientes; lo cual se puede evidenciar dentro del perfil al observar la diferencia de color, casi imperceptible, entre los horizontes Ap, A1, AC y CA. Estos suelos permanecen jóvenes debido a que son enterrados por los aluviones antes de que lleguen a su madurez.

F. Vertientes externas de la cordillera occidental.- Representan una pequeña porción, correspondiente al 0,6 % de la superficie levantada (692 461 ha). Está compuesta por relieves montañosos. Se caracteriza por presentar laderas heterogéneas y escarpadas, con una alta fragilidad física, es decir, son zonas propensas a la erosión. Los Alfisoles son los suelos que predominan, con 3 252 ha, que representan el 80, 66 % del área de este paisaje; tienen como subgrupo de suelo representativo al Inceptic Hapludalfs, Esquelética-arcillosa. Los Inceptisoles son el segundo tipo de suelo dominantes, con 19,33 %, tiene como subgrupo representativo al Oxic Dystrudepts.

Se ha escogido como perfil representativo para este paisaje al CG6-P007, clasificado como Inceptic Hapludalfs (**Tabla 1** y **Figura 2**), que está a una altitud de 120 msnm y presenta las siguientes características: textura franco arcillosa en el horizonte A y arcillosa en los horizontes Bt y C; retención de humedad entre 33 y 1500 kPa de 8,4 %; densidad aparente de 1,08 g/cm³; pH ligeramente ácido; sin presencia de sales; contenido de materia orgánica alto, con capacidad de intercambio catiónico media.

Los suelos de este paisaje se originan de la formación Macuchi, la cual consiste en una secuencia gruesa de depósitos volcanoclásticos andesíticos y lavas en forma de almohadillas. Esta formación está recubierta por sedimentos marinos y volcanoclásticos del Paleoceno al Eoceno (hace 65 a 34 millones de años). Litológicamente está compuesta por areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros/diabasas, basaltos subporfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas con características geoquímicas relacionadas a subducción. Indicando que las facies más resistentes son las areniscas y conglomerados, mientras que las rocas blandas son las arcillas y limolitas. Además, estos suelos tienen su origen en levantamientos tectónicos que generan relieves montañosos y colinados de diversa altura con pendientes muy fuertes, los cuales han sido afectados en grado variable por los procesos erosivos. Cabe indicar, que estos suelos se desarrollaron a partir de andesitas, que son rocas ígneas volcánicas de composición media, cuya composición mineral comprende el de las plagioclasas (NaAlSi₃O₈; CaAl₂Si₃O₈). La meteorización de este material da lugar a minerales arcillosos, los cuales liberarán iones de Na⁺ y Ca⁺⁺ en los suelos evolucionados.

En cuanto a las condiciones ambientales, estos suelos se han formado con pluviosidades entre 2 600 a 2 700 mm y temperaturas medias anuales mayores a 22 °C, es decir, en un clima tropical megatérmico muy húmedo.

Estas condiciones han determinado suelos antiguos, minerales con buena CIC, debido a altos contenidos de materia orgánica y arcillas, con buena retención de agua que pueden abastecer a las plantas hasta 3 meses durante la época de crecimiento.

Así mismo, se evidencia la influencia del relieve en el desarrollo de este suelo, el cual ha actuado como facilitador de procesos erosivos, lo que ha dado lugar a suelos superficiales con pocos horizontes. Esto se puede observar dentro del perfil en la profundidad del horizonte A, el cual es superficial (0-5 cm) como resultado de la erosión de esta capa por acción del agua y el viento, ayudados por fuertes pendientes, así como la presencia del horizonte C con grava gruesa y dura a poca profundidad (+30 cm).

Además, se puede observar la influencia de la precipitación, por el alto contenido de materia orgánica que presenta este suelo, ya que, según Navarro (2003), la humedad del suelo ejerce un notable control sobre la acumulación de materia orgánica. En condiciones de suelo comparables, la materia orgánica aumenta a medida que la humedad efectiva del suelo se hace mayor.

También se evidencia el efecto de la precipitación en la eluviación de las arcillas que son translocadas por acción del agua que pasa a través del suelo, lo cual se evidencia en el horizonte argílico (Bt) que tiene este perfil.

CONCLUSIONES

- ✓ La cantidad de arcilla presente en un suelo aumenta con las precipitaciones y con la temperatura (ambos favorecen la alteración). Pero también existe una relación entre el tipo de minerales presentes en esta fracción y las precipitaciones.
- ✓ Se encuentra una marcada relación entre los elementos climáticos con el contenido en materia orgánica y su grado de evolución. En términos generales, al aumentar la precipitación, aumentan los porcentajes de materia orgánica (aumenta el desarrollo de la cobertura vegetal y, por tanto, sus aportes), mientras que al aumentar la temperatura disminuye el contenido de materia orgánica (prevalece la destrucción frente al aporte, mayor tasa de mineralización de la materia orgánica del suelo).
- ✓ Por otra parte, al aumentar las precipitaciones se producirá una progresiva acidificación, la cual irá acompañada de la correspondiente desaturación del complejo de cambio (los hidrogeniones van sustituyendo al Ca, Mg, Na y K).
- ✓ Por la acción de la gravedad, en el relieve se produce el transporte de todo tipo de materiales, que se trasladan pendiente abajo. En las zonas altas, sobre todo en las áreas en que se presentan fuertes pendientes (70-100 %), el suelo está sometido a una intensa erosión, por lo que estará conformada por suelos poco profundos, como en el caso de las vertientes externas de la cordillera occidental y la cordillera Chongón Colonche. Por el contrario, puede predominar la acumulación en zonas bajas y planas, como acontece en la llanura aluvial reciente.
- ✓ El grado de desarrollo varía de forma continua con la pendiente, mostrando niveles de igual desarrollo para suelos situados en la misma posición topográfica, esto se evidencia en los Alfisoles encontrados en los siguientes paisajes: vertientes externas de la cordillera occidental, cordillera Chongón Colonche y relieves estructurales y colinados terciarios.
- ✓ La antigüedad de un suelo puede valorarse de manera indirecta por la edad de la superficie geomorfológica sobre la que se desarrolla.

BIBLIOGRAFIA

- Brady, N. y R. Weil. 2008. The nature and properties of soils: Cation exchange capacity. 14th ed. New Jersey, US. p. 61.
- CLIRSEN, 2009. Mapa de zonas climáticas. Generación de geoinformación para la gestión del territorio y valoración de las tierras rurales de la cuencadel río Guayas escala 1 : 25 000.
- Cortés, A. 2004. Suelos Colombianos: una mirada desde la academia. 1 ed. Bogotá, CO. p 118.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Guía para la descripción de suelos. Trad. R. Vargas. 1 ed. Roma. p. 99.
- Gerrard, J. 1995. Soil Geomorphology: an integration of pedology and geomorphology. London, UK, Chapman & Hall. p. 2-10.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) 2005. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Bogotá D.C., CO. p. 2.
- Mejía, L. 2009. Manual para el levantamiento de suelos de la cuenca del río Guayas: enfoque fisiográfico. Quito, EC. p. 5.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador) e (INEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2001. Proyecto de Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Internet: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios>. Acceso: julio 2010.
- Monger, H. y B. Bestelmeyer. 2005. The soil-geomorphic template and biotic chance in arid and semi-arid ecosystems. Journal of Arid Environments. p. 209.
- Navarro, G., y S. Navarro. 2003. Química Agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2 ed. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 53-79.
- Porta, J., y M. López-Acevedo. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3 ed. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. p. 500, 530, 618.
- _____; Acevedo, M. 2005. Agenda de campo de suelos. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 21.
- _____; López-Acevedo, M. y Poch, R. 2008. Introducción a la edafología: uso y protección del suelo. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 45.
- Rossiter, D. 1999. Notas de conferencia: bases de datos geográficos de suelos y el uso de programas para su construcción. Trad. R. Vargas 1 ed. en español 2006. ITC (International Institute for Geo-information Science & Earth Sciences), Universidad Mayor de San Simón–Centro Clas. s.p.
- _____. 2000. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base. Trad. R. Vargas 2004. ITC, Soil Science Division. s.p.
- SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). 2009. Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. p. 105, 126, 217.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. Department of Agriculture Handbook. Chapter 4.
- _____. 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Trad. S. Ortiz y Ma. del C. Gutiérrez. 1 ed. en español 2006. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. p. 26-28.
- Van Zuidam, R.A. 1985. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. Netherlands, Printed Smith Publishers.