

Relación entre morfogénesis y pedogénesis en la cuenca del río Clarillo, Región Metropolitana de Santiago, Chile¹

Miriam Llona², José Araya-Vergara³, Wilfredo Vera⁴

RESUMEN

El propósito del presente trabajo es determinar la relación existente entre la morfogénesis y la pedogénesis en la cuenca del río Clarillo. Por otra parte, mejorar el nivel de detalle de la geomorfología en el área de estudio, además, de clasificar los suelos existentes.

El estudio se realizó entre los años 1999 y 2000, el área de estudio abarca el sector medio y bajo de la cuenca del río Clarillo. La metodología utilizada se desarrolló en tres etapas: estudio geomorfológico; estudio de suelo, en el cual se realizó análisis de las muestras obtenidas en terreno y el análisis de laboratorio (granulometría, morfoscopia y estado superficial de las arenas). Finalmente estas características se asociaron a cada una de las unidades geomorfológicas de esta zona.

De acuerdo a los resultados se observó relación entre la génesis de los materiales de las formas del terreno y la génesis de los suelos.

Palabras clave: morfogénesis, pedogénesis, cuenca.

ABSTRACT

The purpose of the present work is to determine the existing relation between the morphogenesis and the pedogenesis in the basin of the Río Clarillo. As well, it is aimed at improving the level of detail of the geomorphologic study of the area, and advancing in classifying the existent soils.

The study was carried out between the years 1999 and 2000. The study area embraces the half sector and under of the basin of the Río Clarillo. The used methodology you development in three stages: (a) geomorphologic study; (b) soil study carried out via analyzing in the laboratory key elements (grain, morphoscopy and superficial state of the sands). Finally these characteristics associated were associated to each one of the geomorphological units identify in the area.

According to the results a relationship was observed between the genesis of the materials and the genesis of the soils.

Key words: morfogenesis, pedogenesis, basin.

¹ Artículo recibido el 31 de julio de 2006 y aceptado el 2 de enero de 2007.

² Escuela de Ecoturismo, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello (Chile).
E-mail: mi.llona@uandresbello.edu

³ Departamento de Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile (Chile).
E-mail: jaraya@uchile.cl

⁴ Departamento de Ingeniería y Suelos, Universidad de Chile (Chile). E-mail: wvera@uchile.cl

La morfogénesis es el estudio de las formas del paisaje, ligado con los procesos que le dieron origen. La pedogénesis es el estudio de la génesis u origen de un suelo, al igual que en la morfogénesis es el medio el que imprime su sello. La relación entre la morfogénesis y la pedogénesis es directa. Jenny (1941), Cruickshank (1979) y Birkeland (1984) demuestran la correspondencia que tiene la génesis de los suelos con el medio, específicamente con las formas del paisaje.

Al conocer el origen de los suelos se puede comprender el porqué de sus características, en especial, en aquellas áreas donde los procesos de sedimentación son los más importantes (Jenny, 1941; Birkeland, 1984; Cruickshank, 1979). De este modo, se puede deducir que en iguales unidades geomorfológicas existirán suelos de características similares en condiciones climáticas también similares (Cooke *et al.*, 1973).

Existe una relación importante entre la evolución de un suelo y la pendiente, esto se evidencia por medio de características tales como el pH, la granulometría, porcentaje de carbono orgánico y porcentaje de oxidación de los materiales que componen el suelo. Estos parámetros diferencian suelos respecto a las diferentes zonas de contacto, ya sea de erosión (pendiente superior) y zona de acumulación (pendiente inferior), en la que se encuentran los suelos (Furley, 1968).

La historia geomorfológica y pedogénica se revela por las características de los diferentes horizontes, los cuales están expuestos a la acción de la meteorización. Diferentes condiciones climáticas evidencian distintos niveles de meteorización (Mabbut *et al.*, 1966). Propiedades del suelo tales como la textura y estructura, pueden ayudar a conocer cuál es el origen y de qué tipo de depósito fueron desarrollados, además determinar en qué época del Cuaternario se formaron los depósitos (Tricart, 1965).

Vivas (1984) establece que la datación relativa de los suelos y los paleosuelos complementa y reafirma los criterios de la posición topográfica, el modelado y la meteorización. Ritter *et al.* (1993) relacionan el desarrollo de los suelos en diferentes áreas

de un abanico aluvial en Montana U.S.A., con las épocas de las diferentes fases de depositación en el Cuaternario. Para este estudio se tomaron en cuenta principalmente, las características morfológicas de los suelos. En aquellas áreas que correspondían al Holoceno se encontraron suelos con colores claros (valor alto) según Münsell Soil Color Chart, mal estructurados y texturas gruesas. Engel *et al.* (1996), por su parte, tomando en cuenta las mismas variables comparan el desarrollo de los suelos en dos terrazas diferentes con procesos morfogénicos similares. En ambas terrazas se encontró la misma correspondencia: a mayor altura de la terraza (terrazza más antigua) mayor porcentaje de arcilla y color del suelo más bien oscuro.

Cabe destacar que los estudios que relacionan la morfogénesis con la pedogénesis están dirigidos principalmente a conocer el momento de formación de cada unidad geomorfológica. Esto se basa en la hipótesis que establece que a mayor tiempo transcurrido, más finos son los fragmentos que conforman esa unidad, debido al desarrollo de los procesos pedogénicos (Honorato *et al.*, 1977; Engel *et al.*, 1996; Alonso-Zarza *et al.*, 1998).

Araya-Vergara (1985) muestra la relación que existe entre las unidades geomorfológicas que se originan por procesos de depositación y las características de los suelos a los que pertenecen estas unidades. Por otra parte, Schimdt-Tomé *et al.* (inédito) y Schmidt-Tomé (1996), realizaron un estudio escala 1:50.000 que comprendió la parte sur de la cuenca de Santiago y parte de la cuenca de Melipilla, en la cual se relacionaron dichas unidades con la serie de suelo del área, por medio del análisis de la naturaleza de los materiales que conforman las unidades geomorfológicas.

Diversos estudios recurren a la morfoestratigrafía para determinar las edades y secuencia genética de los suelos, Hossain *et al.* (2005) evidencian procesos de ferruginación al oeste de Bangladesh los que demuestran la existencia de cambios climáticos relevantes entre el Pleistoceno y Holoceno. La morfoscopia y el análisis mineralógico de los separados permite identificar los diferentes procesos que permitieron el

desarrollo de los suelos estudiados. Por otra parte, los procesos pedogénicos permiten establecer la antigüedad de los suelos formados además del tiempo transcurrido para que un suelo determinado llegue a un máximo desarrollo (Gerrard, 1992; Levine y Cioikosz, 1983).

Duchaufour (1982) describe tres fases en el proceso pedogénico en zonas de climas húmedos; cambio en la estructura primaria mineralógica, pérdida de sílice y una tercera etapa de oxidación de materiales férricos (Fe y Mn) debido a períodos de hidratación y deshidratación, esta última indica según los trabajos realizados por Hosain *et al.* (2005), Moody *et al.* (1995), Rangarajan y Sant (2000) evidencias de estar en presencia de un suelo fuertemente desarrollado.

Trabajos realizados en terrazas fluviales como el de Alonso *et al.* (1994) dan a conocer las edades de formación de los suelos y el grado de diferenciación en la cronosecuencia por cada horizonte (Tsai *et al.*, 2007).

El objetivo del presente trabajo es determinar la relación que existe entre la morfogénesis y la pedogénesis en la cuenca del río Clarillo. Por otra parte, se pretende mejorar el conocimiento geomorfológico del área de estudio, además de clasificar los suelos existentes.

Materiales y métodos

El área de estudio abarca el sector medio y bajo de la cuenca del río Clarillo, entre los 33° 37' 30" de latitud S y los 70° 37' 30" de longitud W (Figura N° 1). Las características climáticas del área son de tipo mediterráneo (Novoa *et al.*, 1989; Romero, 1983). En cuanto a las características geológicas, el área está conformada en la parte baja de la cuenca por depósitos fluviales y aluvio-coluviales, en la parte alta, por tipos litológicos intrusivos (Thiele, 1980). La vegetación existente no antropizada es principalmente matorral esclerófilo preandino (Quintanilla, 1987). Respecto a la geomorfología la cuenca está compuesta por una serie de formas de origen deposicional (Schmidt-Tomé *et al.*, inédito).

El estudio se realizó entre los años 1999 y 2000. La fotointerpretación se elaboró con fotografías aéreas, escala 1:60.000 año 1977 (Servicio Aéreo Fotogramétrico S.A.F.) basado en la carta geomorfológica de la cuenca del Mapocho (Araya-Vergara, 1985). Se tomaron en cuenta las formas de base de vertientes, rasgos asociados a conos de deyección y *piedmont* aluvial y por último, las formas fluviales.

El levantamiento en terreno se obtuvo con la información obtenida de la fotointerpretación, se procedió a realizar observaciones en el área de estudio con ayuda de fotografías sacadas en terreno. Además se determinó la pendiente de cada unidad geomorfológica con eclímetro mecánico.

Con la información de la fotointerpretación y la del terreno, se procedió a mejorar la carta geomorfológica escala 1:50.000 ya existente (Schmidt-Tomé *et al.*, inédito). El traspaso a escala 1:20.000 se hizo con apoyo de las ortofotos escala 1:20.000 de El Principal, Puente Alto, Cerro Torre Vieja, Alto Jahuel y Los Morros (CIREN-CORFO, 1996), además de la carta topográfica, escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM).

La elección de las áreas de extracción de muestras se basó principalmente en los subgrupos de suelos, además de la accesibilidad a las áreas. Se tomaron muestras de nueve pedones (Figura N° 1) cuatro calicatas (pedón 1, 2, 6 y 7) de perfiles ya existentes y cinco barrenos (pedón 3, 4, 5, 8, y 9). Para determinar la diferencia de horizontes en los pedones cuyas muestras se sacaron con barreno, se utilizó la información obtenida en terreno (morfología) y los datos del análisis granulométrico.

El análisis granulométrico se realizó con el método del hidrómetro o densímetro de Bouyoucos (Bouyoucos, 1962). El resultado de la granulometría arroja los porcentajes de los separados texturales por horizonte, luego de lo cual se determinó la clase textural por horizonte y por pedón, según Soil Survey Manual (Soil Survey División Staff, 1993).

Para el análisis morfoscópico, las arenas se separaron por medio de tamizaje luego

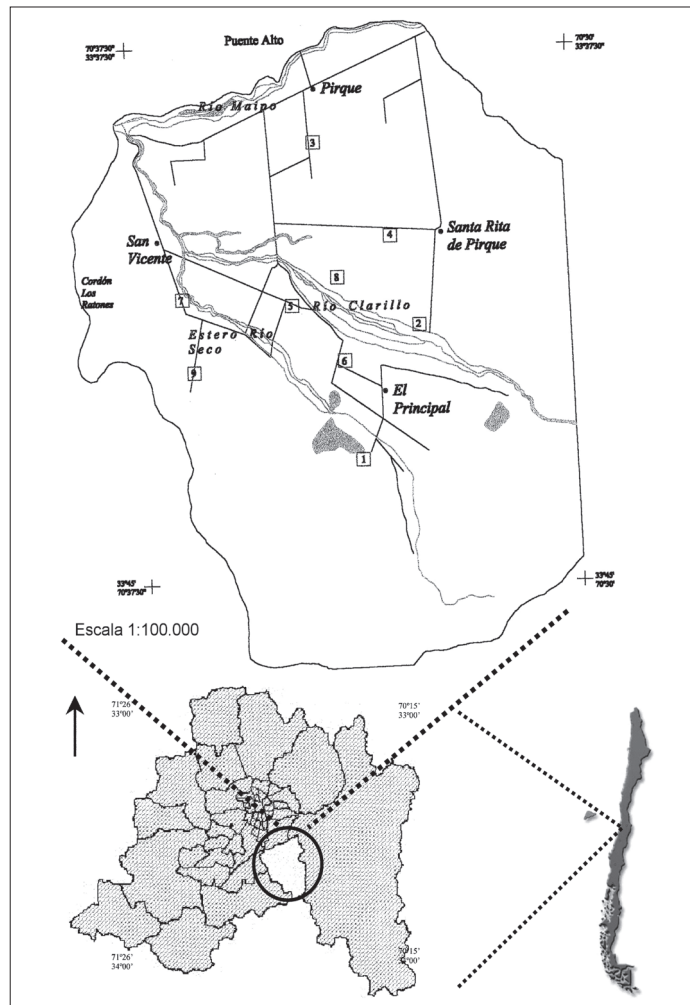
del término del análisis densimétrico. Se trabajó con la fracción arena media (250 μm) (Bullock *et al.*, 1985), los granos analizados fueron 100 por horizonte. Los resultados se expresaron en frecuencia por horizonte y por pedón, el valor por pedón se obtuvo por medio del promedio de los resultados por horizonte y fueron clasificados según el índice morfométrico, esfericidad y redondez planteado por Bullock *et al.* (1985) y Pettijohn (1963). El estado superficial de las arenas se clasificó de la siguiente forma: mate, brillo natural y brillante. También se determinaron tipos de alteración, específicamente oxidación.

Resultados

Geomorfología del área de estudio

La parte baja de la cuenca del río Clarillo está conformada en su totalidad, por unidades geomorfológicas de tipo deposicional, como se observa en la Figura N° 7. En el área de Pirque se encuentra un gran cono de deyección regular originado por el río Maipo. Más al sur, en el área de Santa Rita de Pirque se encuentra una serie de conos de deyección caóticos que dan origen a tres

Figura N° 1
SECTOR MEDIO Y BAJO DE LA CUENCA DEL RÍO CLARILLO, REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia.

glacis de derrame, cuyo tamaño está en estrecha relación con la dimensión del cono que le dio origen.

En el sector de El Principal se observan dos grandes conos de deyección caóticos los cuales nacen en la misma área que el río Clarillo, estos conos dan origen a un gran glacis de derrame que tiene características de aterrazamiento, es decir se formó antes que la caja actual del río Clarillo y posteriormente este dren lo aterrazó. En la parte distal de este glacis se forma glacis de ahogamiento (localidad de San Vicente), debido principalmente a la depresión formada entre el río Clarillo y el cordón montañoso Los Ratones.

En el área donde nace el estero Río Seco se forman una serie de conos de deyección caóticos que dan origen al lecho torrencial de este dren, al costado poniente de este lecho se ubica una terraza remanente del río Clarillo.

Características geomorfológicas por pedón

La unidad geomorfológica correspondiente a la terraza remanente del río Clarillo corresponde al pedón 1, este pertenece al subgrupo de suelos Entic Haploxerolls. Con una pendiente moderadamente inclinada (Cuadro N° 1). Cabe destacar que esta terraza se encuentra al costado poniente del lecho torrencial del estero Río Seco. Esto indica que la terraza se formó antes de la formación del estero y que probablemente el cauce que actualmente ocupa este dren era ocupado por el río Clarillo. Por lo tanto, la terraza fue formada por este último dren, sin dejar de lado la importante influencia que tiene el estero Río Seco en esta terraza sobre todo en los últimos estratos formados.

En la unidad correspondiente al cono de deyección caótico se encuentran los pedones 2 y 6, el pedón 2 es un Fluventic Haploxerolls y el pedón 6 es un Entic Haploxerolls. Los dos pedones se encuentran en conos diferentes, el pedón 2 se ubica en la parte distal del cono que está cortado por el río Clarillo el pedón 6 se ubica en la parte distal del gran cono formado en la naciente

del río Clarillo, en el sector de El Principal (Figura N° 7).

Ambos pedones poseen diferentes pendientes, el pedón 2 con una pendiente fuertemente inclinada y el pedón 6 con una pendiente moderadamente inclinada. En el cono de deyección regular está el pedón 3 corresponde al subgrupo de los Entic Haploxerolls. Con una pendiente suavemente inclinada. En el glacis de derrame se encuentra el pedón 4 el cual es un Fluventic Haploxerolls. Se ubica en la parte lateral del glacis, con una pendiente plana (Cuadro N° 1).

En la unidad correspondiente al glacis de derrame aterrazado tenemos el pedón 5, 7 y el pedón 8, todos corresponden al mismo subgrupo de suelos los Ultic Haploxerolls. El pedón 5 se ubica en la parte central del glacis; el pedón 7 se encuentra en la parte distal, junto al lecho torrencial del estero Río Seco; y el pedón 8 se ubica en el área más oriental del glacis junto al lecho torrencial del río Clarillo (Figura N° 7).

Todos los pedones tienen pendientes suavemente inclinada. Cabe destacar que a pesar de ser glacis de derrame, sus características de aterrazamiento lo hacen diferente, con las variaciones propias de una terraza. En la unidad glacis de ahogamiento, se encuentra el pedón 9, este pedón corresponde al subgrupo de suelos Haplic Palexerolls, con pendiente moderadamente inclinada (Cuadro N° 1). El glacis de ahogamiento se caracteriza por ser un área de mal drenaje y con gran cantidad de materia orgánica (Araza-Vergara, 1985).

Relación entre unidades geomorfológicas y los subgrupos de suelos

Los cuatro subgrupos de suelos están distribuidos en todas las áreas del fondo de valle, existiendo una correlación entre las áreas que ocupan estos subgrupos y las unidades geomorfológicas (Figura N° 8).

El suelo Entic Haploxerolls, ocupa el área del cono de deyección regular. A pesar de esto, existen tres pequeñas áreas en este cono con suelos Fluventic Haploxerolls, este último suelo tiene gran influencia fluvial relacionado al río Maipo.

Otra área que presenta una correlación, es el sector de piedmont conformado por una serie de conos de deyección caóticos, que dan origen a cuatro glacis de derrame, la dimensión de estos está en directa relación con los conos. En este sector tenemos un Fluventic Haploxerolls.

El subgrupo de los Haplic Palexerolls, se asocia a los glacis coluviales ubicados en toda el área de estudio, además casi en la totalidad del glacis de ahogamiento del sector de San Vicente. Otra área en la que se observa una correlación es el gran glacis de derrame aterrazado que se origina por el cono de deyección caótico del sector de El Principal, este glacis corresponde a los suelos Ultic Haploxerolls. También en esta unidad geomorfológica se encuentra un misceláneo (misceláneo río) tanto en la parte distal como lateral del glacis, entre los pedones 2 y 8.

Otra asociación importante es la de la terraza remanente (pedón 1), con el suelo Entic Haploxerolls que se encontró también en el cono de deyección regular. El área que ocupa el gran cono de deyección caótico del sector de El Principal tiene tres diferentes subgrupos de suelos, los Entic Haploxerolls, los Haplic Palexerolls y los Ultic Haploxerolls. Sin embargo, la mayor área parte de esta unidad es ocupada por un misceláneo (misceláneo cerro), específicamente en el ápice de este cono.

Análisis y discusión

Los suelos derivados de la terraza remanente (pedón 1), tienen texturación más bien gruesas, por lo tanto corresponden a una terraza nueva (Engel *et al.*, 1996) a pesar de ello las características morfológicas de color y profundidad indican que estamos en presencia de un suelo evolucionado. La granulometría por horizonte varía drásticamente en profundidad, lo cual indica una estratificación importante (Araya-Vergara, 1985). En cuanto a la morfoscopia, el pedón 1 presenta un 40% de partículas redondeadas (Figura N° 3), cabe destacar que por horizontes se encontró variación en los porcentajes de redondez lo que ratifica la estratificación y evidencia procesos morfogénicos diferentes en la formación de cada uno de los horizontes (Bullock

et al., 1985; Pettijhon, 1963). También sobresale el bajo porcentaje de redondez que presenta el horizonte B1 en relación a los otros horizontes, lo que evidencia procesos mayoritariamente coluviales en la formación de ese estrato, influido, por la presencia del cerro próximo al pedón (Figura N° 7), al igual que en los trabajos desarrollados por Alonso *et al.* (1994) y Tsai *et al.* (2007), destaca la enorme diferenciación entre horizontes de una misma terraza fluvial.

Los suelos correspondientes a conos de deyección caóticos (pedón 2 y 6) presentan elevados porcentajes de arena, a pesar de esto, es el pedón 6 el que tiene un mayor porcentaje (Figura N° 2). Este pedón se encuentra en un cono de deyección de mayor dimensión y con pendientes más suaves que en el caso del pedón 2, este fenómeno se explica por el grado de influencia que tiene del río Clarillo en el cono de mayor dimensión, en cambio, el cono correspondiente al pedón 2 es formado por una serie de pequeños talweg y es incidido posteriormente por el río Clarillo (Figura N° 7). La distribución de los separados texturales por horizonte indican una disminución de arcillas en profundidad propio del resultado de la meteorización del material parental y que en este caso es más bien grueso (Zaidenberg *et al.*, 1982). Respecto a la forma de las arenas, ambos pedones presentan porcentajes similares en cuanto a la redondez (Figura N° 3). En relación al desarrollo de ambos suelos, el porcentaje de arcillas por horizonte indican que el pedón 2 presenta un mayor desarrollo pedogénico que el suelo correspondiente al pedón 6, proceso corroborado por el alto porcentaje de oxidación presente en el pedón 2 (Figura N° 6), al igual que los resultados obtenidos por Hossain *et al.* (2005), Moody *et al.* (1995), Rangarajan y Sant (2000) en arcillas.

Los suelos derivados del cono de deyección regular (pedón 3), presentan disminución de los porcentajes de arcilla en profundidad debido a procesos de meteorización del material parental (Figura N° 4). En cuanto a la morfoscopia, el pedón 3 tiene el porcentaje más bajo de redondez de los nueve pedones, bajo para un depósito de tipo fluvial, igual resultado obtuvo Honorato *et al.* (1977) atribuyendo este fenómeno, a la poca

distancia de recorrido de las partículas. Cabe destacar que el pedón 3 se ubica en la parte media de este cono, además de la distancia existente respecto del río Maipo (Figura N° 7).

Los suelos del glacis de derrame (pedón 4), tienen una menor diferencia entre los separados texturales (Figura N° 2), en profundidad el porcentaje de arcilla aumenta, esto se debe principalmente a procesos de sedimentación (material parental fino) más que a procesos pedogénicos de iluviación de arcillas, debido principalmente a que las precipitaciones propias de un clima mediterráneo (Novoa *et al.*, 1989; Romero, 1983) no son lo suficientemente abundantes para el lavado de las arcillas. (Mabbut *et al.*, 1966). Es de destacar que este pedón presenta en su horizonte B2 a 50 cm de profundidad (Figura N° 5), un elevado porcentaje de redondez en los fragmentos de arena; uno de los porcentajes más altos de los nueve pedones, lo que podría indicar presencia de agua en la formación de este estrato.

Los suelos derivados del glacis de derrame aterrazado (pedón 5, 7 y 8), tienen características desiguales entre sí. El pedón 5 al igual que el pedón 4, este último correspondiente a un glacis de derrame, tiene una menor diferencia entre los separados texturales (Figura N° 2). Tomando en cuenta esta variable, de los tres pedones, el pedón 5 es el que posee más características de glacis de derrame. A pesar de esto, la granulometría por horizonte indica rasgos de estratificación propios de una terraza (Araya-Vergara, 1985).

El pedón 7 tiene el mayor porcentaje de arenas respecto al resto de los pedones (Figura N° 2), es el que posee menos características de glacis de derrame, pero no presenta estratificación, cabe destacar que este pedón tiene una gran influencia, por su cercanía, del lecho torrencial del estero Río Seco. Esta influencia se ve ratificada por el mayor porcentaje de redondez de las arenas en su horizonte superficial (Figura N° 5). El pedón 8 tiene un alto porcentaje de arenas y además presenta estratificación (Figura N° 4), sus materiales poseen más características asociadas a una terraza, sin embargo los porcentajes de redondez por horizonte son

bajos si los comparamos con los pedones 4 y 9 (Figura N° 5)

En relación a la redondez de las arenas, los tres pedones presentan porcentajes similares (Figura N° 3). Cabe destacar que a diferencia de los pedones 5 y 8, el pedón 7, tiene el mayor porcentaje de redondez, en especial en los primeros horizontes (Figura N° 5), esto evidencia un mayor desgaste en procesos de depositación más actuales, debido al mayor recorrido de las partículas, esto, por la posición que ocupa este pedón en el glacis, la parte distal. Las diferencias encontradas entre estos tres pedones se deben principalmente a la ubicación que tienen estos dentro del glacis de derrame aterrazado y a la fuerte influencia de los dos drenes principales de esta cuenca, el río Clarillo y el estero Río Seco, igual resultado obtienen Tsai *et al.* (2007).

El pedón 9 correspondiente al glacis de ahogamiento, posee características totalmente diferentes al resto de los pedones. Presenta aumento del porcentaje de arcillas en profundidad, esto se debe principalmente a que los materiales que le dieron origen son más bien finos, debido a la ubicación que tiene en la carta geomorfológica (Figura N° 7). También se puede atribuir a procesos pedogénicos de iluviación de arcillas, debido a que está ubicado en un área deprimida (glacis de ahogamiento). Las características topográficas del área entregan las condiciones necesarias de humedad para que ocurra este fenómeno. Pese a esto, no se encontró un horizonte E por lo que la primera de las dos afirmaciones sería la más válida en este caso. La no presencia de oxidación indicarían la menor evolución de este suelo a pesar de sus altos porcentajes de arcilla; sin embargo, el color y profundidad (Cuadro N° 1), dan a conocer que estamos en presencia de un suelo moderadamente evolucionado (Tsai *et al.*, 2007).

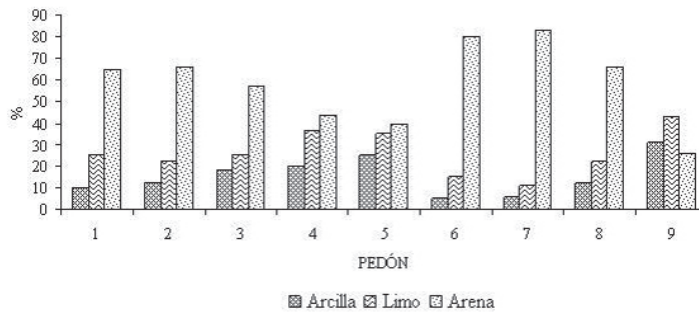
En cuanto a la redondez este pedón tiene el mayor porcentaje de partículas redondeadas (Figura N° 3), esto se debe principalmente a la gran distancia que recorrieron las partículas antes de su depositación, el mayor porcentaje de partículas brillantes ratifica esta afirmación (Figura N° 6). Además, el bajo porcentaje de partículas oxidadas da a

conocer el constante contacto que tuvieron estas con el agua, y la menor presencia de etapas de deshidratación (Hossain *et al.*, 2005), muestran que además de haber recorrido una gran distancia, las partículas fueron transportadas por coladas de barro más bien acuosas, por tiempos relativamente extensos, sin llegar a la reducción por estar en una zona con pendiente suavemente inclinada (Cuadro N° 1).

Respecto a la correlación de las unidades geomorfológicas con los subgrupos de suelos, existe una relación aparente de acuerdo a la observación de la carta de

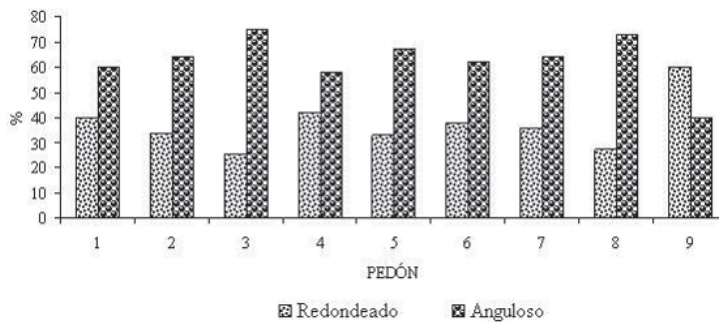
superposición de ambas variables (Figura N° 8). Los suelos pertenecientes a los Entic Haploxerolls están asociados al cono de deyección regular, el cono de deyección caótico y a la terraza remanente; los suelos del subgrupo de los Fluventic Haploxerolls se asocian a las siguientes unidades geomorfológicas: la parte más baja de los conos de deyección caóticos (con una menor pendiente) y los glacis de derrame. Los suelos Haplic Palexerolls se asocian principalmente al glacis coluvial y al glacis de ahogamiento, los Ultic Haploxerolls principalmente a glacis de derrame aterrazado.

Figura N° 2
DISTRIBUCIÓN DE LOS SEPARADOS TEXTURALES POR PEDÓN



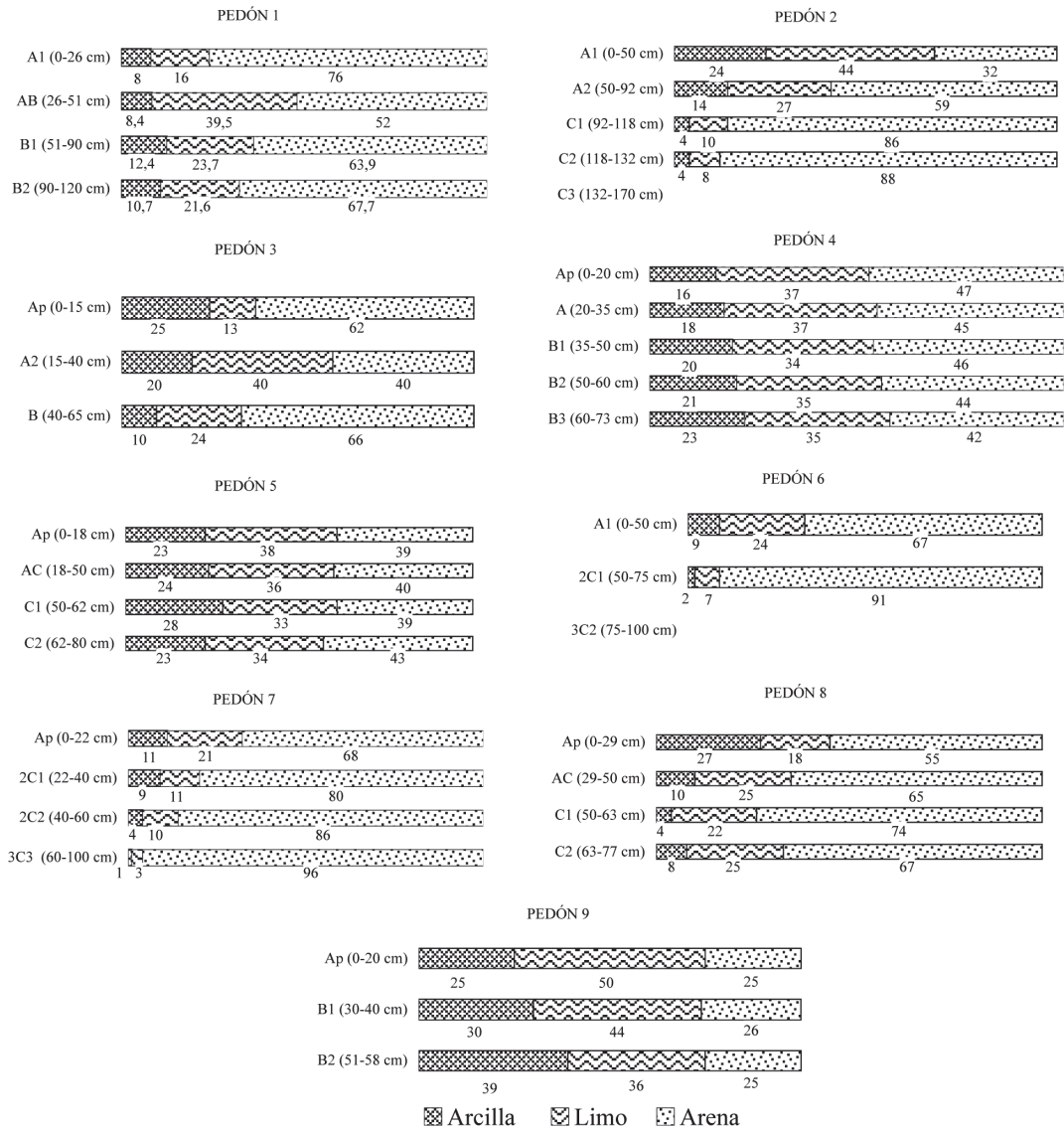
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 3
ANÁLISIS MORFOSCÓPICO DE REDONDEZ POR PEDÓN



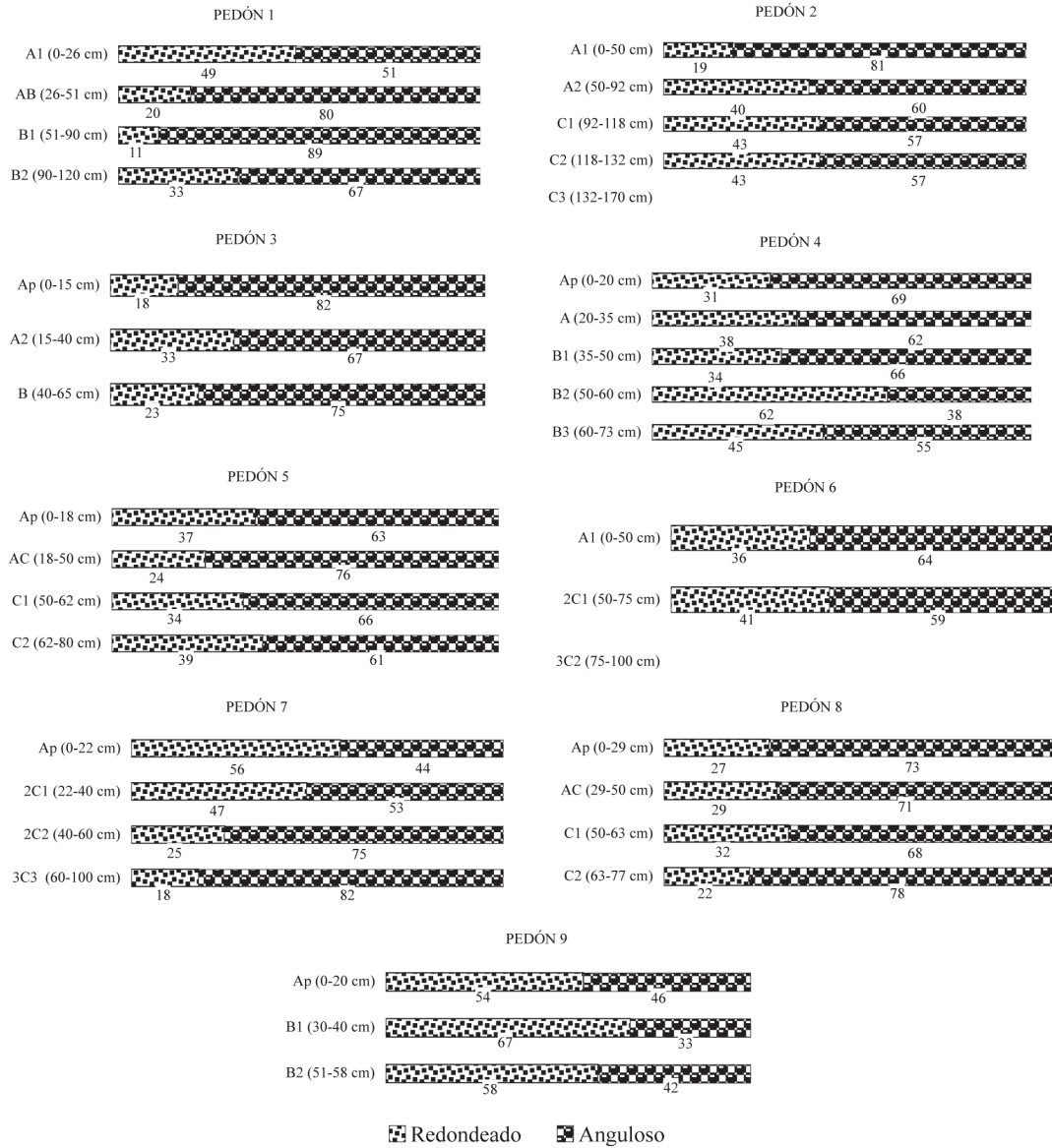
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 4
DISTRIBUCIÓN DE LOS SEPARADOS TEXTURALES POR HORIZONTE EN CADA PEDÓN



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nº 5
ANÁLISIS MORFOSCÓPICO DE REDONDEZ POR HORIZONTE EN CADA PEDÓN



Fuente: Elaboración propia.

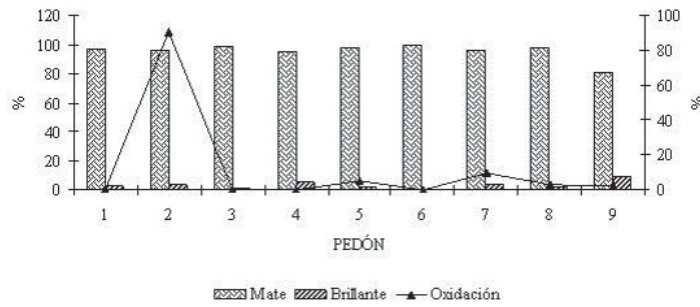
Cuadro N° 1
CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS Y PEDOLÓGICAS POR PEDÓN

Pedón	Geomorfología		Suelo						
	Unidad (2)	Pendiente (3)	Clasificación Taxonómica (4)	Profundidad (5)	Color Horizonte Superficial (6)	Agrupación Textural (7)	Estructura (8)	Permeabilidad (9)	Capacidad de uso (10)
1 (C)	Terraza remanente mod. Inclinada	1,5° - 3,3%	Entic Haploxerolls	P	7,5YR 3/2	MG	BSAMD	alta	II s 4
2 (C)	Cono de deyección caótico	4° - 8,8% fuer. Inclinada	Fluventi Haploxerolls	P	7,5YR 4/2	MG	BSAMD	alta	II s 4
3 (B)	Cono de deyección regular	1° - 2,2% suav. Inclinada	Entic Haploxerolls	LP	5YR 4/3	M	s/i	moderada	II s 3
4 (B)	Glacis de derrame	0,5° - 1,1% plana	Fluventic Haploxerolls	LP	5YR 3/4	M	s/i	moderada	I
5 (B)	Glacis de derrame aterrazado	1° - 2,2% suav. Inclinada	Ultic Haploxerolls	MP	5YR 3/2	G	s/i	moderada	I
6 (C)	Cono de deyección caótico	2° - 4,4% mod. Inclinada	Entic Haploxerolls	LP	5YR 3/3	G	BSAFD	alta	IV s 4
7 (C)	Glacis de derrame aterrazado	1° - 2,2% suav. Inclinada	Ultic Haploxerolls	D	5YR 5/3	MG	BSAFD	alta	III s 4
8 (B)	Glacis de derrame aterrazado	1° - 2,2% suav. Inclinada	Ultic Haploxerolls	MP	5YR 3/2	MG	s/i	alta	III s 4
9 (B)	Glacis de ahogamiento	2° - 4,4% mod. Inclinada	Haplic Paleixerolls	MP	5YR 4/2	MF	s/i	moderada	I

(1) (C): calicata; (B): barro; (5) P: profundo; LP: ligeramente profundo; MP: moderadamente profundo; MG: moderadamente gruesa; D: delgado; (7) M: media; G: gruesa; MF: moderadamente fina; (8) BSAMD: bloques subangulares medios débiles; BSAFD: bloques subangulares finos débiles; s/i: sin información muestras extraídas con barro.

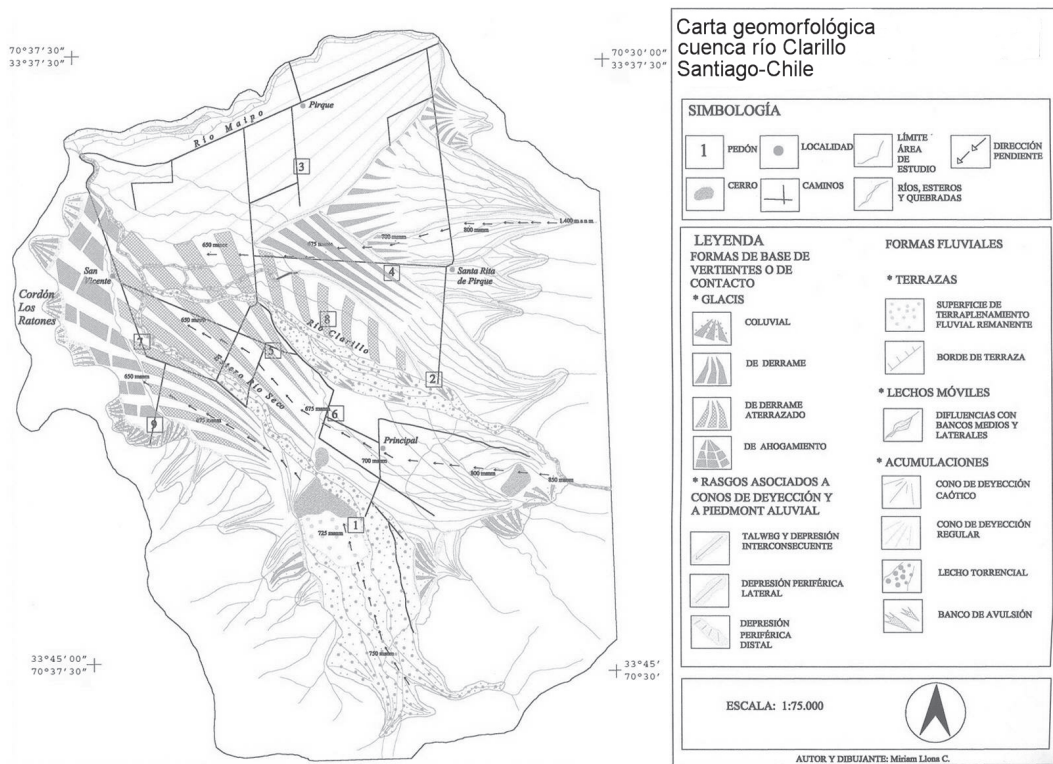
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 6
ANÁLISIS DEL ASPECTO SUPERFICIAL DE LAS ARENAS POR PEDÓN



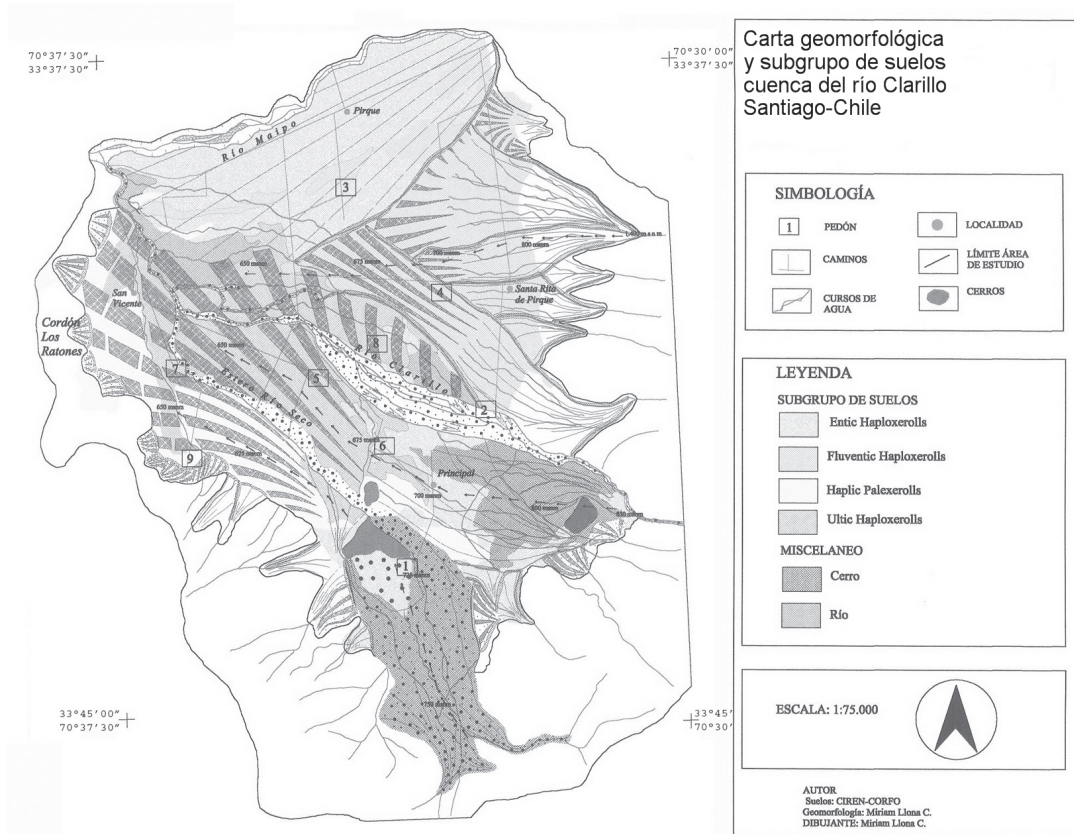
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 7
CARTA GEOMORFOLÓGICA CUENCA DEL RÍO CLARILLO, REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 8
 CARTA GEOMORFOLÓGICA Y SUBGRUPO DE SUELOS. CUENCA DEL RÍO CLARILLO,
 REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo es posible concluir que existe relación entre la naturaleza de los materiales que conforman los suelos y los procesos que dieron origen a las diferentes unidades geomorfológicas en que se ubican, además se evidenció similitud entre las características del suelo como morfología, granulometría y morfoscopia, entre pedones ubicados en una misma unidad geomorfológica, excepto en el glacis de derrame aterrazado donde los tres pedones

poseen características diferentes, dependiendo esto de su posición en él. Es de destacar la importante influencia en las características pedológicas y la proximidad de los drenes principales de la cuenca, influyendo, además, en su evolución.

No se observó similitud respecto a las características del suelo como morfología, granulometría y morfoscopia entre pedones de un mismo subgrupo de suelos, esto debido a estar posicionados en unidades geomorfológicas diferentes, lo que corrobora la primera conclusión.

Referencias bibliográficas

- ALONSO, P.; SIERRA, E.; ORTEGA, C. & DORRONSORO, C. Soil development indices of soils developed on fluvial terraces (Peñaranda de Bracamonte, Salamanca-Spain). *Catena Supplement*, 1994. N° 23, p. 295-308.
- ALONZO-ZARZA, A.; SILVA, P.; GOY, J. & ZAZO, C. Fan-Surface dynamics and biogenic calcrete development: Interactions during ultimate phases of fan evolution in the semiard S.E. Spain (Murcia). *Geomorphology*, 1998, N° 24, p. 147-167.
- ARAYA-VERGARA, J. Análisis de la carta geomorfológica de la cuenca del Mapocho. *Informaciones Geográficas*, 1985, N° 32, p. 31-44.
- BIRKELAND, P. *Soil and Geomorphology*. Oxford: Oxford University Press, 1984
- BOUYOUCOS, G. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 1962, N° 544, p. 464-465.
- BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G. & TURSINA, T. *Handbook for soil thin section description*. London: Waine Reseach Publications Press, 1985-
- CIREN – CORFO. *Estudio Agrológico de la Región Metropolitana N° 1-2*. Santiago: CIREN-CORFO, 1996.
- COOKE, R. & DOORNKAMP, J. *Geomorphology in Environmental Management, an introduction*. Oxford: Clarendon Press, 1973.
- CRUICKSHANK, J. *Soil Geography*. London: David & Charles Press, 1979
- DUCHAUFOR, P. *Pedology. Pedogenesis and Classification*. London: George Allen and Unwin Press, 1982.
- ENGEL, S.; GARDNER, T. & CIOLKOSZ, E. Quaternary soil chronosequences on terraces of the Susquehanna River, Pennsylvania. *Geomorphology*, 1996, N° 17, p. 273-294.
- FURLEY, P. Soil Formation and Slope Development. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, 1968, N° 12, p. 25-42.
- HONORATO, R. Caracterización y génesis de algunos suelos del área de Batuco. *Ciencia e Investigación Agraria*, 1975, N° 2, p. 11-21.
- HONORATO, R.; LIRA, J. y NARBONA, J. Caracterización y génesis de los suelos derivados de sedimentos del cono principal del río Maipo. *Ciencia e Investigación Agraria*, 1977, N° 4, p. 171-181.
- HOSSAIN, M.; PARKASH, B. & KUMAR, S. Soil-landform development of a part of the Fol. Belt along the eastern coast of Bangladesh. *Geomorphology*, 2005, N° 71, p. 310-327.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM). *Carta topográfica Pirque*. Escala 1: 25.000. Santiago, 1980.
- JENNY, H. *Factors of Soil Formation*. New York: Mc Graw – Hill Press, 1941
- MABBUT, J. & SCOTT, R. Periodicity of morphogenesis and Soil Formation in a Savannah Landscape near Port Moresby, Papua. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, 1966, N°10, p. 69-89.
- MOODY, L. & GRAHAM, R. Geomorphic and pedogenic evolution in coastal sediment, central California. *Geoderma*, 1995, N° 67, p. 181-201.
- NOVOA, R.; VILLASECA, S.; DEL CANTO, P.; ROVANET, J.; SIERRA, C. y DEL POZO, A. *Mapa Agroclimático de Chile*. Santiago: INIA - Ministerio de Agricultura, 1989.
- PETTIJOHN, F.J. *Rocas Sedimentarias*. Buenos Aires: Eudeba, 1963.
- QUINTANILLA, V. Carta fitogeográfica de Chile mediterráneo. *Contribuciones Científicas y Tecnológicas. Área Geociencia IV*, 1987, N° 70, p. 1-29.
- RANGARAJAN, G. & SANT, D. Paleoclimatic data from 74KL and Guliya cores: new insights. *Geophysical Research Letters*, 2000, N° 27, p. 181-201.

RITTER, J.; MILLER, J.; ENZEL, Y.; HOWES, S.; NADON, G.; GRUBB, M.; HOOVER, K.; OLSEN, T.; RENEAU, S.; SACK, D.; SUMMA, C.; TAYLOR, K.; TOUYSINHTHIPHONEXAY, K.; YODIS, E.; SCHNEIDER, N.; RITTER, D. & WELLS, S. Quaternary evolution of Cedar Creek Alluvial Fan, Montana. *Geomorphology*, 1993, N° 8, p. 287-304.

ROMERO, H. Geografía de Chile. Geografía de los Climas. Santiago: Editorial Instituto Geográfico Militar, 1983.

SCHMIDT-TOMÉ P., GUENSTER N. y ARAYA-VERGARA J. Carta Geomorfológica cuenca de Santiago y Melipilla. Santiago: Universidad de Chile (Inédito), 1990.

SCHMID-TOMÉ P. Korrelation von Relief-formen und der Vergesellschaftung von Bodentypen im südlichen Teil des Längstals von Santiago de Chile. Bonn: Diplomarbeit, 1996 (Inédito).

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. Soil Survey Manual. Washington: U.S.D.A. Press, 1993.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. Keys to Soil Taxonomy. Washington: U.S.D.A. Press, 1998.

THIELE, R. Carta Geológica de Chile. Santiago: Editorial Instituto de Investigaciones Geológicas, 1980.

TRICART, J. Principes et méthodes de la Géomorphologie. Paris: Masson et cie, 1965.

TSAI, H.; HSEU, Z.; HUANG, W. & CHEN, Z. Pedogenic approach to resolving the geomorphic evolution of the Pakua river terraces in central Taiwan. *Geomorphology*, 2007, N° 83, p. 14-28.

VIVAS, L. El Cuaternario. Venezuela: La Imprenta c.a. Mérida, 1984.

ZAIDENBERG, R.; DAN, J. & KOYUMDJISKY, H. The influence of parent material, relief and exposure on soil formation in the arid region of eastern Samaria. *Catena Supplement*, 1982, N° 1, p. 117-137.

