



SUELOS: FACTORES DE FORMACIÓN, PROCESOS PEDOGENÉTICOS Y DISTRIBUCIÓN

Fernando X. Pereyra¹, Jorge A. Irisarri² y José A. Ferrer

1. IGRM-SEGEMAR, Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, Buenos Aires. fernap@minproduccion.gov.ar
2. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, Río Negro jorgealberto.irisarri@gmail.com

RESUMEN

La provincia del Neuquén se localiza en el extremo noroccidental de la Patagonia argentina y presenta un marcado gradiente ecoambiental en sentido longitudinal, pasando de condiciones climáticas húmedas a desérticas en pocos cientos de kilómetros. Las características geológicas y geomorfológicas, muestran también grandes variaciones. Como resultado, la cobertura edáfica exhibe una gran variabilidad. Los objetivos de esta contribución son: 1) desagregar a esa fracción espacial en Regiones y Subregiones edáficas, 2) sintetizar las relaciones entre factores del medio geográfico y las propiedades más conspicuas de las principales taxa de suelos, y 3) identificar los principales procesos pedogenéticos y su repartición geográfica, ordenados tanto por Regiones y Subregiones naturales como también según taxa de suelos a nivel Orden. En la zona occidental predominan los suelos de moderado grado de desarrollo formados bajo bosque y sobre tefras volcánicas pertenecientes al orden Andisoles y con altos contenidos de materia orgánica en las zonas de estepas herbáceas (Molisolos). Por otro lado, en la zona central y oriental, los suelos dominantes son los Ardisoles, con variados grados de desarrollo, y los Entisoles.

Palabras clave: Suelos, factores de formación, procesos pedogenéticos, Neuquén

ABSTRACT

Soils: Formation factors pedogenetic processes and distribution.- The Neuquén province is located in the northwestern corner of Argentine Patagonia and shows a strong longitudinal eco-environmental gradient; from humid climate to a desertic one in a few hundred kilometers. The geological and geomorphic features also exhibit great variations. As a result, the soil coverage also displays great variability. The main objectives of this contribution are: 1) to differentiate Soil Regions and Subregions, 2) to analyze relationships between factors of the geographical environment of soil formation and main soil features and taxa, and 3) to identify the main pedogenetic processes and their spatial distribution in the Neuquén province, considering the main soil regions and taxa to Order and Grand Group levels. In the western cordilleran region, the dominating soils are those of moderate development formed under wood vegetation and above volcanic tephra, which mainly belong to the Andisols group, and others with high organic matter contents (Mollisols) developed in the herbaceous plains. In the central and eastern regions, the main soils are those known as Ardisols, with variable degree of development, and Entisols.

Key words: Soils, factors of formation, pedogenetic processes, Neuquén

INTRODUCCIÓN

La Patagonia constituye una vasta región (800.000 km²), equivalente a casi un tercio del territorio argentino. Está situada en su porción austral y se extiende entre los paralelos 36° y 55° de latitud sur, y desde el océano Atlántico hasta la divisoria de aguas en la Cordillera de los Andes. Este desarrollo latitudinal, longitudinal y altitudinal comporta una variedad en sus climas, biodiversidad, factores de índole geológica y, por consiguiente, en los suelos. La provincia del Neuquén se ubica en el extremo septentrional de la Patagonia. Los objetivos de esta contribución son: 1) desagregar a esa fracción espacial en Regiones y Subregiones edáficas, 2) sintetizar las relaciones entre factores del medio geográfico y las propiedades más conspicuas de las principales taxa de suelos, y 3) identificar los principales procesos pedogenéticos y su repartición geográfica en la provincia del Neuquén, ordenados tanto por Regiones y Subregiones naturales como también según taxa de suelos a nivel Orden, procurando establecer sus relaciones con los factores del medio geográfico y las principales propiedades de los suelos.

La Región Andina-Patagónica se caracteriza por poseer acen tuados gradientes bioclimáticos, geomórficos y litoestratigráficos que han incidido en la distribución geográfica de los suelos así como en sus propiedades. Estas variaciones tienen su máxima

expresión en sentido oeste-este. Diversos autores han estudiado el gradiente pedológico de los Andes Patagónicos, con diferentes criterios y métodos (acorde con la época en la que fueron realizados). Entre esos aportes destacan los ejecutados por Laya (1969a, 1969b, 1977), Colmet Daage *et al.* (1988), Convenio Franco-Argentino (1991), Marcolin *et al.* (1988) e INTA (1989).

Se diseñó una regionalización de síntesis sustentada en la distribución geográfica de los suelos según sus caracteres esenciales y procesos pedogenéticos como expresión integradora de los factores del medio geográfico en tanto agentes de formación de los suelos (clima, biota, roca y geofoma). Es decir, se reagruparon los suelos hasta conformar regiones homogéneas en términos de características climáticas, fitofisonómicas y geomorfológicas. Para ello se han utilizado estudios de suelos generados por los autores o bien recopilados, lo que equivale a una profusa bibliografía que respalda a la presente regionalización (Ferrer 1982; Ferrer *et al.* 1990, 1999, 2006). La síntesis pedogeográfica, sustentada en el análisis de 200 calcatas con datos de laboratorio, adopta la forma de mapa y de cuadros. En suma, se presentan correlaciones de carácter geográfico o espacial, es decir la correspondencia entre los factores pedogenéticos y las principales propiedades de los suelos, contenidas éstas en su designación taxonómica. Los suelos han sido clasificados utilizando la Soil Taxonomy en las versiones USDA (2006) y USDA-SCS (1999).

FACTORES DE FORMACIÓN Y REGIONES PEDOGENÉTICAS

En relación a las características climáticas, la provincia del Neuquén presenta dos sectores bien diferenciados separados por una estrecha zona de transición. En el sector occidental, vinculadas al efecto orográfico debido a la ubicación de la Cordillera de los Andes y cordones serranos subandinos, los vientos húmedos del oeste descargan la humedad como intensas precipitaciones en una zona comparativamente angosta, solo extendiéndose algo hacia el este a favor de la localización transversal de algunos valles cordilleranos. Así, en la zona aledaña al límite internacional, las precipitaciones alcanzan los 2500 mm anuales, con máximos cercanos a los 3500 mm en algunos pequeños sectores. Las máximas precipitaciones se verifican en el extremo sudoccidental de la provincia. Hacia el este las precipitaciones disminuyen hasta valores del orden de los 500 mm en menos de 100 km en sentido O-E. A partir de este sector, las lluvias disminuyen bruscamente y en la zona ubicada aproximadamente a los 70° 30' W, se encuentra la isoyeta de 200 mm. La mayor parte de la zona oriental se encuentra por debajo de estos valores e incluso por debajo de los 150 mm. En todos los casos la mayor parte de las lluvias se producen en los meses de invierno. Respecto a la temperatura, la mayor parte del territorio provincial, particularmente la zona oriental presenta temperaturas medias anuales comprendidas entre 14° y 12° C, mientras que la zona occidental, de mayor altura y más expuesta a los vientos del oeste, posee temperaturas medias anuales que oscilan entre 12° y 8° C, con valores menores para las zonas más elevadas. En la zona oriental la isoterma de enero alcanza 21°C y la de julio 5° C, mientras que, en la zona occidental, 15° y 3° C respectivamente. Consecuentemente con los valores de precipitaciones y de temperaturas, la mayor parte de Neuquén se caracteriza por presentar un marcado déficit hídrico anual, con valores extremos para zona de Añelo, mientras que la estrecha franja cordillerana posee un exceso de agua anual, con déficits estacionarios pequeños durante los meses de verano.

Acorde con las aludidas variaciones climáticas y altitudinales, es posible diferenciar claramente dos sectores desde el punto de vista fitogeográfico. Según la división realizada por Cabrera (1994) de oeste a este, se encontrarían representadas las siguientes provincias fitogeográficas: Altoandina, Subantártica, Patagónica y del Monte. El sector occidental, particularmente en la parte sudoccidental presenta vegetación arbórea, conformando el Bosque andino-patagónico, generalmente presente a partir de valores de precipitaciones mayores a 700 mm anuales. Dentro del mismo se reconocen diferentes sectores, el sector norte de menor extensión y de menor densidad, con remanentes de bosque de Araucaria (*Araucaria araucana*) y de ciprés (*Austrocedrus chilensis*), mientras que hacia el sur se vuelve más frecuente la asociación ciprés-cohiue (*Nothofagus dombeyi*) y lenga (*Nothofagus pumilio*) con ñire (*N. antarctica*) en las zonas más húmedas. Como especies subordinadas se encuentran el roble pellín (*N. obliqua*) y el raulí (*N. nervosa*). El ciprés es más abundante en la zona comparativamente más seca, mientras que en la más húmeda dominan las diferentes especies de *Nothofagus*. En las zonas bajas de los valles y en la zona de ecotono, dominan las especies herbáceas, conformando una estepa herbácea que se vuelve mixta hacia el este, para finalmente pasar a una estepa arbustiva rala, que es la formación dominante en el territorio provincial. En la primera predominan los coirones (*Stipa speciosa*, *S. humiles* y *S. chrysophila*) y el neneo (*Mulinum spinosum*). En la formación arbustiva se encuentran la jarrilla (*Larrea divaricata* y *L. cuneifolia*), matasebo (*Monthea aphylla*) y otras especies como

el calafate, molle y alpataco. En los barreales aparecen variedades especializadas como la zampa, viedriera y pasto salado.

En función de las características geológicas y climáticas es posible diferenciar dos grandes regiones geomorfológicas. La zona occidental se caracteriza por un relieve abrupto, altas, pendientes, una activa morfodinámica actual y pasada y altos porcentajes de afloramientos rocosos. La acción tectónica relacionada a la orogenia Andina, en sus diversos pulsos, produjo el ascenso y fallamiento de las diferentes litologías aflorantes en la Cordillera Norpatagónica (esencialmente rocas plutónicas paleozoicas y mesozoicas y volcanitas y piroclastitas terciarias, conformando una faja plegada y corrida con vergencia oriental. Consecuentemente, una serie de bloques de rumbos submeridianos que gradualmente pierden altura hacia el este, constituyeron el paisaje sobre el cual actuó el proceso glaciario durante las diferentes glaciaciones. La región se caracteriza por poseer un paisaje labrado esencialmente por la acción glaciaria y glacifluvial asociada, a las que con posterioridad se sobreimpuso la acción fluvial. La remoción en masa es importante y se encuentra generalizada. El proceso eólico, ha sido comparativamente menos importante desde el punto de vista del modelado, si bien, la participación de material eólico (cenizas retransportadas y arenas) como material originario de los suelos, es fundamental. La remoción en masa es un proceso generalizado en la región. El resultado de la remoción en masa ha sido una generalizada inestabilidad de las pendientes, esencialmente aquellas rocosas, que ha tenido un importante papel al interferir en la pedogénesis. Al proceso de reptaje, que se materializa en una carpeta de detritos y ocasionalmente conos de deyección, se suman frecuentes deslizamientos planares y rotacionales, caídas de rocas y *debris flows*.

Por su parte, la zona oriental presenta un relieve dominado por las Planicies estructurales. Son extensas superficies planas ubicadas a cotas altas respecto de los valles de los principales cursos fluviales (Limay, Colorado y Neuquén). Son formas poligenéticas resultantes principalmente del accionar del proceso fluvial sobre sedimentitas terciarias. En general presentan una suave inclinación hacia el este y es posible diferenciar varios niveles, las que presentan diferente grado de preservación. Presentan un potente nivel de rodados fluviales cementados por carbonato de calcio, el que actúa como nivel estructural. Por encima se encuentra una cobertura arenosa eólica de variable espesor. Las terrazas y planicies aluviales se encuentran encajadas en el relieve de Planicies estructurales. Alcanzan mayor desarrollo en relación a los grandes ríos de la provincia como el Neuquén, Limay y Colorado, si bien también son importantes en relación a otros cursos, como el Collón Curá, Chimehuin, Agrio, etc. En líneas generales se encuentran sometidas a diferentes tipos de uso, destacando las plantaciones de frutales con regadío. El número de terrazas varía de un curso a otro y los niveles más antiguos (y más altos) se encuentran generalmente cementados por carbonatos o por yeso y dominan los materiales gruesos (gravas y rodados).

En general es posible diferenciar 8 grandes unidades geomórficas: 1) Relieve múltiple cordillerano con predominio del proceso erosivo glaciario, 2) Relieve estructural en sedimentitas mesozoicas plegadas; 3) Paisaje estructural homoclinal; 4) Relieve pedemontano (incluyendo geoformas erosivas y deposicionales); 5) Paisaje volcánico, planicies estructurales lávicas y relieve múltiple en rocas volcánicas; 6) Bajos y geoformas asociadas; 7) Terrazas y Planicies estructurales y 8) Terrazas fluviales, planicies aluviales y abanicos actuales. Las primeras cuatro se encuentran mejor representadas en la zona occidental, mientras que las otras predominan en la parte oriental.



Respecto a los materiales originarios han sido diferenciados 7 tipos principales: 1) Depósitos fluviales, 2) Cobertura de pedimentos y de planicies estructurales, 3) Carpetas detríticas de talud y regolito, 4) Arenas eólicas, 5) Cenizas volcánicas, 6) Till y depósitos glacifluviales y 7) Limos y arcillas de bajos. En líneas generales dominan los materiales gruesos si bien con características diferentes. En el caso de los Depósitos fluviales y las Cobertura de pedimentos y planicies estructurales, son gravas y rodados gruesos y redondeados de composiciones variables asimilables parcialmente a los genéricamente conocidos como «rodados patagónicos». Una diferencia importante dentro de estos dos grupos es la presencia o no de niveles cementados de rodados, excluyente en el caso de las planicies estructurales y variable en el caso de los otros depósitos. En todos los casos estos materiales presentan una matriz arenosa, gruesa estratificación y contenidos variables de materiales más finos y de sales.

Estos aspectos son compartidos por el Till y los depósitos glacifluviales, si bien la proporción de materiales más finos es más abundante, presentan mayor heterogeneidad y variabilidad lateral y generalmente carecen de cementación carbonática y de

sales. Por otro lado las Carpetas de talud y regolito son también gruesos, pero dominan los fragmentos angulosos y la heterogeneidad granulométrica es mayor. En líneas generales, presentan menor variabilidad litológica dentro de cada sector considerado y carecen de estructuras sedimentarias.

Las arenas eólicas presentan amplia distribución acorde con la dominante aridez regional y generalmente cubren parcialmente a todos los otros materiales. Es frecuente que debido a su escaso espesor los suelos evolucionen incluyendo a más de un material originario o presenten una discontinuidad litológica entre los horizontes superficiales arenosos y los inferiores gruesos. En los bajos y playas asociadas aparecen materiales finos (limo-arcillosos), generalmente laminados y con altos contenidos de sales que le confieren a los suelos propiedades distintivas respecto de los suelos desarrollados en los otros materiales originarios.

Finalmente, sobreyaciendo al till glaciar, a los depósitos glacifluviales y a la cobertura de talud y regolito de la zona cordillerana, se encuentra un depósito de piroclastos (cenizas y lapilli). Cubren parcialmente también a la roca de base. Esta unidad agrupa a las cenizas y lapilli holocenos. Laya (1977) deno-

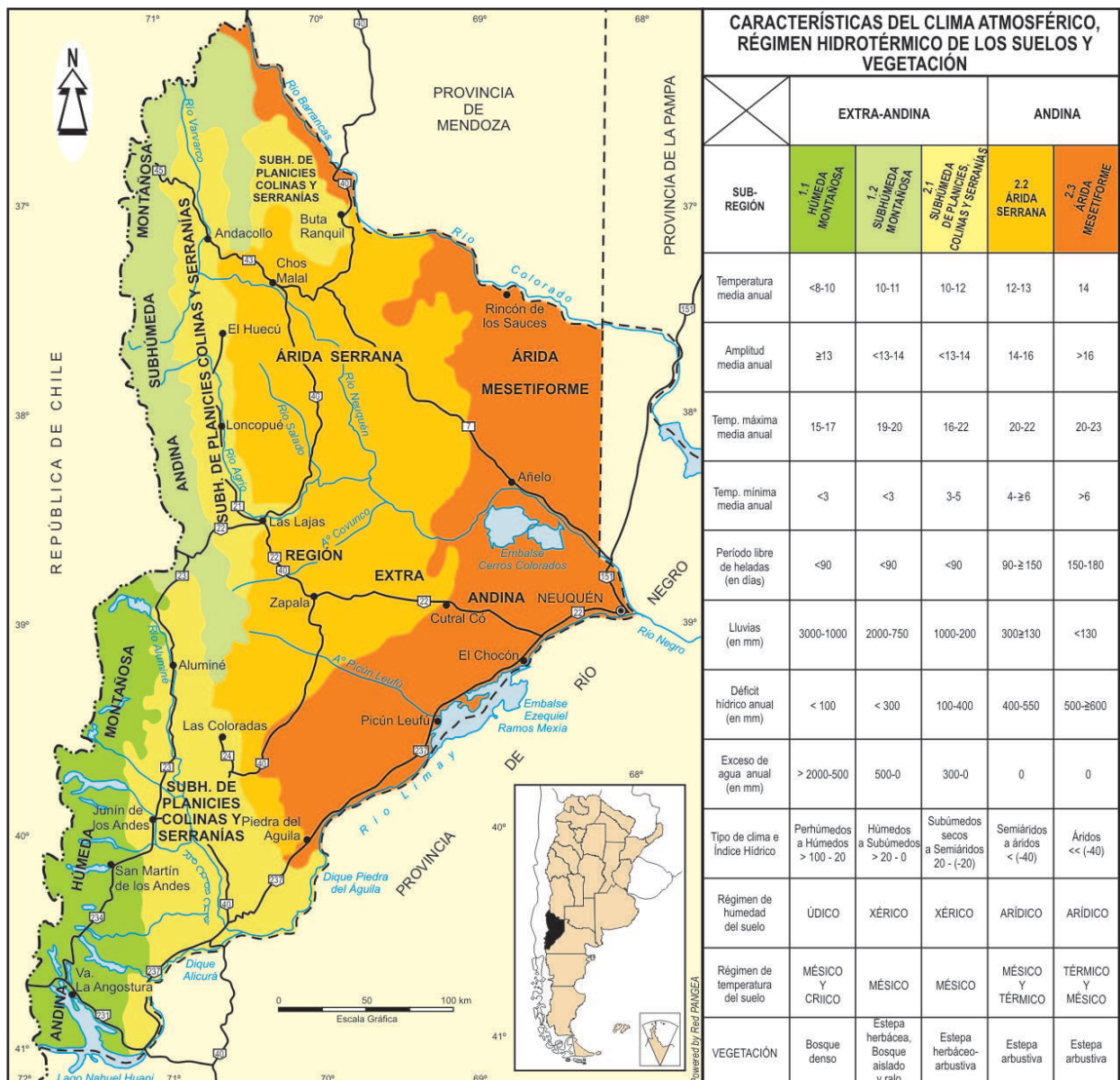


Figura 1: Regiones y subregiones edáficas de Neuquén, mostrando variaciones bioclimáticas y de los regímenes de humedad y temperatura.

minó a estos depósitos como Fm. Río Pireco. Este autor reinterpreta la propuesta originalmente realizada por Auer (1950), diferenciando cinco miembros. Los suelos de la región occidental evolucionaron esencialmente a partir de estos materiales o de mezclas de los mismos con coluvio y detritos glacifluviales y eólicos, constituyendo éste un factor importante en las propiedades de los suelos estudiados. La presencia de estos materiales y un régimen climático húmedo favoreció su rápida alteración (andosolización o alofanización), generando una suerte de endemismo pedológico para los Andisoles. Las tefras guardan una dispar disposición en el paisaje. En el extremo occidental, la cobertura es más potente (más de 2 m), mientras que hacia el este disminuye considerablemente el espesor, pudiendo incluso estar ausente. Esta irregular disposición guarda estrecha relación con la distribución de las formaciones vegetales, así, al oeste, la presencia de bosque (*Nothofagus*) y sotobosque ha actuado como trampa, reteniendo las tefras y preservándolas de la erosión. Al este, la presencia de una vegetación de estepa herbáceo-arbustiva y a veces rala y bosque muy abierto de ciprés (carente de sotobosque), ha resultado en una mayor erosión de estos materiales y su mezcla con detritos eólicos, fluviales y coluviales.

En función de los factores antes señalados, es posible distinguir en el ámbito de la provincia dos grandes regiones pedogenéticas: 1) Región Andina y 2) Región Extraandina. A su vez dentro de la primera se encontrarían dos subregiones: 1.1. Húmeda Montañosa y 1.2. Suhúmeda Montañosa y dentro de la segunda región: 2.1. Suhúmeda de planicies, colinas y serranías; 2.2. Árida serrana y 2.3. Árida Mesetiforme. La distribución de las mismas se observa en la Fig. 1. Esquemáticamente, la zona andina abarcan las altas cabeceras y circundando buena parte de los lagos, y la otra, inmediatamente contigua. La zona oriental se encuentra surcada por importantes cursos de agua alóctonos, emisarios de los lagos. Constituyendo una transición entre el régimen údico (aún perúdic) y el arídico, propio de la estepa patagónica se encuentra una relativamente estrecha franja en sentido longitudinal entre ambos sectores, en la cual domina el régimen xérico y la vegetación es de ecotono. En la Fig. 2 se observan *blocks diagrams* de las principales subregiones tomadas del DEM. En la Tabla 1 se observan las principales caracterís-

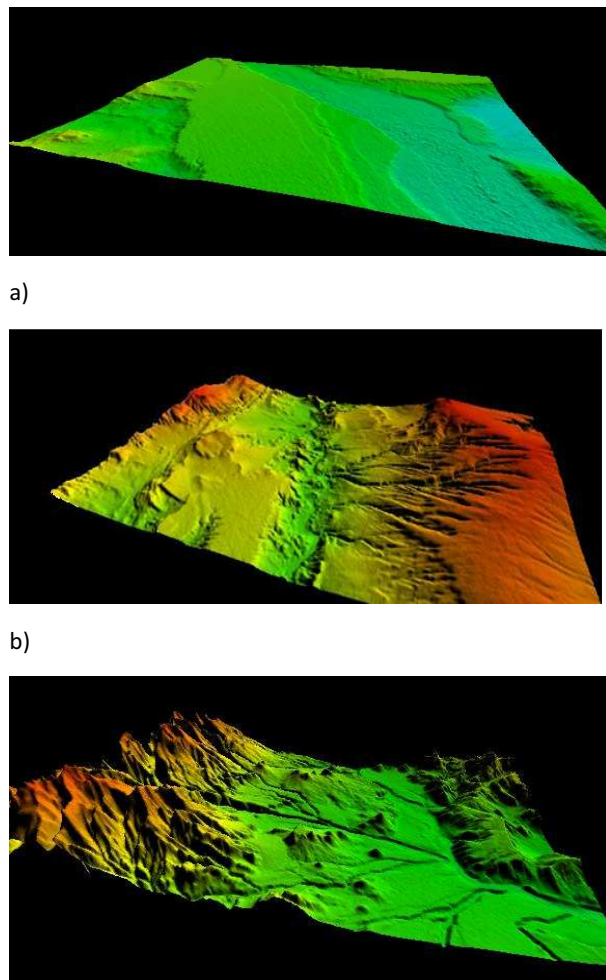
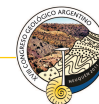


Figura 2: a) Bloque diagrama a partir del DEM, Subregion Extradina árida mesetiforme; b) Bloque diagrama a partir del DEM, Subregion Extradina árida serrana; c) Bloque diagrama a partir del DEM, Subregion Extradina Subhúmeda de planicies, serranías y colinas y d) Bloque diagrama a partir del DEM, Subregion Andina húmeda.

Región	Subregión	Principal proceso geomórfico	Geoformas dominantes	Altitud (m)	Sustrato rocoso consolidado	Principales materiales originarios de los suelos	Suelos dominantes a nivel subgrupo
ANDINA	Húmeda Montañosa	Glacial	Planicies proglaciarias; arcos morénicos; circos; horns; arete; artesas; valles colgantes	2000 a 1500	Rocas ígneas (granitos y granodioritas Rocas metamórficas (filitas, micacitas, gneiss, y migmatitas)	Depósitos de cenizas postglaciales, lapilli, o materiales de origen glacial contaminados con cenizas volcánicas	Fulvudandes tp. Hapludandes vt. Udivitrandes tp. Vitrixerandes tp. Humacueptes tp. Medifibristes tp.
	Subhúmeda Montañosa						
EXTRA-ANDINA	Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Volcánico con y sin control estructural Fluvial sin control estructural	Planicies basálticas y planicies lávicas pedemontanas. colinas y serranías	1500 a 700	Basaltos, andesitas y riolitas. Tobas, tufitas y rocas graníticas	Depósitos aluviales Depósitos con escaso transporte (alteración de tobas, tufitas, andesitas y graníticas)	Xerortentes tp. Xeropsamentes tp. Haploxeroles en. Haploxeroles tp. Argixeroles cálcico-arídicos Argixeroles tp. Palloxerertes cr.
	Árida serrana	Fluvial, en gran parte condicionado por la estructura geológica	Valles anticlinales/sinclinales; cuestras; crestas; espinazos.	700 a 350	Rocas sedimentarias clásticas y químicas	Depósitos aluvio coluviales provenientes en su mayoría de la alteración de sedimentitas Depósitos de origen eólico	Petrocalcides tp. Haplargides tp. Paleargides petrocálcicos Haplocalcides tp. Torripsamente tp. Torrifluventes tp. Haplogypsides tp.
	Árida mesetiforme		Planicies arrasadas; cerros mesa; pedimentos y bajadas. Planicies aluviales. Cuencas centripetas.	350 a 100			

Tabla 1: Principales características geológicas y suelos dominantes en las subregiones de la provincia del Neuquén. Referencias: tp: típicos; vt: vitricos; en: énticos; cr: crómicos.



ticas geológicas, geomorfológicas y suelos dominantes en las subregiones de la provincia del Neuquén.

PRINCIPALES PROCESOS PEDOGENÉTICOS Y SU RELACIÓN CON LOS FACTORES DE FORMACIÓN

Etimológicamente, proceso significa una serie de fases de un fenómeno. En términos de la Ciencia del Suelo el fenómeno es la formación y evolución de los suelos. A su vez los procesos pedogenéticos son las acciones y las reacciones químicas, físico-químicas, biofísicas y bioquímicas, que al operar en el seno del suelo conducen a su desarrollo y que se materializan en una progresiva diferenciación de horizontes por cambios cuali-cuantitativos de los caracteres y propiedades iniciales. Simonson (1960) ha definido cuatro procesos básicos, en tanto que otros autores distinguen procesos específicos cuyo número va de una decena (Jenny 1980; Birkeland 1999) hasta alcanzar casi una treintena (Buol *et al.* 1989). Si bien las causas inmediatas de la formación de los suelos son los procesos pedogenéticos (que en su conjunto constituyen la cinética de la edafoevolución), las condiciones que afectan su naturaleza, sentido, ritmo, intensidad y duración son los factores pedogenéticos (Crompton 1970). En la Tabla 2 se consignan los principales procesos pedogenéticos que se estima participan o han participado en la formación de los suelos de Neuquén. Para cada proceso se indica su importancia relativa según las Regiones y Subregiones definidas. No se incluyen procesos que son denominados por el Orden al que dan origen (Andosolización, Vertisolización) por ser genéricos. Si bien se omite el proceso de meteorización, resulta obvio que tiene lugar en todas las Subregiones, si bien con diferente intensidad, mayor en la región Andina considerando el positivo balance hídrico y por ende una severa hidrólisis de los minerales.

Humificación

Transformación de la materia orgánica fresca en humus, mediante un proceso de síntesis bioquímica. Este proceso tiene su máxima expresión en la Subregión Húmeda Montañosa. Caracteriza a los horizontes A y AC de los Andisoles (mull-ándico? en el sentido de Duchaufour 1989) y los horizontes A de los Molisoles, Alfisoles y Vertisoles de las Subregiones Subhúmedas. El conteni-

do en materia orgánica varía entre el 10 y el 5 % y el cociente C/N oscila entre 10 y 12. En la Región Árida el proceso de humificación está muy atenuado en función de la escasa biomasa de la muy rala estepa arbustiva. Esta situación caracteriza a casi un 60 % de la superficie provincial y afecta a los Aridisoles y Entisoles arídicos en los que el tenor en materia orgánica no suele alcanzar la unidad porcentual.

Melanización

Oscurecimiento de la fracción sólida mineral del suelo por incorporación orgánica subsuperficial, mecanismo primordial en la génesis del horizonte mólico, aunque también participa en otros horizontes superficiales que por su reducido espesor no se ciñen a la concepción del mólico. Este proceso tiene su máxima expresión por debajo de los horizontes O en Andisoles, así como también en los A de Argixeroles y Haploxeroles. Las formaciones vegetales herbáceas tienen una decisiva importancia debido a los aportes por la renovación anual de su sistema radical. La melanización es muy manifiesta en las Subregiones Húmeda y Subhúmeda, mientras que en la región Árida no resulta evidente.

Paludización

Acumulación profunda de materiales orgánicos y límnicos en un medio saturado con agua, que por sus condiciones anaeróbicas facilita la preservación y aumento del espesor de horizontes orgánicos (Oa; Oe; Oi). La intensidad relativa de este proceso es leve y se halla restringida a las Subregiones Húmeda Montañosa, Suhúmeda Montañosa y de Planicies, Colinas y Serranías. Arealmente no es significativo ya que afecta el 1 % del territorio provincial. Taxonómicamente está representado por Humacuetpes y en particular por Medifibristes. Se hallan confinados en sectores plano-cóncavos del paisaje, integrando «mallines». Las bajas temperaturas y las condiciones de anaerobiosis facilitan la intervención de este proceso y la perdurabilidad de sus manifestaciones.

Gleización

Es la generación de un medio químico reductor por efecto de capas con muy lenta permeabilidad que facilitan la permanen-

Región	Proceso pedogenético	Subregión	Formación De Mantillo	Humificación	Melanización	Paludización	Gleización	Desaturación	Argiluvación	Carbonatación Calcárea Blanda	Acumulación de Sales Solubles	Acumulación de Yeso	Cementación por Co ₃ Ca	Cementación por Yeso
Andina	Húmeda Montañosa		A	A	A	L	L	M/A	O	O	O	O	O	O
	Subhúmeda Montañosa		L/O	M	A	L	L	M	O	O	O	O	O	O
Extrandina	Subhúmeda de Planicies, Colinas y Serranías		O	M	M	L	L	L/O	M	L	O	O	O	O
	Árida Serrana		O	O/L	O	O	O	O	L/O	M	M	L/M	L	L
	Árida Mesetiforme		O	O/L	O	O	O	O	M	A	A	M	A	M

Tabla 2: Importancia relativa de los procesos pedogenéticos según Regiones y Subregiones. Referencias: O= nula; L= leve; M= moderada; A= alta.

cia temporal de una falsa capa de agua, cuyas oscilaciones (óxido-reducción) se traducen en la presencia de moteados, colores grises azulados y/o concreciones de Hierro y Manganeseo. Arealmente el proceso está localizado preferentemente en la Región Andina, y excepcionalmente en las Subregiones contiguas, abarcando un 3,8 % de la superficie provincial. Se asocia a «praderas húmedas» y parcialmente al proceso de paludización, ya que muchos suelos que exhiben propiedades de la gleización carecen de horizontes orgánicos afines a la paludización. En la región árida la gleización está virtualmente ausente.

Desaturación del complejo de intercambio

Este proceso tiene lugar en regímenes de humedad údico y en menor medida xérico, en presencia de un medio que favorece la percolación y por ende tanto la lixiviación de bases como una acidificación del medio edáfico. En Neuquén alcanza su máxima expresión en la Subregión Húmeda Montañosa con valores de saturación del orden del 50 al 60 % o aún menores, pH variables entre 3,5 y 4,2 y un valor S entre 2 y 3 cmol/kg (Ferrer *et al.* 1999). Esta situación es propia de los Andisoles bajo bosque denso de *Nothofagus* (Hapludandes y Fulvudandes). Bajo clima húmedo y subhúmedo (régimen xérico) con bosque ralo, la desaturación es menor (Vitrixerandes y Haploxerandes), todos ellos desarrollados a partir de piroclastos holocénicos no consolidados. La saturación del complejo de adsorción es mucho mayor (80-90 %) en horizontes superiores de Argixeroles y Haploxeralfes desarrollados respectivamente a partir de sedimentitas y rocas cristalinas. También los Haploxeroles, Xerortentes y Xeropsamentes exhiben una débil desaturación superficial. En contraposición y en concordancia con un déficit hídrico acentuado (régimen arídico) todos los suelos de la Región Árida poseen una muy alta a plena saturación de su complejo de intercambio. En la Tabla 3 y Fig. 3 se muestran algunos aspectos y propiedades relacionadas con el proceso de andosolización, teniendo en cuenta las variaciones mineralógicas en la fracción coloidal.

Argiluvación

Constituye la migración de partículas tamaño arcilla y su acumulación evidenciada por argilanes, que suele dar lugar a un horizonte argílico. Este proceso no está presente en la Subregión Húmeda Montañosa por las condiciones de fuerte acidez, presencia de amorfos (alofanos) y la falta de períodos de desecamiento.

Las manifestaciones más conspicuas de este proceso tienen lugar en la Subregión de Planicies, Colinas y Serranías, donde se destacan Argixeroles y Haploxeralfes. Se asocian a superficies de erosión en las inmediaciones de Las Coloradas, Pampa de Alicurá y Macizo de Sañicó. Las condiciones de humedecimiento durante fines de otoño hasta mediados de primavera favorecerían la traslocación vertical de la fracción arcillosa. La alternancia con una larga sequía estival (régimen xérico) facilitaría la concentración de la suspensión y su floculación al nivel en que se hallan las acumulaciones calcáreas blandas. El proceso de argiluvación también está presente en la Región Árida, preferentemente en la Subregión Árida Mesetiforme, al este de la Pampa de Curicó, en la sierra Blanca, en las inmediaciones de Las Lajas y en el Crucero (límite cuatripartito provincial). La presencia de horizontes argílicos en regiones áridas (Argides) es controversial y ha sido discutida por Birkeland (1999). A menudo se lo interpreta como perteneciente a un ciclo pedogenético más húmedo.

Acumulaciones de constituyentes solubles

El 60 % de la superficie provincial posee suelos con régimen arídico debido a un acentuado déficit hídrico casi permanente. En este ámbito prevalecen los Entisoles respecto a los Aridisoles. El balance hídrico negativo es responsable de que los suelos se hallen plenamente saturados y posean un pH próximo o superior a la neutralidad. Es frecuente que presenten moderados tenores en sales hasta niveles que se adecuan a un horizonte sálico. Estos Salides se hallan en los lago-playa de las bajadas aluviales entre Aguada Florencio y Picún Leufú, en el Bajo de Añelo y en «barrizales» en los que se encuentran Torriortentes vérticos salinos. En la Tabla 4 se sintetizan algunos aspectos relacionados con el proceso de carbontación.

Otro constituyente que suelen presentar los suelos es yeso, a veces con tenores propios de horizonte gypsico, el cual, en ocasiones, se presenta cementado (petrogypsico). Estos Gypsides se hallan en pedimentos de la Sierra Negra, sector distal del campo volcánico del Auca Mahuida, Pampa de Tril, etc. Otro constituyente, si bien mucho menos soluble que los citados, es el CO₃Ca. En el régimen xérico (Argixeroles y Haploxeroles) se presenta como «cal blanda pulverulenta». En los Aridisoles y Entisoles se presenta en la masa del horizonte. Es frecuente que por su tenor, alcance el carácter de cálcico. Estos Calcides se hallan en las terrazas intermedias de los ríos Neuquén y Limay, como así también en los bordes de depresiones intermontanas. Casi un 40

Arcilla dominante en el suelo	pH en Na F a los 2'	pH en Na F a los 60'	Taxas de suelos	
alofan	>9,2	>9,2	Fulvudandes y Hapludandes	
imogolita	<9,2	>9,2	Udivitrandes y Vitroxerandes	
haloisita	<9,2	<9,2	Haploxerandes y Vitroxerandes	
Morfología Suelo	Prof. en cm	Secuencia	Color en Seco (húmedo)	Estructura
Andisol con Alofan	0-30	A	□ 0YR3/2 (2/2)	Migajosa
	30-□00	Bw□	□ 0YR 5/4 (4/4)	Pseudolimo
	□00-□60	Bw2	□ 0YR 5/6 (5/4)	Pseudolimo
Andisol con Imogolita	0-70	A	□ 0YR 2/2 (2/0)	Migajosa
	70-□40	Bw□	□ 0 YR 5/4 (4/3)	Pseudolimo masiva
	□40-220	Bw2	□ 0 YR 5/6 (4/4)	Masiva
Molisol y Andisol con Haloisita	0-□40	A	□ 0 YR 3/2 (2/2)	Bloques subangulares
	□40-□60	C□	□ 0 YR 4/4 (4/3)	Masiva
	□60-200	C2	□ 0 YR 5/3 (4/3)	Masiva

Tabla 3: Variaciones en las propiedades de los Andisoles con diferentes tipos de arcillas

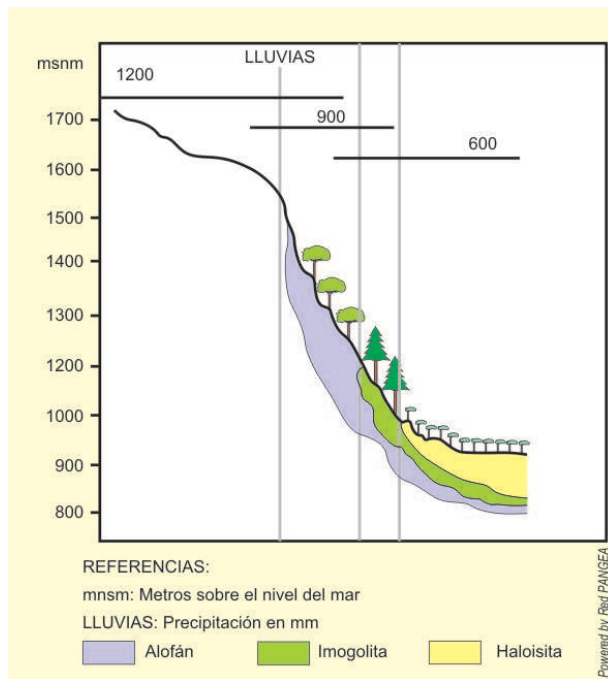


Figura 3: Características morfológicas de los suelos participantes de la climotoposecuencia

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y SU DISTRIBUCIÓN EN EL PAISAJE

En el ámbito de la provincia del Neuquén se han reconocido suelos pertenecientes a 8 Órdenes. De ellos, los 4 Ordenes dominantes son: Entisol, Aridisol, Molisol y Andisol. Los 4 Ordenes restantes, subordinados a los primeros, son: Inceptisol, Alfisol, Histosol y Vertisol. Los Entisoles son los que revisten mayor importancia areal en la provincia, ocupando aproximadamente el 35 % de su superficie. Los Grandes Grupos más comunes son Torriortente, Torripsamente, Xeropsamente, Torrifluvente, Haplacuento y Criortente. La gran mayoría de los Entisoles se ubican en regiones áridas, no obstante ello, casi todos los suelos cultivados bajo riego corresponden a este Orden. Son suelos de escaso a nulo grado de desarrollo pedogenético, carentes de horizontes diagnósticos, con perfiles muy simples (A/C) y abundantes rasgos heredados de los materiales parentales. Aparecen en zonas de taludes, pendientes controladas por remoción en masa, terrazas fluviales recientes, planicies aluviales y en abanicos aluviales que conforman el piedemonte de los sistemas serranos precordilleranos. Poseen alta susceptibilidad a la erosión hídrica y los Psamientos también a la erosión eólica. En general son suelos profundos y muy permeables, pobres en materia orgánica con baja retención hídrica.

Dentro de los Entisoles, son los Torriortentes los que ocupan mayor superficie. Estos presentan bajos tenores de materia orgánica (menos del 1 %), CIC variable dependiendo de la naturaleza del material originario (comúnmente alrededor de 15 Cm/kg), el complejo de intercambio saturado y el pH neutro a ligeramente alcalino, excepto en los casos de suelos salinos y/o sódicos. Los Criortentes se ubican en sectores de pendientes pronunciadas en la zona montañosa, generalmente por encima de la línea del bosque. Son muy pedregosos y poco profundos exhiben rocosidad y los bloques que lo componen son usualmente angulosos. De todas formas, debido a las condiciones bioclimáticas imperantes, suelen tener mayores contenidos de materia orgánica que el resto de los Entisoles. Finalmente, los Torripsamientos aparecen en dunas y en acumulaciones arenosas ubicadas en terrazas y plani-

% de los Aridisoles poseen CaCO_3 cementado (petrocálcico), dando lugar a los Petrocalcides los cuales se localizan en terrazas estructurales y las terrazas altas (y más antiguas) de los ríos Neuquén, Limay y Agrio. Tanto los horizontes petrogípsicos como los petrocálcicos son también materia de discusión ya que no siempre resulta claro su origen pedológico. Finalmente, la cementación por sílice, que da lugar a la presencia de duripan (característico de los Durargides) es de escasa significación areal. La sílice proviene de la disolución parcial de los materiales volcánicos y estos suelos aparecen al oeste del río Agrio, en la zona de transición entre los regímenes xérico y arídico.

Acumulaciones calcáreas		Húmeda Montañosa	Subhúmeda Montañosa y Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Arida serrana y Arida mesetiforme
Profundidad de aparición (cm)	Media	Ausente	80	30
	Mínima		50	Superficie
	Máxima		130	90
Contenido en %	Media		6	38
	Mínima		1	15
	Máxima		11	75
Formas de manifestación	Blandas		Pulvurulenta o en pseudomiscellos	Pulvurulenta, en pseudomiscellos, concreciones blandas. Abarcando la mayor parte del horizonte
	cementadas		Ausente	En forma discontinua si tiene gravas, en forma continua si no tiene
Horizontes diagnósticos			Cálcico	Cálcico y Petrocálcico
Taxas			Haploxeroles y Haploxeralfes en subgrupos cálcicos	Petrocalcides, Haplocalcides, Haplargides cálcicos y petrocálcicos

Tabla 4: Forma de ocurrencia de carbonatos en las diferentes subregiones

cies estructurales. Poseen escaso grado de diferenciación de horizontes y usualmente se preservan las estructuras sedimentarias eólicas.

Los Aridisoles ocupan el segundo lugar en extensión en la provincia de Neuquén siendo superados en ese sentido por los Entisoles, con los que frecuentemente se hallan asociados. Constituyen suelos de regiones áridas, condiciones climáticas imperantes en la mayor parte del territorio neuquino. Generalmente se encuentran ocupando los sectores estables del paisaje. Poseen coloraciones claras, pH neutros a alcalinos desde superficie, plena saturación con bases y bajo contenido de materia orgánica (menos del 1%). Dado que se encuentran bajo condiciones de déficit hídrico la mayor parte o la totalidad del año, los procesos de iluviación se hallan inhibidos, por lo cual es frecuente que presenten acumulaciones salinas, calcáreas o bien yesosas cerca de la superficie. Son los suelos de mayor grado de diferenciación pedogenética, presentando perfiles con uno o más horizontes diagnósticos y frecuentemente discontinuidades litológicas. Secuencias típicas de Aridisoles son A/2Bt/2Ckm; A/Ck/Ckm; A/Bw/Ck o Ckm.

Los Aridisoles dominantes en la región pertenecen a los subórdenes Argides, Calcides, Cambides, Salides y Gipsides. El carácter distintivo de los Argides está dado por la presencia de un horizonte argílico (Bt) por debajo de un epipedón ócrico. Dentro de los Argides han sido diferenciados a nivel Gran Grupo Haplargides, Paleargides, Natrargides y Durargides. Ocupan los sectores más estables de las planicies estructurales del sector oriental de la provincia. Poseen limitada capacidad de uso y relativamente alta susceptibilidad a la erosión, altamente vinculada a la degradación de la vegetación de estepa arbustiva. Los Calcides presentan un horizonte cálcico y/o petrocálcico subsuperficial de modo que su capacidad de uso está limitada principalmente por la profundidad del perfil, además de las condiciones climáticas de extrema aridez. Dentro de ellos, los Petrocalcides constituyen el subgrupo de mayor relevancia. Son suelos altamente susceptibles a la erosión eólica e hídrica y dominan en los sectores en los que aparecen los rodados patagónicos. Los Salides poseen altos contenidos de sales más solubles que el yeso y se encuentran en los bajos. Presentan moderada susceptibilidad a la erosión.

Los Andisoles son suelos con moderado grado de desarrollo (perfiles tipo A/AC/C o bien A/Bw/C) y generalmente carecen de horizontes diagnósticos excepto un epipedón mólico, melánico o úmbrico. Presentan horizontes de alteración (Bw) y evidencias de migraciones de componentes en solución. Debido a su origen, vinculado a la presencia de materiales originarios de origen piroclástico y condiciones climáticas de exceso hídrico, poseen propiedades características que no comparten con ningún otro Orden: baja densidad aparente (menos de 0,9 Mg/m³), alta retención hídrica, elevada CIC, cargas variables según el pH, valores de pH ligeramente ácidos (como consecuencia de un complejo de intercambio desaturado y la presencia ocasional de Al intercambiable), retención de fosfatos (superior al 80%), entre otras, que se resumen en la denominación de «propiedades ándicas».

Su formación se encuentra relacionada estrechamente a la acumulación de materiales piroclásticos debidos a las frecuentes erupciones volcánicas de los Andes. Precisamente, a la latitud de Neuquén se encuentran la mayor parte de los volcanes activos de los Andes patagónicos, ubicados esencialmente en el territorio chileno. No obstante ello, debido a la dirección de los vientos dominantes, la deposición de cenizas posee mayor expresión en sector argentino. Aparecen en la zona occidental de la provincia, dominando en toda la zona cordillerana y en los valles glaciares que tienen sus nacientes en la misma. Su presencia se en-

cuentra estrechamente relacionada con el bosque de *Nothofagus* y el bosque mixto de Ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y *Nothofagus*. Poseen alta susceptibilidad a la erosión solo en los casos en que se encuentren desprovistos de la vegetación de bosque con la que se asocian. Dominan los Udivitrands y los Hapludands, encontrándose Endoacuands en las zonas de drenaje restringido del ambiente glaciario (mallines). Los Haploxerands son muy escasos y se encuentran asociados con Molisoles.

Los Molisoles se caracterizan por poseer un epipedón mólico con apreciable contenido de materia orgánica (superior al 1%) bien humificada e incorporada a la fracción mineral. Dicho epipedón es de consistencia blanda y potencia aproximada de 25 cm. Otros otros horizontes diagnósticos que pueden hallarse además del mólico son argílico, cámbico, nátrico y cálcico. Presentan elevada saturación con bases que frecuentemente superan el 80%. S y se asocian a regiones húmedas y subhúmedas, con vegetación de pradera y/o estepas, apareciendo básicamente en la zona occidental de la provincia, región caracterizada por un mayor excedente hídrico estacional (menor evapotranspiración) y dominan en sectores bajos del paisaje, en valles glaciares y planicies glaciares. Poseen moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Presentan perfiles sencillos del tipo A/AC/C o bien A/AC/Ck, en algunos casos un Bt. Poseen texturas francas y moderado grado de estructuración del epipedón. Se han reconocido tres Subórdenes: Xerol, Acuol y Albol, siendo el primero el de mayor representatividad areal. Los Xeroles poseen déficit hídrico estival pero durante el resto del año se encuentran a la capacidad de campo o más húmedos. Presentan en la región, los Grandes Grupos Haploxerol y Argixerol. Los Haploxeroles no presentan limitaciones intrínsecas (suelen tener limitaciones por relieve) para cultivos ecológicamente adaptados a la zona, mientras que los Argixeroles frecuentemente poseen abundantes fragmentos gruesos. Los otros dos subórdenes reconocidos (Acuol y Albol) presentan condiciones de drenaje deficiente.

Los Inceptisoles son suelos embrionarios con secuencias de horizontes muy sencillas (A/AC/C ó A/Bw/C), frecuentemente constituidas por un horizonte ócrico sobre cámbico o un úmbrico sobre cámbico. Comúnmente se asocian a los Andisoles, pero ciertas propiedades de los factores de formación, no han permitido su evolución hasta ese orden. Presentan en general baja saturación con bases y pH ácidos. Soportan vegetación de bosque, bajo condiciones climáticas de exceso hídrico. Los Subórdenes más comunes son Acuept y Udept, dentro de los cuales se reconocen los Grandes Grupos Humacuept y Eutrudept respectivamente. Los Humacuepts se caracterizan por presentar condiciones ácuicas y epipedón mólico o úmbrico. Los Eutrudept responden a las características generales de los Inceptisoles bajo régimen de humedad údico.

Los Alfisoles se caracterizan por la presencia de un horizonte argílico y un epipedón ócrico muy duro y delgado. Se ubican en una estrecha franja discontinua adosada al sector cordillerano ocupando los sectores bajos del paisaje, valles glaciares y planicies glaciares. Los materiales originarios son texturalmente finos y carentes de cenizas volcánicas. Soportan vegetación herbácea y en menor grado herbáceo arbustiva. En la región estudiada, los Alfisoles corresponden casi exclusivamente al Gran Grupo de los Haploxeralfes, caracterizados por perfiles de secuencias tipo A/Bt/C, frecuentemente con un discontinuidad litológica entre los horizontes eluviales e iluviales. Presentan elevada saturación con bases y medianos a altos valores de CIC. Poseen moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Los Histosoles son de muy escasa representatividad areal, restringidos principalmente al



sector cordillerano, ocupan superficies discontinuas y de exiguas dimensiones. Estos son los únicos suelos francamente orgánicos, poseen condiciones de drenaje restringido y régimen de humedad ácuico. Se ha reconocido un único subgrupo: Medifibrístes, caracterizado por una secuencia de horizontes Oi constituidos mayoritariamente por tejidos orgánicos de juncáceas y ciperáceas. Se hallan en mallines localizados en los fondos de los valles, planicies glacifluviales y en menor medida arcos morénicos. Se asocian a Humacuepts y Endoacuands. Finalmente, los Vertisoles ocupan una superficie muy pequeña en la provincia de Neuquén (alrededor de 90.000 hectáreas). Son suelos texturalmente finos, con dominancia de arcillas esmectíticas, perfiles poco contrastados de tonos oscuros. En cuanto a sus propiedades físico-químicas presentan alta CIC, elevada saturación con bases y pH neutros. Se ha reconocido un solo Suborden: Xerertes, caracterizado por stress hídrico en la época estival.

CONCLUSIONES

Es posible delimitar dos grandes Regiones pedogenéticas: Andina y Extrandina, desagregadas a su vez en dos y tres subregiones respectivamente. En la región Andina, la conjunción de una elevada oferta pluvio-nival y la presencia de tefras holocenas no consolidadas resultan en el predominio del Orden Andisoles. Dado el relieve montañoso, las lluvias orográficas disminuyen altitudinalmente de oeste a este lo que origina una zonificación

vertical de la vegetación y del proceso de andosolización. Es decir, las propiedades ándicas (alta retención hídrica, alta retención de fosfatos, alto tenor de cargas variables) se atenúan desde el poniente por disminución progresiva de las sustancias amorfas (alofano e imogolita) y la aparición de haloisita con el inicio del dominio de los Molisoles. La presencia de amorfos derivados de la alteración de cenizas volcánicas es responsable de un ambiente edáfico bien drenado, con humedad permanente por encima de un pF 4,2. La elevada porosidad de los piroclastos determina una baja densidad aparente (menos de 0,85 Mg/m³) y un medio lixivante bien aireado. La Subregión Húmeda Montañoso, es la que exhibe los suelos con pH más bajos (4,5-5,5), fuertemente desaturados (apenas por encima del 50 %), altos valores de CIC, a menudo con presencia de mantillo forestal (horizontes O) elevada relación C/N y altos tenores de materia orgánica (hasta 8% en horizontes minerales). En la Tabla 5 se sintetizan, a modo de conclusión, las características principales de los factores de formación, procesos actuantes y propiedades de los suelos en las tres principales subregiones naturales.

Entre la Subregión Húmeda Montañoso y la región centro oriental con régimen árido (Árida Serrana y Árida Mesetiforme) se halla una zona de transición con régimen xérico (inviernos húmedos y veranos secos). En consecuencia se producen cambios en la vegetación, con predominio de una estepa herbácea, herbáceo-arbustiva y escasas porciones de bosque muy ralo. En este ambiente los suelos de cenizas volcánicas tienen caracteres ándicos

Principales Características		Zona Andina Húmeda Montañoso	Zona de Transición Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Zona Extraandina Árida mesetiforme
Factores pedogenéticos	Precipitación (mm)	Más de 1500	Alrededor de 900-600	Menos de 500 Alrededor de 200
	T. media anual (°C)	Menos de 8	9	10 – 11 12 - 15
	vegetación zonal	Bosque denso a semidenso	Ecotono bosque - estepa	Estepa herbácea – arbustiva Arbustiva
	geoformas principales	Paisaje de erosión-acumulación glaciaria	Morenas, planicies glacifluviales y terrazas	Pedimentos y geoformas fluviales
	altitud (m.s.n.m)	1400-1000	900-800	Menos de 800
	materiales originarios	Ceniza, lapilli y till	Ceniza, gravas y arenas glacifluviales	Gravas y arenas fluviales, arenas eólicas
Principales suelos		Udivitrands Hapludands Hapludoles Criortentes	Haploxerands Haploxeroles Xerortentes Haploxeralfes	Haplocalcides Petrocalcides Torriortentes Haplosalides Haplargides
Perfiles representativo		O1-O2-A1-AC-C	A1-AC-C A1-Bt-BC-Ck	A1-AC-C k A1-Ckm A1-Cz
Edafoclima	Régimen de humedad	Udico	Xérico	Árido
	Régimen de temperatura	Criico - Mésico	Mésico	Térmico/Mésico
Principales propiedades	Materia orgánica (%)	Más de 24	4 a 2	1 o menor
	pH en agua	5,2	5,9	+7
	pH en KCl	4,7	5,6	-
	Propiedades ándicas	Muy manifiestas	Muy atenuadas o ausentes	Ausentes

Tabla 5: Variación de los factores y propiedades de los suelos en sentido O-E.

muy atenuados y en presencia de rocas cristalinas dominan Molisoles (Haploxeroles énticos y Argixeroles cálcicos). En esta franja de transición, los suelos carecen de horizontes orgánicos, la materia orgánica varía entre 3 y 6 %, y el cociente C/N entre 14 y 10, se hallan levemente desaturados (80 %) con plena saturación en la parte media e inferior del solum, el pH tiene un rango entre 6 (superficial) hasta levemente alcalino en casos con acumulaciones calcáreas no cementadas. Principalmente en presencia de rocas cristalinas, los suelos poseen un horizonte argílico, con evidentes rasgos de argiluvación.

Al oriente de la faja con régimen xérico se extienden en el ámbito de la Región extrandina, las Subregiones Árida Mesetiforme y Árida Serrana. Ambas poseen un déficit hídrico acentuado (arídico) y una vegetación rala de estepa arbustiva, condiciones responsables del escaso contenido de materia orgánica (menos del 1 %) y por ende, la virtual ausencia del proceso de melanización con predominio de horizontes ócricos. El balance hídrico negativo impide la lixiviación de los constituyentes solubles, generando horizontes cálcicos y petrocálcicos, gypsicos, petrogypsicos y sálicos, o bien acumulaciones de sales solubles sin constituir horizontes diagnósticos. Los suelos poseen un complejo de intercambio plenamente saturado desde la superficie y acorde con ello un pH neutro a francamente alcalino. La principal diferencia entre ambas subregiones estriba en que la Árida Serrana posee un predominio de Entisoles respecto de Aridisoles, relación que se invierte en la Árida Mesetiforme. Esta distinción puede atribuirse al estilo mofoestructural de cada Subregión. Así, en la Árida Serrana prevalece un paisaje complejo de estructuras plegadas casi aflorantes, más la presencia de «crestas» y «espina-zos» con pendientes abruptas que favorecen la morfogénesis en detrimento de la pedogénesis. La baja densidad de la cubierta vegetal acentúa los procesos de erosión y da lugar a menudo a suelos someros con escaso a nulo desarrollo. En contraposición, la Subregión Árida Mesetiforme, con estructura geológica subhorizontal favorece la presencia de segmentos del paisaje con muy escasa oferta pluvial y por ende presencia más frecuente de horizontes diagnósticos calcáreos y yesosos.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Auer, V. 1950. Las capas volcánicas como nuevo método de cronología postglacial en Fuegopatagonia. *Revista de Investigaciones Agropecuarias, Serie 3, Clima y Suelo*. 3(2): 49-208.
- Birkeland, P. 1999. *Soils and Geomorphology*. Oxford University press, 354 pp. New York.
- Buol, S., Hole, F. & Mc Craken, R. 1989. *Soil Genesis and Classification*. Iowa University press, 317 pp. Iowa.
- Cabrera, A.L. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler, W. (Ed.): *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2: 1-85. Ed. Acme. Buenos Aires.
- Colmet Daage, F., Marcolín A., López C., Bran D. & Ayers J. 1988. Características de los suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas en el Dpto Lacar (provincia del Neuquén). 12° Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Actas: 245-247. Corrientes.
- Convenio Franco-Argentino. 1991. *Suelos con aluminio activo y montmorillonita, clorita, illita, vermiculita interestratificados, regulares e irregulares*. Publicación Especial INTA, 134 pp., Bariloche, Río Negro.
- Crompton, E. 1970. Soil Formation. En: *Selected papers in soil formation and classification*, SSSA Special Pub. Series, N°1, Wisconsin, 235 pp.
- Duchaufour, P. 1987. *Pedología*. Tomo 1. Editorial Masson, 437 pp. Barcelona.
- Ferrer, J.A. 1982. Geografía y propiedades de los suelos de Patagonia. 19° Jornadas Regionales de Suelos de la Patagonia, pp. 11-58, Editado por INTA, Neuquén.
- Ferrer, J.A., Irisarri, J. & Mendía, J.M. 1990. Estudio Regional de Suelos de la provincia del Neuquén. Publicación Especial COPADE - CFI, 900 pp. Buenos Aires.
- Ferrer, J.A., Pereyra, F. & Villegas, D. 1999. Geoformas y suelos en el valle del río Traful, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54(3): 270-280. Buenos Aires.
- Ferrer, J.A., Irisarri, J. & Mendía, J.M. 2006. Suelos de la provincia del Neuquén. Escala 1:500.000. INTA-CFI-UN del Comahue, 224 pp. Buenos Aires.
- INTA, 1989. *Atlas de suelos de la República Argentina*. Tomo 2: 155-213. Buenos Aires.
- Jenny, H. 1980. *The Soil Resource. Origin and Behavior*. Springer Verlag, 257 pp. Berlín.
- Laya, H. 1969a. Génesis de suelos a partir de productos piroclásticos postglaciales. Sector Portezuelo Puyehue - Nahuel Huapi (provincia del Neuquén). 5° Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Actas 387-396. Santa Fe.
- Laya, H. 1969b. Cartografía de los principales grupos de suelos y sus relaciones genéticas en la región de Junín y San Martín de los Andes (provincia del Neuquén). 5° Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Actas 331-343. Santa Fe.
- Laya, H. 1977. Edafogénesis y paleosuelos de la Formación téfrica Río Pireco (Holoceno), Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 32(1): 3-23. Buenos Aires.
- Marcolín, A., López, C., Lanciotti, M.L., Bran, D., Ayers, J. & Colmet Daage, F. 1988. Características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de la Cordillera de los Andes y Precordillera del norte de la Patagonia. *Convenio INTA-ORSTOM*, 16 pp. Bariloche, Río Negro.
- Simonson, R. 1960. Outline of a generalized theory of soil genesis. *Proc. of Soil Science Society of America*, 23:152-6.
- USDA-SCS, 1999. *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff-USDA, 644 pp. Washington
- USDA, 2006. *Claves para la Taxonomía de Suelos*. 10ª Edición, 339 pp.