ANALES N° 50 ISSN 0328-2325

Suelos de la Argentina

Geografía de suelos, factores y procesos formadores

Fernando X. Pereyra



INTA Ediciones
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

AACS
Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo

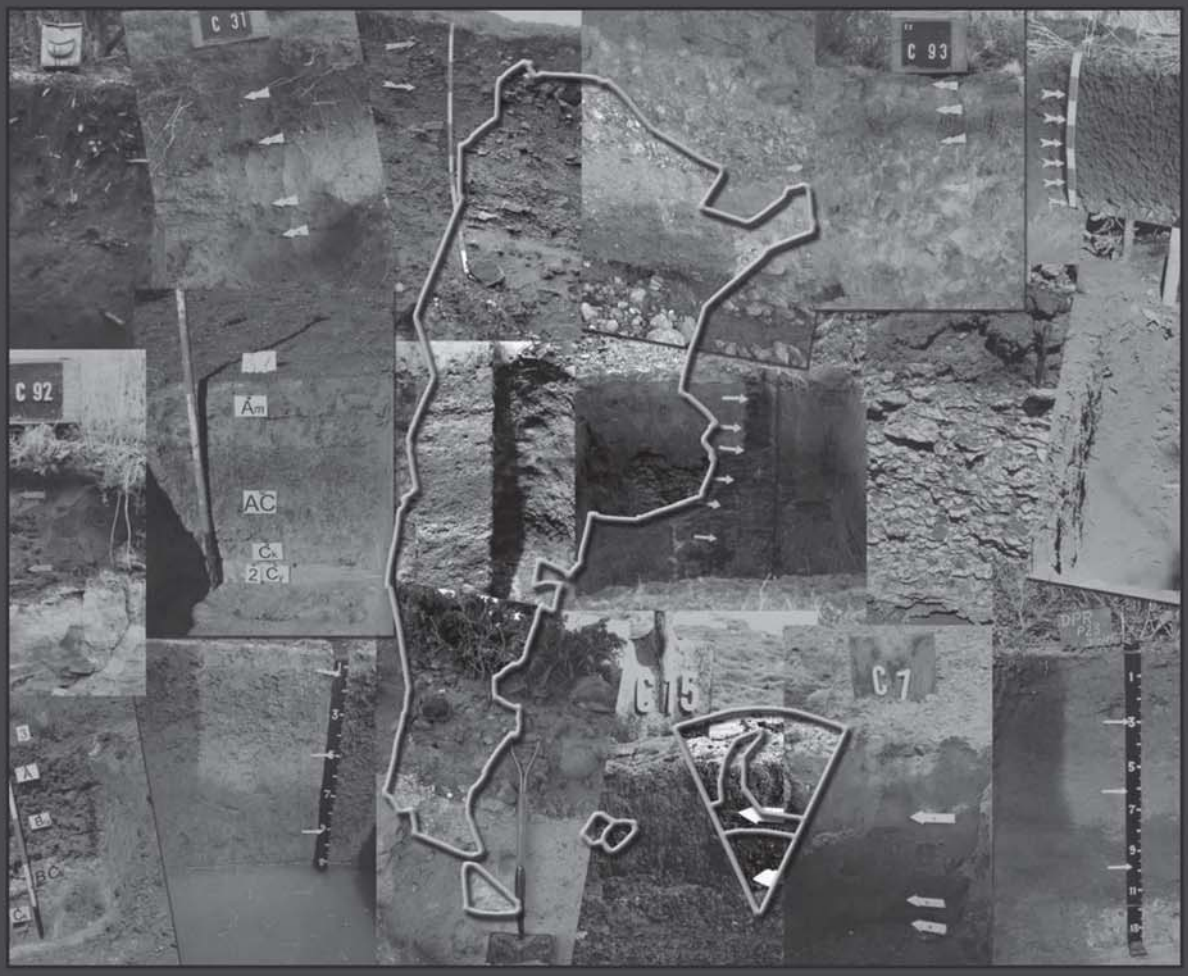
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES
SEGEMAR
SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Buenos Aires • 2011

Suelos de la Argentina

Geografía de suelos, factores y procesos formadores

Fernando X. Pereyra



Ficha Bibliográfica

Pereyra, Fernando X., 2011. Suelos de la Argentina.
Ed. INTA-SEGEMAR-AACS, 178 págs.
Buenos Aires. Ilustraciones y cuadros.

ISSN 0328-2325

631.4 Suelos.

Como citar esta publicación:
Pereyra, Fernando X., 2011. Suelos de la Argentina.
Ed. INTA-SEGEMAR-AACS, 178 págs. Buenos Aires. Ilustraciones y cuadros.

Buenos Aires, 2011

"Solo se protege lo que se quiere o valora
y solo se quiere o valora lo que se conoce"

Fernando Pereyra

2011

PUBLICACIÓN CONJUNTA
SEGEMAR-INTA-AACS

INTA
Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca: Don Julián A. Domínguez
Presidente del Consejo Directivo: Ing. Agr. Carlos Casamiquela
Director Nacional: Ing. Agr. Eliseo Monti

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
Presidente: Ing. Jorge Mayoral
Secretario Ejecutivo: Lic. Pedro Alcántara

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES
Director: Lic. Roberto F. Page

Texto revisado y corregido
Geol. José A. Ferrer
Ing. Agr. José Luis Panigatti (Ph.D)

Corrección Editorial
Lic. Norma Pezzutti

Diseño Editorial
Daniel C. Rastelli

AGRADECIMIENTOS

Son numerosas las personas que de una u otra forma colaboraron conmigo para hacer posible la realización de este libro. Quisiera destacar a algunas de ellas. En primer lugar a José Ferrer por enseñarme la mayor parte de lo que se de suelos y seguir haciéndolo, como siempre, generosamente. Al Ing. José Luis Panigatti del INTA por todo su apoyo, al igual que al Lic. Roberto Page, Director del IGRM-SEGEMAR. A Daniel Rastelli por todo su entusiasmo y dedicación en la edición e ilustración del libro. Al SEGEMAR, al INTA, a la Fundación EMPREMIN y a la AACS por solventar la impresión del libro. A los Drs. D. Villegas y P. Tchilinguirian por compartir horas y horas de suelos, aprendiendo juntos.

Muchas fotografías son del autor, sin embargo algunas fueron facilitadas por colegas del INTA y del SEGEMAR, como J. L. Panigatti, J. Ferrer, J. Irisarri, D. Villegas, V. Baumann, D. Buscchiazzo, H. Godagnone, H. Danino, H. Morras, J. Babelis y J. Ligier. A todos ellos muchas gracias!!

PREFACIO

Los «Suelos de la República Argentina: Geografía de los suelos, factores y procesos formadores» es uno de los primeros intentos prácticos de organizar, clasificar y presentar el conocimiento de los suelos del territorio nacional en una única publicación manual; en este caso elaborada desde una visión geológica, integradora y flexible, donde el factor tiempo toma especial relevancia. Adicionalmente, la obra desarrolla una propuesta original de zonificación de los suelos del país y una aproximación a su distribución a partir del análisis genético, con énfasis en la tipificación de los factores y procesos formadores. El autor ha buscado presentar la variabilidad espacial en la distribución de los factores de formación y la consecuente influencia en el tipo e intensidad de los procesos pedogenéticos.

Varios capítulos estrictamente didácticos, numerosas tablas, esquemas, perfiles y ejemplos intentan sintetizar y clarificar cada concepto. En el mismo sentido al final de todos los capítulos un resumen final sintetiza y refuerza los contenidos. Los aspectos didácticos, sumados a la propia descripción de los suelos por regiones hacen que esta obra muy probablemente se convierta en lectura esencial para los profesionales y técnicos vinculados a la problemática agropecuaria, el desarrollo y el ordenamiento territorial. Las características ambientales, económicas y socio culturales de la Argentina han conferido un inmenso valor a los suelos y su uso agropecuario. Sin embargo, el esfuerzo destinado a su, descripción e interpretación no ha sido proporcional a su importancia. Es por ello que esta obra asume una significación especial y marca un camino de trabajo e investigación científica.

Para el Instituto de Geología y Recursos Minerales (IGRM) del Servicio Geológico Minero Argentino –SEGEMAR, cuya razón de ser es el avance del conocimiento geológico y al mismo tiempo parte de una institución tradicionalmente dispuesta a contribuir a la comprensión y difusión del conocimiento geológico del territorio nacional, esta publicación relacionada con la cobertura más superficial y visible de nuestro territorio, los suelos, resulta realmente necesaria y de una gran oportunidad. Ello es así por cuanto dado el avance del programa del mapeo geológico sistemático del territorio nacional a escala 1:250.000, que desde sus inicios priorizó las geografías de mayor relieve, el mismo está finalizando y las áreas remanentes casi en su totalidad se encuentran constituidas por zona llanas donde la geología del cuaternario y los procesos pedogenéticos se observan en todo su esplender. En ese sentido para la comunidad de geólogos del IGRM SEGEMAR y todos otros aquellos vinculados a esa problemática, el libro que se presenta es muy importante y de una gran utilidad.

Adicionalmente es una gran satisfacción que el Dr. Fernando Pereyra, quien presta servicios en la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada del IGR-SEGMAR, haya tenido la voluntad, capacidad, conocimiento e iniciativa para lograr la concreción de una obra de esta envergadura; más aún, no sólo ha realizado la obra por su propia iniciativa, sino también logrado la articulación interinstituicional exacta para lograr el respaldo y el cofinanciamiento del INTA, la Asociación Argentina de las Ciencias del Suelo y la Fundación EMPREMIN, Unidad de Vinculación Tecnológica del SEGEMAR.

Por todo lo expuesto, la presentación de esta obra es una gran satisfacción para el SEGEMAR y esperemos sea también el punto de inflexión para incrementar sustancialmente los emprendimientos conjuntos con el INTA.

Ing. Jorge MAYORAL
Presidente SEGEMAR

Lic. Pedro ALCANTARA
Secretario Ejecutivo SEGEMAR

PROLOGO

El estudio de los suelos tiene una larga y fructífera historia en nuestro país y en la década del ´30 comienza a tomar forma el conocimiento científico de este, nuestro recurso natural, que nos diera, provee y seguirá proporcionando producciones diversas, además de alternativas y oportunidades para el desarrollo integral de la nación.

Se puede afirmar que el número de especialistas dedicados a profundizar los temas de génesis de suelos, influencia y cuantificación de los factores y procesos de formación, así como los que se encuentran bajo el paraguas de «geografía de suelos», se encuentran en disminución o retroceso. Esta aseveración, que varios pueden no compartir, se puede ratificar si se la compara con la dedicación y número de profesionales involucrados en otras áreas como los temas relacionados al uso de fertilizantes, fertilidad y manejo de cultivos. Creo que es una etapa lógica, justificable, esperable, pero la pregunta que debemos hacernos es: ¿Cuál será el costo de este retroceso del área de geografía de suelos en el mediano y largo plazo?

La etapa de inventarios de suelos, según la metodología tradicional, que logró un gran impulso y cobertura en la región pampeana en las décadas de ´70-´90, está en vías de extinción. No se trata de realizar un juicio de valores sino de poner de manifiesto lo que ocurre. Afortunadamente, se encuentra en gran parte editada la información respectiva, por ello el material resultante de aquellos importantes y costosos trabajos está accesible para los actuales y potenciales usuarios.

La disponibilidad de nuevas tecnologías permite transitar una etapa de mayor eficiencia en el uso y aplicación de la información, menor esfuerzo físico y nuevas o mayores posibilidades de inferencias, extrapolaciones y, por sobre todo, mejor uso de los recursos hacia una producción sobre bases sólidas y menores posibilidades de degradación (no deseo usar la desgastada palabra de moda sustentabilidad).

En los años recientes se editaron trabajos y libros con información sintetizada, que utilizó los conocimientos disponibles de ciertas regiones como la pampa, así como de algunas provincias de nuestro país. Estos logros son importantes porque integran los avances, los interpretan y ponen a disposición de los interesados, principalmente los docentes, quienes son los mayores responsables de difundir la información simultáneamente con la formación de nuevos profesionales.

Esta obra viene a llenar un vacío de la edafología a nivel nacional, con una visión general, panorámica, con una bajada a tierra digna de destacar por la integración de información por «áreas edáficas», donde se sintetizan factores de formación, procesos y lo hace con ejemplos muy ilustrativos, presenta tablas con información resumida, figuras con diagramas y, además, con fotografías, donde se ejemplifican unidades de cada zona con sus respectivos perfiles y paisajes.

Finalmente deseo destacar que la distinción que me dispensa el autor para que prologue este libro, me llena de satisfacción y lo hago con la alegría de saber que esta obra tiene calidad, es integradora, aporta y sintetiza muchos conocimientos y los presenta en forma ordenada y de fácil lectura, con resúmenes en cada capítulo que lo harán un elemento de consulta y revisión. Este es un material que para algunos puede presentar información teórica académica de baja aplicación, pero considero que será un aporte para la formación profesional teórico-práctica para mejor destino, uso y resultados en diversos ambientes, donde los suelos son importantes unidades, pero integrados en paisajes dinámicos.

Ing. Agr. José Luis Panigatti (Ph.D.)
INTA-AACS

ÍNDICE

1- Introducción 1

2- Factores de formación 7

3- Procesos pedogenéticos 18

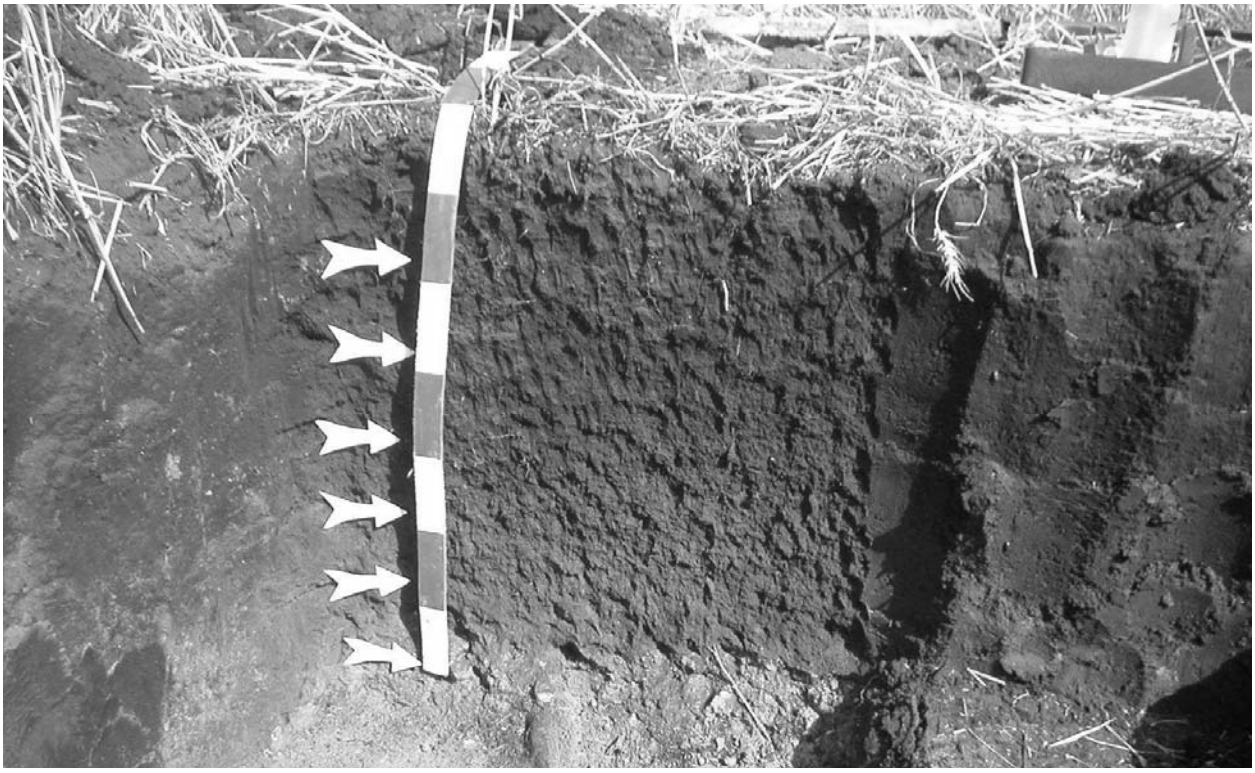
4- Taxonomía de los suelos argentinos 29

5- Descripción de las regiones de suelos 47

6- Trabajos citados en el texto y Bibliografía de referencia 135

7- Glosario 141

8- Anexo fotos 151



1. Introducción

Las características ambientales, económicas y socio-culturales de la Argentina han conferido a los suelos y al uso agropecuario de los mismos un gran valor, tanto concreto como simbólico. Este valor, entre otros aspectos, lo ha convertido en un objeto de estudio prioritario. Generaciones de productores, investigadores y técnicos han ido cimentando un conocimiento extenso y profundo de los suelos del país.

En la construcción de este saber colectivo del recurso tierras, le cabe al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuario (INTA) un rol preponderante desde el momento de su fundación.

Puede señalarse sin riesgo a equivocarse, que precisamente el mayor volumen de información de los suelos ha sido generado para todo el país por el INTA, destacándose de manera especial la continuada e imprescindible actividad de cartografía edáfica, así como las numerosas investigaciones sobre degradación y conservación de suelos y sobre evaluación de la aptitud de los mismos. Por lo tanto, es necesario marcar desde el principio, que un trabajo de las características que presenta éste, hubiera sido imposible sin lo efectuado por profesionales y técnicos de esa institución.

Los suelos constituyen la capa superficial del terreno, están compuestos por minerales y materiales orgánicos que tienen una serie de propiedades específicas que permiten el desarrollo de la vegetación. Son el resultado del accionar de los distintos procesos formadores de suelos (pedogenéticos) controlados a su vez por los factores de formación: clima, relieve, biota, material originario y tiempo.

La importancia de los suelos y su conocimiento como etapa necesaria para un uso adecuado del mismo y su conservación, puede ser sintetizada a partir de considerar las diferentes funciones de los suelos:

1- Reciclado de sustancias (integrante del ciclo del carbono y del nitrógeno, entre otros), incluyendo absorción de nutrientes, almacenaje de nutrientes y provisión de nutrientes.
2- Medio para el crecimiento de las plantas.
3- Elemento integrante del ciclo hidrológico.
4- Sustrato-hábitat de fauna, microfauna, flora y microflora.
5- Sustrato de toda actividad humana, como por ejemplo fundaciones.

6- Como producto minero-industrial (bien de uso y de consumo).

El objetivo de este trabajo es analizar la distribución de los principales tipos de suelos en el país, relacionándolos con los diversos factores de formación y procesos pedogenéticos teniendo en especial cuenta la variabilidad espacial de los mismos. Este segmento se sintetiza en la primera parte de la obra. A continuación se presenta someramente la Taxonomía de Suelos, para pasar luego a examinar cada una de las grandes regiones de suelos, diferenciadas. En cada una de las regiones se consideran los factores de formación, se analizan los principales suelos existentes, sus propiedades y distribución y al final se transcribe un resumen, cuadros de síntesis, algún perfil de suelo característico y cortes esquemáticos en los cuales se muestra la relación entre suelos, relieve, material originario y vegetación. En todos los casos posibles se ha intentado esquematizar lo escrito en tablas, a los efectos de facilitar la comprensión. Asimismo, al final del trabajo se presenta un anexo (Glosario) en el que se explican de manera breve aquellos aspectos estimados como más importantes.

Esta contribución intenta ser de utilidad para profesionales, técnicos y estudiantes de carreras afines a suelos así como para un público general, para ayudar a tener un mejor conocimiento de la variabilidad de los suelos de la Argentina, con el fin último de contribuir, al menos mínimamente, a un uso adecuado de los mismos que permita su conservación, en el entendimiento que constituye uno de los pilares fundamentales del bien público del país. Además, la preservación del ambiente, de la biodiversidad y de los hábitats naturales, así como de otros recursos naturales, como por ejemplo el agua, implican también la conservación de los suelos.

En última instancia, solo se protege lo que se quiere o valora y solo se quiere o valora lo que se conoce.

El contenido de esta contribución se inscribe en la denominada Geografía de Suelos, una especialización reconocida por la Unión Internacional de la Ciencia del Suelo en su más reciente estructura, si bien tuvo su origen a fines del siglo XIX por el principal pionero de las ciencias del suelo, Dokuchaev, en sus estudios sobre los chernozem (Molisoles) de la estepa rusa. En 1965, Bunting, definió a la Geografía de Suelos como "*el estudio de la distribución y morfología del suelo en relación a influencias externas (factores pedogenéticos) y procesos internos*".

Para la IUSS, la geografía de suelos tiene por objeto "*el estudio del manto pedológico (soil cover) y sus atributos morfogenéticos como resultado del clima, geología, relieve, vegetación, actividades humanas e historia (natural y antropogénica)*". Uno de los más exhaustivos textos dedicados a analizar el marco conceptual, evolución, objetivos y aportes de esta subdisciplina, se halla disponible en el libro de Hole y Campbell (1985).

Considerados los suelos como entidades o cuerpos geográficos resulta obvio que pueden analizarse sus atributos según diferentes niveles de percepción o diferentes escalas de trabajo. Así, para diferentes niveles de generalización existen distintas unidades cartográficas, como provincias de suelos, regiones de suelos, asociación, consociación, en un grado decreciente de complejidad del patrón de distribución espacial de los suelos en el paisaje.

A nivel provincial, en nuestro país se ha utilizado el concepto de región sustentado en diferentes criterios. Zuccardi y Fadda (1972), emplea el concepto de Regiones Edáficas de la provincia de Tucumán, apelando al sentido del movimiento del agua en el suelo y de economía hídrica (régimen hídrico). En la provincia de Buenos Aires se ha usado la noción de Dominio Edáfico definido en el Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires (SEAGyP-INTA-PNUD, 1989) dónde se plantea que el dominio "*permite disponer de un mapa simplificado a escala pequeña que indica la distribución y asociación de los principales subgrupos en toda la provincia*". En muchos casos los dominios coinciden con subunidades geomorfológicas y en otros, son subdivisiones de ellas las que pueden ser diferenciadas en función del predominio de determinados Subgrupos de suelos.

A nivel nacional, Papadakis (1980) muestra un mapa con regiones de suelos a las que individualiza como áreas en las que la distribución de los suelos sigue un modelo determinado relativamente simple como una representación esquemática de los suelos.

En el presente libro, el autor ha aplicado el concepto de región a la totalidad del territorio argentino, tomando como base la regionalización como síntesis geográfica de los suelos en función de los procesos pedogenéticos dominantes y de la asociación específica de factores de formación, los que se plasman en propiedades y en suelos concretos. Por lo tanto, cada región se plasma en una expresión de síntesis de los agentes y factores de formación,

El resultado del accionar de los diferentes procesos pedogenéticos se materializa en una serie de propiedades morfológicas, físicas y químicas, que permiten la identificación de los horizontes del suelo, o sea capas discretas que se observan en los suelos y admiten su descripción y clasificación. La denominación de horizonte se aplica tanto a la descripción morfológica de un suelo como a la identificación de horizontes diagnósticos. En el primero de los casos se utiliza la denotación A-B-C desde el horizonte superficial al más profundo existiendo numerosas subdivisiones. En el segundo se refiere a propiedades que son aplicadas en la clasificación de los suelos, como por ejemplo horizontes mólicos, argílicos, cálcicos, etc.

La gran variabilidad geológica, geomorfológica y bioclimática, se sustancia en un complejo mosaico edáfico. En consecuencia, en el territorio argentino se



FIGURA 1: Mapa de Regiones de suelos

encuentran representados los 12 Órdenes que componen la *Soil Taxonomy*. En la zona oriental (chaco-pampeana) dominan los suelos fértiles de pradera que integran el Orden Molisol, mientras que en la región occidental y en la Patagónica Extraandina, con condiciones áridas, predominan los Aridisoles. En las importantes zonas montañosas prevalecen los Entisoles. El territorio nacional puede ser subdividido en 12 regiones de suelos, cada una caracterizada por una particular asociación de suelos (ver Figura 1, Mapa de Regiones de Suelos):

- Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental
- Suelos líticos de los Andes Centrales
- Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste
- Suelos de las Sierras Subandinas
- Suelos del Monte Chaqueño
- Suelos de la Mesopotamia
- Suelos de la Selva Subtropical Misionera
- Suelos humíferos de la Región Pampeana
- Suelos desérticos de la Patagonia Extraandina
- Suelos semidesérticos de la Patagonia Austral (incluyendo Islas Malvinas)
- Suelos del Bosque Andino-patagónico
- Suelos de la Antártida

En la Argentina, los suelos hidromórficos ocupan grandes extensiones, en especial en la zona chaco-pampeana, superando los 100.000 km^2. Esta situación podría justificar la distinción de una Región de Suelos que agrupara a los mismos. Sin embargo, el patrón de distribución espacial es discontinuo, característica debida a sus particulares condiciones de formación. De todas formas, es posible en algunos sectores del país diferenciar grandes sectores en los cuales estos suelos son ampliamente dominantes como en la Pampa Deprimida (Buenos Aires), delta del Paraná (Entre Ríos - Buenos Aires), esteros del Iberá (Corrientes), Bajos Submeridionales (Santa Fe) y sector distal de las cuencas de los ríos Bermejo y Pilcomayo (Chaco-Formosa).

La distinción de una región específica hubiera implicado la creación de una unidad discontinua espacialmente, situación que no presenta ninguna de las otras unidades reconocidas. Teniendo en cuenta que los suelos hidromórficos deben su génesis a condiciones particulares de drenaje, la que se deben esencialmente a aspectos geomorfológicos, se ha preferido incluir a estos sectores dentro de las grandes unidades circundantes de las cuales forman parte y a cuya génesis geológico-geomorfológica se encuentra asociada.

Metodología

La Argentina se caracteriza por tener una gran variabilidad ambiental. Se extiende entre los paralelos de 21° y 56° de Latitud S, a los que se suma un marcado gradiente altitudinal, en sentido oeste-este, vinculado al desarrollo de la Cordillera de los Andes y sistemas serranos asociados. La Cordillera de los Andes es una compleja asociación de variadas litologías de diferentes edades implicadas en los grandes movimientos tectónicos de la Orogenia Andina, ocurrida a partir del Terciario inferior y que se mantiene en el tiempo hasta la actualidad. La zona oriental del territorio nacional, por el contrario, se encuentra básicamente relacionada a la formación del océano Atlántico y cuencas asociadas. La suave morfología de las llanuras pampeanas y chaqueñas oculta una compleja historia geológica y geomorfológica. Por último las fluctuaciones climáticas cuaternarias, en especial las glaciaciones y variaciones del nivel del mar, han dejado su impronta en la configuración del paisaje de la Argentina. En consecuencia, intentar una división del país en función de las características de los suelos, presupone una tarea dificultosa.

El mapa de regiones de suelos de la Argentina fue realizado sobre la base del análisis, sistematización y síntesis de la información existente acerca de la distribución espacial de los suelos presentes, sus propiedades y taxas, los que reflejan, en última instancia, los factores de formación y los procesos pedogenéticos. Esta síntesis se ha fundamentado en una evaluación esencialmente cualitativa de la información, teniendo en cuenta la importancia relativa de cada uno de los factores en la determinación del carácter distintivo en cada una de las unidades definidas.

Para la elaboración del mapa se ha intentado conjugar al conjunto de los suelos, factores y procesos, en forma independiente del nivel de resolución de cada uno de ellos, sin privilegiar ni establecer *a priori* una categorización de los factores en función de su potencial predominio a la hora de realizar la regionalización. Ésta, como toda regionalización, posee un grado de generalización inherente a la escala de trabajo, a la variabilidad ambiental de la Argentina y a la cantidad y heterogeneidad de la información y conocimiento disponible. Asimismo, cualquier esquema es en sí mismo una simplificación que deja de lado ciertos aspectos y por lo tanto debe ser incorporado de una manera no esquemática ni rígida, sino como todo producto del conocimiento, como un escalón más en la comprensión de los fenómenos en cuestión.

Existen varias razones que justifican esta aproximación no jerárquica que se basara en una categorización de los factores de formación. En primer lugar, la incidencia o el grado de determinación de un factor dado, varía de una región a otra y aún dentro de una misma región. Así, en la zona occidental montañosa de la Argentina, los aspectos morfoestructurales aparecen como dominantes, mientras que en el sector oriental, esencialmente llano, son los bioclimáticos los principales.

Asimismo, la información utilizada tiene una gran variabilidad en lo referente a su confiabilidad, grado de generalidad y resolución. En tal sentido, los antecedentes climáticos pueden ser fácilmente medidos y su distribución analizada en forma estadística, mientras que datos geológicos o geomorfológicos son más difícilmente cuantificables y comparables; situación que puede extenderse a los suelos, si son considerados como cuerpos naturales.

Se ha utilizado una aproximación cualitativa en la delimitación y definición de las regiones. Es muy dificultoso, y a veces incluso menos confiable, aplicar una valoración cuantitativa a cada factor. Una aproximación cualitativa permite reconocer la necesidad del cambio de criterio en la delimitación entre unidades adyacentes, situación prácticamente imposible en una mecánica a partir de "pesos" relativos de cada factor predeterminado. Debe establecerse que existe mayor grado de variabilidad interna de los factores en algunas unidades que en otras.

La delimitación de las regiones se ha basado en una serie de consideraciones:

1) La particular combinación de los factores ambientales señalados en relación con las unidades adyacentes.
2) La escala de trabajo en relación con la resolución de la información disponible.
3) La superficie de las unidades.

El tamaño de la unidad y la distribución de los componentes en el paisaje son los factores decisivos en la definición de las regiones de suelos. Si bien no ha habido un criterio establecido *a priori* acerca del tamaño que cada una debía tener, se adoptó la idea de que tuvieran superficies aproximadamente semejantes y, en tal sentido, evitar definir unidades de cientos de miles de km^2 y otras de pocos miles. Es necesario tener en cuenta que para que cualquier regionalización tenga sentido y utilidad, las unidades diferenciadas deben ser comparables. En consecuencia, si bien existe gran variedad, en líneas generales, las regiones de suelos delimitadas poseen superficies del orden de las decenas de miles de kilómetros cuadrados.

Dentro de la homogeneidad interna de cada región, definida en comparación con las circundantes, es posible que algunas unidades muestren heterogeneidades, y de hecho así sucede. De todas formas, en este caso no alcanza para constituirse en entidades separadas, debido al problema del tamaño que tendrían. Aquí debe tenerse en cuenta que como toda clasificación, la adoptada en el presente trabajo posee un grado de simplificación inherente a la escala y a la magnitud del tema encarado.

Un problema de importancia fue el de los criterios utilizados para establecer los límites entre unidades. En tal sentido se adoptaron los que consideraron la mayor cantidad posible de cambios de las variables, definiéndose en consecuencia, por superposición de áreas. Debe observarse que para cada uno de los parámetros edáficos y ambientales el mosaico de las respectivas regiones de suelos no necesariamente coincide entre sí, por lo que el tema de la superposición aparece como un requisito. Todas las unidades diferenciadas ocupan sectores continuos espacialmente. A diferencia de otras regionalizaciones en ningún caso se adoptó un límite climático arbitrario como una isoyeta o isoterma a modo de deslinde entre unidades.

Se ha intentado que las regiones de suelos reconocidas pudieran ser identificadas mediante las descripciones, sin que éstas sean ni demasiado generales ni excesivamente minuciosas. Se destaca que no solo fueron consideradas las características y distribución espacial de cada uno de los factores, sino que también se tuvieron en cuenta los procesos intrínsecos asociados a esa variabilidad y, en especial, los que implican interrelación entre factores.

Para cada unidad se adoptó el criterio de que el nombre incluya una parte que haga referencia a alguna particularidad de los suelos que posea la región y una segunda parte que haga referencia a algún aspecto de localización geográfica para que de tal forma sea ubicable en el mapa con facilidad. Se ha evitado utilizar nombres demasiado descriptivos, los que seguramente hubieran sido muy largos y poco útiles.

Si bien se han realizado esfuerzos para que el contenido de la memoria de todas las unidades sea aproximadamente semejante, existen diferencias en la extensión y profundidad de la información suministrada. Éstas se deben a dos aspectos; en primer lugar las propias características inherentes a cada una de las mismas, que hacen que algunas regiones de suelos presenten una mayor complejidad y variabilidad interna que otras. En segundo lugar, la disponibilidad de información existente varía de una unidad a otra, por lo que algunos casos se contó con mucha mayor cantidad de datos que en otros.

Antecedentes y fuentes de información de base utilizada

Desde fines del siglo XIX diferentes naturalistas intentaron divisiones del territorio argentino en función de las características del medio físico. Dominaron aquellas basadas esencialmente en aspectos topográficos y altimétricos (como Burmeister y Stelzner, entre otros), Ya entrado el siglo XX, algunos geólogos abordaron esta tarea desde un punto de vista integrador sustentados en los aspectos morfoestructurales, destacándose las hechas por Keidel (1925), Kuhn (1922) y Frenguelli (1946). En cuanto a la vegetación, se subrayan los trabajos de Cabrera (1958 y 1976, entre otros),

Morello *et al.* (1968, 1974, entre otros) para la región chaqueña y Soriano (1956) para la Región Patagónica. Burgos y Vidal (1951) y García (1967) realizaron un análisis de las clasificaciones climáticas de la Argentina.

Más recientemente se destacan el Atlas de Suelos del SEAGyP-INTA (1989), el Mapa de Suelos (INTA, 1999 y versiones posteriores) a escala 1:2.500.000, la regionalización en provincias geológicas (en Caminos, 1999), la Regionalización Ecológica de la República Argentina, sintetizada por Suárez (INTA, 1982), el Marco Biogeográfico coordinado por Natezon (1990) en el Proyecto Planificación y Gestión de los Parques Nacionales, Ecoregiones de Argentina, elaborado por un conjunto de especialistas dentro del Programa Desarrollo Institucional Ambiental (SRNyDS y APN, 1994), Ecoregiones de la Argentina (Pereyra, 2004) y los Mapas de Suelos Provinciales generados por el INTA.

La información empleada por factor y por región está desarrollada en el ítem Bibliografía. A tal efecto, para cada una de las regiones se han incluido las principales citas respectivas de los materiales utilizados para cada uno de los aspectos descriptos. Además de las citas específicas, hay una serie de trabajos de índole general y por regionalizaciones que han sido consultados para todas las unidades.

El material de referencia sobre los suelos fue realizado tomando como base el Atlas de Suelos de la República Argentina (SEGYP-INTA, 1989) y el Mapa de Suelos de la Argentina a escala 1:2.500.000 (INTA-IGM, 1999), así como las cartas de suelos y mapas provinciales y regionales hechos por el INTA e investigaciones específicas generadas por otros organismos, en especial aquellos efectuados en el pasado por el CFI.

Respecto al clima, la información utilizada fue básicamente la suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional, en sus distintas series de datos por estaciones y que según el lugar llegan hasta el presente. A ella se suman los antecedentes climáticos que se hallan en el Atlas Total de la Argentina, en el Atlas de Argentina del IGN (2001), en el capítulo de Clima de la SUMA de Geografía (1958), en el trabajo de García (1967) acerca de las Clasificaciones Climáticas, en Burgos y Vidal (1951), en el capítulo de Ambientes Naturales (efectuado por Capitanelli) del libro La Argentina: Geografía general y los marcos regionales (Roccatagliata, Ed., 1989; UNESCO (1975), en los datos de clima del Atlas de Suelos de Argentina (SEAGYP-INTA, 1989).

En lo referente a la geología, estructura, evolución geológica y tectónica de la Argentina, los materiales de referencia principales han sido el Segundo Simposio de Geología Regional Argentina (Turner, 1979), el libro de Geología Argentina (Caminos, 1999 y Ramos 1999 a y b) y los Mapas Geológicos de Argentina 1:2.500.000 y 1:5.000.000 realizados y editados por el SEGEMAR (1994 y 1996). Se agrega a los anteriores el capítulo de Geología Regional hecho por González Bonorino en SUMA de Geografía (1958). Respecto al relieve se ha utilizado Ecoregiones de la Argentina (Pereyra, 2004) y Regionalización Ecológica de la República Argentina (INTA, 1982), sintetizada por Suárez. Para la parte de vegetación se consultaron los trabajos de Cabrera (1994) y Cabrera y Willink (1973). Por último, con respecto a la hidrogeología e hidrología, se usaron contribuciones específicas para las diferentes regiones, tales como el Mapa Hidrogeológico de la República Argentina, a escala 1:250.000 (INCYTH, 1991) y el Mapa Hidrogeológico de Sudamérica, a escala 1:500.000 (UNESCO, CPRM y DNPM, 1996), en el marco del Programa Hidrológico Nacional.



2. Factores de formación

INTRODUCCIÓN

Los factores de formación de los suelos son los diferentes aspectos del medio natural que de una u otra manera influyen en la generación de ellos, determinando los tipos de procesos pedogenéticos actuantes, las intensidades de los mismos y las interrelaciones entre ellos, así como sus variaciones tanto en el tiempo como en el espacio. Existe consenso en señalar que los factores son cinco: clima, biota, material originario, relieve y tiempo. Puede decirse que los suelos resultan de la interacción de las rocas y materiales superficiales, el clima y la vegetación; siendo sus patrones de distribución condicionados por el tiempo y el relieve.

Los factores controlan la acumulación de los materiales, la diferenciación de los mismos en un perfil edáfico, las salidas o pérdidas de material y las transformaciones que experimentan tanto la fracción mineral como la orgánica; resumiendo, según lo planteado por Simonson (1969), las adiciones, remociones, migraciones y transformaciones. Buena parte de los procesos pedogenéticos están determinados por la disponibilidad y movimiento del agua, pudiéndose decir que el agua es el vehículo principal de la pedogénesis.

Las características del medio físico participan en la génesis de los suelos como factores de formación. Éstos fueron definidos por Jenny (1941), sobre la base de trabajos previos principalmente de Dokuchaev, referidos a los condicionantes ambientales de los procesos que dan origen a los suelos y fijan sus propiedades. Jenny (1980) plantea una función irresoluble matemáticamente, según la cual los suelos y sus propiedades resultan de la acción conjunta de las cinco variables, en teoría independientes:

$$\text{“S” ó “s”: } f\,(cl;\ b;\ mo;\ g;\ t.)$$

donde S representa el suelo; s: alguna propiedad del suelo; cl: el clima, b: la biota; mo: el material originario; g: la geomorfología y t: el tiempo de inicio de la pedogénesis (Figura 2).

Así, una combinación específica de estas cinco variables da lugar a un tipo particular de suelo; el conocimiento de los factores permite predecir las propieda-

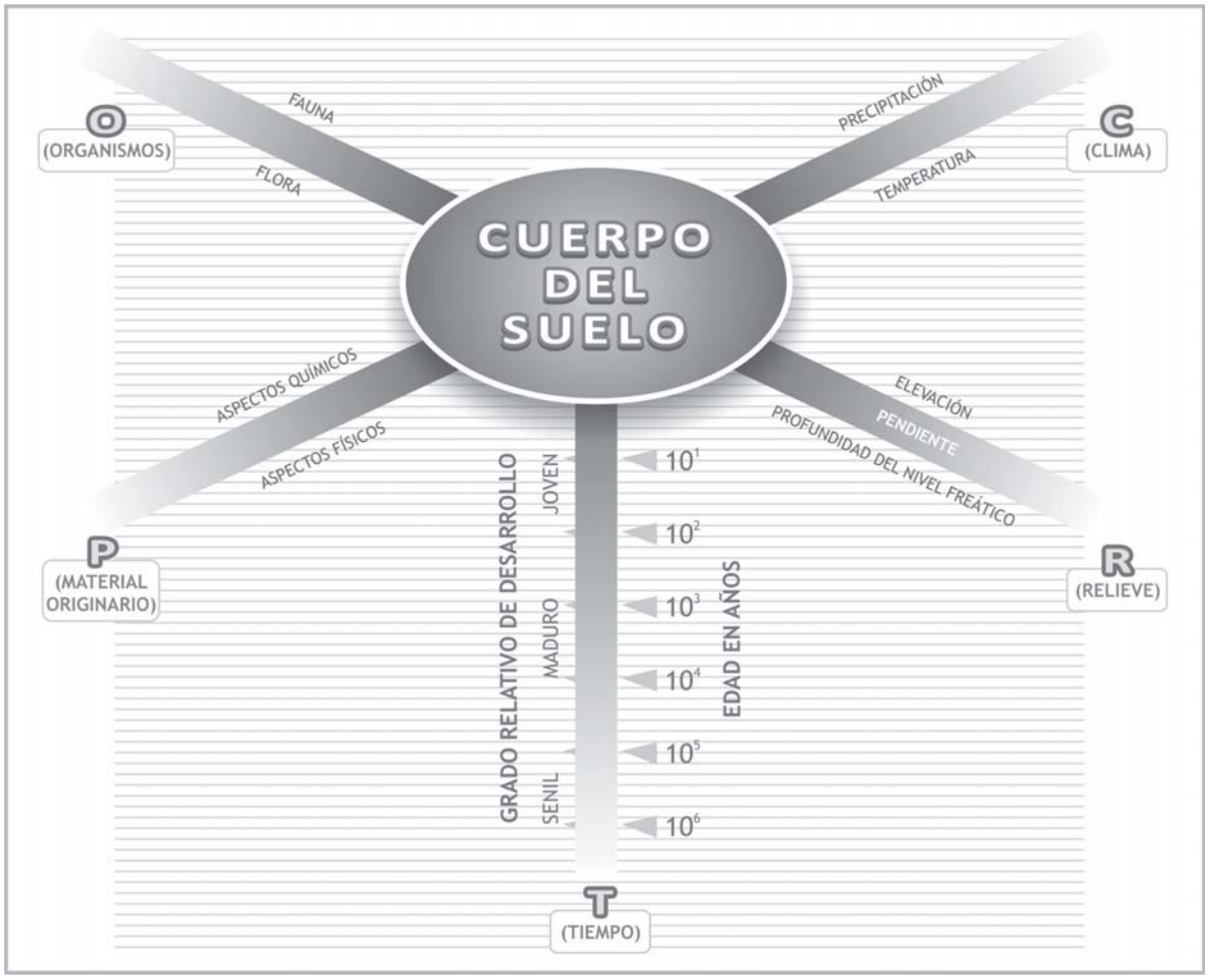


FIGURA 2: Factores de formación de suelos

des y el sentido de evolución de los mismos. El diferente grado de influencia de cada uno será determinante en cada etapa del desarrollo del suelo y como lo indica Birkerland (1999), la importancia relativa de los factores varía de un suelo a otro.

Cada factor puede considerarse en sí mismo como una combinación de variables. Por ejemplo, los componentes del clima que más influyen en la pedogénesis son las precipitaciones y la temperatura, dentro de los cuales se incluyen, además, su distribución en el año, en las estaciones e incluso durante el día. Pero existen otros parámetros climáticos como el régimen de heladas; dirección, velocidad y estacionalidad del viento; humedad; heliofanía, entre otros, que de distinta manera e intensidad participan en la génesis de los suelos.

Es importante señalar la diferencia que existe entre dos conceptos: procesos y factores pedogenéticos. Los primeros forman los suelos mientras que los segundos definen el estado del sistema, es decir las condiciones necesarias para que ocurran los eventos que conducen a un material geológico inicial a la constitución de un suelo.

Clima

El clima influye en casi todos los aspectos de la génesis del suelo, controlando la disponibilidad de agua del mismo, determinante tanto de las migraciones verticales de componentes del suelo y, por lo tanto la diferenciación de horizontes, así como de las transformaciones de materiales minerales y orgánicos (meteorización y humificación). El clima es un agente proveedor de energía (radiación) y materia (humedad atmosférica y oferta pluvio-nival). Actúa desde el inicio de la pedogénesis y su acción perdura a lo largo del tiempo mediante las variables temperatura, precipitaciones, radiación, heladas, nubosidad y viento, entre otras. Su accionar se materializa de manera directa al afectar la atmósfera sobre la superficie del suelo e, indirectamente, determinar la «atmósfera» interna del mismo (clima edáfico), condicionando así los procesos físicos químicos y biológicos que en él operan: intensidad de la meteorización, translocación (migraciones), ciclo de nutrientes, procesos de nitrificación y amonificación; evolución de la materia orgánica, tipo de humus y población biológica en el medio edáfico.

La importancia del factor clima se extiende afectando otros agentes pedogenéticos tales como la biota, particularmente la vegetación, así como el tipo e intensidad de los procesos geomórficos que modelan la superficie (factor geoforma) a punto tal que similares litologías pueden exhibir muy diferentes expresiones geomorfológicas bajo condiciones climáticas diferentes.

Las variaciones de la temperatura y del contenido de humedad en el seno del suelo constituyen el denominado clima edáfico (o pedoclima), el cual es considerado un factor como también una propiedad del suelo y como tal utilizado por el sistema de clasificación de suelos vigente en nuestro país (USDA, 1999 y 2006). El clima del suelo está regido, en gran medida, por el clima atmosférico, es decir por las condiciones climáticas que imperan por encima de su superficie. A esa influencia se suma la ejercida por otros factores tales como la ubicación del suelo en el paisaje, incluyendo su exposición u orientación, y el tipo y densidad de cobertura, sea vegetal en vida o como mantillo, detrítica o nívea. Propiedades intrínsecas de los suelos como textura, contenido y calidad de la materia orgánica, proporción de la fracción arcilla, estructura y color, acentúan o contrarrestan, junto a los caracteres de la superficie y emplazamiento geográfico, el efecto del clima atmosférico. Esta complejidad se incrementa dado el carácter anisotrópico vertical de los suelos y por ello no resulta sencillo estimar las variaciones térmicas e hídricas de los suelos a lo largo del espacio y del tiempo.

El pedoclima influye en la intensidad de la meteorización y de los procesos de translocación (movimiento) de materiales, como por ejemplo la argiluviación, los que dependen de particulares condiciones térmicas y contenidos mínimos de humedad. También afecta a la microflora, al ciclo y disponibilidad de nutrientes, a los procesos de nitrificación y amonificación, e incide en la evolución de la materia orgánica, tipo de humus y mineralización, condicionando de esta forma, la calidad y dinámica de la población biológica en el medio edáfico. Vale decir que el pedoclima interviene en la evolución de los suelos como también en su aptitud productiva.

A los efectos de sintetizar la distribución de los diferentes aspectos que hacen al clima se presenta un mapa (Figura 3, Mapa de zonas climáticas) en el cual están representados los diferentes tipos de climas utilizando la clasificación de Koeppen (1931) modificada. Se observa el predominio de los climas húmedos y subhúmedos en la zona centro y nororiental y los climas áridos en la zona occidental y en la mayor parte de la Patagonia. En consecuencia, en la primera de las grandes zonas, a grandes rasgos predomina el régimen endopercolativo y las concentraciones de materia orgánica son comparativamente altas, mientras que en la segunda, el régimen de los suelos es exopercolativo y el déficit hídrico.

Biota

La vegetación junto con la fauna, especialmente la micro y la mesofauna, así como las actividades humanas, constituyen el factor Biótico. Considerando los efectos que plantas superiores producen sobre la superficie del suelo y su seno, se concentra la atención en ese aspecto de la biota. El tipo de vegetación y su densidad espacial juega un importante rol en la formación de los suelos ya que según sea la vegetación, diferentes serán los componentes orgánicos que pasen a constituir parte del suelo, distinta será la forma de acumulación y, consecuentemente, distintos serán los procesos pedogenéticos. Así, las diferencias entre pradera o estepa herbácea y bosque o selva se plasman en contrastes marcados en los suelos presentes.

Algunos autores señalan que la vegetación no debería ser distinguida como una variable independiente, dado que es función de los otros factores de formación, principalmente el clima, y su evolución está relacionada con la del suelo (Birkerland, 1999). Por tal motivo, es común el uso de los términos “factores bioclimáticos” para sintetizar la influencia del clima y la vegetación como factores de formación que actúan de manera conjunta.

La cubierta vegetal atenúa el impacto de las gotas de lluvia y la acción erosiva eólica disminuye el efecto del escurrimiento hídrico y de ese modo favorece la infiltración. Asimismo la flora, según su densidad o cobertura, reduce la amplitud térmica de los suelos y al mismo tiempo contribuye al mantenimiento de la humedad edáfica. Otro efecto muy significativo de este factor sobre los suelos es que constituye la principal, aunque no la única, fuente de provisión de materia orgánica. Bajo esta denominación se incluye a la necromasa subterránea y aérea (en pie o en mantillo), detritos vegetales y animales, y en particular al “humus”, conjunto de compuestos orgánicos polimerizados, complejos, de alto peso molecular, en parte no biodegradables y en parte resultado de síntesis del metabolismo microbiano (Duchaufour, 1984).

La materia orgánica le confiere a los suelos una elevada capacidad de intercambio catiónico y alta retención hídrica; su presencia aumenta la porosidad mejorando su infiltración y por ende su capacidad de aireación; favorece la formación de agregados y su estabilización, por lo que mejora su estructura, que también beneficia a la percolación. La materia orgánica contiene un elevado *stock* de nutrientes minerales, algunos de escasa disponibilidad en la corteza terrestre tales como el fósforo y el nitrógeno. De acuerdo con la calidad de la materia prima provista por la vegetación, los suelos exhiben diferentes tipos de humus, con específicas particularidades en la relación C/N, pH, tipo y forma de agregados, tipo de actividad biológica, grado de saturación catiónica y formación de complejos or-

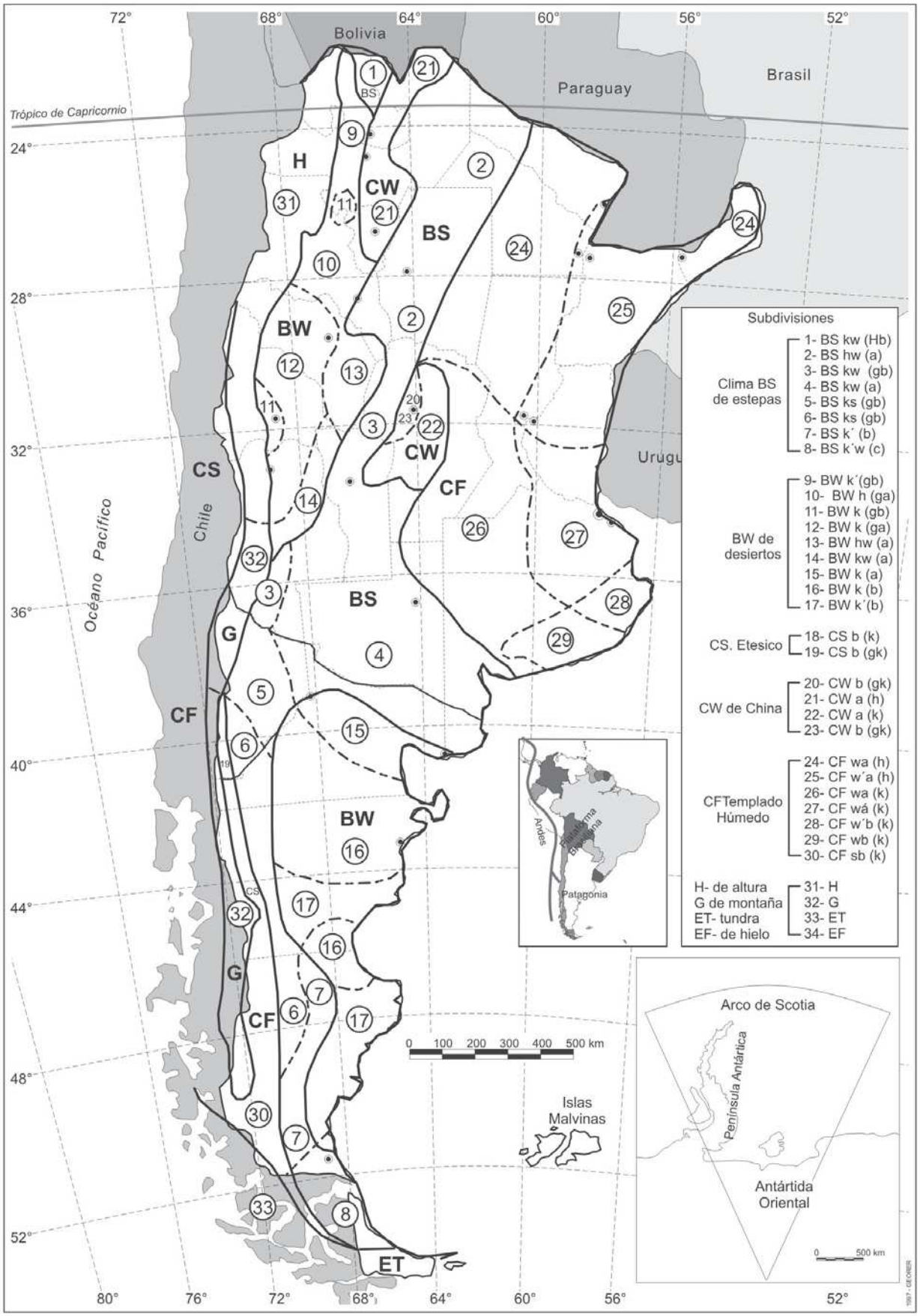


FIGURA 3: Clasificación climática del territorio argentino utilizando la clasificación de Koëppen modificada (tomado de Pereyra, 2004)

gánico-minerales. Según Duchaufour (1984), permiten que el humus «oriente la pedogénesis».

El contenido y la distribución de la materia orgánica en el perfil del suelo resulta de la forma de incorporación de los restos vegetales en el seno del horizonte superficial, ya sea a través del sistema radicular de plantas herbáceas (efecto rizófera) o bien a partir del mantillo forestal (acumulación superficial de la hojarasca), en suelos bajo bosque.

La distribución de la cobertura vegetal se encuentra representada en el mapa adjunto (Figura 4, Mapa de vegetación, basado en Cabrera, 1994). En el mismo se observa que la estepa herbácea predomina en la región pampeana y en la Mesopotamia mientras, que junto con el monte xerófilo y manchones de bosque es dominante también en la región chaqueña. Los sectores con vegetación arbórea se encuentran limitados a partes de la Mesopotamia (Selva Paranaense), de las Sierras Subandinas (Yungas) y de la Cordillera Patagónica (Bosque Andino-patagónico). En el resto del país, esencialmente en la zona árida a semi-árida, la vegetación preponderante es la estepa arbustiva y la estepa mixta, con importante participación de vegetación especializada (comunidades de halófitas, psamófitas y vegetación de altura). Finalmente, en la Región Chaco-Pampeana, Islas Malvinas y Tierra del Fuego, la vegetación adaptada a la saturación con agua (hidrófitas) alcanza gran desarrollo areal.

Relieve

El relieve incluye la forma e inclinación de las pendientes, las características de las geoformas, relieve relativo, orientación de las pendientes, altitud y en última o en primera instancia la morfodinámica. En tal sentido, debe señalarse que la génesis de suelos es resultante del balance existente en un sitio dado y en un tiempo dado, entre la morfogénesis y la pedogénesis. En caso de prevalecer la primera, según Tricart y Killian (1982), se trataría de un medio inestable y por lo tanto la pedogénesis se encontraría atenuada, impedida o interferida, resultando en suelos permanentemente rejuvenecidos, poco desarrollados, con frecuentes discontinuidades litológicas, producto de la ocurrencia de eventos erosivos y depositacionales. En el otro caso, con el predominio de la pedogénesis, sería un medio estable, en el cual los suelos alcanzan su mayor desarrollo y diferenciación ya que la dinámica geomorfológica no interfiere en forma apreciable en el accionar de los procesos de formación de los suelos.

El relieve juega un importante papel en la dinámica del agua, influyendo en el balance hídrico existente entre infiltración y escorrentía superficial. Debe señalarse que en líneas generales, solo el agua que infiltra realiza algún tipo de "trabajo" edáfico. La presencia del nivel freático, próximo al perfil edáfico o dentro del suelo, también es un elemento condicionado por el relieve y la geología. Jenny (1941) consideró al relieve y a la topografía como sinónimos para referirse a las formas de la superficie terrestre y sus variaciones altitudinales. En este trabajo se prefiere utilizar el término geoforma, para indicar la específica configuración de una o más fracciones del paisaje, incluyendo en su consideración al agente y proceso que le han dado origen.

Según Buol *et al.* (1989), el relieve puede controlar la profundidad del perfil así como la del horizonte A, el contenido de materia orgánica, la humedad relativa del perfil, el grado de diferenciación de horizontes, la reacción del suelo, la cantidad de sales solubles y el desarrollo de panes. Para Gerrard (2000), además de la influencia decisiva que tiene lugar en la infiltración y percolación del agua en el perfil, también es importante, si bien en menor grado, la susceptibilidad a la erosión hídrica y a los movimientos de remoción en masa. Asimismo reconoce una correlación entre la pendiente y la textura, la estructura, la consistencia y la potencia del horizonte argílico.

El patrón espacial de las unidades geomorfológicas principales guarda estrecha relación, como no podía ser de otro modo a una escala regional, con la distribución de las formaciones superficiales. Las geoformas fluviales son ampliamente predominantes, seguidas de las formas eólicas. En menor proporción, pero alcanzando de todas maneras grandes extensiones, se encuentran las geoformas endógenas y estructural-litológicas. Las geoformas glaciarias son muy importantes en la Patagonia, mientras que las litorales, estuáricas y deltaicas ocupan sectores del litoral atlántico y del Río de la Plata.

Un listado no exhaustivo de las principales unidades geomorfológicas incluye: 1) Terrazas y planicies aluviales, 2) Bajadas (niveles de acumulación pedemontana por coalescencia de abanicos aluviales), 3) Planicie loessica, 4) Campos de dunas, 5) Playas salinas, 6) Deltas, 7) Pedimentos, 8) Planicies estructurales lávicas, 9) Planicies estructurales, 10) Planicies de rodados cementados, 11) Geoformas litorales, 12) Planicies y terrazas lacustres, 13) Morenas, 14) Planicies glacifluviales, 15) Relieve erosivo-depositacional glaciario, 16) Relieve estructural-litológico, 17) Superficies de planación regional, 18) Relieve denudativo en diferentes litologías. En las Figuras 5 y 6 se pueden observar algunas influencias del relieve en la génesis de los suelos teniendo en cuenta la forma del relieve y la edad relativa de las geoformas.

Material originario

El material originario ha sido definido como el suelo en el momento o *tiempo 0* de la pedogénesis. Las características sedimentológicas y mineralógicas de los materiales superficiales condicionan los procesos de meteorización, así como la permeabilidad y porosidad

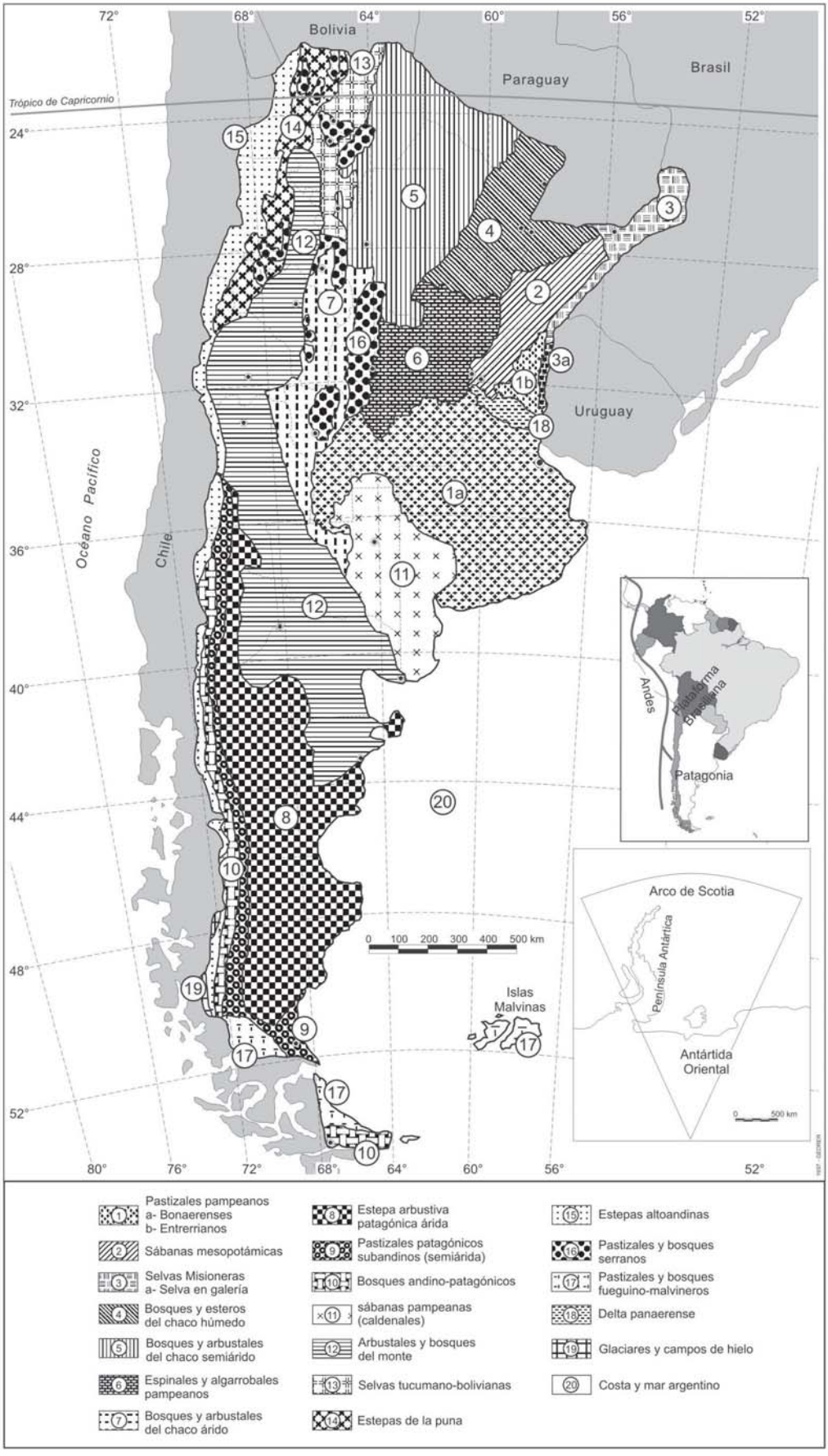


FIGURA 4: Zonificación fitogeográfica de la Argentina (tomado de Pereyra, 2004)

de los sedimentos, constituyendo un elemento más del balance hídrico (relación infiltración/escurrimiento superficial).

La mayor parte de la cobertura pedológica terrestre está integrada por los denominados «suelos minerales» cuya fracción sólida está formada por componentes inorgánicos (término medio 98%): rocas y sedimentos, minerales primarios y sus productos de alteración o minerales secundarios. Las principales propiedades de las rocas y sedimentos que inciden en una o más características edáficas son: mineralogía, granometría, grado de consolidación, cristalinidad (tamaño y grado) o bien carácter amorfo, presencia de grietas y diaclasas. En cuanto a las propiedades de los suelos, condicionadas fundamentalmente por los materiales originarios, se reconocen: textura, estructura, permeabilidad, consistencia (plasticidad y adherencia), contenidos en sales y calcáreo; mineralogía de las fracciones arena y limo, así como la naturaleza de las arcillas heredadas; pudiendo en algunos casos incidir en la mineralogía de las arcillas de neoformación.

El material originario determina en principio el color del suelo y la composición del complejo de intercambio. Materiales de alta especificidad (tales como el alofano proveniente de la alteración de rocas volcánicas) dan lugar a propiedades edáficas muy definidas como baja densidad aparente, alta retención hídrica y otras, asociadas a la naturaleza de esas alteritas. La participación de ciertos tipos de constituyentes minerales como es el caso de alofanos y calcáreos, contribuyen a la estabilización "mineral" de la materia orgánica, conduciendo a una línea distintas de evolución de la misma, diferente de la maduración climática (Duchaufour, 1984). Como regla general, este factor es decisivo en los primeros estadios de formación del suelo, disipándose su influencia durante el transcurso del proceso evolutivo.

En la superficie terrestre son excepcionales los llamados suelos «residuales», es decir aquellos formados *in situ* a partir de una roca consolidada infrayacente, sino que por el contrario, la mayoría de ellos se desarrollan en sedimentos. En la Argentina esta primera situación tiene lugar esencialmente en la zona de Misiones. Debe destacarse que en estos casos tanto las características climáticas como la biota juegan un importante papel que se sobreimpone a las particularidades geológico-litológicas de los materiales aflorantes.

La gran variabilidad geológica del territorio nacional se plasma en un complejo mosaico de formaciones superficiales que han actuado y actúan como materiales originarios de los suelos. Los principales, en orden aproximado de extensión areal, son: 1) Loess y limos loessoides, 2) Limos y arenas fluviales, 3) Arenas eólicas, 4) Arenas fluviales, 5) Rodados y gravas

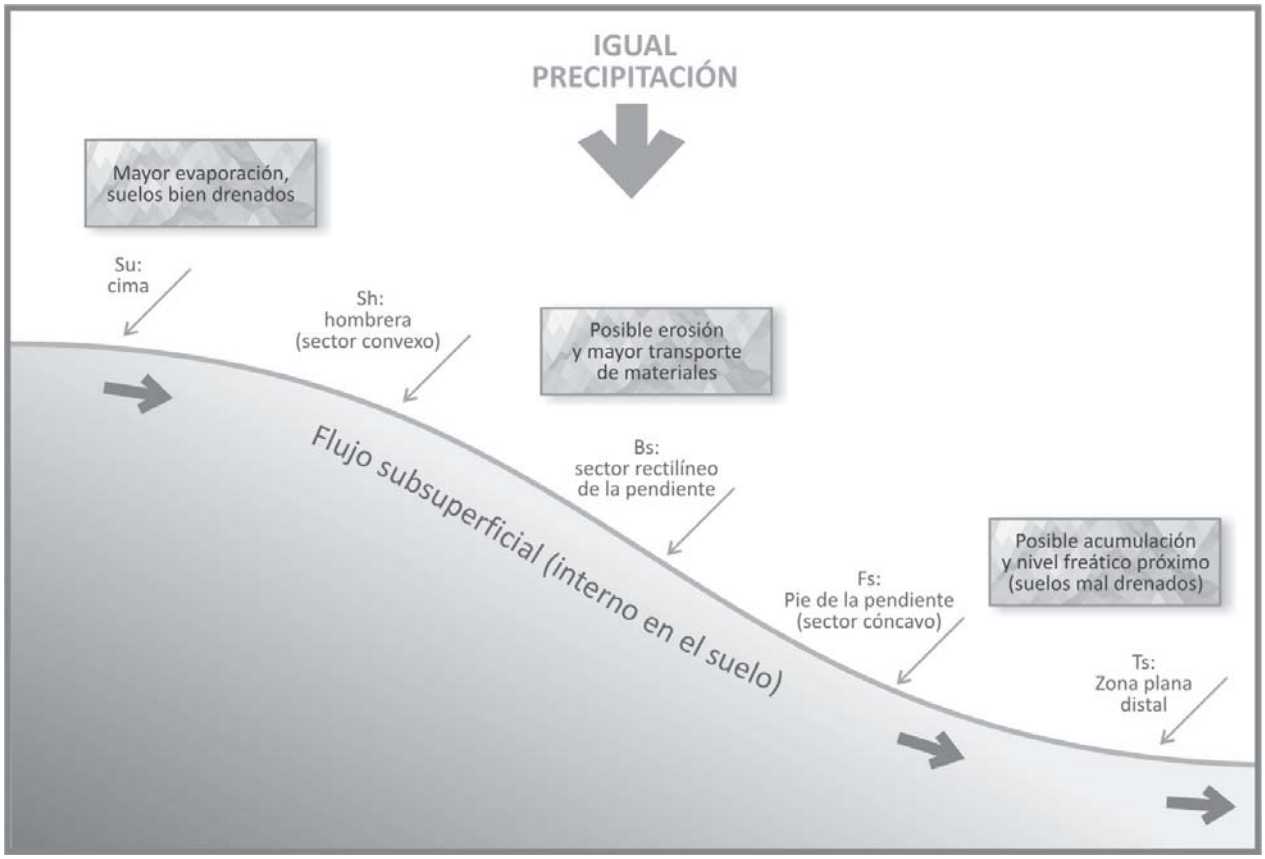


FIGURA 5: Influencia del factor relieve en la formación de los suelos considerando distintos sectores de las pendientes

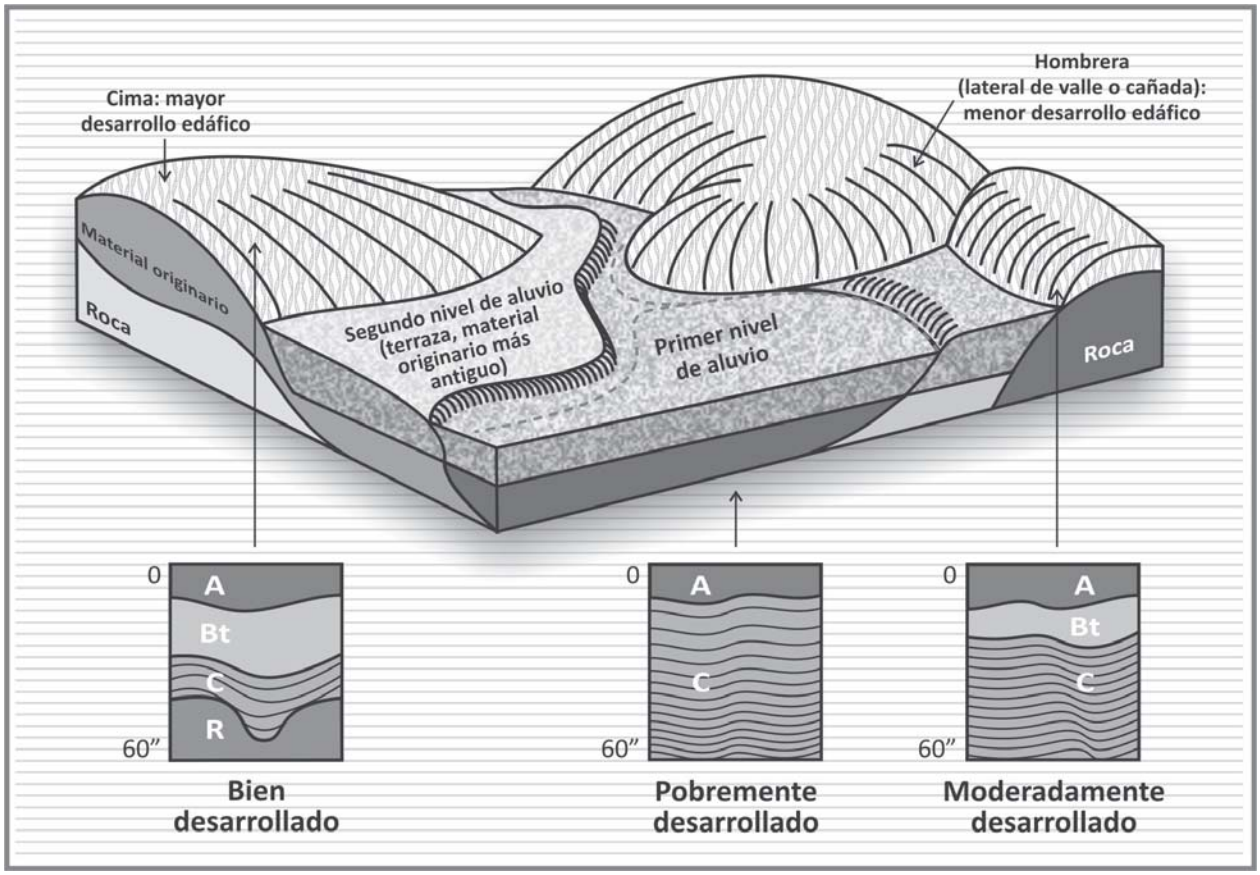


FIGURA 6: Influencia del paisaje en el grado de desarrollo de los suelos

fluviales, 6) Rodados y gravas aluviales pedemontanos, 7) Rodados y gravas parcialmente cementadas, 8) Till glaciario, 9) Gravas y rodados glacifluviales, 10) Sedimentos finos litorales y estuáricos, 11) Sedimentos finos (arcillo-limosos) fluviales, 12) Depósitos evaporíticos (playas, salares y bajos), 13) Cenizas y tefras volcánicas 14) Coluvio, 15) Regolito (manto de meteorización química y física), 16) Sedimentos lacustres y 17) Materiales orgánicos, si bien en la Figura 7, (tomada de Pereyra, 2004) se han diferenciado algunas unidades más.

Tiempo

El transcurso del tiempo ocurrido entre el momento final de depositación del material originario, la exposición de un material dado en la superficie o la formación y estabilización del elemento del paisaje en cuestión y el momento de observación es fundamental en el grado de expresión de las propiedades del suelo. En tal sentido, sería más correcto decir, que más que un factor, el tiempo es una dimensión (sumada a las espaciales), en la cual acontecen los procesos pedogenéticos resultado de las diferentes interrelaciones entre factores. Establecer el *tiempo 0* de formación de un suelo suele ser muy difícil y, además, debe tenerse en cuenta que el transcurrir del tiempo no implica linealidad en la intensidad y ocurrencia de procesos y propiedades, sino que también suceden reversiones de los mismos en el tiempo, al variar, lógicamente, los otros factores. Es así, que puede hablarse, en ciertos casos, de una pedogénesis reversa.

La inclusión del tiempo como uno de los factores de formación ha recibido numerosas críticas, dado que éste por sí mismo no influye sobre el suelo. Su importancia reside en el hecho de que la mayor parte de los procesos pedogenéticos son tan lentos que la manifestación de sus efectos en el perfil depende del tiempo de inicio de la acción (Birkerland, 1999). Según Jenny (1941) el tiempo no es un factor causal por sí mismo y tal como lo discuten Daniels *et al.* (1971) no es importante la edad, sino el intervalo de tiempo durante el cual un proceso pedogenético específico se manifiesta como activo y por lo tanto no es de esperar, en todos los casos una relación lineal entre la edad y una determinada propiedad del suelo. Considerando al *tiempo 0*, en el sentido definido por Buol *et al.* (1989) como el momento en que se completa un suceso catastrófico que inicia un nuevo ciclo pedogenético, el factor tiempo tiene estrecha relación con la estabilidad del paisaje y la edad de las geoformas.



Referencias

1. Granitoides y metamorfitas precámbricas y paleozoicas inferiores.
2. Sedimentitas cretácicas.
3. Sedimentitas terciarias.
4. Volcanitas y sedimentitas terciarias y cuaternarias.
5. Sedimentitas paleozoicas.
6. Volcanitas neógenas.
7. Sedimentitas y granitoides paleozoicos.
8. Sedimentitas paleozoicas superiores.
9. Basamento precámbrico y sedimentitas paleozoicas inferiores.
10. Sedimentitas mesozoicas, volcanitas y sedimentitas terciarias.
11. Sedimentitas y volcanitas mesozoicas y terciarias.
12. Volcanitas y sedimentitas mesozoicas y terciarias.
13. Sedimentitas, volcanitas mesozoicas y terciarias y rocas ígneas paleozoicas y precámbricas.
14. Volcanitas neógenas.
15. Sedimentos fluviales, glacifluviales y glaciarios cuaternarios.
16. Sedimentos pedemontanos y eólicos arenosos cuaternarios.
17. Sedimentos loessicos cuaternarios.
18. Sedimentos eólicos, fluviales y lacustres cuaternarios.
19. Sedimentos deltáicos cuaternarios.
20. Sedimentos marinos cuaternarios.
21. Sedimentos aluviales pedemontanos y eólicos cuaternarios.
22. Sedimentos fluviales del Río Paraná cuaternarios.
23. Sedimentos fluviales finos cuaternarios.
24. Granitoides de diferentes edades y basamento metamórfico.
25. Sedimentos y rocas ígneas paleozoicas-triásicas.
26. Sedimentos fluviales y eólicos cuaternarios.

FIGURA 7: Geología regional y materiales originarios de suelos (tomado de Pereyra, 2004)

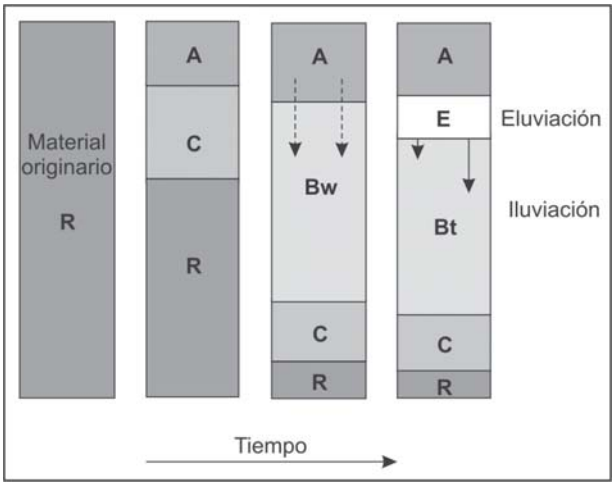


FIGURA 8: Esquema evolutivo de un suelo ideal en función del transcurso del tiempo

Las propiedades de un suelo que pueden observarse, medirse y describirse en un momento dado, son resultado de estados de equilibrio dinámico, en los cuales las interacciones entre factores han permanecido más o menos constantes y, por lo tanto, han implicado continuidad en la intensidad y tipo de procesos pedogenéticos actuantes. A su vez, en un suelo pueden haber sucedido varios eventos de equilibrio, por lo que los suelos serían, salvo en el caso de los más jóvenes, poligenéticos.

A diferencia del concepto de "propiedades adquiridas" que alude a los atributos de los suelos debidos a la acción combinada de factores y procesos pedogenéticos, las propiedades heredades (Fanning y Fanning, 1988) son los caracteres resultantes de una marcada influencia del factor material parental. Estas últimas son de índole geológica, excepto cuando se trata de suelos en cuya historia ha participado más de un ciclo pedogenético (o suelos policíclicos de Duchaufour, 1984). Las propiedades heredadas son muy evidentes en los primeros estadios evolutivos de los suelos y se establecen antes de la iniciación o *tiempo 0* de la pedogénesis, es decir su origen tiene lugar antes de la estabilidad geomórfica e inicio de la colonización vegetal, requisitos estos últimos para la formación de un suelo.

Algunas propiedades heredadas tales como el color del material originario, suelen evolucionar rápidamente gracias a la humificación/melanización aunque esta última no sea la única causa de cambios cromáticos. Otras como la granulometría de origen, la pedregosidad y la presencia de fragmentos gruesos son más perdurables en el tiempo. Las propiedades heredadas consideradas son: 1) Presencia de fragmentos gruesos (pedregosidad) y rocosidad, 2) Granulometría, 3) Mineralogía y 4) Existencia de discontinuidades litológicas. En la Figura 8 se muestra esquemáticamente la evolución del suelo con el tiempo; mientras que en la Figura 9 se observa el tiempo hipotético en el cual se alcanzaría el equilibrio en la manifestación de tres propiedades de los suelos.

En la Tabla 1 se muestran las características de los factores de formación para cada una de las 12 regiones de suelos diferenciadas, mientras que en la Tabla 2, se observa la distribución de los materiales originarios según regiones de suelos.

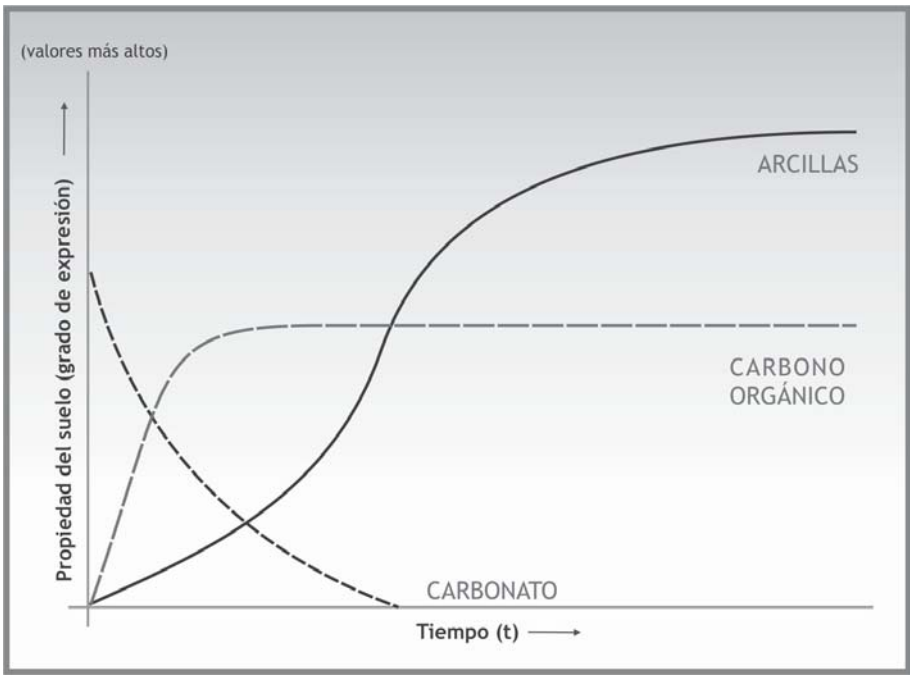


FIGURA 9: Tiempo en que se alcanza equilibrio dinámico de tres propiedades de suelos. Nótese que comparativamente la concentración de materia orgánica (C orgánico) se alcanza mucho más rápidamente que las otras dos propiedades

UNIDAD DE SUELOS	MATERIAL ORIGINARIO	RELIEVE	CLIMA	VEGETACIÓN
Desérticos de patagonia extrandina	rodados patagónicos, arenas eólicas y fluviales	mesetiforme	árido	estepa arbustiva
Del Bosque Andino-patagónico	coluvio, cenizas, till y gravas y arenas fluviales	abrupto	templado y frío húmedo con o sin estación seca	bosque, ecotono y de altura
Semidesérticos de Patagonia Austral	rodados patagónicos, arenas eólicas y fluviales	mesetiforme	semiárido	estepa mixta
Líticos de los Andes Centrales	coluvio, regolito, aluvial grueso y salino	abrupto	frío de montaña y árido	estepa arbustiva y de altura
Poco desarrollados y áridos del centro-oeste.	aluvial grueso y eólico arenoso	suavemente ondulado	árido y semiárido	estepa arbustiva
De la selva subandina	aluvial grueso y fino, regolito y coluvio	abrupto	cálido húmedo con estación seca	selva y ecotono
Del monte Chaqueño	aluvial fino, lacustre y eólico	suavemente ondulado	cálido húmedo a semiárido, con estación seca	estepa xerófila y ecotono
Humíferos de la región Pampeana	eólico fino, aluvial fino, litoral fino y eólico arenoso	muy suavemente odulado	templado húmedo sin o con estación seca	estepa herbácea
Líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental	coluvio, regolito, aluvial grueso y salino, tefras	abrupto	frío de montaña y árido	estepa arbustiva, de altura y halofitas
De la Mesopotamia	aluvial arenoso y fino, eólico fino y lacustre	ondulado	templado y cálido húmedo sin estación seca	estepa herbácea y mixta
De la selva subtropical misionera	regolito, aluvial arenoso y fino, eólico arenoso	ondulado	cálido húmedo	selva y estepa herbácea
De la Antártida	Regolito, till, coluvio, litoral	Ondulado y mesetiforme	Frío seco (desierto frío)	Líquenes y musgos

TABLA 1: Factores de formación de suelos según Región de suelos

FORMACIÓN SUPERFICIAL	REGIÓN DE SUELOS
Loess y limos loessoides	8-9-10
Limos y arenas fluviales	7-8-9-10
Arenas eólicas	1-3-5-6-9
Arenas fluviales	En todas
Rodados y gravas fluviales	1-2-3-4-5-6
Rodados y gravas aluviales pedemontanos	2-4-5-6-7
Rodados y gravas parcialmente cementadas	1-3-6
Till glaciario	2-3-4-12
Gravas y rodados glacifluviales	1-2-3-4
Sedimentos finos litorales y estuáricos	1-3-8-10-12
Sedimentos finos (arcillo-limosos) fluviales	7-8-9-10-11
Coluvio	En todas, especialmente 2-4-5
Regolito (manto de meteorización química)	11
Regolito (manto de meteorización física)	2-4-5-12
Sedimentos lacustres	8-9-10
Depósitos evaporíticos (playas, salares y bajos)	1-3-5
Cenizas y tefras volcánicas	2
Materiales orgánicos	2-3-9-10-12
Afloramientos rocosos	2-4-5-6-7-11-12

TABLA 2: Distribución de los materiales originarios según Regiones de suelos. Referencias: 1) Suelos desérticos de la Patagonia Extraandina, 2) Suelos de bosque andino-patagónico, 3) Suelos semidesérticos de la Patagonia austral e Islas Malvinas, 4) Suelos líticos de los Andes Centrales, 5) Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental, 6) Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste, 7) Suelos de la selva subandina, 8) Suelos del Monte Chaqueño, 9) Suelos humíferos de la región pampeana,10) Suelos de la Mesopotamia, 11) Suelos de la selva subtropical misionera y 12) Suelos de la Antártida



3. Procesos Pedogenéticos

Los procesos pedogenéticos son el conjunto de transformaciones, migraciones, adiciones y remociones que dan como resultado las diferentes propiedades de los suelos que los definen como tales y que permiten distinguirlos entre ellos, clasificarlos y cartografiarlos. Incluyen fenómenos de muy diversa naturaleza, inclusive procesos geológicos y bióticos. Su accionar e intensidad son determinados por la combinación de los factores pedogenéticos. En cada sitio tiene lugar un arreglo específico de condiciones climáticas, tipo y distribución de la vegetación, material originario y formas del relieve; asimismo, para cada suelo hay un *tiempo 0* de formación. Todos estos condicionantes establecen cuales son los procesos que van a actuar, con qué intensidad lo harán, de manera tal que quedaran expresados en algunas propiedades específicas.

El comienzo de la génesis de los suelos es la meteorización de los materiales originarios. Una parte de la meteorización geoquímica que tiene lugar por debajo del solum (horizonte C) y otra edafoquímica que ocurre en el seno del mismo e incluye la actividad de la biota. La meteorización geoquímica consiste en procesos químicos simples como reducción, oxidación, hidratación, hidrólisis y disolución, que actúan inicialmente sobre los minerales dejando el camino abierto para la acción de otros más complejos y compuestos. La edafoquímica abarca las reacciones químicas combinadas que ocasionan la alteración de los minerales primarios, neogénesis de minerales secundarios y precipitación de soluciones con la formación de concreciones y otros rasgos pedológicos. La combinación de estos últimos con varios fenómenos físicos y biológicos constituyen los procesos de formación de suelos o procesos pedogenéticos.

Según Buol *et al.* (1989), un proceso pedogenético es una secuencia de sucesos que incluyen tanto reacciones complejas como reorganizaciones de la materia y que afectan íntimamente al suelo en el que se producen. Estos ocurren simultánea o secuencialmente, compensándose o reforzándose, promoviendo la diferenciación o bien homogeneización del perfil del suelo. Estos autores reconocen una docena de procesos, a su vez divididos en subprocesos, que le confieren al suelo propiedades específicas, efímeras o duraderas.

La formación de un suelo ha sido definida por Simonson (1969) como el efecto combinado de **adiciones**

desde la superficie de la tierra, **transformaciones** dentro del suelo, **transferencias** a través del perfil y fuera del mismo y **pérdidas**. En la Figura 10 se muestran esquemáticamente los principales procesos involucrados en la génesis de los suelos.

Las principales adiciones en la gran mayoría de los suelos provienen de la materia orgánica de la vegetación y los elementos que contienen, los iones y partículas sólidas introducidas por las precipitaciones y los materiales depositados por el viento.

Las transformaciones comprenden: 1) La síntesis de compuestos orgánicos a partir de la descomposición de la biota, 2) La meteorización de minerales primarios y la génesis de minerales secundarios y otros productos y 3) La constitución de rasgos redoximórficos y variaciones en la densidad aparente.

Las transferencias se refieren: 1) Al movimiento de iones y partículas sólidas con el agua de percolación hasta su precipitación y/o depositación en niveles inferiores del suelo, 2) A los ascensos capilares de iones dentro del perfil y precipitación como sales, 3) Al pasaje de elementos a la vegetación y su posterior retorno al suelo como mantillo y 4) A la intensa removilización de importantes volúmenes de material por la actividad de la meso y macrofauna del suelo en la construcción de túneles y madrigueras.

Las pérdidas están dadas por las sustancias removidas del suelo por escurrimiento superficial y subsuperficial o por el agua de percolación cuyos constituyentes no precipitan en el suelo sino en el sustrato o bien son incorporados a las aguas subterráneas. La erosión superficial podría también considerarse incluida

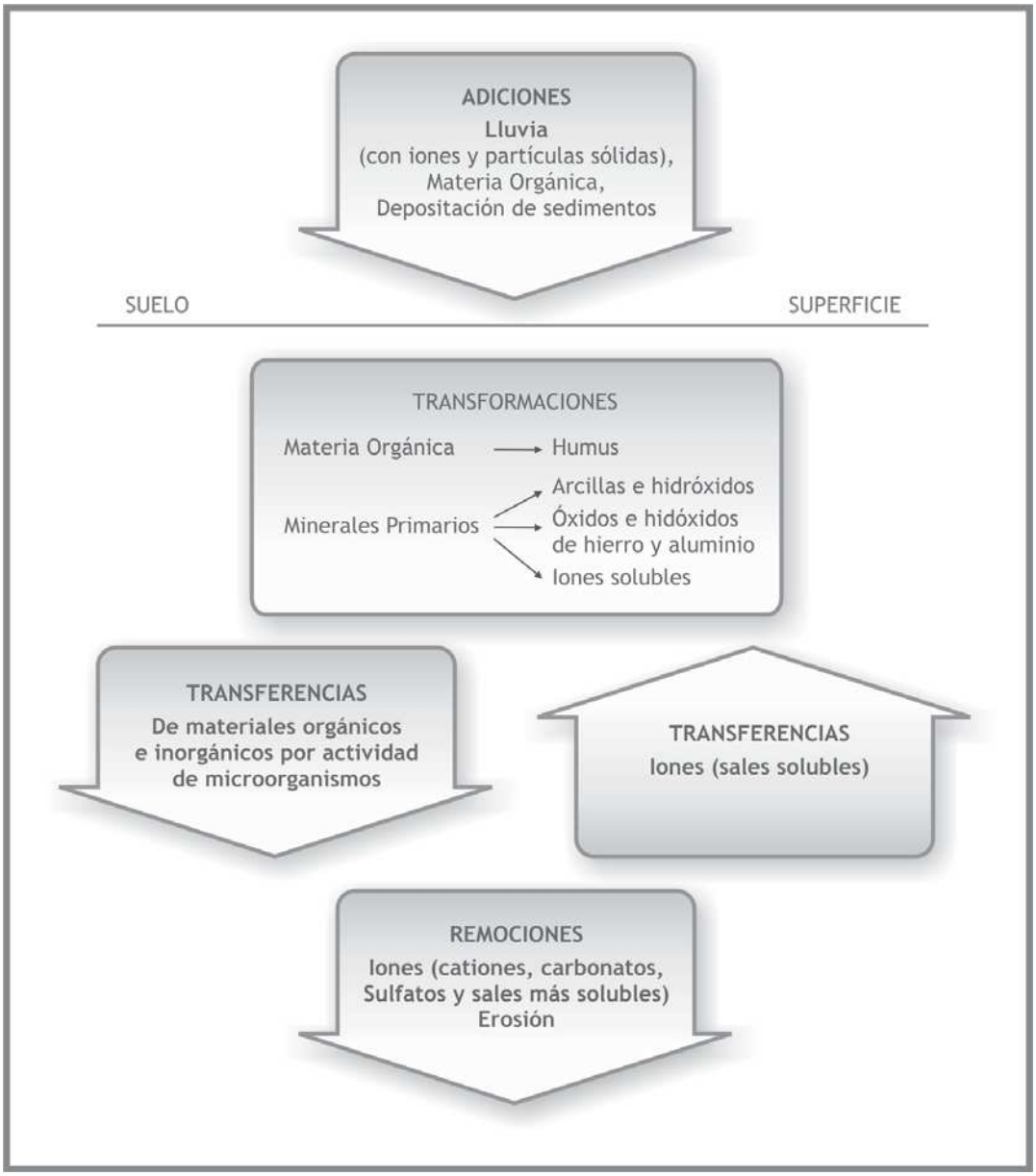


FIGURA 10: Principales procesos pedogenéticos de los suelos de acuerdo a la clasificación realizada originariamente por Simonson (1959)

en este proceso, así como el proceso conocido en geomorfología como sub-lavado. Para cada suelo la importancia relativa de cada uno de ellos es variable y el resultado es la diversidad de perfiles que tiene lugar en cada paisaje (Birkerland, 1999).

Estos cuatro grupos de procesos definidos por Simonson (1969) y adoptados por otros autores (Birkerland, 1999; Gerrard, 2000) permiten visualizar las características comunes y naturaleza de los mismos, el origen y destino de la materia en el sistema abierto "suelo" y las consecuencias que se plasman en el perfil del suelo. Si bien la clasificación de Simonson (1969) es abarcativa de la diversidad de procesos reconocidos por Buol *et al.* (1989), estos últimos basan su interpretación en los resultados o evidencias de los procesos pedogenéticos en el perfil del suelo. Por tal motivo se ha utilizado, en general, la terminología propuesta por estos últimos autores.

Existen ciertos procesos pedogenéticos que por su relación particular con varios o con algún factor de formación específico son particularmente relevantes a la hora de distinguir entre los distintos tipos de suelos. Éstos se materializan en propiedades que son diagnósticas y que son de utilidad para clasificarlos, ya que permiten delimitar los diferentes grandes conjuntos de edáficos. Independientemente de la clasificación de suelos que se emplee, esta situación ha sido reconocida así por las diferentes escuelas de estudio. Tan es así, que en general han sido utilizados los mismos procesos pedogenéticos, pese a los particularismos locales y tradiciones históricas.

A los fines de su consideración, es posible agrupar los procesos pedogenéticos en cinco grandes conjuntos de procesos:

- Asociados a la meteorización y formación de minerales secundarios
- Asociados a la acumulación de materia orgánica y su evolución en el suelo
- Relacionados con la migración con o sin acumulación en el suelo de componentes en solución (lavado o lixiviación)
- Relacionados con la migración y acumulación de componentes en suspensión (eluviación-iluviación)
- Procesos debidos a situaciones particulares (vinculados a "intrazonalidades")

La intervención conjunta de los procesos lleva en última instancia, en la mayor parte de los casos, a la diferenciación del perfil del suelo, o sea la formación de diferentes horizontes edáficos caracterizados por propiedades específicas. En ciertas situaciones la intensidad y el tiempo del accionar de un proceso pedogenético es lo suficiente para resultar en la conformación de horizontes diagnósticos. Se denominan de tal forma a aquellos horizontes utilizados para la clasificación de los suelos y para su cartografía. En la Figura 11, se muestran los horizontes principales que pueden estar presentes en los suelos.

Se explican a continuación los principales procesos pedogenéticos actuantes en la Argentina, sus características, los factores que los condicionan, su distribución geográfica en el país y en qué propiedades y horizontes diagnósticos se pueden llegar a materializar.



FIGURA 11: Horizontes más frecuentes en suelos argentinos (no implica que todos estén presentes)

Procesos asociados a la meteorización

La meteorización es el conjunto de los procesos de modificación de las propiedades de los materiales rocosos al ser expuestos a los factores ambientales que originan la desagregación física de las rocas (meteorización física) y la descomposición de las mismas y la formación de nuevos minerales (meteorización química); equivale al término intemperismo. En general, la meteorización no produce geoformas, pero prepara el material para que sea erosionado por algún agente geomórfico (agua, viento o hielo).

La síntesis y la descomposición son complementarias y consisten en la generación de minerales secundarios a partir de los productos de la meteorización de minerales primarios. Están fuertemente condicionadas por la mineralogía primaria que aporta la "materia prima" y el factor bioclimático que provee las "herramientas" para la formación de minerales secundarios. Ambos influyen en mayor o menor grado según el caso, en el "producto final". La descomposición de los minerales ocurre según su estabilidad en las condiciones del medio ambiente del suelo. En general, se corrobora la serie propuesta por Goldich (1938), según la cual los minerales menos estables son los cristalizados a más altas temperaturas, constituidos por elementos fácilmente hidrolizables en estructuras cristalinas "débiles".

Los minerales de neoformación son principalmente arcillas cristalinas, no cristalinas (definidas por Wada, 1989, como *short-range order*, dado que se presentan como una forma característica y por lo tanto no son amorfas) y óxidos hidratados, especialmente de hierro y de aluminio. La dupla síntesis/descomposición actúa antes y durante la pedogénesis, estableciendo eventualmente el proceso principal como en el caso de la andosolización, o complementando en mayor o menor grado otros procesos como por ejemplo, la podsolización y la argiluviación. La andosolización, cuyo principal resultado es la síntesis del alofano, ocurre en todos los suelos húmedos con moderada a alta participación de tefras, mereciendo en consecuencia un tratamiento particular.

La meteorización se encuentra en todos los ambientes, si bien ciertos factores ambientales, además de las particularidades mineralógicas y químicas de las rocas o sedimentos aflorantes, pueden favorecerla. En líneas generales, climas cálidos y húmedos (tropicales y subtropicales) promueven la meteorización química. En este tipo de ambientes, la neoformación de minerales es más alta que en otros sitios, produciéndose así la laterización, cuyo resultado es la formación de suelos "rojos". Plagioclasas, feldespatos potásicos, anfíboles y piroxenos, así como vidrio volcánico pueden meteorizarse fácilmente bajo estas condiciones. La consecuencia de la alteración será la neoformación de minerales de arcillas o, en casos más extremos, de óxidos e hidróxidos de Fe y Al y de compuestos amorfos, esencialmente óxidos hidratados e hidróxidos. Todos estos componentes van a constituir parte de la fracción coloidal del suelo.

En las provincias de Misiones y parte de la de Corrientes y en sectores húmedos de las Sierras Subandinas (en Salta y Jujuy) es donde mayor intensidad tiene el proceso de meteorización química. En la primera, puede llegar incluso a la formación de horizontes óxicos, o sea horizontes de acumulación residual de óxidos de Fe y Al por la intensa meteorización química. En las regiones Chaqueña y Pampeana, así como en la Mesopotamia, se puede observar cierto grado de meteorización química, resultante en la neoformación de arcillas, si bien sin llegar a los extremos de las zonas tropicales. En estas regiones, parte de las illitas que predominan en la fracción arcilla, como consecuencia de la neoformación, se transforman en esmectitas e interestratificados de ambos tipos de arcillas.

Procesos asociados a la acumulación de materia orgánica y su evolución en el suelo

Como resultado de la vida de las plantas en el suelo se producen acumulaciones de materia orgánica en el perfil del mismo, la cual experimenta diferentes tipos de evolución según los factores pedogenéticos que tengan lugar. En primer lugar, es importante el tipo de vegetación que se ha establecido, si es arbórea, arbustiva o herbácea, si es densa o rala, entre otros. Según el tipo fisionómico dominante será diferente la forma y lugar de incorporación de la materia orgánica al suelo. En líneas generales, si la vegetación es arbórea, la incorporación de la materia orgánica será esencialmente en superficie (acumulación de matillo forestal, *littering*) y, por el contrario, si la vegetación es tipo herbácea, será predominantemente subsuperficial (efecto rizósfera).

La materia orgánica al acumularse en el suelo sigue siempre dos caminos, una parte se mineraliza y otra parte "madura". La primera de ellas da como resultado la presencia de aniones y cationes que son incorporados a la solución del suelo, a las aguas superficiales y al nivel freático. La segunda implica la formación de compuestos como los ácidos húmicos que se integran al complejo coloidal y son fundamentales en las funciones del suelo, en primer lugar en la fertilidad. La acumulación subsuperficial de materia orgánica, aún cuantitativamente menor que la superficial, favorece su maduración.

La humificación consiste en la transformación de la materia orgánica fresca en humus y está íntimamente ligada a la melanización u oscurecimiento de los materiales iniciales como consecuencia del recubrimiento de las partículas minerales con materia orgánica; sin humificación no existe melanización. Estos procesos se ven favorecidos por condiciones climáticas hú-

medas y frías asociados a vegetación de estepa o bosque con altos porcentajes de cobertura. Son más conspicuos en los horizontes superficiales donde ocurren la mayor parte de los ciclos biológicos, esencialmente los relacionados con las plantas superiores de cuya biomasa provienen los principales aportes de carbono.

La humificación se aprecia a través del color, la principal evidencia morfológica de su proceso asociado, la melanización. Ésta es primordial en la generación de horizontes mólicos y aún de úmbricos y suele ser considerada como esencial en la génesis de los Molisoles (Buol *et al.*, 1989; Wilding *et al.*, 1983), aunque su participación no se restringe a esos tipos de horizontes.

Los horizontes mólicos son horizontes superficiales de los suelos ricos en materia orgánica (más del 1% de materia orgánica) de coloraciones oscuras, generalmente potentes, de texturas francas o franco-arenosas y bien estructurados. Se forman en ambientes húmedos y en relación con vegetación de estepa herbácea (pradera o pastizales). Los horizontes mólicos están ampliamente distribuidos en la Llanura Pampeana, Llanura Chaqueña, parte de la Mesopotamia y sectores de las Sierras Subandinas, de la Patagonia Extraandina y de los Andes Patagónicos.

En algunos casos, la melanización puede tener lugar en ambiente de bosques, si bien los compuestos húmicos resultantes son diferentes a los encontrados en los de estepa herbácea. En estos casos, como por ejemplo en los Andes Patagónicos y en las Sierras Subandinas, aparecen horizontes diagnósticos denominados úmbricos, semejantes a los mólicos pero desaturados y ácidos. A diferencia del proceso de formación de mantillo (*littering*), la melanización radica en la incorporación subsuperficial de la materia orgánica debido a la vegetación herbácea o herbáceo arbustiva, cuyos aportes orgánicos resultan esencialmente de la renovación anual de su denso sistema de raíces o efecto «rizófera» en el sentido discutido por Duchaufour (1984).

La acumulación de materia orgánica en medios saturados en agua, y por lo tanto en ambientes reductores, sigue una dinámica diferente a la señalada para la melanización. Este proceso de acumulación y maduración de la materia orgánica en este tipo de ambientes se conoce como paludización. Es frecuente en las zonas inundables como por ejemplo en el delta del Paraná, esteros de la región chaqueña o de la Mesopotamia (como el de Iberá) o zonas anegables de valles fluviales y glacifluviales como en los Andes Patagónicos. En estos ambientes pueden generarse horizontes orgánicos, horizonte de suelos en los cuales el contenido en peso de materia orgánica debe superar el 20%, los que se subdividen según el grado de descomposición de la materia orgánica.

Si bien los procesos de acumulación de mantillo (*littering*) y paludización se plasman en una concentración considerable de materiales orgánicos, su origen es tan diferente como distintivas son sus respectivas evidencias morfológicas. La formación del mantillo forestal, a diferencia de la paludización, tiene lugar bajo condiciones francamente aeróbicas y consiste en la acumulación sobre la superficie del suelo de detritos vegetales (corteza, tallos, frutos, flores, fragmentos de ramas, hojas, etc.) así como los de procedencia animal (deyecciones, cadáveres y otros compuestos provenientes del metabolismo de la micro y mesofauna). Pueden ser un proceso complementario de la humificación y melanización, ya que en los suelos forestales el aporte principal de materia orgánica proviene de la superficie, es decir del mantillo (horizonte O) con una síntesis de humus característica. Asimismo, en el seno del mantillo tienen lugar incipientes procesos de humificación y melanización.

En cuanto a la paludización se trata de una profusa acumulación de materia orgánica en segmentos del paisaje que se hallan parcial o totalmente anegados durante todo o gran parte del año, como las turberas. Dichas condiciones reductoras retardan la descomposición de la materia orgánica resultando una ganancia neta a través del tiempo (Buol *et al.*, 1989). Histosol, es la denominación que *Soil Taxonomy* asigna a los suelos formados por este proceso, y alude a la presencia de horizontes diagnósticos hísticos, espesas capas de más de 30 cm de fibras vegetales.

Las turberas son acumulaciones de materia vegetal, hongos y musgos en diferentes grados de putrefacción, que se generan en sectores deprimidas y anegadas, en climas fríos y húmedos. Los suelos son orgánicos (Histosoles) y la turba seca se utiliza como combustible o como mejorador de suelos. Se hallan básicamente en todas las zonas que tienen estas condiciones, si bien es en Tierra del Fuego y en las Islas Malvinas donde constituyen un elemento principal del paisaje. En el área andino-patagónica y en Malvinas, al medio anaeróbico se agrega muy bajas temperaturas casi todo el año y pH ácido. Bajo estas condiciones la actividad microbiana de los organismos descomponedores se minimiza, potenciando aún más la acumulación de fibras vegetales y la consecuente formación de horizontes hísticos. Según el grado de descomposición de las fibras se distinguen tres tipos de horizontes hísticos (en grado creciente): fíbrico, hémico y sáprico.

En la Figura 12 se sintetizan las diferencias que pueden observarse entre suelos desarrollados bajo vegetación de pradera y bajo vegetación forestal.

Procesos relacionados con la migración con o sin acumulación en el suelo de componentes en solución (lavado o lixiviación)

Son los procesos que resultan en la migración total o parcial de componentes en solución dentro del

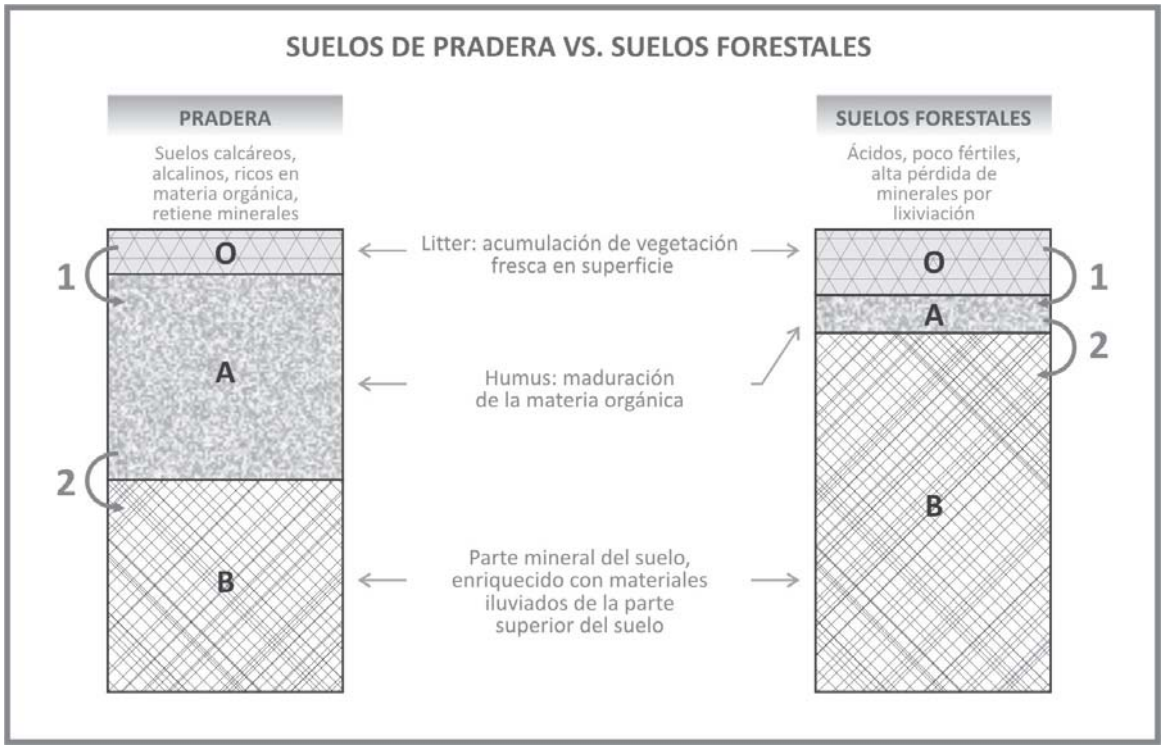


FIGURA 12: Influencia de los diferentes tipos de formaciones vegetales (pradera y bosque) en los perfiles edáficos

perfil del suelo. La migración total implica la remoción de estos del suelo, mientras que la parcial significa la solubilización de los mismos en la parte superficial de suelo y su acumulación en horizontes inferiores. Los componentes que migran con mayor frecuencia son los carbonatos, sulfatos y sales más solubles (como cloruros).

Si bien son procesos ampliamente distribuidos en el país, las migraciones parciales presuponen la existencia de un cierto déficit hídrico estacional o de un clima más árido en el pasado (con menor disponibilidad de agua) de forma tal de que puedan acumularse dentro del suelo. Por lo tanto la ocurrencia de horizontes diagnósticos relacionados con la acumulación de sales solubles es frecuente en las regiones áridas y semiáridas, especialmente en las Sierras Pampeanas, en la Puna y en la Patagonia Extraandina.

El proceso de calcificación puede dar como resultado la formación de horizontes cálcicos y petrocálcicos; son horizontes de acumulación de carbonatos de calcio, tanto en manera pulverulenta como cementados (petrocálcico). Son comunes en suelos de áreas áridas (Aridisoles) si bien también se encuentran como herencia de climas pasados en zonas actualmente húmedas como en la región pampeana constituyendo los niveles conocidos como “toscas”.

Los horizontes petrocálcicos son semejantes a los horizontes cálcicos, los diferencia el hecho de estar cementados. Estos niveles se conocen también como Calcretes, si bien esta acepción es más amplia ya que incluye niveles cementados de carbonato de calcio de disímiles génesis, asimismo, en ciertas regiones del país se los denomina “toscas”.

Los suelos cálcicos están provistos de un horizonte enriquecido en carbonato de calcio (Ck o Bk) frecuentemente de origen pedogenético. El carbonato de calcio, normalmente acompañado por carbonato de magnesio, es común en los suelos de regiones áridas y semiáridas. La precipitación o disolución de este compuesto depende del medio ambiente edáfico, así una alta presión de CO_2, pH ácido y baja concentración iónica en el agua de percolación promueven la disolución del carbonato. Cuando estas condiciones se revierten, la solución del suelo alcanza la saturación y ocurre la precipitación.

Las condiciones que propician la presencia de iones de carbonato de calcio en estado disuelto son más comunes en el horizonte superficial, debido a que allí tiene lugar la mayor actividad y descomposición de la biota y consecuentemente la liberación de CO_2 acompañada por la disminución del pH. El calcio proveniente de la meteorización de minerales y el ácido carbónico (HCO_3-) formado por el contacto del CO_2 con el agua de percolación tienden a aumentar su concentración a medida que progresa la circulación hídrica hacia los niveles más profundos del perfil, debido principalmente a dos motivos: a) Los horizontes inferiores están menos lixiviados que el horizonte superficial y tienen por lo tanto más disponibilidad de cationes, y b) La pérdida de agua por evapotranspiración. En ambos casos, al

alcanzar la concentración de saturación, se produce la precipitación.

Según Duchaufour (1984) hay dos maneras de precipitación del carbonato: 1) Por disminución abrupta de la presión de CO_2 en el límite inferior de las raíces en suelos bajo pradera, originando acumulaciones "pulverulentas" y 2) Por precipitación de calcita cristalina por saturación de la solución, por desecación o incremento de la concentración iónica. En climas secos o con déficit hídrico estacional, la reprecipitación del Ca^{2+} arrastrado por percolación da lugar a la generación en profundidad de un horizonte cálcico. En climas húmedos, el calcio solubilizado se elimina del suelo, pero se nota un incremento de la saturación con calcio del complejo de intercambio con la profundidad del perfil. No obstante, en ambientes templados y húmedos, con una concentración muy elevada de Ca^{2+} disuelto, puede ocurrir una reprecipitación durante el período seco. La incidencia de la textura del material originario en la profundidad de acumulación de los carbonatos se observa en la Figura 13.

La acumulación de sulfatos y en especial de yeso resulta en la generación de horizontes gípsicos. Suelen aparecer en Aridisoles, dando lugar al Suborden Gipsides o a Subgrupos gípsicos, esencialmente en la Patagonia Extraandina.

La salinización es el proceso pedogenético mediante el cual se produce la acumulación de sales más solubles que el yeso (cloruros) en el perfil de un suelo y que puede llegar a formar un horizonte sálico. Se origina en ambiente de gran aridez y se relaciona con fenómenos de capilaridad, apareciendo con mayor frecuencia en la Puna y en la Patagonia Extraandina.

Las concentraciones altas de yeso ($CaSO_4$) y de halita (NaCl) pueden tener tres orígenes: 1) Precipitación del agua de percolación, 2) Precipitación del agua capilar desde el nivel freático y 3) Precipitación por evaporación de cuerpos de agua someros. Los dos primeros tipos causan concentraciones subsuperficiales de sales. En el primer caso, el horizonte salino tiene lugar a la profundidad máxima alcanzada por agua de lluvia durante el año o bien durante eventos de precipitación extraordinarios y considerando las dos sales mencionadas; la halita es más soluble y precipitará a mayor profundidad que el yeso. El tercer caso conforma concentraciones salinas someras. Las sales en solución pueden provenir de los materiales originarios o de la atmósfera, en ambientes costeros (Birkerland, 1999).

La alcalinización se debe a la existencia de sales alcalinas, principalmente carbonato sódico (Na_2CO_3) de origen secundario, que provoca la saturación con Na^+ del valor de CIC (capacidad de intercambio catiónico) con valor mínimo entre 10 y 15%. El sodio proviene de la alteración de materiales originarios ricos en ese elemento o por intercambio con un nivel de agua salada enriquecida en NaCl o Na_2SO_4. Para que este proceso tenga lugar, la concentración de Na^+ debe superar la de Ca^{++} (Duchaufour, 1984). Todas las bases que se hallan en la solución del suelo participan de una reacción reversible con los sitios de intercambio de la arcilla y materia orgánica (CIC), pero al desecarse el suelo, el Ca^{++} y el Mg^{++} de la solución precipitan como carbonatos mucho antes que el Na^+, que es altamente soluble. De esta manera, la solución del suelo se enriquece en ese componente que se liga con los sitios de intercam-

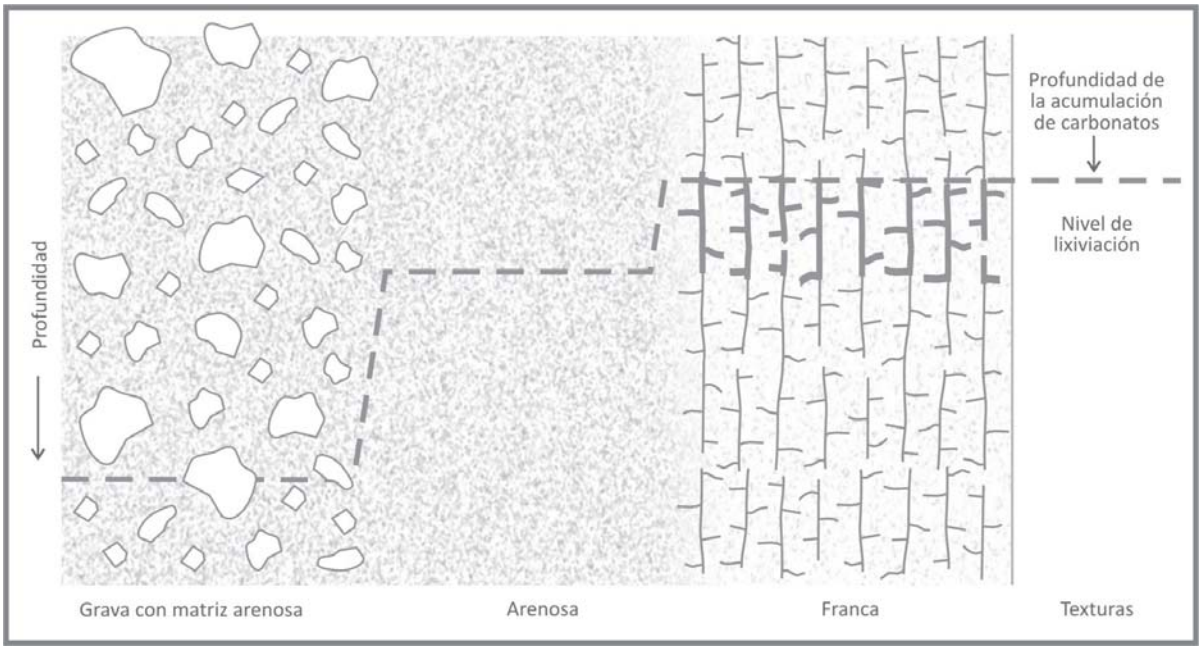


FIGURA 13: Influencia de la textura del suelo en la profundidad de acumulación del carbonato de calcio

bio provocando la saturación parcial del complejo (Buol *et al.*, 1989).

Procesos relacionados con la migración y acumulación de componentes en suspensión (eluviación-iluviación)

La migración de los componentes que integran la fracción coloidal dentro del perfil y su acumulación en horizontes subsuperficiales son procesos importantes en suelos de regiones en las cuales existe un excedente hídrico al menos estacional. Numerosos compuestos pueden migrar en suspensión, pero a los fines de este trabajo, se consideran principalmente las arcillas y la materia orgánica.

En amplios sectores del país la argiluviación consiste en la migración en suspensión de arcillas y complejos arcillo-húmicos de los niveles superiores del suelo y su acumulación en un horizonte (iluvial) formando películas sobre las caras de los agregados y de los fragmentos que componen el suelo. Este proceso específico involucra la movilización de arcillas en suspensión en el agua que se mueve verticalmente a través del suelo, desde un nivel a otro más profundo del perfil. Se lo conoce también con diferentes nombres: *lessivage* o lavado (Buol *et al.*, 1989; Duchaufour, 1984; Fanning y Fanning, 1988), traslocación (Birkerland, 1999; Gerrard, 2000) e ilimerización (Duchaufour, 1984).

La evidencia más conspicua de este proceso es la formación de un horizonte iluvial argílico o Bt. La mineralogía de las arcillas que se movilizan es similar en los horizontes eluviales e iluviales, excepto en el caso de que alguna especie granométricamente más fina se pueda mover en forma diferencial. El rasgo específico de la traslocación de materiales por iluviación es la presencia de cutanes de arcilla (argilanes) rodeando los granos del esqueleto y/o revistiendo canales, grietas y vacíos en la matriz del suelo. En el caso de materiales texturalmente gruesos, solo tienen lugar los descriptos en primer término. La existencia de este proceso está ligada a las características del clima, ya que la ocurrencia de una estación húmeda es fundamental y su manifestación también depende de las particularidades del material originario. Así, los suelos pobres en material fino (plasma) y gran macroporosidad tienen rasgos menos evidentes y aparecen en forma más tardía en el desarrollo del suelo, dada la escasa disponibilidad de material movilizable por el agua de percolación y la alta permeabilidad.

Los horizontes argílicos son comunes en la región pampeana y en la Mesopotamia, si bien aparecen también en zonas semiáridas relacionados con la existencia pasada de climas más húmedos, como por ejemplo en la Patagonia Extraandina y en los piedemontes de las Sierras Pampeanas. Su formación implica largos períodos de tiempo y estabilidad geomorfológica (del orden de los miles de años) y constituye una propiedad prácticamente irreversible. En ciertos casos el horizonte diagnóstico puede denominarse Kándico, en éstos los horizontes son ricos en arcillas, pero no todas son iluviadas, sino que son principalmente neoformadas; aparecen en ambientes subtropicales y son frecuentes en Alfisoles.

La alcalinización es un proceso que incluye la migración y acumulación de arcillas ricas en sodio que da como producto la aparición de horizontes nátricos. Estos se encuentran generalmente relacionados con suelos con problemas de drenaje y materiales originarios ricos en Na. Los horizontes nátricos se denotan como Btn y son frecuentes en áreas anegables, en especial en la Pampa Deprimida de Buenos Aires y en los Bajos Submeridionales de Santa Fe.

En algunos casos, las condiciones climáticas y el drenaje interno de los suelos relacionado con ciertas posiciones en el paisaje, pueden llevar a una pérdida total de los componentes que integran el complejo coloidal (materia orgánica y arcillas) de una parte del suelo. En este caso se pueden formar horizontes denominados álbicos, precisamente porque la pérdida de esos componentes aclara el horizonte. Estos horizontes se hallan por debajo de los horizontes A y por encima de los B y se denominan E, y son comunes en posiciones de media loma en la Llanura Pampeana y en la Mesopotamia.

La podsolización incluye la alteración química intensa de las arcillas del complejo coloidal de los horizontes superiores y la migración y acumulación de los productos de la misma en horizontes subsuperficiales. La presencia de un clima frío y húmedo, asociado al bosque, resulta en la generación de un tipo de humus ácido que facilita la meteorización con la consiguiente liberación de Si, Al y Fe. Los sesquióxidos de Fe y Al se movilizan acomplejados con la materia orgánica y forman, al acumularse, dos horizontes típicos de este proceso: un horizonte B de acumulación de humus iluvial y por debajo, un horizonte B de acumulación de sesquióxidos de Fe y Al (Bh y Bs) respectivamente. Este último se denomina horizonte spódico. Este proceso solo ocurre en sectores restringidos de la Argentina, en la zona andina de Santa Cruz y en Tierra del Fuego. Según Birkerland (1999), la podsolización es un proceso que involucra una pronunciada iluviación de hierro, aluminio y materia orgánica, con la consecuente creación de un horizonte E, con alta proporción relativa de sílice que sobreyace a un B spódico (Bs). Este horizonte se halla enriquecido en alguna combinación de Al, Fe y materia orgánica. Las condiciones ambientales favorables para su génesis son materiales arenosos y ricos en sílice y buen drenaje interno.

La podsolización en los horizontes eluviales se produce por disolución de minerales primarios y la liberación de hierro y aluminio que, conjuntamente con la

materia orgánica, se movilizan y precipitan como complejos amorfos orgánico-metálicos. No obstante, algunos horizontes spódicos pueden contener algo de arcilla cristalina iluviada (USDA, 1999 y 2006). Según Buol *et al.* (1989) no es un proceso simple, sino un conjunto de eventos que involucran la traslocación bajo la influencia del ión hidrógeno y de ciertos compuestos orgánicos, de aluminio, con o sin hierro y con una escasa proporción de fósforo, desde la parte superior del suelo mineral a niveles más profundos del solum. Existen dos hipótesis que explican la movilización de los iones hierro y aluminio y de la materia orgánica (Birkerland, 1999):

a) Migración por "queluviación": El Fe y el Al se combinan con los ácidos fúlvicos que se originan en el horizonte O ó en el A conformando complejos metal-orgánicos o quelatos. Este ácido más Al^{3+} y Fe^{3+} compone un quelato estable y soluble, el cual se moviliza con el agua de percolación. La precipitación de esos complejos a una determinada profundidad del perfil del suelo podría estar vinculada a una serie de condiciones: 1) Pequeños cambios en el contenido iónico pueden producir la precipitación y 2) Debe tener lugar el incremento de la relación metal/ácido fúlvico. Dado que los complejos movilizados tienen relaciones variables de materia orgánica/metal, los de mayor índice precipitan primero y los de mayor concentración metálica lo hacen a más profundidad en el perfil. Esta teoría explicaría la concentración de materia orgánica en niveles superiores del horizonte spódico característica en Spodosoles (horizontes Bh). Finalmente deben darse dos aspectos, la descomposición de los quelatos por actividad de microorganismos y la desecación parcial del perfil durante una estación seca y concentración mecánica de los complejos.

b) Movilización como compuestos inorgánicos solubles: El Fe y el Al podrían formar un hidroxi-alúmino silicato complejo o protoimogolita, con carga neta positiva, estable a pH inferior a 5. También podrían ser eluviadas mezclas de óxidos de Fe y Al (Al_2O_3-Fe_2O_3), las cuales serían estables con o sin sílice. Estos soles inorgánicos precipitarían en un Bs como imogolita y ferrihidrita. Los complejos solubles de materia orgánica que pudieran formarse, eléctricamente negativos, migran y precipitan sobre los complejos inorgánicos con carga positiva. De este modo, un nivel con alta proporción de materia orgánica se constituiría por encima de la zona enriquecida en Fe y Al. Los principales procesos pedogenéticos asociados a las migraciones se observan en la Figura 14.

Procesos debidos a situaciones particulares (vinculados a "intrazonalidades")

Existen una serie de procesos que son resultado de la existencia de condiciones particulares que se plasman en el predominio de un factor de formación, generando lo que se conoce como "intrazonalidad". Así, en los casos analizados son la particular incidencia del material originario o el drenaje interno y saturación en agua del suelo, los que se materializan en propiedades y horizontes diagnósticos específicos. En este trabajo solo se consideran tres: andosolización, gleyzación y vertisolización.

El proceso de *andosolización* incluye la acumulación de materia orgánica en áreas de bosque y la me-

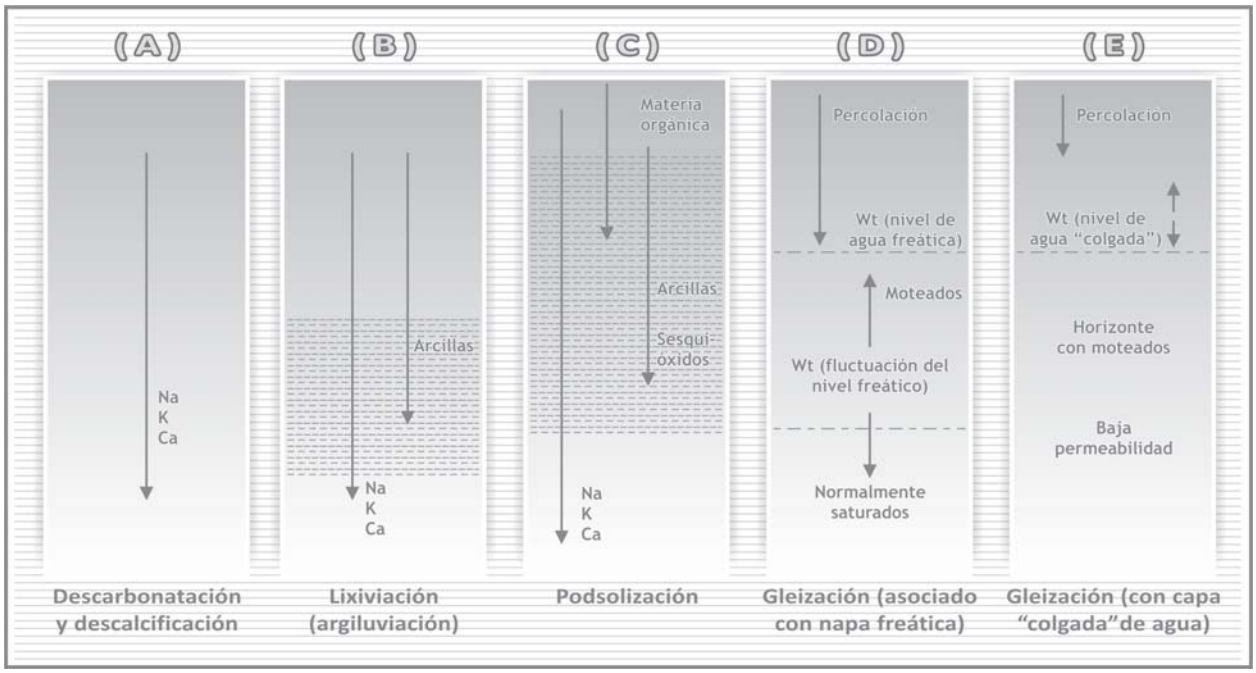


FIGURA 14: Diferentes procesos pedogenéticos asociados a migraciones verticales en los suelos

teorización química intensa de las tefras (cenizas volcánicas y lapilli), que constituyen el material originario. Un clima húmedo y un medio acidificante permite la rápida meteorización y la generación de minerales amorfos, entre los que predominan los alofanos. El resultado final de este proceso es la formación de suelos del Orden Andosoles y, en la Argentina, ocurren exclusivamente en los Andes Patagónicos y en la zona de transición a la Patagonia Extraandina.

La andosolización es un caso específico de descomposición y síntesis, pues constituye el proceso casi exclusivo (además de la humificación/melanización) de suelos desarrollados sobre materiales originarios cineríticos, sometidos a regímenes climáticos de exceso hídrico. Bajo dichas condiciones ambientales, el principal producto de la meteorización de los materiales volcánicos, en especial los más finos (cenizas) y de composición andesítica, es el alofano, una variedad no cristalina de arcilla (Buol *et al.*, 1989; Duchaufour, 1984) y los suelos característicos son Andisoles. Éstos poseen propiedades tales como muy baja densidad aparente (en general menor que 1 g/cm^3), alta retención hídrica, tixotropía, coloración castaño amarillenta u ocre, escasa o nula adhesividad y plasticidad.

Los alofanos conforman además complejos estables con la materia orgánica, por lo tanto estos suelos presentan alta humificación y melanización. Según Duchaufour (1984), el alofano actúa como "estabilizador" de la materia orgánica, protegiéndola de la biodegradación microbiana y provocando su acumulación en el perfil. Besoain (1985) considera que, como resultado de la meteorización de cenizas se produce una gran cantidad de alofano y Al libre, consecuencia de ello, los suelos adquieren una alta capacidad de retener fósforo y humus. La elevada disponibilidad de nutrientes provenientes de la alteración rápida y masiva del vidrio y de los minerales primarios, sumado al clima húmedo, propician el rápido desarrollo de la cobertura vegetal.

Según Besoain (1985) en la génesis de Andisoles tiene lugar la siguiente secuencia de eventos: 1) Alteración de vidrio volcánico, 2) Síntesis de alofano e imogolita, y 3) Formación de complejos orgánico-alofánicos u orgánico-alumínicos. Los productos de alteración de cenizas volcánicas son en un orden evolutivo creciente: alofano (no cristalino), imogolita (para-cristalina) y, finalmente, halloysita (cristalina). El alofano y la imogolita son minerales muy afines que conforman una serie, son los primeros alúminosilicatos no cristalinos, compuestos por alúmina, sílice y agua en proporciones variables; mientras que la imogolita es un silicato de aluminio hidratado con una morfología fibrosa fina. El período de formación de Andisoles dependiendo de las condiciones ambientales puede ser más o menos corto (del orden de los cientos de años). La existencia de una estación seca anual afecta las propiedades físicas y químicas de los horizontes superficiales y favorece, por lo tanto, la generación de halloysita. La potencia y la frecuencia de los aportes volcánicos son determinantes en el desarrollo de estos suelos. Depósitos de potentes niveles de tefra (más de 80 cm) implican la formación de un nuevo suelo, en cambio, la depositación intermitente de capas delgadas resulta en la incorporación de materiales al perfil existente (con una breve interrupción del ciclo orgánico) con la consecuente provisión de cationes, sílice y rejuvenecimiento del suelo.

La *gleyzación* es el proceso que genera rasgos resultantes de condiciones reductoras debidas a saturación con agua. Esta saturación, sea temporaria o permanente es causada por un nivel freático próximo a la superficie o por condiciones que limitan el drenaje interno en el suelo (Buol *et al.*, 1989; Birkerland, 1999). Suelos hidromórficos es un término genérico que designa a suelos con características debidas a la saturación al menos estacional de todo el espacio poroso con agua. Estos suelos pueden presentarse moteados, con concreciones y con colores *gley* (verde-grisáceos).

La movilización en solución o bien, la solubilización y posterior precipitación de compuestos inorgánicos, principalmente de Fe y Mn, da lugar a la formación de rasgos redoximórficos, que se materializan en tres características: coloración gris, gris verdosa o azulada del horizontes afectado (colores *gley*), concreciones finas y oscuras de hierro y manganeso y precipitación de óxidos ricos en hierro, a manera de manchas nodulares (moteados) con matices rojos o verdes, los que en general contrastan con el color de la matriz del suelo. Estos rasgos, si bien responden cada uno de ellos a relaciones específicas de Eh y pH pueden presentarse simultáneamente en un mismo suelo. La coloración *gley* de la matriz del suelo se asocia a niveles permanentemente saturados y la formación de concreciones y/o moteados de hierro y manganeso tiene lugar por la alternancia condiciones reductoras y oxidantes. Si bien la existencia de estos rasgos suele ser independiente del régimen de precipitaciones, su ocurrencia se relaciona con características externas del suelo (geoformas planas y/o microrelieves cóncavos y/o materiales de permeabilidad lenta), es más frecuente en zonas de mayor disponibilidad de agua que en regiones áridas.

Finalmente, el proceso conocido como *vertisolización* se encuentra estrechamente relacionado a la existencia de arcillas expansibles (esmectíticas) en el suelo. Usualmente, las mismas son heredadas, si bien en algunos casos las condiciones ambientales pueden favorecer la neoformación o transformación de arcillas no expansivas o menos expansivas en esmectitas. La capacidad de incorporar agua de las arcillas hace que las mismas aumenten de volumen. La alternancia de períodos húmedos y secos, resulta en una variación estacional del volumen del suelo que se plasma en propiedades específicas, como son las caras de desliza-

miento (*slickensides*) en los horizontes subsuperficiales (horizontes Btss) y rasgos en la superficie, denominado microrelieve gilgai. Asimismo, este proceso implica una incorporación mecánica de la materia orgánica. Su resultado último es la presencia de suelos del Orden Vertisoles, si bien también aparecen en Molisoles. Es un proceso común en la Mesopotamia (especialmente en Entre Ríos), en la Pampa Deprimida y en el delta del Paraná.

En la Tabla 3 se observa la distribución de los principales procesos pedogenéticos según regiones de suelos.

REGIÓN DE SUELOS	PROCESOS ACTUANTES	PROCESO DOMINANTE	PROCESO EXCLUSIVO
Desérticos de la Patagonia Extraandina.	calcificación salinización argiluviación erosión-acumulación	Calcificación	
Del bosque Andino-patagónico	andosolización melanización/humificación podsolización	Andosolización	Podsolización
Semidesérticos de Patagonia austral	erosión-acumulación calcificación melanización/humificación salinización	calcificación	
Líticos de los Andes Centrales.	erosión-acumulación criogénicos calcificación	erosión-acumulación	criogénicos
Poco desarrollados y áridos del centro-oeste.	argiluviación calcificación erosión-acumulación salinización	calcificación	
De la selva subandina	melanización/humificación argiluviación gleycificación erosión-acumulación	melanización/humificación	
Del Monte Chaqueño	melanización/humificación argiluviación gleycificación calcificación	melanización/humificación	
Humíferos de la región Pampeana	melanización/humificación argiluviación gleycificación calcificación	melanización/humificación	
Líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental	erosión-acumulación criogénicos calcificación salinización	erosión-acumulación salinización	
De la Mesopotamia	melanización/humificación argiluviación gleycificación eluviación paludización vertisolización	melanización/humificación	
De la selva subtropical misionera	laterización melanización/humificación meteorización erosión-acumulación	meteorización	laterización
De la Antártida	Crioturbación Melanización/humificación Paludización Erosión-acumulación	Crioturbación	

TABLA 3: Procesos pedogenéticos según Región de Suelos.



4. Taxonomía de los suelos argentinos

La gran variabilidad eco-ambiental de la Argentina se materializa en un complejo mosaico de paisajes y por ende de suelos. Algunas causas son la heterogeneidad geológica y su gran extensión (2.800.000 km^2), especialmente la gran extensión latitudinal, desde los 21° S hasta los 57° S. Se suma un gradiente altitudinal importante, magnificado por la disposición transversal y oblicua de los cordones montañosos respecto a los grandes centros de circulación atmosférica.

La Taxonomía de Suelos (*Soil Taxonomy*) es la clasificación de suelos más utilizada en la Argentina. Contempla seis niveles, desde el de mayor generalidad (denominado Orden) hasta los de mayor detalle (Series). Los Órdenes actualmente definidos a nivel mundial son 12 (USDA, 2006), cada uno de ellos integrados por numerosos Subórdenes, a su vez divididos en Grandes Grupos y éstos a su vez en Subgrupos. Esta clasificación se basa en la identificación de propiedades específicas mensurables y características morfológicas y climáticas que permiten desagregar en forma satisfactoria el universo suelos. Lógicamente, como cualquier clasificación, la misma es una construcción humana que intenta compartimentalizar un aspecto natural de gran complejidad. Por lo tanto posee deficiencias y zonas grises, si bien su rápida y generalizada adopción por parte de investigadores de todo el Mundo demuestra, que dentro de ciertos parámetros, es adecuada.

En general, los Órdenes son definidos por algún aspecto que evidencia el rasgo genético principal de ese suelo, ya sea la presencia de un horizonte diagnóstico o de un aspecto climático central. Cada Gran Grupo dentro de los anteriores, es resultado de una asociación de procesos pedogenéticos específicos, los que se plasman en una serie de propiedades. Éstas se utilizan para definir horizontes diagnósticos o propiedades diagnósticas, los que permiten asignar a los suelos a una taxa específica. La Soil Taxonomy contempla seis niveles de diferenciación, desde lo más general (Orden) a lo más específico (Serie), o sea cada Orden se encuentra subdividido en varios Subórdenes, éstos a su vez en Grandes Grupos, Subgrupos, Familias y finalmente Series. Lógicamente, el grado de definición del nivel de clasificación depende de la escala del trabajo y la disponibilidad o posibilidad de información generada o por generar.

Acorde con la variabilidad ambiental señalada, los suelos reconocidos en el país pertenecen a los 12

Órdenes diferenciados en la *Soil Taxonomy*, constituyendo uno de los pocos países del Mundo en lo que esto sucede. La extensión areal que cada uno de ellos alcanza es muy variable y algunos sólo aparecen en sectores comparativamente pequeños, asociados a algún factor específico. Dominan los suelos del Orden Molisol, el cual se halla representado en todas las grandes regiones de suelos individualizadas y es ampliamente predominante en la Llanura Chaco-Pampeana. Le siguen los Aridisoles y los Entisoles que indican la existencia de condiciones áridas y de sistemas montañosos en una parte importante del país.

La Taxonomía de Suelos utiliza, como uno de sus elementos novedosos, aspectos climáticos en la clasificación. Éstos se incorporan a diferentes niveles de la misma, ya sea en los Ordenes, Subordenes o Grandes Grupos. Es importante destacar que se trata de características climáticas medidas en los suelos y, como tales, propiedades de los mismos. Consecuentemente, no se toman en cuenta los parámetros propios del clima atmosférico, si bien este influye en el clima edáfico.

Los regímenes de humedad diferenciados son cinco: údico, ústico, xérico, ácuico y arídico. El údico es un régimen de humedad de los suelos en el que el mismo no se encuentra seco por más de 90 días en el año y tampoco por 45 días seguidos en verano; coincide con climas atmosféricos húmedos. El régimen ústico es intermedio entre el arídico y el údico; el suelo puede estar seco más de 90 días en el año y con lluvias en verano. El xérico, al igual que el anterior, se trata de un régimen intermedio entre el arídico y el údico, en el que el suelo puede estar seco más de 90 días en el año, salvo que las lluvias se producen en invierno. En el régimen ácuico los suelos presentan su espacio poroso saturado en agua la mayor parte del año. Finalmente, el régimen arídico es aquel en el cual el perfil de los mismos está seco durante la mayor parte del año, por lo que existe un marcado déficit hídrico, lo que favorece los procesos de acumulación de sales solubles y la capilaridad.

Con respecto a los regímenes de temperatura, es posible diferenciar tres tipos principales en la Argentina. En el régimen mésico la temperatura media anual oscila entre 8°C y 15°C, mientras que en el criíco, la temperatura de los suelos se halla en líneas generales por debajo de 8°C todo el año. Finalmente, en el régimen térmico los suelos se encuentran entre 15°C y 22°C a lo largo del año. En la Figura 15, se observa la distribución de los regímenes edáficos de humedad, tomados de Scoppa y Wambecke (1976).

Tal como se dijera previamente, la Taxonomía de Suelos utiliza propiedades diagnósticas entre las que destacan la presencia y asociación de horizontes diagnósticos. La relación entre los procesos pedogenéticos, las propiedades de los suelos y los factores de formación, así como las que se plasman en los horizontes diagnósticos, se sintetizan en las Tablas 4 y 5. En la Figura 16 se representan los Ordenes de suelos con las principales características que los definen. Por su parte, en la Figura 17 se muestran las posibles relaciones existentes entre los diferentes Ordenes, en relación a los factores de formación.

Molisoles

Es el Orden que agrupa a los suelos que se caracterizan por poseer un horizonte superficial oscuro rico en materia orgánica humificada (mólico). Los Molisoles se asocian a climas húmedos a subhúmedos, relieves suaves, materiales no muy gruesos y vegetación de tipo pastizal (estepa herbácea). Es el Orden más ampliamente representado en la Argentina, en especial presente en la zona pampeana y, en menor medida en la Llanura Chaqueña y en la Mesopotamia, si bien aparecen en casi todas las grandes regiones. Son los suelos más fértiles y aptos para la agricultura.

En líneas generales los Molisoles se relacionan con el loess pampeano y con depósitos de loess retrabajados por el agua. En menor proporción los materiales originarios pueden ser arenas y limos fluviales y glacifluviales. Posee grados muy variables de desarrollo y de espesor, en algunos casos con numerosos horizontes subsuperficiales de iluviación, mientras que en otros casos solo muestran el horizonte superficial mólico. Esta variabilidad es en general resultado de diferencias en los tiempos de evolución y en la disponibilidad de agua durante todo el año. Se asocian casi exclusivamente a estepas herbáceas de gramíneas que implican la acumulación subsuperficial de materia orgánica típica de estos suelos. Aparecen en planicies loessicas y terrazas fluviales, en todos los casos en zonas de muy bajo relieve relativo.

Se diferencian varios Subórdenes y Grandes Grupos según los regímenes de humedad y la presencia de algún otro rasgo diagnóstico. El Suborden Udoles es el más ampliamente representado en el país, correspondiendo a Molisoles de régimen údico. Dentro del mismo destacan los Argiudoles y los Hapludoles. Los Argiudoles son un Gran Grupo caracterizado por la existencia de un horizonte superficial mólico seguido de un horizonte de Bt de acumulación de arcillas (argílico). Son suelos potentes, bien desarrollados y muy fértiles e implican largos períodos de formación. Son los suelos típicos (zonales) de la región pampeana. El horizonte superficial suele ser de más de 40 cm de espesor, textura franca arenosa o franco areno-limosa y bien oscuro y estructurado. El Bt también es muy potente, usualmente más de 80 cm, de textura franco-arcillosa con abundantes cutanes o barnices (argilanes) que evidencian la migración de las arcillas. En profundidad, en general a más de 2 m, puede aparecer un horizonte petrocálcico (Ckm), conocido como “tosca” en la región pampeana.

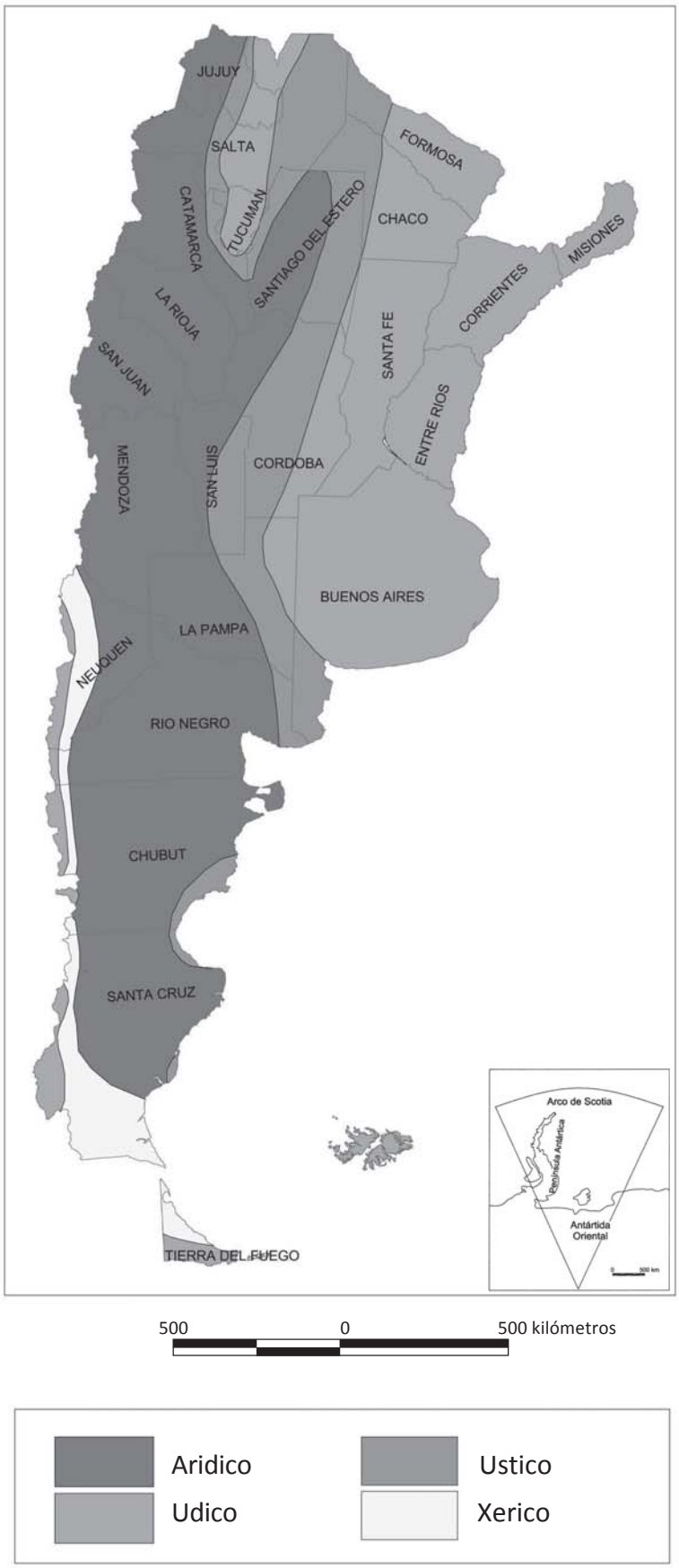


FIGURA 15: Distribución de los diferentes regímenes de humedad en Argentina (modificado de Van Wambeke y Scoppa, 1976)

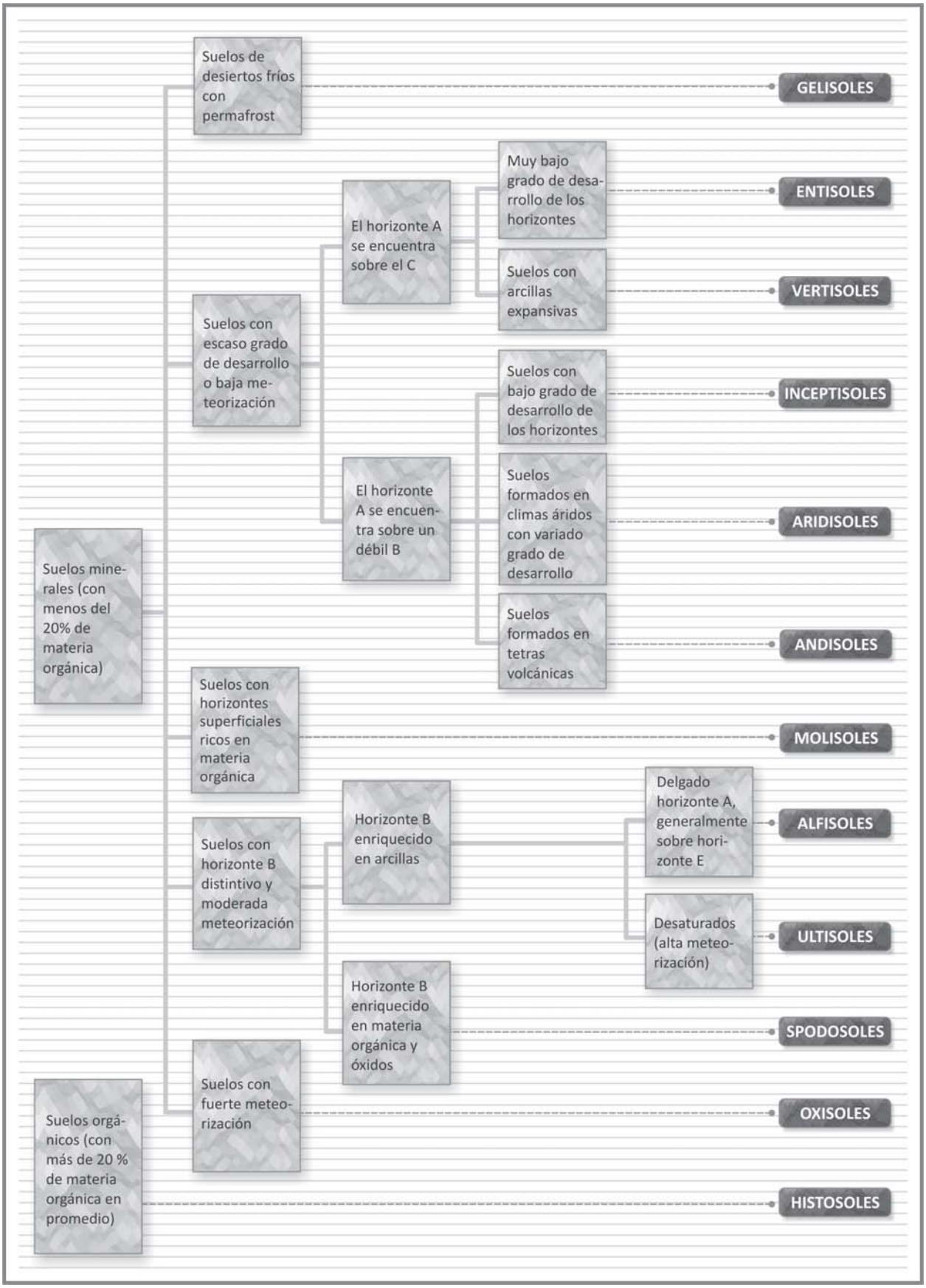


FIGURA 16: Clasificación de los Ordenes de suelos utilizados en las últimas versiones de la Taxonomía de Suelos (Soil Taxonomy, SSCS, USDA)

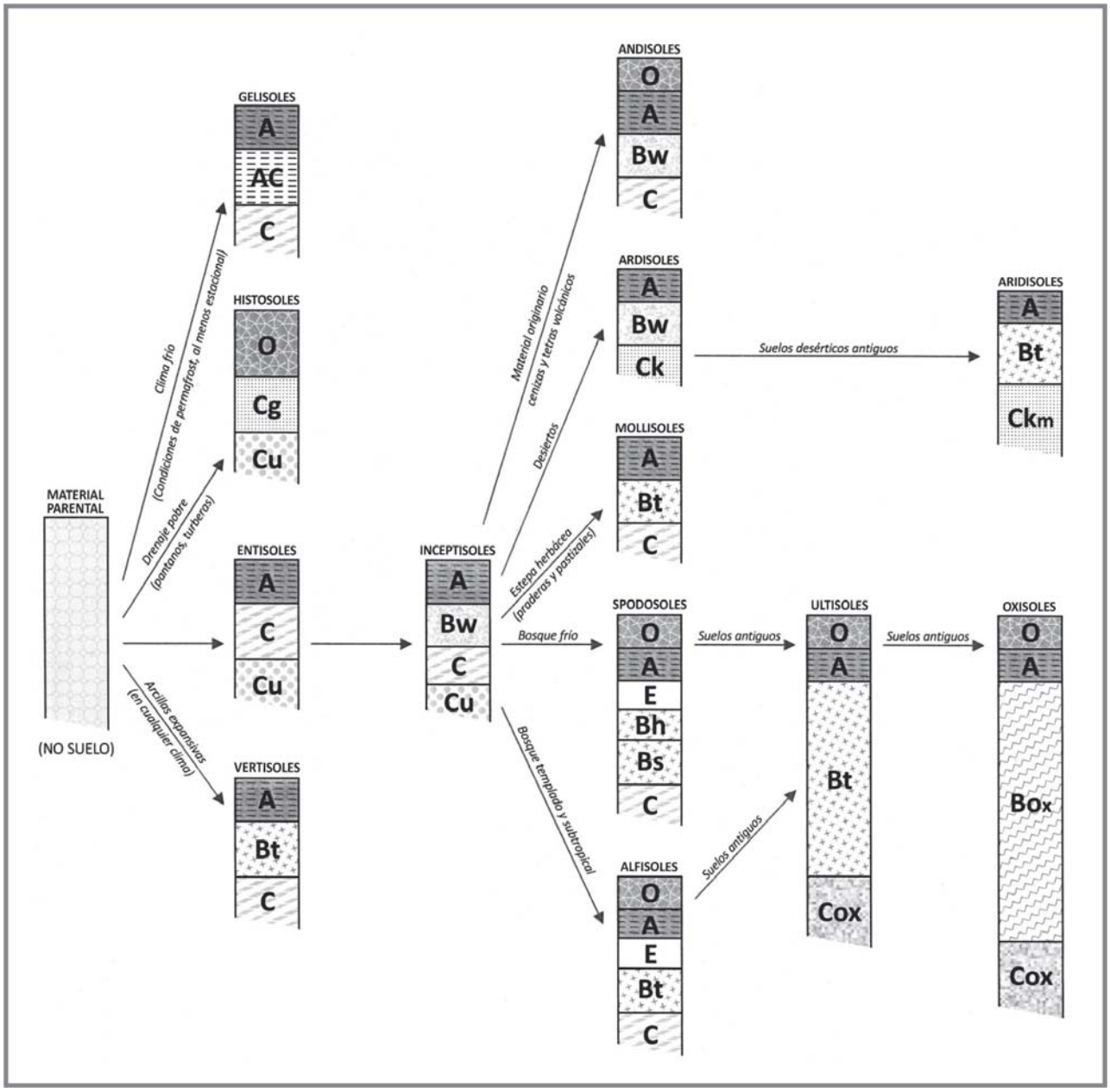


FIGURA 17: Relación temporal esquemática entre diversos Ordenes de suelos y sus perfiles edáficos

PROCESO	HORIZONTES -PROPIEDADES DIAGNÓSTICAS	FACTORES DOMINANTES
Melanización	Horizonte mólico	Clima y biota
Argiluviación	Horizonte argílico	Clima y material originario
Gleycificación	*Gley*-moteados-suelos hídricos- S, CH4	Relieve
Carbonatación-descarbonatación	Horizonte cálcico y petrocálcico	Clima y material originario
Podsolización	Horizonte spódico, pH ácidos y acumulación de M.O. iluvial	Clima, biota y material originario
Laterización	Horizonte óxico y plintitas	Clima y material originario
Vertisolización	Propiedades vérticas	Material originario
Paludización	Horizonte orgánicos	Relieve, biota
Alcalinización	Horizonte nátrico	Material originario y relieve
Salinización	Horizonte sálico	Relieve, clima y material originario

TABLA 4: Principales procesos pedogenéticos actuantes en el país, sus propiedades diagnósticas y los factores dominantes en su génesis.

CARACTERÍSTICA DIAGNÓSTICA	PROCESO QUE LA GENERA
Mólico	Melanización
Úmbrico	Melanización
Ócrico	ausencia de melanización
Hístico	paludización
Argílico	argiluviación
Álbico	eluviación
Spódico	podsolización
Óxico	laterización
Nátrico	alcalinización
Cálcico	calcificación
Petrocálcico	calcificación
Sálico	salinización
Gípsico	iluviación
Cámbico	argiluviación incipiente y meteorización
Kándico	argiluviación incipiente y meteorización
Propiedades ándicas	andosolización
Propiedades vérticas	vertisolización
Propiedades hidromórficas	gleycificación

TABLA 5. Relación entre los procesos pedogenéticos y horizontes/ propiedades diagnósticos

Los Hapludoles son Molisoles con perfiles simples (A-AC-C o A-Bw-C), con horizonte superficial bien provisto de materia orgánica (mólico), generalmente relacionados con materiales originarios de reciente deposición. Son frecuentes en las planicies loessicas o en acumulaciones superficiales de arenas eólicas estabilizadas. Tanto los Argiudoles como los Hapludoles alcanzan su mayor extensión areal en la región pampeana húmeda, especialmente en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y parte de Córdoba. Asimismo, ocupan pequeños sectores de los Andes Patagónicos y de las Sierras Subandinas.

Los Acuoles son Molisoles que tienen una parte de su perfil saturado en agua. Se encuentran ampliamente distribuidos en la parte más húmeda del país y se asocian a materiales limosos o francos, y sectores deprimidos del paisaje, ya sean planicies aluviales, cubetas de deflación o vías de avenamiento difuso en el ambiente de la planicie loessica. Asimismo se localizan en la zona del delta del Paraná, en los esteros del Iberá, en el Chaco oriental y en la Pampa Deprimida. Dentro de ellos predominan los Endoacuoles, caracterizados por mostrar un horizonte superficial bien provisto de materia orgánica y régimen ácuico, con rasgos hidromórficos, como moteados y concreciones. Suelen exhibir escaso desarrollo pedogenético. Los Natracuoles también están bien representados y, si bien son semejantes a los anteriores, se diferencian por tener un horizonte subsuperficial nátrico (Btn), o sea un horizonte de acumulación de arcillas sódicas, lo que evidencia un grado de desarrollo mayor que los anteriores.

Los Alboles son Molisoles que muestran por debajo del horizonte mólico un horizonte de tipo E, denominado álbico, resultado de una intensa eluviación, habiendo perdido la mayor parte de la materia orgánica y las arcillas, por lo que tiene coloraciones claras. Por debajo de éste suele hallarse un horizonte de acumulación de arcillas (Bt) o de arcillas sódicas (Btn), denominándose en cada caso Argialboles y Natralboles respectivamente. Son suelos potentes y bien desarrollados que implican largos períodos de formación. Son comunes en la región pampeana y en la Mesopotamia, si bien siempre están arealmente restringidos, ubicándose en planos ligeramente inclinados que marginan depresiones en el ambiente de cubetas de deflación o en vías de avenamiento de la planicie loessica.

En las regiones más secas, particularmente en las zonas marginales de la región pampeana, en parte de la Llanura Chaqueña y en la zona de transición situada entre los Andes Patagónicos y la Patagonia Extraandina se pueden observar Molisoles perteneciente a dos Subórdenes: Ustoles y Xeroles. En ambos casos comparten características semejantes a los Udoles, si bien en general poseen contenidos de materia orgánica del horizonte A inferiores, menor grado de desarrollo y profundidad. Asimismo, los horizontes de acumulación de arcilla son menos frecuentes y de hallarse, son menos profundos. Como contrapartida, las acumulaciones de carbonato son más comunes y más someras. En líneas generales, tanto los Ustoles como los Xeroles son de texturas más gruesas (arenosas) y pueden ser pedregosos. Los Haplustoles poseen perfiles simples y se localizan en la parte occidental de la Llanura Chaqueña y en la Llanura Pampeana, así como sectores de las Sierras Pampeanas. Los Haploxeroles se ubican en la zona de ecotono entre los Andes Patagónicos y la Patagonia Extraandina, particularmente en Neuquén, la parte sur de Santa Cruz y norte de Tierra del Fuego. En la Figura 18 se observa la distribución de los Molisoles en el país.

Aridisoles

Son suelos de variable desarrollo formados en ambientes áridos y semiáridos (régimen arídico) y, en general, poseen horizontes de acumulación de sales, carbonato o yeso dentro del perfil. El horizonte superficial tiene escaso contenido de materia orgánica y predominan las granulometrías gruesas. Este Orden incluye, en nuestro país, a los Subórdenes Calcides, Argides, Salides, Cambides y Gipsides. Son, junto con los Entisoles, el segundo Orden en cuanto a su importancia areal de la Argentina, siendo muy comunes en la Patagonia Extraandina y en el NOA.

Se forman en muy diferentes materiales originarios, arenas fluviales y eólicas, gravas fluviales y pedemontanas y limos salinos de playas (borde de salares y bajos). Si bien, desde el punto de vista geomorfológico su distribución también es amplia suelen ser más comunes en geoformas subhorizontales como bajadas pe-

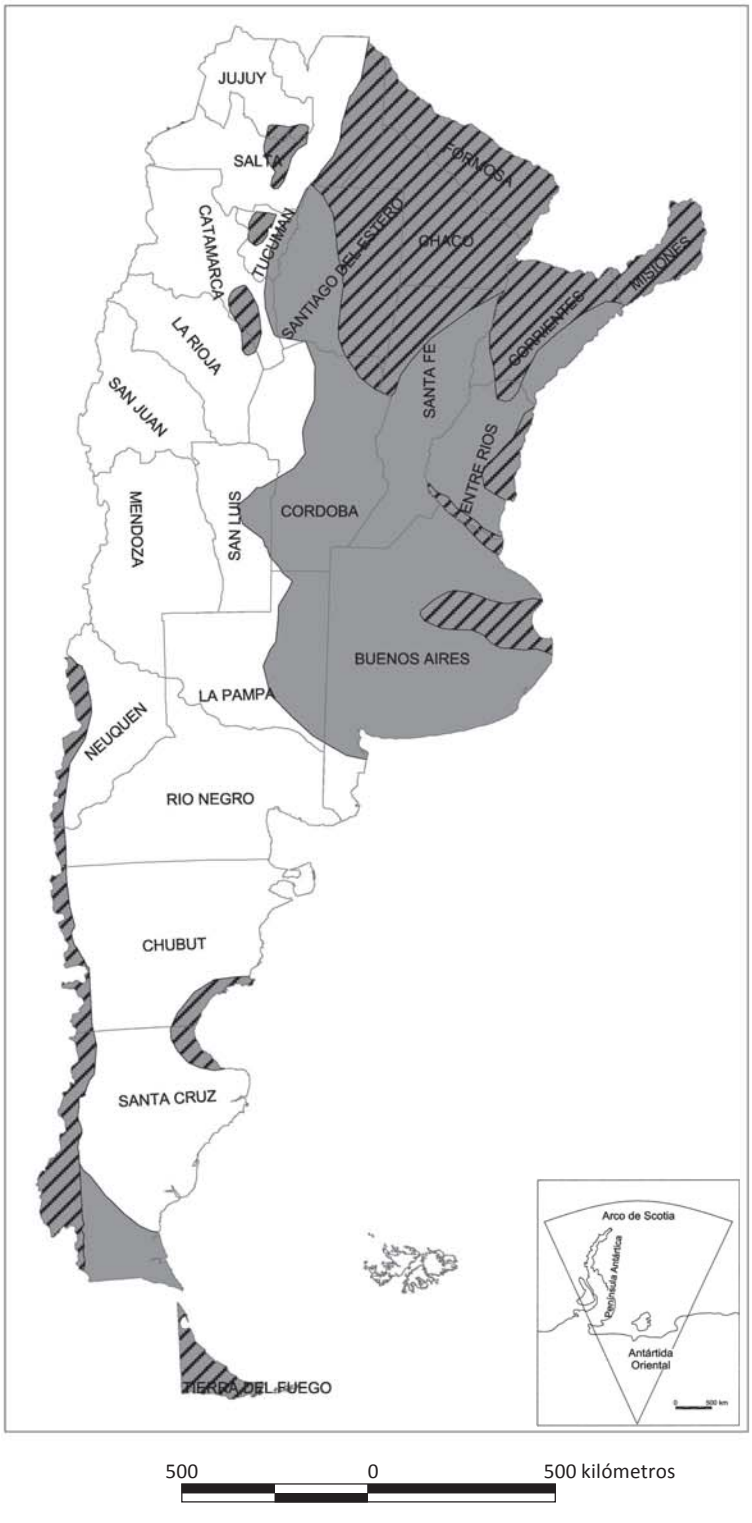


FIGURA 18: Distribución de los Molisoles en Argentina

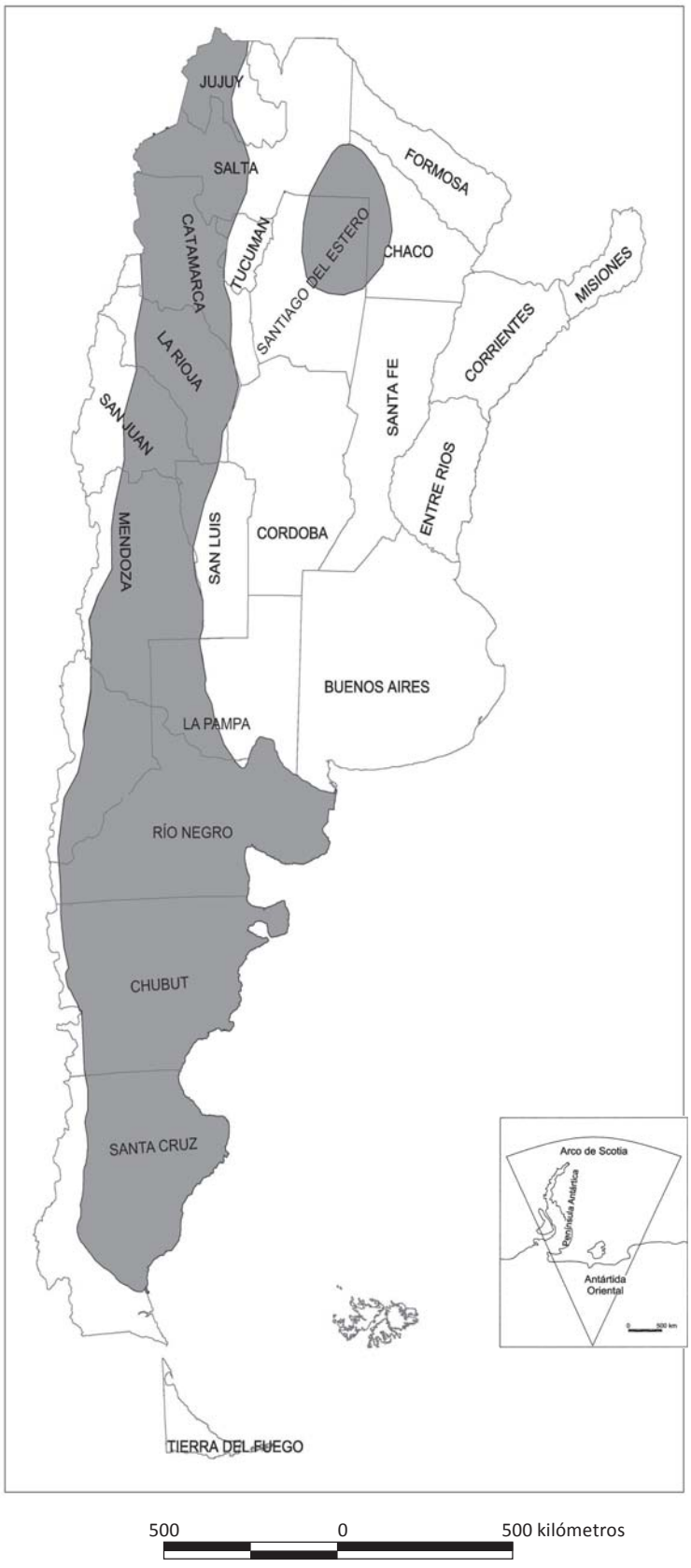


FIGURA 19: Distribución de los Aridisoles en Argentina

demontanas, planicies estructurales y terrazas fluviales. La vegetación es usualmente de tipo estepa arbustiva o mixta rala. En general, dadas sus propiedades (presencia de algún horizonte de acumulación) y el hecho de haberse formado en ambientes con déficit hídrico, su génesis implica tiempos considerables, por lo que suele encontrarse en las geoformas más antiguas o más estables.

Los Argides poseen un horizonte de acumulación de arcillas subsuperficial (Bt, argílico) y generalmente tienen un importante grado de desarrollo y profundidad. Se asocian a condiciones bioclimáticas pasadas más benignas y a geoformas estables. Están ampliamente distribuidos en la Patagonia Extraandina, en los niveles pedemontanos más antiguos de la Puna y en los bolsones de las Sierras Pampeanas de Salta y Catamarca.

En el caso de que el horizonte B no tenga evidencias de iluviación y solo se reconozca por una textura más fina (o un enriquecimiento relativo de la fracción arcilla), se trata de un horizonte Bw, denominado cámbico y, por consiguiente los Aridisoles se clasifican como Cambides. Aparecen en bajadas y planicies estructurales en zonas áridas y semiáridas, especialmente en la Patagonia Extraandina y en los piedemontes de Cuyo y de las Sierras Pampeanas.

Los Calcides tienen horizontes de acumulación de carbonatos de calcio cementados o no (petrocálcico o cálcico, respectivamente), usualmente horizontes Ckm. Con frecuencia, el carbonato cementa niveles de gravas fluviales o pedemontanas que se localizan muy cerca de la superficie, siendo el horizonte superficial arenoso de origen eólico. En líneas generales presentan perfiles simples si bien su formación demanda cierto tiempo, por lo cual se disponen en geoformas antiguas. Al igual que los anteriores son muy comunes en la Patagonia Extraandina y en los piedemontes de las Sierras Pampeanas y de los Andes Centrales.

Los Salides se particularizan por tener un horizonte de acumulación de sales más solubles que los sulfatos y los carbonatos, especialmente cloruros. Tienen lugar en zonas muy áridas y muestran perfiles simples, pudiendo ser la salinidad alta desde la superficie. Es común que estén temporariamente saturados en agua, dada su ubicación en cuencas endorreicas, en este caso serían Acuisalides, si no los más abundantes son los Haplosalides. Se localizan preferentemente en los grandes bajos de la Patagonia y en los salares de la Puna.

En ciertos sectores de la Patagonia se encuentran Aridisoles que se caracterizan por tener horizontes de acumulación de yeso; estos horizontes pueden ser no cementados (gípsicos) o, más frecuentemente, cementados (petrogípsicos). En general se ubican en terrazas fluviales antiguas y, sometidos a riego, pueden experimentar fenómenos de colapso y subsidencia por disolución del yeso (kársticos). En la Figura 19 se puede observar la distribución de los Aridisoles en la Argentina.

Entisoles

Es un Orden de suelos que agrupa a aquellos que poseen muy bajo grado de desarrollo y por lo tanto carecen de horizontes diagnósticos. Presentan escasa diferenciación en horizontes y generalmente sólo se reconoce un horizonte superficial A con ligero enriquecimiento en materia orgánica. En general se localizan en zonas de alta dinámica geomorfológica y materiales originarios recientemente depositados por lo que mantienen características heredadas de los sedimentos a partir de los cuales evolucionaron. Incluyen diferentes Subórdenes entre los que destacan los Acuentes, Fluventes, Psamentes y Ortentes.

Los Acuentes son Entisoles saturados en agua la mayor parte del tiempo, que por lo común se encuentran en planicies aluviales, en zonas deltaicas, estuáricas o litorales. Pueden tener contenidos altos de materia orgánica y evidencias de eventos de erosión y deposición fluvial; los más habituales son los Endoacuentes y los Fluvacuentes.

El Suborden Fluventes comparte las características de los anteriores, salvo por el hecho de no hallarse en un régimen ácuico. Ambos Subórdenes, dado que se trata de intrazonalidades, se hallan en cualquier región natural, si bien son más corrientes en la Región Chaco-Pampeana.

Los Ortentes son el Suborden de Entisoles más frecuente en la Argentina y, como todos ellos, son suelos de escaso desarrollo. Suelen ser pedregosos y se ubican en sectores montañosas, planicies pedemontanas y en valles fluviales de áreas áridas y de alta morfodinámica. A nivel Gran Grupo se diferencian por variables climáticas y los más comunes son los Torriortentes, que ocupan grandes extensiones de terreno en los piedemontes de los Andes Centrales, en la Puna y en la Patagonia Extraandina.

Los Psamentes tienen textura arenosa y se localizan en partes áridas y de alta energía geomorfológica, generalmente asociados a depósitos eólicos arenosos ya sea en dunas o en terrazas fluviales de áreas áridas. Se hallan prácticamente en todas las regiones y alcanzan gran extensión areal en la Pampa árida, piedemonte de los Andes Centrales, Patagonia Extraandina y en todas las zonas costeras, en particular de la provincia de Buenos Aires. Se subdividen por el clima, y los más habituales son los Torripsamentes, ubicados en las regiones áridas y semiáridas y los Udipsamentes, localizados en las costas bonaerenses. La distribución de los Entisoles se observa en la Figura 20.

Alfisoles

Este Orden de suelos se caracteriza por presentar un horizonte subsuperficial de acumulación de arcillas (Bt, argílico) debido al proceso de argiluviación, mien-

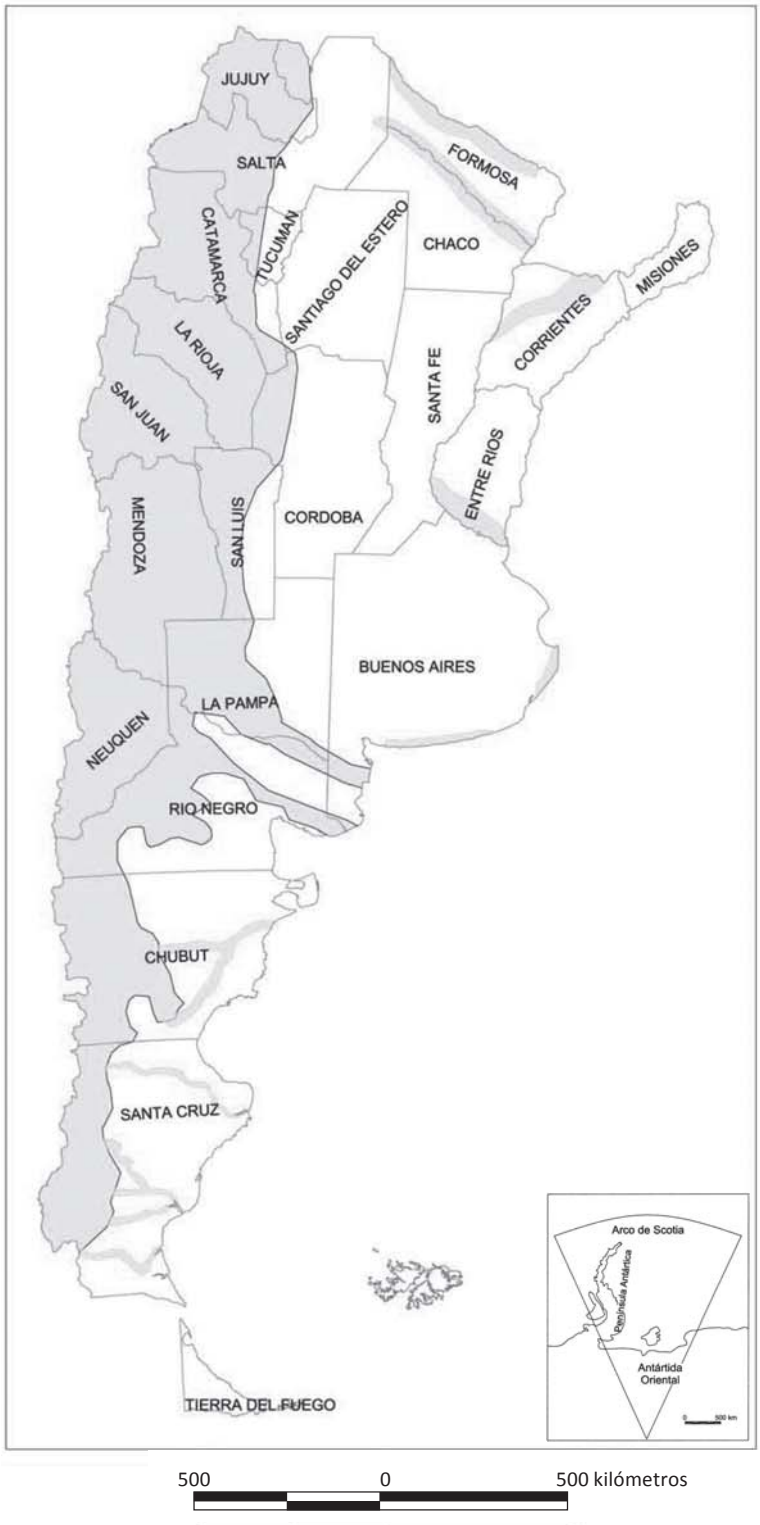


FIGURA 20: Distribución de los Entisoles en Argentina

tras que el horizonte superficial por lo común es poco potente y con escasa materia orgánica. Ocupan el cuarto lugar en cuanto a superficie de la Argentina y se ubican principalmente en la Región Chaco-Pampeana.

Estos suelos se forman en materiales originarios francos, limosos o arenosos, usualmente de origen fluvial o loessico retransportado, si bien en sectores de Misiones se originan en arenas resultantes de la meteorización de los basaltos. Generalmente se encuentran en zonas de climas húmedos, también aparecen en regiones de climas con estación seca. Se localizan por lo común en sectores de muy bajo relieve relativo, en terrazas y planicies fluviales, bordes de lagunas y sectores deprimidos de planicies loessica. La vegetación a la cual se suelen asociar es de tipo monte (estepa arbustiva y herbácea) o en el caso más común, hidrófitas. Dadas sus características, en especial la presencia de un horizonte de acumulación de arcillas (Bt), necesitan tiempos largos de formación. Como excepción es posible hallarlos en áreas de mayor relieve como en las Sierras Subandinas y en la planicie misionera y en las serranías subandinas de la Patagonia norte.

Los Subórdenes más comunes son los Acualfes, seguidos, en mucha menor medida, por los Udalfes, Xeralfes y Ustalfes. Dentro del primero de ellos están los Natracualfes que es el Gran Grupo dominante de los Alfisoles en la Argentina. Están en zonas de régimen ácuico (zonas bajas y anegables), con horizonte superficial ócrico (escasa materia orgánica) y por debajo un potente horizonte nátrico (Btn) de acumulación de arcillas sódicas. Se localizan en la Región Chaco-Pampeana, en especial en la Pampa Deprimida, Bajos Submeridionales de Santa Fe y en sectores de Entre Ríos y Corrientes.

Los Haplustalfes y Hapludalfes son Grandes Grupos de Alfisoles con un espeso horizonte argílico (Bt) subsuperficial. Los primeros se encuentran en el régimen ústico y los segundos en el údico. Son abundantes en las Sierras Subandinas, en la región chaqueña y en la planicie misionera, así como en sectores de la Mesopotamia, en este caso generalmente asociados a Ocracualfes, Glossacualfes y Albacualfes.

Los Haploxeralfes, Alfisoles de moderado a bajo desarrollo pedogenético, usualmente con un horizonte Bt poco potente y pedregoso, aparecen en sectores planos de los valles glaciarios de los Andes Patagónicos. La distribución de los Alfisoles en el país se puede visualizar en la Figura 21.

Andisoles

Son suelos que se relacionan con el predominio de cenizas volcánicas y otros materiales piroclásticos como materiales originarios y se hallan en los Andes Patagónicos. En general son gruesos, permeables, poco densos, poseen alta retención hídrica y de fosfatos y alofanos, propiedades conocidas como ándicas. Se forman en sedimentos generalmente franco-arenosos, gravillosos y pedregosos, con alto predominio de tefras, ya sean cenizas volcánicas y lapilli, por lo común retransportados y mezclados con coluvio y regolito. Se localizan en zonas de climas húmedos y fríos y de alto relieve relativo, en general en laterales de valles glaciarios, morenas y paisajes erosivos glaciarios. Asimismo, pueden hallarse en terrazas y planicies glacifluviales y sectores deprimidos del ambiente glaciario, en este último caso generalmente presentan régimen ácuico. La vegetación a la cual se suelen asociar es de bosque, con especies dominantes del género Nothofagus y, en menor proporción, estepa herbácea o hidrófitas. Dadas sus características, en especial la ausencia de horizonte de acumulación de arcillas (Bt), necesitan tiempos de formación comparativamente cortos.

Los Subórdenes más comunes son los Udands y los Vitrands, encontrándose dentro de los primeros los Hapludands generados bajo régimen de humedad údico. Éstos son los Andisoles más abundantes en la Argentina (a nivel Gran Grupo), por lo común son arenosos, con perfiles A-Bw-C, pedregosos y bien provistos de materia orgánica. En el caso de los Vitrands, la participación de vidrio volcánico es mayor, si bien ambos Grandes Grupos están estrechamente asociados en el paisaje. Los Acuands (Endoacuands) son muy comunes en mallines y bordes de turberas y lagunas usuales en depresiones del ambiente glaciario, generalmente poseen altos contenidos de materia orgánica y se asocian con Histosoles, dando integrados, con Subgrupos hísticos.

Los Udands, Vitrands y Acuands son muy frecuentes en los Andes Patagónicos, desde el norte de Neuquén hasta la zona del lago Argentino en Santa Cruz, con una mayor participación en Neuquén y Río Negro, mientras que hacia el sur al decrecer la participación de las tefras, los Andisoles son más escasos. En la Figura 22 se observa la distribución de los mismos.

Inceptisoles

Son suelos de moderado grado de desarrollo que aparecen en zonas de ecotono y montañosas y húmedas en las cuales la dinámica geomorfológica es importante y los depósitos (materiales originarios) no son demasiado antiguos. Los Andisoles en tiempos pasados se incluían en este Orden. En general carecen de horizontes diagnósticos, si bien muestran mayor grado de desarrollo que los Entisoles. Ocupan áreas relativamente pequeñas, en especial, para el caso de los no saturados con agua, en los Andes Patagónicos, en las Sierras Subandinas, en la Islas Malvinas y en los sectores más húmedos de las Sierras Pampeanas y de la Cordillera Oriental.

Se pueden formar en cualquier tipo de material originario, por lo general son pedregosos, en laterales

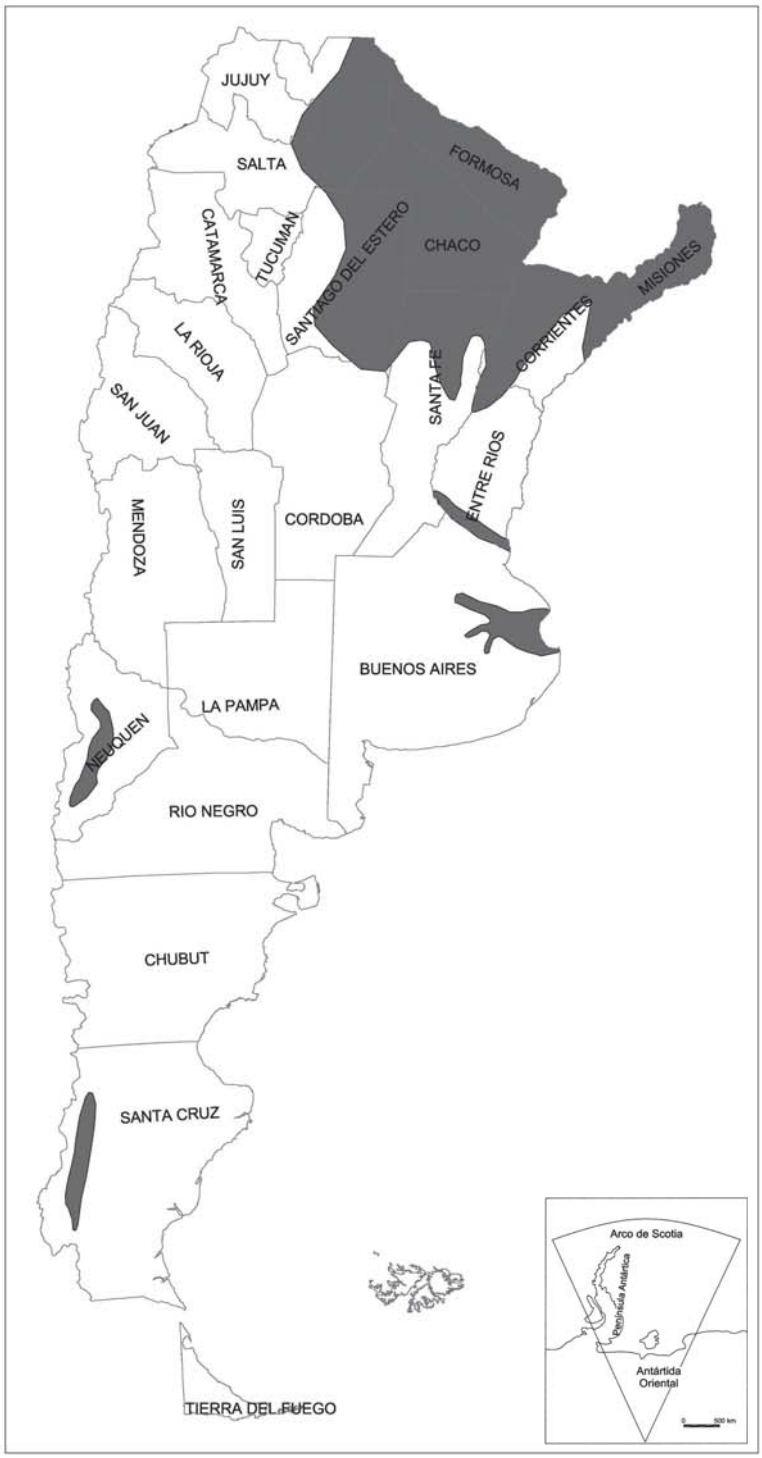


FIGURA 21: Distribución de los Alfisoles en Argentina



FIGURA 22: Distribución de los Andisoles en Argentina

de valles y vinculados a diferentes tipos de vegetación, si bien por lo común, ésta suele ser importante, ya sea de estepa de altura, selva o bosque. En estos últimos casos el Gran Grupo más ampliamente distribuido es el de Haplumbreptes, los que pueden tener debajo del horizonte A, un horizonte de incipiente iluviación (Bw) denominado cámbico. En las zonas más altas, relacionados con la estepa de altura se hallan los Ocreptes: Distrocreptes, Ustocreptes y Criocreptes, mientras que, en áreas deprimidas, de pobre drenaje o nivel freático somero, se encuentran los Acueptes, Inceptisoles de régimen ácuico. Éstos poseen perfiles simples y rasgos hidromórficos y se ubican en la Mesopotamia y en la Llanura Chaqueña, siendo el Gran Grupo más común el de los Endoacueptes.

Ultisoles

Este Orden de suelos se forma en ambientes subtropicales, que presentan perfiles relativamente simples si bien son potentes. Poseen escaso contenido de materia orgánica y un horizonte de acumulación de arcillas (argílico o kándico) subsuperficial con arcillas de baja actividad y con bajo grado de saturación en bases. Tienen colores rojizos y se los puede incluir dentro de los suelos lateríticos, si bien el grado de meteorización química es inferior a los Oxisoles. En la Argentina, su génesis se relaciona con climas subtropicales, con altas precipitaciones y temperaturas y vegetación arbórea. Los procesos actuantes son la meteorización química y la iluviación, implicando tiempos de formación largos. Se forman sobre regolito de meteorización química de los basaltos de la Formación Serra Geral o, más corrientemente sobre materiales arenosos derivados de la erosión del manto de meteorización por acción del agua.

Se localizan exclusivamente en las provincias de Misiones y Corrientes y se han reconocido suelos pertenecientes a tres Subórdenes: Udultes, Humultes y Acultes. Los Udultes son principalmente Hapludultes, de perfiles simples, a su vez los Kandihumultes (con Bt kándico), tienen altos contenidos de materia orgánica y de arcillas caoliníticas. Finalmente los Acultes se asocian a la existencia de un régimen ácuico. En la Figura 23 se observa la distribución de los Ultisoles, Oxisoles, Vertisoles, Spodosoles e Histosoles.

Vertisoles

Son suelos que se caracterizan por poseer una serie de propiedades derivadas del alto contenido de arcillas expansibles que tienen (propiedades vérticas). Los suelos tienen caras de deslizamiento entre los agregados, microrelieve gilgai y grietas (en profundidad y en superficie) debidas a la acción de contracción y expansión de las arcillas según estén secas o húmedas. En general muestran perfiles simples y coloraciones oscuras, si bien son potentes.

Los más comunes en la Argentina son los Hapludertes, los que revelan escaso desarrollo (A-AC-C), son profundos, con grietas, polígonos de desecación, microrelieve gilgai (superficie suavemente ondulada) y caras de deslizamiento.

Aparecen principalmente en la zona litoral bonaerense y en sectores de Entre Ríos (Figura 23). En esta provincia se asocian estrechamente con Molisoles (Argiudoles), formando integrados que a nivel Subgrupo se pueden clasificar con Argiudoles vérticos, si bien también pueden ser identificados como Hapludertes, Pelludertes y Cromodurtes. Se generan en estrecha relación con materiales loessoides con altos contenidos, ya sea por neoformación o heredados, de arcillas esmectíticas (expansivas), vegetación de tipo estepa herbácea, en ambientes fluviales o litorales. Generalmente tienen evidencias de drenaje deficiente, como moteados en profundidad.

Oxisoles

Este Orden de suelos está caracterizado por una intensa meteorización química, son ricos en óxidos e hidróxidos de Al y Fe y por lo tanto presentan típicas coloraciones rojizas. Tienen perfiles simples, escaso contenido de materia orgánica y baja fertilidad. Se encuentran incluidos en la denominación genérica de suelos lateríticos que se aplica a todos los suelos rojizos de zonas tropicales o subtropicales y aparecen exclusivamente en Misiones en sectores restringidos (ver Figura 23).

Su génesis se relaciona con la existencia de un potente manto de meteorización química de los basaltos que afloran en Misiones (Formación Serra Geral, de edad cretácica); su génesis es consecuencia casi exclusiva de este proceso que lleva a la concentración de óxidos e hidróxidos de Fe y Al y a la eliminación de sílice. Para que se generen son necesarias altas temperaturas y precipitaciones y una vegetación acidificante, de tipo selva. Los materiales originarios son entonces de tipo regolítico, con texturas dominantemente arenosas. Ocurren en cualquier posición del paisaje, si bien su formación, dado que implica largos períodos de tiempo (los mayores de todos los Órdenes), presupone la estabilidad del paisaje. Los suelos resultantes son potentes, poco diferenciados, rojos, con escasa materia orgánica y muy baja fertilidad. El único Gran Grupo reconocido es el de los Hapludoxs.

Spodosoles

Son suelos ácidos y poco fértiles formados en ambientes boscosos, fríos y húmedos que presentan un perfil muy característico. El horizonte superficial es rico

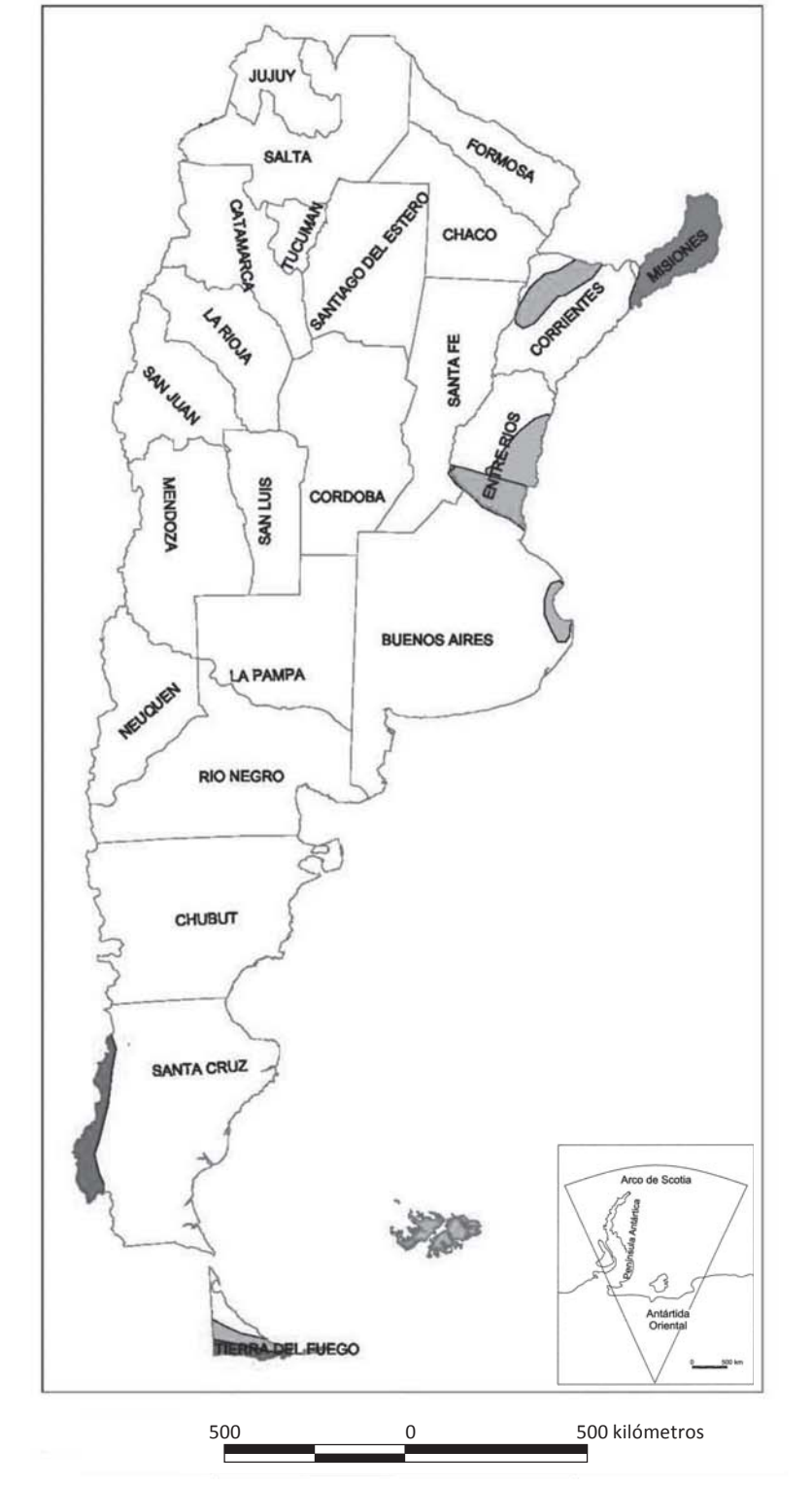


FIGURA 23: Distribución de Histosoles, Spodosoles, Vertisoles y Ultisoles en Argentina

en materia orgánica e incluso puede tener un horizonte orgánico (O). Por debajo, se encuentra un horizonte fuertemente eluvial (blanco) y luego dos horizontes de acumulación de materiales iluviados (componentes que migran de la parte superior del suelo), uno de materia orgánica (negro) y el otro de óxidos de hierro de coloración rojo-amarillento (horizonte spódico, Bs).

En la Argentina solo ocupan sectores muy restringidos del paisaje en Santa Cruz y en Tierra del Fuego (ver Figura 11), generalmente con un grado de desarrollo incipiente. Se forman en materiales originarios arenosos con cierto grado de pedregosidad en ambiente de valles glaciarios, en sectores bien drenados. Los suelos observados pertenecen al Gran Grupo Criohumodes, lo que evidencia la existencia de un clima frío.

Histosoles

Son suelos orgánicos, o sea que sus horizontes poseen más del 20% en peso de materia orgánica en diferentes grados de descomposición y usualmente muestran altos grados de saturación en agua, bajo condiciones de restringida oxidación. Son los suelos de turberas, vegas y mallines, "pantanos". En estos suelos la velocidad de acumulación de la materia orgánica supera a la tasa de mineralización de la misma. Poseen alta capacidad de retención hídrica, una muy baja densidad aparente y se subdividen en función del grado de descomposición de la materia orgánica.

Para su formación, la condición necesaria es la presencia de una zona deprimida, cierta saturación en agua y una baja tasa de acumulación de sedimentos. En todos los casos se trata de suelos de perfiles simples, aunque pueden ser potentes. La vegetación siempre es de tipo especializada (hidrófitas).

Se hallan en depresiones de valles glaciarios de la Región Andino-patagónica; en vegas de la Puna y de las Sierras Pampeanas; en zonas pantanosas vinculadas a los grandes sistemas fluviales de la región chaqueña. También aparecen en la Mesopotamia y en la región pampeana, en este último caso, se ubican en las zonas

REGIÓN DE SUELOS	SUELOS DOMINANTES	SUELOS SUBORDINADOS
Suelos desérticos de Patagonia extrandina	Haplargides Haplocalcides Torriortentes	Haplosalides Natrargides Haplocambides
Suelos del bosque andino-patagónico	Hapludands Haploxeroles Criortentes	Haploxeralfes Histosoles Udivitrands
Suelos Semidesérticos de Patagonia austral	Haploxeroles Haplargides Criortentes	Haplocalcides Natrargides Haplocambides
Suelos líticos de los Andes Centrales	Torriortentes Criortentes Asomos rocosos	Histosoles Haplosalides Haplustoles
Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste	Torriortentes Torripsamentes Haplocalcides	Haplocambides Haplargides Paleargides
Suelos de la selva Subandina	Haplustalfes Haplustoles Haplumbreptes	Torriortentes Hapludoles Hapludalfes
Suelos del monte Chaqueño	Haplustalfes Haplustoles Hapludoles	Udifluventes Endoacuoles Natracualfes
Suelos humíferos de la región Pampeana	Argiudoles Hapludoles Natracualfes	Haplustoles Udipsamentes Endoacuoles
Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental	Torriortentes Asomos rocosos Haplosalides Haplargides	Torripsamentes Criortentes Haplocambides Haplocalcides
Suelos de la Mesopotamia	Argiudoles Ocracualfes Hapludertes	Cromudertes Hapludoles Natracualfes
Suelos de la Selva subtropical misionera	Hapludultes Hapludox Hapludalfes	Hapludoles Ocracualfes Udipsamentes
Suelos de la Antártida	Gelisoles en general Ciortentes Asomos rocosos	Haplocrioles Criaacueptes Criofibristes

TABLA 6: Principales tipos de suelos (a nivel gran grupo) según gran unidad de suelos

más deprimidas frecuentemente anegadas aledañas a los cursos fluviales. De los ambientes antes nombrados, en líneas generales, los Histosoles solo ocupan superficies considerables en las Islas Malvinas y en Tierra del Fuego y aparecen, en menor medida en los esteros de Iberá y en el delta del Paraná (ver Figura 11).

Se diferencian los Subórdenes Fibristes, Folistes, Hemistes y Sapristes, los primeros son los que tienen el menor grado de descomposición de la materia vegetal, mientras que los Sapristes son los que poseen la mayor parte de las fibras vegetales descompuestas.

Gelisoles

Es un Orden de suelos que se caracteriza por el hecho de que los mismos se hallan parcial o totalmente congelados durante la mayor parte del año. En general son pedregosos y poseen escaso desarrollo, con contenidos de materia orgánica que pueden ser altos. En la Argentina se encuentran en zonas de gran altura como en la Cordillera de los Andes, también en la Antártida e islas del Atlántico sur, si bien dado lo reciente de su diferenciación como Orden en la *Soil Taxonomy* (2006), aún no han sido estudiados debidamente en el país, salvo en la Antártida.

En la Tabla 6 se puede observar la distribución de los principales Grandes Grupos en las 12 regiones de suelos. En la Tabla 7 se relacionan los procesos y propiedades edáficas con los Ordenes de suelos, mientras que en la Tabla 8 se muestran las intensidades relativas de los procesos pedogenéticos en los diferentes Ordenes de suelos. Finalmente, las relaciones temporales hipotéticas entre Ordenes y propiedades que los definene se representan en la Figura 24.

PROCESO	HORIZONTE Y PROPIEDADES DIAGNÓSTICAS	SUELOS A NIVEL ORDEN
Melanización/Humificación	Horizonte mólico Horizonte úmbrico	Molisoles-Andosoles-Inceptisoles
Melanización/Humificación	Horizonte argílico	Alfisoles-Ultisoles-Molisoles-Aridisoles
Gleycificación	*Gley*-moteados-suelos hídricos- S, CH4	Molisoles-Entisoles-Alfisoles-Inceptisoles (Grandes Grupos y Subgrupos ácuicos)
Carbonatación-descarbonatación	Horizonte cálcico y petrocálcico	Aridisoles-Molisoles
Podsolización	Horizonte spódico, pH ácidos y acumulación de M.O. iluvial	Spodosoles-Inceptisoles-Andisoles
Laterización	Horizonte óxico y plintitas	Oxisoles-Ultisoles
Vertisolización	Propiedades vérticas	Vertisoles
Paludización	Horizonte orgánicos	Histosoles
Erosión-acumulación	Perfiles simples, bajo desarrollo	Entisoles-Aridisoles-Inceptisoles
Alcalinización	Horizonte nátrico	Molisoles-Alfisoles-Aridisoles
Salinización	Horizonte sálico	Aridisoles

TABLA 7. Procesos pedogenéticos, propiedades que los evidencian y Órdenes en los que se encuentran presentes en la Argentina.

	Mezcla física	Meteorización	Formación de minerales secundarios	Lavado	Iluviación/ eluviación	Acumulación de materia orgánica	Desarrollo edáfico (Nº y expresión horizontes)	Profundidad
Entisoles	b	b	n	n	n	b	n	b
Vertisoles	a	b	n	n	n	b	b	m-a
Inceptisoles	b	b	b	b	b	m	b	m
Aridisoles	b	b	m	b	b	b	v	m
Andisoles	b	m	a	m	m	a	m	v
Gelisoles	a	n	n	b	b	m	b	v
Molisoles	m	m	b	a	a	a	m-a	m-a
Alfisoles	b	m	b	a	a	b	m	a
Ultisoles	b	a	a	a	m	b	m	a
Spodosoles	b	m	m	a	a	m	a	a
Oxisoles	b	a	a	a	m	b	m	a
Histosoles	n	n	n	m	n	a	b	a

TABLA 8. Intensidades relativas de los procesos pedogenéticos. (**a:** alto; **b:** bajo; **m:** moderado; **n:** nulo)

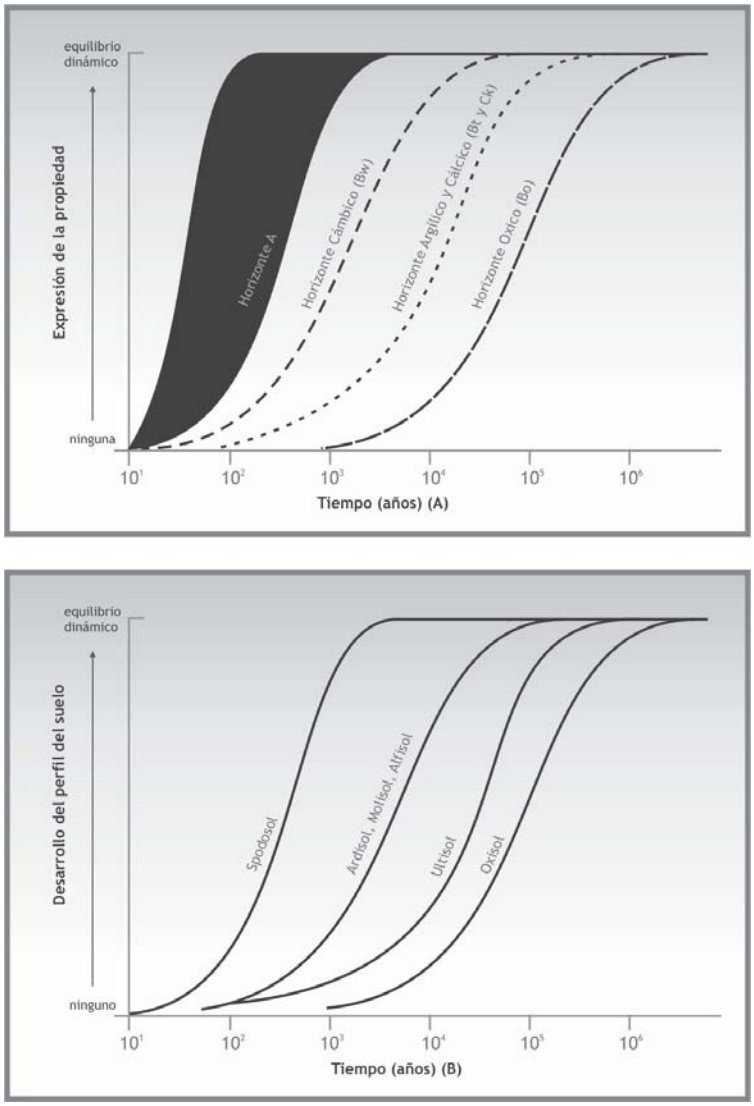


FIGURA 24: Tiempos medios en los que se alcanzan los estados de equilibrio en horizontes diagnósticos y en Ordenes de suelos (tomado de Birkeland, 1999)



5. Descripción de las regiones de suelos

La gran variabilidad geológica, geomorfológica y bioclimática, se plasma en un complejo mosaico edáfico, encontrándose representados los 12 Órdenes que componen la *Soil Taxonomy*. Tal como se dijera previamente pueden diferenciarse 12 regiones de suelos, cada una caracterizada por una particular asociación de suelos resultantes de un arreglo específico de factores de formación y de procesos pedogenéticos (Figura 25):

- Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental
- Suelos líticos de los Andes Centrales
- Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste
- Suelos de las Sierras Subandinas
- Suelos del Monte Chaqueño
- Suelos de la Mesopotamia
- Suelos de la Selva Subtropical Misionera
- Suelos humíferos de la Región Pampeana
- Suelos desérticos de la Patagonia Extraandina
- Suelos semidesérticos de la Patagonia Austral (incluyendo Islas Malvinas)
- Suelos del Bosque Andino-patagónico
- Suelos de la Antártida

A continuación se describen las características salientes de las mismas. En cado caso se señala su localización, se analizan los factores y procesos pedogenéticos, se describen los principales suelos presentes y su distribución así como su uso y aptitud. En la Bibliografía se presenta un listado de algunos trabajos de suelos de índole regional a modo de material de referencia y de consulta. Para la confección de este apartado se ha utilizado el Atlas de Suelos (SEAGyP-INTA, 1989) y los mapas provinciales de suelos de reciente realización por parte de diversos especialistas y editados por el INTA. Finalmente, debe señalarse que fueron consultadas numerosas Cartas de Suelos de la República Argentina del INTA a diversas escalas (según las regiones). Ya que son muy numerosas no son citadas en el texto, refiriéndose a los lectores a consultar en las Bibliotecas y sitio WEB del INTA. En las Figuras 26 a y b se observan los perfiles esquemáticos de los principales Grandes Grupos de suelos presentes en Argentina.



FIGURA 25: Mapa de Regiones de suelos

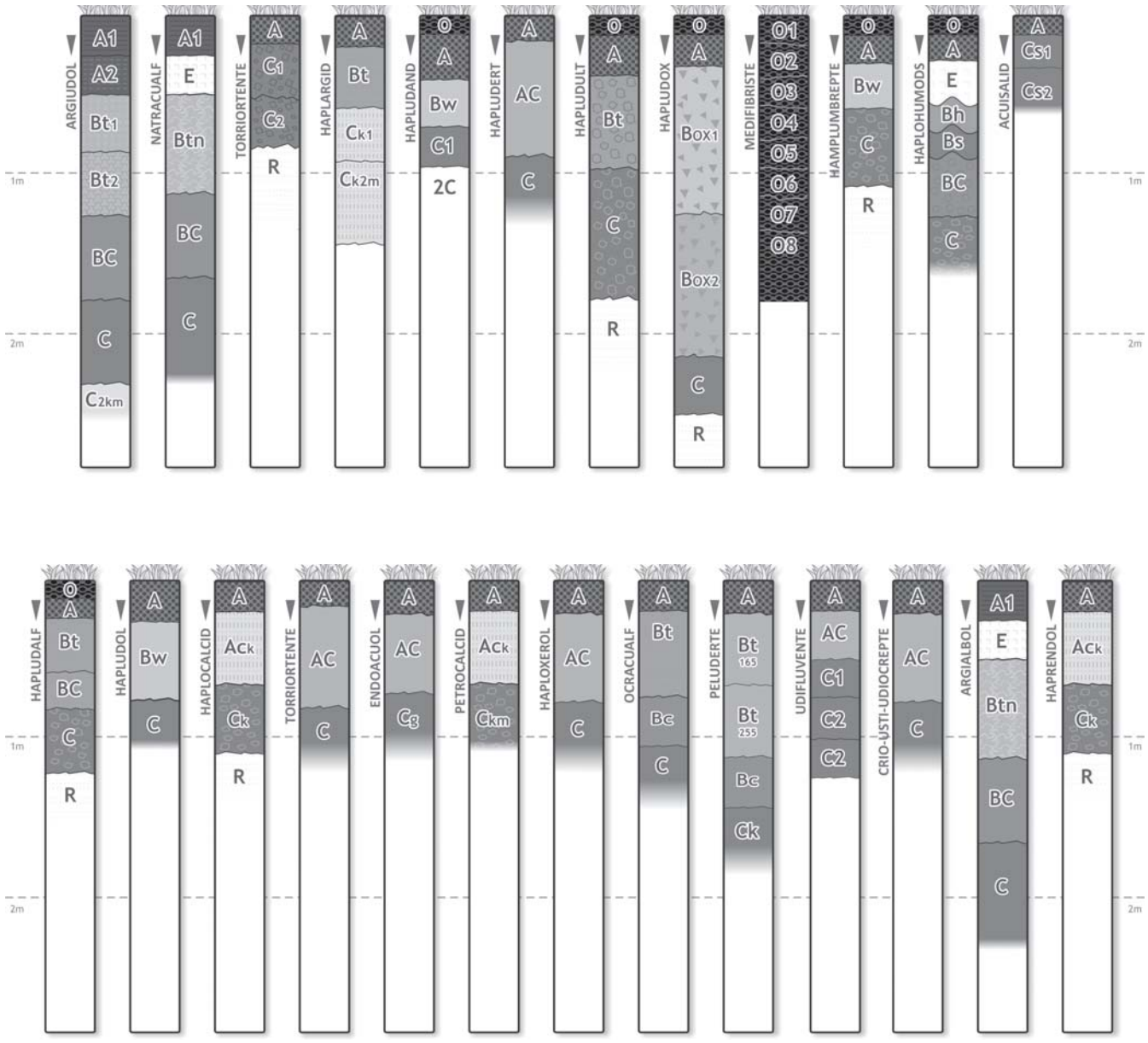


FIGURA 26: Perfiles esquemáticos de los principales Grandes grupos de suelos presentes en Argentina



Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental

Esta unidad presenta características morfoestructurales, climáticas y ecológicas casi únicas en el mundo. Es una altiplanicie de altura compuesta por cordones montañosos, que alcanzan los 6000 m, separados por grandes depresiones tectónicas elongadas en sentido norte-sur cuyo piso se localiza por encima de los 3000 metros. Constituye la terminación sur del Altiplano Boliviano e incluye la zona occidental de Jujuy, Salta y Catamarca, se extiende entre los 22° y 28° S aproximadamente y continúa en Chile (Figura 27). La vegetación dominante es la estepa arbustiva adaptada a condiciones de extrema rigurosidad climática.

Láminas de corrimientos limitan depresiones alineadas en sentido norte-sur en las cuales se han desarrollado ambientes de bajadas pedemontanas y playas salinas. El volcanismo alcanza gran magnitud y ocupa una alta proporción areal, reconociéndose variadas geoformas volcánicas: calderas, estratovolcanes y planicies ignimbríticas y lávicas. La efusión de lavas y la ocurrencia de flujos piroclásticos han interferido con la dinámica exógena, en particular con el proceso fluvial, generándose numerosas cuencas endorreicas. Entre otros, se destacan los volcanes compuestos Ojos del Salado, Llullaillaco y Socompa que son los volcanes activos más altos del mundo.

En las depresiones tectónicas se forman extensas bajadas aluviales que gradan hacia el centro de las mismas a un ambiente de playas salinas. Los salares son uno de los rasgos más conspicuos del paisaje de la región y adquieren grandes extensiones, que incluso superan los 100 km de longitud, como por ejemplo el salar de Arizaro. Presentan suelos poligonales y costras salinas. El drenaje es esencialmente endorreico en la Puna en tanto en la Cordillera Oriental los valles transversales drenan hacia la Cuenca del Plata. Se observan extensos campos de dunas en las partes distales de los grandes abanicos aluviales.

El clima es extremadamente riguroso, muy frío y árido con gran amplitud térmica diaria. Debido a sus características de relieve, el clima de la unidad muestra gran variabilidad espacial, resultante de la sobreimposición de tipo climático H (utilizando la clasificación de Koeppen), o sea de Altura y en un clima regional extremadamente árido de tipo Árido o Desértico BW. Las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de los 14°C, con temperaturas medias para enero de aproxi-



FIGURA 27: Región de suelos

madamente 16-18°C e inferiores a 6°C para julio. Las precipitaciones varían entre 300 y menos de 100 mm anuales, algo mayores hacia el este, debido a la circulación de los vientos húmedos provenientes del este, los cuales por el efecto orográfico producen precipitaciones en las zonas más elevadas orientales. Hay un marcado déficit hídrico anual y la evapotranspiración potencial supera los 600 mm. El límite climático de las nieves se localiza entre los 6200 y 5800 m, disminuyendo hacia el sur y el este.

En general, la escasa cobertura vegetal, la elevada morfogénesis y las condiciones climáticas extremas inhiben la formación de suelos. Por lo tanto, los mismos poseen un escaso grado de desarrollo, poco espesor y perfiles simples. La proporción de afloramientos rocosos y de sedimentos es la más alta del país, junto con los Altos Andes y la Antártida. La mayor parte de las posiciones altas del paisaje se caracterizan por no tener suelos.

Los materiales originarios son por lo común gruesos: coluvio, regolito, aluvial grueso, mientras que en los salares los depósitos son finos y salinos; por lo tanto, los suelos de esta unidad son fundamentalmente líticos (pedregosos) y salinos. Marginando los salares y en las bajadas, los materiales eólicos arenosos son también importantes y el relieve es abrupto, salvo en los salares.

Se trata de una región en la que las condiciones climáticas y geológicas determinan una alta morfodinámica, por lo que corresponde a un medio netamente inestable. En consecuencia, los procesos pedogenéticos están muy subordinados. Domina la erosión-acumulación, mientras que dentro de los procesos de formación de suelos se encuentran la calcificación, salinización y, en menor medida, la argiluviación. La criogénesis es activa en las zonas más altas y húmedas. El régimen de humedad de los suelos es arídico.

Los suelos pertenecen básicamente a dos Órdenes: Entisoles y Aridisoles. Predominan los Entisoles, esencialmente Torriortentes muy pedregosos y de perfiles simples en los ambientes de bajadas pedemontanas y en los taludes. En las partes más altas prevalecen los Criortentes, similares a los anteriores. En algunos sectores más húmedos puede producirse una mayor acumulación de materia orgánica formándose Inceptisoles, semejantes a los Entisoles, salvo por este hecho y, en este caso, se trata de Criocreptes. En la Tabla 9 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 10 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En aquellos sectores más antiguos y geomorfológicamente más estables se han generado Aridisoles, suelos propios de ambientes áridos de mayor grado de desarrollo edáfico, ya que presentan rasgos de iluviación. Pertenecen principalmente a los Grandes Grupos Haplocalcides y Haplargides. Se caracterizan por tener un horizonte superficial ócrico, o sea un horizonte superficial A con bajo contenido de materia orgánica, y por debajo un horizonte de acumulación de carbonato de calcio (horizonte cálcico) o un horizonte de acumulación de arcillas denominado argílico (Bt) respectivamente. Los Petrocalcides, es decir los suelos con un horizonte rico en carbonatos, cementado (Ckm) y cercano a la superficie, se hallan muy subordinados.

En los sectores deprimidos del paisaje, correspondientes al ambiente de playas salinas, se localizan Haplosalides y Acuosalides, suelos del Orden Aridisoles caracterizados por poseer altos contenidos de sales y saturación con agua parcial o temporaria en parte del perfil edáfico para el segundo de los señalados. En las zonas marginales de las playas y en las partes distales

GEOMORFOLOGÍA		MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Valles fluviales	Planicies aluviales	Gravas y arenas recientes	Torriortentes Torrifluventes
	Terrazas	Gravas y arenas holocenas y recientes con o sin calcretes y arenas eólicas	Torriortentes Haplocalcides Haplocambides
Relieves poligenéticos	Pedimentos	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Torriortentes Torripsamentes Haplocalcides
Bajadas	Abanicos aluviales	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Torriortentes Haplocalcides Haplocambides Torripsamentes
Remoción en masa	Deslizamientos rotacionales	Regolito, bloques y coluvio	Torri-ciortentes
Cuencas cerradas y salares	Playas	Limos y arcillas salinas, arenas eólicas	Haplosalides Acuisalides Torripsamentes
	Laterales	Gravas y arenas recientes	Torriortentes Haplocambides Torripsamentes
Serrana	Roca y faldeos	Regolito, coluvio y afloramientos	Torri-criortentes Haplocalcides
Relieve criogénico y de altura		Regolito, bloques, coluvio y afloramientos	Criortentes Gelisoles?
Campo dunas	Dunas	Arenas eólicas	Torripsamentes Cuarcipsamentes
Relieve volcánico	Planicies lávicas e ignimbríticas	Regolito, bloques y arenas eólicas	Torri-criortentes Torri-criopsamentes
	Estratovolcanes, domos y calderas	Afloramientos rocosos, regolito, bloques y arenas eólicas	Torri-criortentes Torri-criopsamentes

TABLA 9: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos líticos y salinos de Puna y Cordillera Oriental

de los abanicos aluviales, en los campos de dunas, se encuentran suelos arenosos muy poco desarrollados del Orden Entisoles (Torripsamentes).

Hacia el este, en la zona de sierras y valles, los suelos se han formado en un ambiente de una mayor variabilidad climática y altimétrica. En los sectores occidentales, en los sectores de mayor pendiente y afloramientos rocosos, predominan los Entisoles muy pedregosos y poco desarrollados (Crio y Torriortentes). En los valles fluviales y abanicos aluviales, se suman a los anteriores suelos generados bajo régimen arídico, Aridisoles, principalmente Haplocalcides y Haplargides con horizontes de acumulación de carbonatos (denominado cálcico, generalmente Ck) u horizontes de acumulación de arcillas (argílico, Bt) respectivamente. También hay Entisoles en terrazas fluviales, planicies aluviales o en dunas pertenecientes a los Grandes Grupos Fluventes y Psamentes.

En el piso de las pequeñas quebradas y asociados a los ambientes de vegas se encuentran Histosoles, suelos orgánicos de tipo de turberas de altura. Hacia el este, a menores alturas y con mayores precipitaciones, aparecen suelos con horizontes superficiales con mayor contenido de materia orgánica, en los valles. Son Molisoles, principalmente Haplustoles y Calciustoles e integrados con los Aridisoles; en general estos Molisoles presentan muy bajo grado de desarrollo pedogenético y suelen ser gruesos.

En líneas generales los suelos de la región son muy someros con frecuentes contactos líticos, pedregosos y con texturas gruesas. Los contenidos de materia orgánica son muy bajos y el pH es alcalino. Es la región donde los valores de salinidad de los suelos son los más altos del país. En la Figura 28 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 29 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

Bajo regadío, en los sectores más planos y protegidos, especialmente en los abanicos aluviales, los suelos pueden soportar una limitada agricultura, como por ejemplo papas, pimientos o cereales andinos, así como servir para pastura de camélidos y ganado ovino y caprino. En las bajadas pedemontanas desarrolladas en los grandes valles tectónicos, la agricultura así como la ganadería de camélidos, desplegada por los pueblos originarios, es la más antigua del país (desde hace más de 3000 años), previa a la llegada de los europeos. En el ambiente de valles y sierras, los pobladores cultivaban maíz, entre otras cosas. Algunas obras de regadío y terrazas de cultivo actualmente utilizadas se remontan a ese pasado remoto.

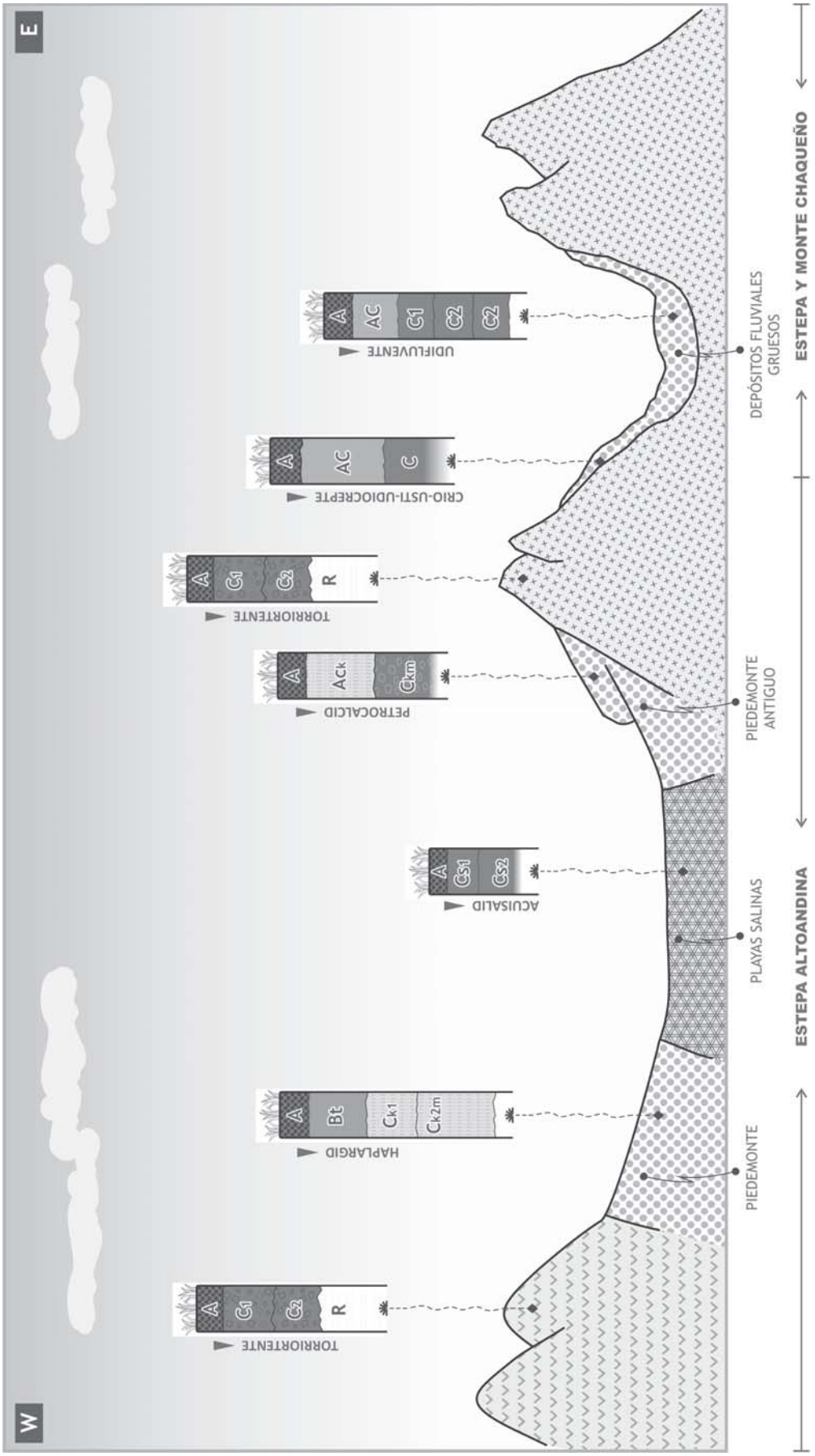


FIGURA 28: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

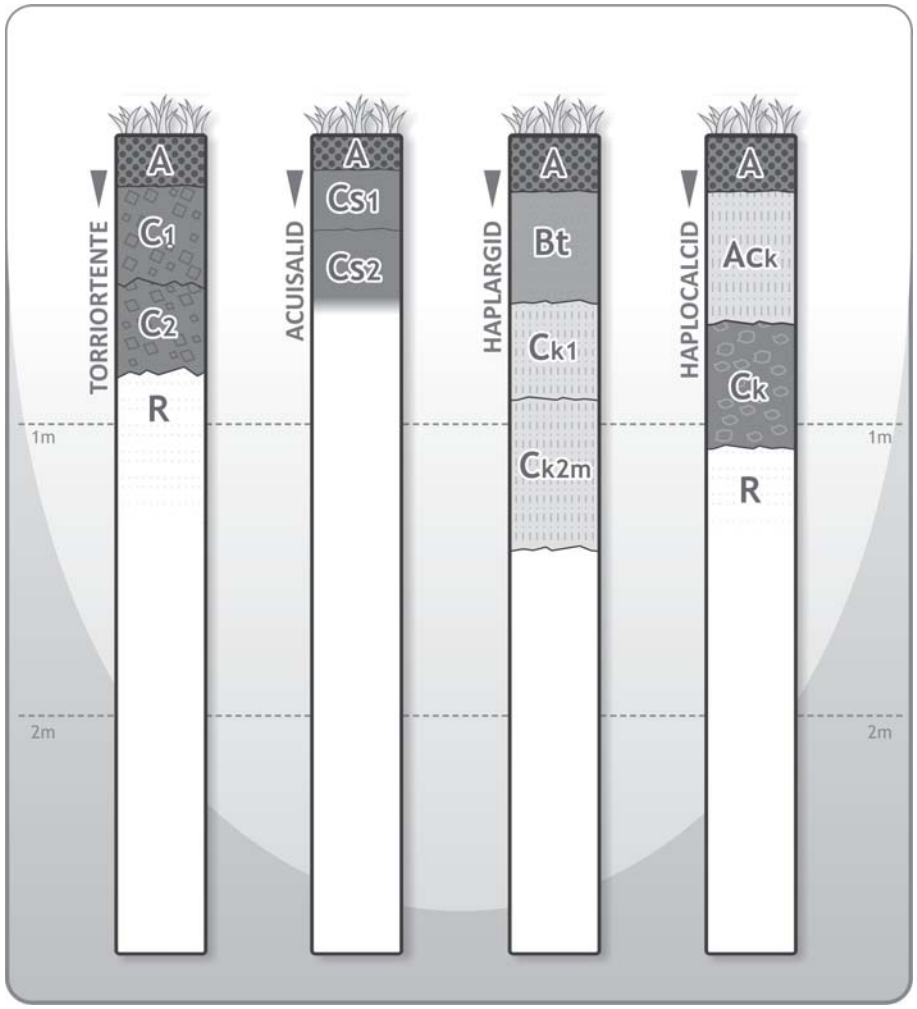


FIGURA 29: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Haplargides	A-Bt-Ck	Argílico-cálcico	Bajadas	Plano	Arenas y gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Largo
Haplocalcides	A-AC-Ck	Cálcico	Bajadas	Plano	Gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Moderado
Acuisalides	A-AC-C	Sálico	Salares	Subnormal	Limos y arcillas fluviales	Árido	Ácuico	Especial.	Malo	Moderado
Haplosalides	A-AC-C	Sálico	Salares	Subnormal	Limos y arcillas fluviales	Árido	Arídico	Especial.	Regular	Corto
Torriortentes	A-C-R	Ninguno	Planicies aluviales y serranías	Variable	Grueso de orígenes variados	Árido	Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Torripsamentes	A-AC-C	Ninguno	Dunas	Variable	Arenas eólicas	Árido	Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Criortentes	A-C-R	Ninguno	Serranías	Variable y abrupto	Grueso de orígenes variados	Frío y árido	Críico	Estepa de altura	Bueno	Corto

TABLA 10: Principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos gruesos, principalmente coluvio, regolito, aluvial grueso. En menor medida arenas eólicas y sedimentos finos salinos.*

Relieve: *Paisaje tectónico y volcánico, parcialmente modificado por la acción fluvial y la remoción en masa con un relieve abrupto. En las zonas pedemontanas, grandes bajadas y pedimentos planos de suaves pendientes. Playas salinas y campos de dunas.*

Clima: *Frío de montaña y árido. R. arídico.*

Biota: *Estepa arbustiva y de altura. Provincias fitogeográficas Puneña y Altoandina.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio fuertemente inestable, con una alta tasa de morfogénesis.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS

Erosión-acumulación.
Criogénicos.
Calcificación.
Argiluviación.
Salinización.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Haplosalides, Acuisalides, Torriortentes, Criortentes, Histosoles, Haplustoles, Criocreptes, Torripsamentes, Haplargides, Haplocalcides.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

En ciertas zonas pedemontana, cultivos bajo regadío. Ganadería extensiva. Minería, turismo y recreación..

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Salinización de suelos.
Erosión eólica e hídrica por inadecuado manejo de los suelos en áreas de cultivo.
Localizada contaminación urbana y minera.



Suelos líticos de los Andes Centrales

Los Andes Centrales están integrados por una serie de cordones montañosos que conforman el eje de la Cordillera de los Andes y que concentran las mayores elevaciones de América. Dentro de la misma se emplazan los cerros Aconcagua de casi 7000 m de altura, Mercedario y Tupungato, ambos de más de 6700 m de altura. Forman una estrecha franja alargada ubicada en la zona centro-occidental de la Argentina que se extiende hacia Chile. La unidad abarca la parte oeste de las provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza y norte del Neuquén, entre los 26° y 37° S aproximadamente e incluye, de oeste a este a la Cordillera Principal o del Límite, a la Cordillera Frontal y a la Precordillera (Figura 30).

Es un paisaje tectónico, producto de la Orogenia Andina, parcialmente modificado en el sector occidental por la acción glaciaria. La dinámica debida a dicha orogenia es esencialmente compresiva y las serranías se disponen con rumbo norte-sur limitados por corrimientos y retrocorrimientos de alto ángulo. Los cordones serranos oscilan entre los 6000 y 5000 metros. El volcanismo es importante en los tramos norte y sur de la región en consideración; la parte central de San Juan y norte de Mendoza pertenece a una zona de nulo volcanismo reciente correspondiente al segmento de subducción subhorizontal de la Placa de Nazca.

La morfogénesis es muy activa y en la actualidad dominan la acción fluvial y la remoción en masa. La red de drenaje muestra marcado control estructural con valles de rumbo y algunos cursos troncales transversales a la estructura. La remoción en masa está ampliamente distribuida y facilitada por la importante cobertura detrítica resultante de la meteorización y el proceso glaciario, las altas pendientes, la ocurrencia de sismos y las precipitaciones níveas. Debido a la altura, los procesos criogénicos actuales y pasados son significativos. En el Plioceno y en el Pleistoceno la acción de los hielos fue importante, reconociéndose aún glaciares en las zonas más altas.

En la Precordillera, las alturas de los cordones son menores (menos de 4000 m), corresponde también a una faja plegada y corrida de retroarco. Domina la acción fluvial pedemontana y se caracteriza por un paisaje de cuestas y crestas, con preponderancia del proceso fluvial. En los valles tectónicos se observan varios niveles de bajadas y pedimentos. Donde se encuentran



FIGURA 30: Región de suelos

rocas graníticas y metamórficas antiguas se observan remanentes de superficies de planación regionales (peneplanicies). Se han formado *badlands* en zonas de afloramientos de rocas friables y en el fondo de los valles tectónicos se generaron "barreales", playas salinas y detríticas de moderadas dimensiones.

El clima es de alta montaña, con intensas precipitaciones níveas en invierno y bajas temperaturas. Debido al relieve, el clima de la unidad muestra gran variabilidad espacial y corresponde a un tipo climático H (según la clasificación de Koeppen) o sea de Altura. Las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de 10°C, con temperaturas medias para enero de hasta 18°C (disminuyendo de este a oeste y con la altura) y mínimas inferiores a 4°C para julio. Existen pisos altitudinales y el clima se caracteriza por la gran variabilidad diaria y estacional. Las precipitaciones varían entre 700 y 200 mm anuales y la evapotranspiración potencial supera en el E los 600 mm. La particular configuración del relieve permite la generación de pequeños oasis de altura y el límite climático de las nieves se localiza entre los 5800 y 3600 metros. Hacia el este aumentan las condiciones de continentalidad, las temperaturas y el déficit hídrico, volviéndose muy caluroso en la zona pedemontana

Los suelos de esta región son esencialmente líticos (pedregosos). La morfodinámica en esta unidad probablemente sea la más alta del país, lo cual sumado a la escasa cobertura vegetal ya sea por el clima o por la altura (vegetación altoandina), determinan la presencia de suelos de bajo grado de desarrollo o directamente la ausencia de los mismos. Por lo tanto, el porcentaje de roca descubierta es muy alto y los suelos se hallan por lo común en las zonas más bajas y de menores pendientes.

Los materiales originarios son sedimentos aluviocoluviales gruesos y depósitos fluviales y pedemontanos gruesos y arenosos. En los valles tectónicos y en zona deprimidas de las bajadas hay sedimentos finos, usualmente con altos contenidos de sales y sedimentos arenosos eólicos. En la mayor parte de la unidad el relieve es abrupto, con altas pendientes, mientras que en el piedemonte, las pendientes disminuyen sensiblemente, en especial en los grandes abanicos aluviales. La vegetación es principalmente una estepa arbustiva y estepa de altura.

La morfodinámica es muy alta, constituyendo un medio inestable en el que predominan los procesos geomorfológicos como la erosión-acumulación y los procesos criogénicos. Los principales procesos pedogenéticos son la calcificación y la lixiviación, mientras que la melanización se limita a las zonas más húmedas y, en general, las evidencias de iluviación están ausentes. Los suelos existentes pertenecen principalmente a los Órdenes Entisoles y Aridisoles, mientras que los Molisoles e Inceptisoles ocupan sectores restringidos. Si bien no han sido descriptos hasta el presente, es posible que se encuentren Gelisoles y en algunos mallines de altura se advierten Histosoles. En la Tabla 11 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 12 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En la región, en general, se verifica el predominio de los Entisoles; suelos pedregosos de escaso desarrollo y profundidad y bajo contenido de materia orgánica (Ortentes), éstos pueden ser Criortentes o Torriortentes según los regímenes de temperatura. En los sectores más altos y asociados a condiciones de congelamiento, al menos estacional de los suelos, es posible que aparezcan Gelisoles, o sea, suelos de escaso grado de desarrollo y congelados al menos durante parte del año. En

GEOMORFOLOGÍA		MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Valles fluviales	Planicies aluviales	Gravas y arenas recientes	Torriortentes Torrifluventes
	Terrazas	Gravas y arenas holocenas y recientes con o sin calcretes y arenas eólicas	Torriortentes Haplocalcides Haplocambides
Paisaje Glaciario	Morenas	Bloques, gravas, limos y arenas	Haplargides Haplocambides Haploxeroles
Relieves poligenéticos	Pedimentos	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Torriortentes Torripsamentes Haplocalcides
Bajadas	Abanicos aluviales	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Torriortentes Haplocalcides Haplocambides Torripsamentes Petrocalcides Paleargides
Cuencas endorreicas	Playas	Limos y arcillas salinas, arenas eólicas	Haplosalides Acuisalides Torripsamentes Endo-epiacuentes
Serrana	Roca y faldeos	Regolito, coluvio y afloramientos	Torri-criortentes Haplocalcides
Relieve criogénico y de altura		Regolito, bloques, coluvio y afloramientos	Criortentes Gelisoles?
Campo dunas	Dunas	Arenas eólicas	Torripsamentes Cuarcipsamentes
Remoción en masa	Deslizamientos rotacionales	Regolito, bloques y coluvio	Torri-ciortentes

TABLA 11: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos líticos de los Andes Centrales

ciertos sectores, una mayor estabilidad del paisaje o una mayor antigüedad de los materiales resulta en la aparición de suelos más desarrollados. En este caso, los horizontes superficiales se hallan mejor expresados y estos suelos serían Inceptisoles, generalmente del Gran Grupo Criocreptes.

Los suelos y la cobertura detrítica en las partes altas de las pendientes muestran evidencias de procesos criogénicos actuales o pasados. Asimismo, los suelos muestran evidencias de sufrir frecuentes procesos de remoción en masa, como gelifluxión, solifluxión, reptaje y distintos tipos de flujos densos.

Existe un marcado gradiente altitudinal y climático de este a oeste, pasando a condiciones más húmedas al oeste, con grandes precipitaciones níveas durante todo el año, si bien principalmente en el invierno. Por lo tanto, los suelos en la parte occidental presentan menor déficit hídrico anual; se localizan en las áreas comparativamente más llanas (ligadas parcialmente al modelado glacial). Se asocian a vegetación herbácea y aparecen los Molisoles, o sea suelos con potentes horizontes superficiales, oscuros y ricos en materia orgánica. Son Hapludoles o Haploxeroles de perfiles simples (A-AC-C) y, en los sectores más húmedos, en los valles tectónico-glaciarios, los Molisoles pueden poseer ciertas evidencias de iluviación de arcillas, generalmente materializada en la ocurrencia de horizontes Bw. En las vegas y turberas de altura se hallan suelos orgánicos saturados en agua (Histosoles), Inceptisoles (Acueptes) o Entisoles ácuicos (Acuentes).

Hacia el este, con el aumento de las temperaturas y el descenso de las precipitaciones, en las grandes bajadas pedemontanas y en los valles tectónicos mayores aparecen asociados Entisoles y Ardisoles. Dentro de los primeros, se encuentran Ortentes (Torriortentes) en los abanicos aluviales modernos y suelos arenosos (Psamentes) en los grandes campos de dunas. Dentro de los segundos, en las bajadas más antiguas, se localizan suelos de bajo grado de desarrollo y escaso contenido de materia orgánica con horizonte subsuperficial de acumulación de carbonatos correspondientes a Haplocalcides y, en algunos casos, los horizontes cálcicos están cementados formando Petrocalcides.

En las depresiones tectónicas ("barreales"), como por ejemplo en el valle de Uspallata-Barreal-Calingasta o en las pequeñas playas salinas que se forman en la parte distal de los abanicos aluviales pedemontanos, hay suelos salinos, generalmente Acuisalides. Por último, en los niveles pedemontanos más antiguos pueden hallarse Aridisoles con horizontes de acumulación de

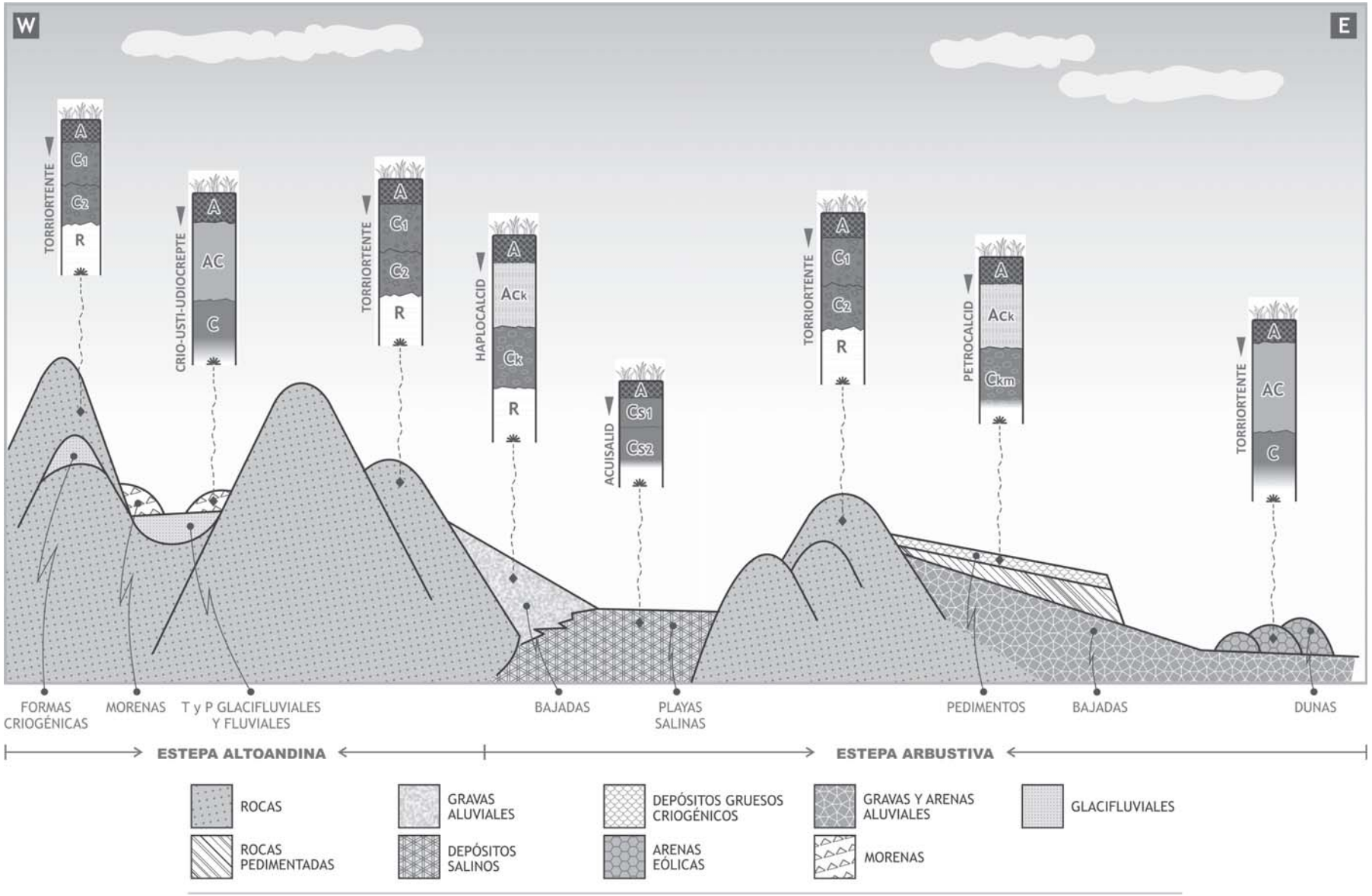


FIGURA 31: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

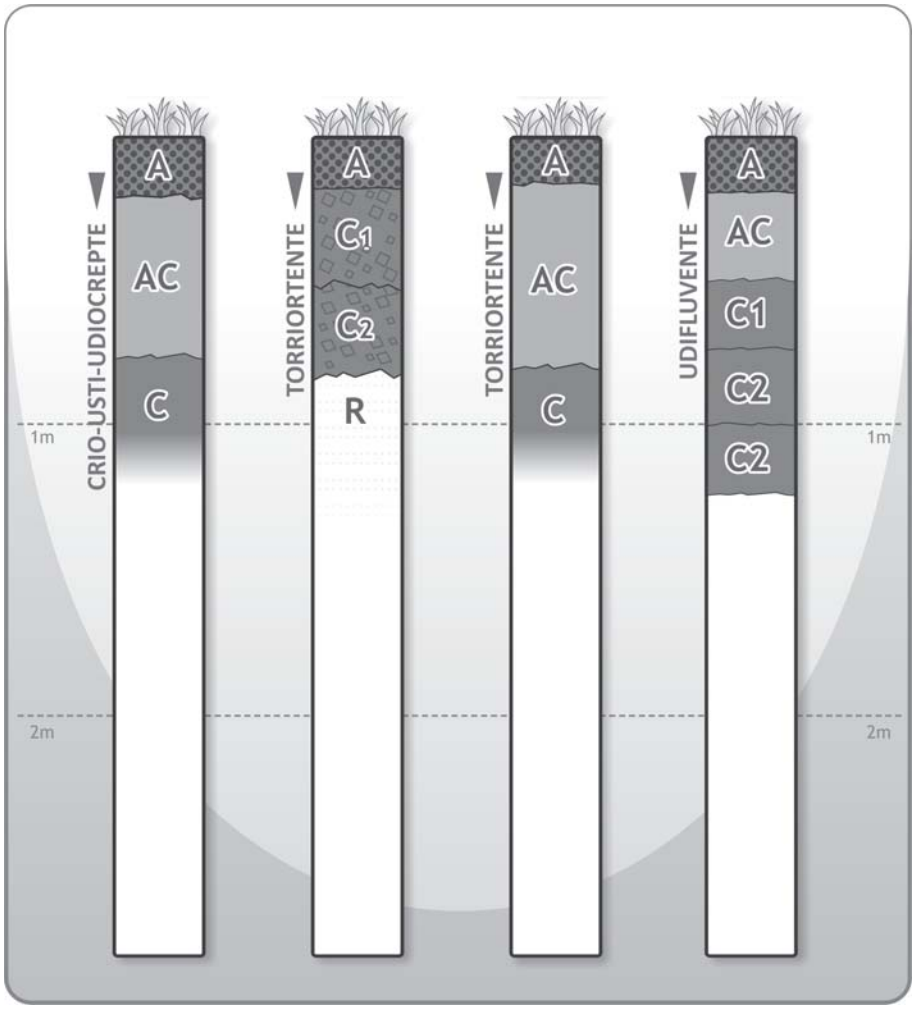


FIGURA 32: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Haplocalcides	A-AC-Ck	Cálcico	Bajadas	Plano	Gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Moderado
Acuisalides	A-AC-C	Sálico	Barreales	Subnormal	Limos y arcillas fluviales	Árido	Ácuico	Especial.	Malo	Moderado
Haplocambides	A-Bw-Ck	Cámbico cálcico	Bajadas	Plano	Gravas y arenas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Moderado
Torriortentes	A-C-R	Ninguno	Planicies aluviales y serranías	Variable	Grueso de orígenes variados	Árido	Variable	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Torripsamentes	A-AC-C	Ninguno	Dunas	Variable	Arenas eólicas	Árido	Variable	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Crioxeroles	A-AC-C	Mólico	Terrazas fluviales y morenas	Plano a suavemente ondulado	Arenas, limos y gravas	Semiárido de montaña	Xérico	Estepa mixta	Regulares	Moderado
Argixeroles	A-Bt-C	Mólico y argílico	Terrazas y abanicos aluviales	Plano	Arenas y gravas fluviales	Semiárido	Xérico	Estepa herbácea	Bueno a regulares	Moderado a Largo

TABLA 12: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos líticos de los Andes Centrales

arcillas (Bt, argílicos), los que ocupan pequeños sectores (Haplargides y Paleargides). En la Figura 31 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 32 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región

En líneas generales, los suelos de esta unidad poseen bajo grado de desarrollo pedogenético, son poco profundos, gruesos y pedregosos, con contactos líticos muy comunes. Los contenidos de materia orgánica son por lo común bajos así como son habituales las acumulaciones de carbonato, sulfatos y sales más solubles, especialmente en el piedemonte.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos gruesos, principalmente coluvio, regolito, aluvial grueso. En menor medida arenas eólicas.*
Relieve: *Paisaje tectónico, parcialmente modificado por la acción glaciaria, fluvial y la remoción en masa con un relieve abrupto. La zona pedemontana, grandes bajadas y pedimentos planos de suaves pendientes. Barreales y campos de dunas.*
Clima: *Frío de montaña y árido. R. arídico.*
Biota: *Estepa arbustiva y de altura. Provincia Altoandina, Puneña y del Monte.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio fuertemente inestable, con una alta tasa de morfogénesis.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS

Erosión-acumulación.
Criogénicos.
Calcificación.
Argiluviación.
Salinización.
Melanización muy subordinada.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Torriortentes, Criortentes, Histosoles, Haplocrioles, Haplustoles, Criocreptes, Torripsamentes, Haplargides, Haplocalcides, Gelisoles, Udifluventes.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

En la zona pedemontana, cultivos bajo regadío (vid, olivos, etc.). Limitada ganadería extensiva. Minería, turismo y recreación.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Salinización por inadecuado regadío.
Erosión eólica e hídrica por inadecuado manejo de los suelos en áreas de cultivo.
Localizada contaminación urbana, minera y con hidrocarburos.



Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste

Esta unidad ocupa el sector centro-occidental del país y se extiende en parte de las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, Córdoba, La Rioja, Santiago del Estero, San Luis, La Pampa y San Juan, entre los 22° y 34° S (Figura 33). Está compuesta por cordones montañosos alineados en sentido norte-sur los que se escalonan conformando montañas de bloques. Los bloques de basamento, parcialmente peneplanizados, están limitados por corrimientos y retrocorrimientos vinculados a la Orogenia Andina. Las peneplancies o superficies de planación gondwánicas han sido fragmentadas por dicha orogenia. Existe un importante componente transversal a partir de la reactivación de fallas preexistentes. Éstas poseen un importante desplazamiento de rumbo, por lo cual se han generado numerosos bolsones (depresiones) que corresponden a cuencas transtensionales. En las depresiones tectónicas se forman ambientes de bajadas, playas salinas y "barriales". Las zonas serranas suelen superar los 5000 metros.

Predomina el proceso fluvial, el que evidencia un fuerte control estructural. Se observan grandes abanicos aluviales, que configuran distintos niveles de agradación pedemontanas, los más antiguos de edades pliopleistocenas. Asimismo, se reconocen numerosos niveles de pedimentos labrados en sedimentitas terciarias. En las partes más altas se ven evidencias de una antigua acción glaciaria, probablemente atribuible a la Última Glaciación, como en las sierras de Aconquija y de Quilmes, donde se encuentran morenas, circos y pequeños valles glaciarios ubicados por encima de 4000 metros, a las que se suman superficies criogénicas (meteorización física por congelifracción). La remoción en masa es importante en las zonas montañosas (avalanchas de rocas, deslizamientos y *debrisflows*). La acción eólica es muy activa en las cuencas, generándose grandes campos de dunas de diversos tipos (longitudinales y crestas barjanoides principalmente). En los sectores distales de las bajadas, en las cuencas transtensionales (bolsones), se han formado playas salinas y detríticas (secas y húmedas).

En líneas generales el clima es árido y marcadamente estacional. Debido al tipo de relieve, el clima de la unidad muestra gran variabilidad espacial, resultante de la sobreimposición de tipo climático H (utilizando la clasificación de Koeppen), o sea de Altura y en un clima regional de tipo Árido o Desértico BW. Las tem-

peraturas medias anuales oscilan alrededor de los 20-16°C, con temperaturas medias inferiores a 8°C para julio y, para enero, de aproximadamente 25-18°C, disminuyendo de este a oeste y con la altura. Existen pisos altitudinales y el clima se caracteriza por la gran variabilidad diaria y estacional. Las precipitaciones son generalmente inferiores a los 400 mm anuales y el efecto orográfico juega un papel central en la distribución y variabilidad de las precipitaciones, las cuales, en líneas generales son mayores en las zonas más elevadas orientales, en las que pueden alcanzar los 600 mm anuales. Hay un marcado déficit hídrico anual y la evapotranspiración potencial supera los 800 mm y el límite climático de las nieves se localiza entre los 5800 y 5400 m, disminuyendo hacia el sur y el este.

Los suelos de esta unidad son líticos, desérticos y salinos, pudiéndose diferenciar claramente los sectores serranos de los bolsones de las depresiones intermontanas. Los materiales originarios son heterogéneos, en los sectores montañosos prevalecen los materiales aluvio-coluviales y el regolito, mientras que en los valles tectónicos (bolsones intermontanos) lo hacen los sedimentos fluviales pedemontanos, los materiales eólicos arenosos y, en ciertos sectores, sedimentos finos salinos. El relieve es abrupto y ondulado y el clima es árido y semiárido, volviéndose más húmedo hacia el este debido al efecto de lluvias orográficas. La vegetación dominante es la estepa arbustiva con comunidades especializadas (halófitas, psamófitas y de altura).

Finalmente, la parte oriental (subandina) corresponde a un ambiente de bajada con grandes abanicos aluviales vinculados a los principales cursos fluviales que se extienden con suave pendiente hacia el este, entre los que destacan los abanicos de los ríos San Juan, Mendoza, Tunuyán, Atuel y Diamante. Es posible reconocer remanentes de varios niveles antiguos de agradación pedemontana y en los abanicos se forman extensos campos de dunas. En algunos sectores se observan ambientes de humedales salobres relacionados con cuencas endorreicas ubicadas en la parte distal de las bajadas.

Si bien la activa morfogénesis, debida a causas tanto climáticas como geológicas determina la existencia de un medio inestable, en los sectores más llanos se dan condiciones que permiten cierto grado de pedogénesis. Los procesos pedogenéticos actuantes son principalmente la calcificación y la argiluviación, a las que se agregan en menor proporción la melanización y la salinización vinculadas respectivamente a condiciones más húmedas y más áridas. La erosión-acumulación es generalizada en todo el ámbito de la unidad. Los suelos pertenecen esencialmente a los Órdenes Entisoles, Aridisoles, Molisoles e Inceptisoles. En la Tabla 13 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 14 se sintetizan las

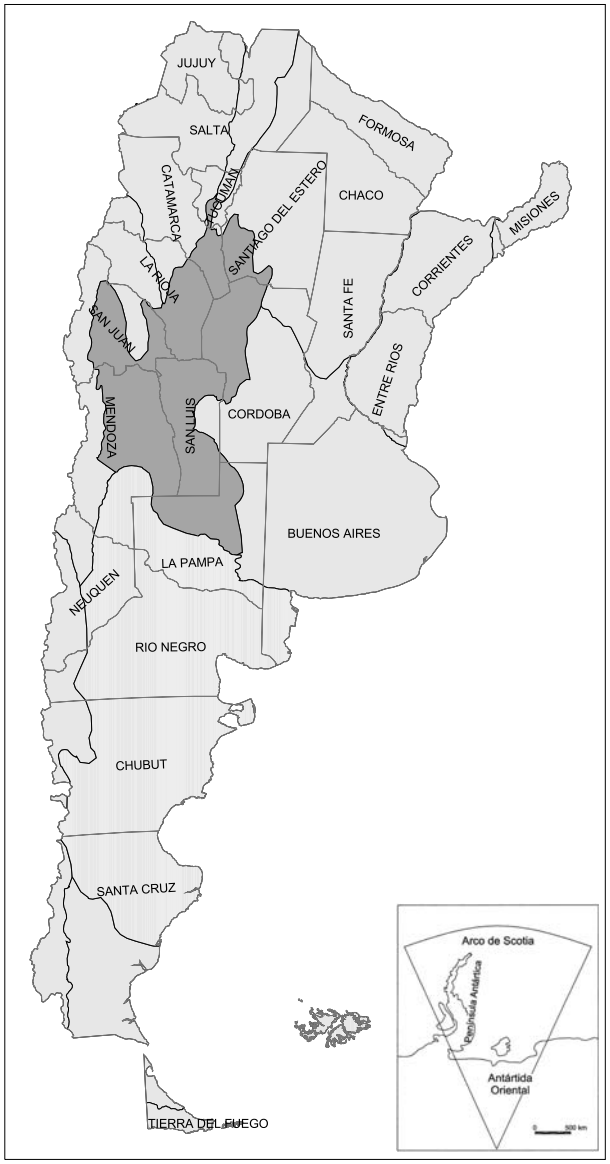


FIGURA 33: Región de suelos

principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En los sectores montañosos prevalecen los suelos líticos de muy bajo grado de desarrollo, escasa profundidad y bajo contenido de materia orgánica, semejantes a los que se hallan en las unidades aledañas Puna y Cordillera Oriental y Altos Andes. Predominan los Entisoles, los que corresponden principalmente al Suborden Ortentes (Crio o Torriortentes) mientras que en las zonas donde tiene lugar una mayor acumulación de materia orgánica pueden localizarse Inceptisoles. Son muy pedregosos y la proporción de afloramientos rocosos es elevada. En los suelos y la cobertura detrítica de las pendientes se observan evidencias de procesos criogénicos, tanto pasados como actuales, especialmente en las partes más elevadas.

En las depresiones, fundamentalmente en los niveles pedemontanos más antiguos, los suelos son de mo-

GEOMORFOLOGÍA		MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Valles fluviales	Planicies aluviales	Gravas y arenas recientes	Torriortentes Torrifluventes
	Terrazas	Gravas y arenas holocenas y recientes con o sin calcretes y arenas eólicas	Torriortentes Haplocalcides Haplocambides
Relieves poligenéticos	Pedimentos	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Torriortentes Torripsamentes Haplocalcides
Bajadas	Abanicos aluviales	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Torriortentes Haplocalcides Haplocambides Torripsamentes Petrocalcides Paleargides
Cuencas cerradas y salares	Playas	Limos y arcillas salinas, arenas eólicas	Haplosalides Acuisalides Torripsamentes
	Laterales	Gravas y arenas recientes	Torriortentes Haplocambides Torripsamentes
Serrana	Roca y faldeos	Regolito, coluvio y afloramientos	Torri-criortentes Haplocalcides
Relieve criogénico y de altura		Regolito, bloques, coluvio y afloramientos	Criortentes Gelisoles?
Campo dunas	Dunas	Arenas eólicas	Torripsamentes Cuarcipsamentes

TABLA 13: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste

derado grado de desarrollo. En las zonas más secas, estos son Aridisoles con texturas arenosas y francas, con perfiles simples y variable pedregosidad. En general poseen horizontes de acumulación de carbonatos y por lo tanto pertenecen al Suborden Calcides, y Haplocalcides y Petrocalcides cuando el horizonte cálcico está cementado (A-AC-Ck o Ckm). En menor proporción, en los niveles aún más antiguos se advierten evidencias de iluviación de arcillas, tanto incipientes, con la consiguiente aparición de horizontes Bw cámbicos, como manifiestas, reconociéndose en este caso horizontes Bt argílicos. En el primero de los casos se trata de Cambides (Haplocambides) y en el segundo, de Argides (Haplargides), y reflejan la existencia de condiciones climáticas más húmedas en el pasado (A-Bw-Ck o A-Bt-Ck).

En los sectores relativamente más húmedos de las bajadas pedemontanas, en especial en la zona oriental de la unidad, se dan las condiciones para que se formen horizontes que reflejan un grado incipiente de melanización. Los Molisoles de esta unidad son de bajo grado de desarrollo, con texturas areno-francas y con un grado variable de pedregosidad. Los horizontes A son de coloraciones castañas, y las acumulaciones de carbonato de calcio, en profundidad, son comunes. Los perfiles son simples (A-AC-C o con un incipiente Bw), si bien a veces pueden ser profundos y teniendo el cuenta el régimen de humedad, son Haplustoles y Calciustoles (con horizonte Ck).

En las zonas pedemontanas más modernas, como por ejemplo en los depósitos de las planicies aluviales, se localizan Entisoles semejantes a los ya descriptos. En los grandes campos de dunas, frecuentes en estos ambientes, se forman suelos arenosos, Torripsamentes. Finalmente en ciertos sectores se encuentran suelos salinos, ya sean Inceptisoles (Halacueptes), Aridisoles (Haplosalides) o Molisoles salinos (Haplustoles salinos). Por último, en las vegas (turberas de altura) se hallan suelos orgánicos (Histosoles) o Entisoles de régimen ácuico (Acuentes). En la Figura 34 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 35 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

Los suelos de las zonas pedemontanas son aptos para ciertos cultivos bajo riego, como por ejemplo vides y olivos entre otros. Estos cultivos son de elevado rendimiento económico, a los que se suman otros de subsistencia local y forrajeras. En particular más del 80 % de la producción vitivinícola del país se localiza en los suelos de esta región. El regadío bajo prácticas no apropiadas así como las características edáficas y

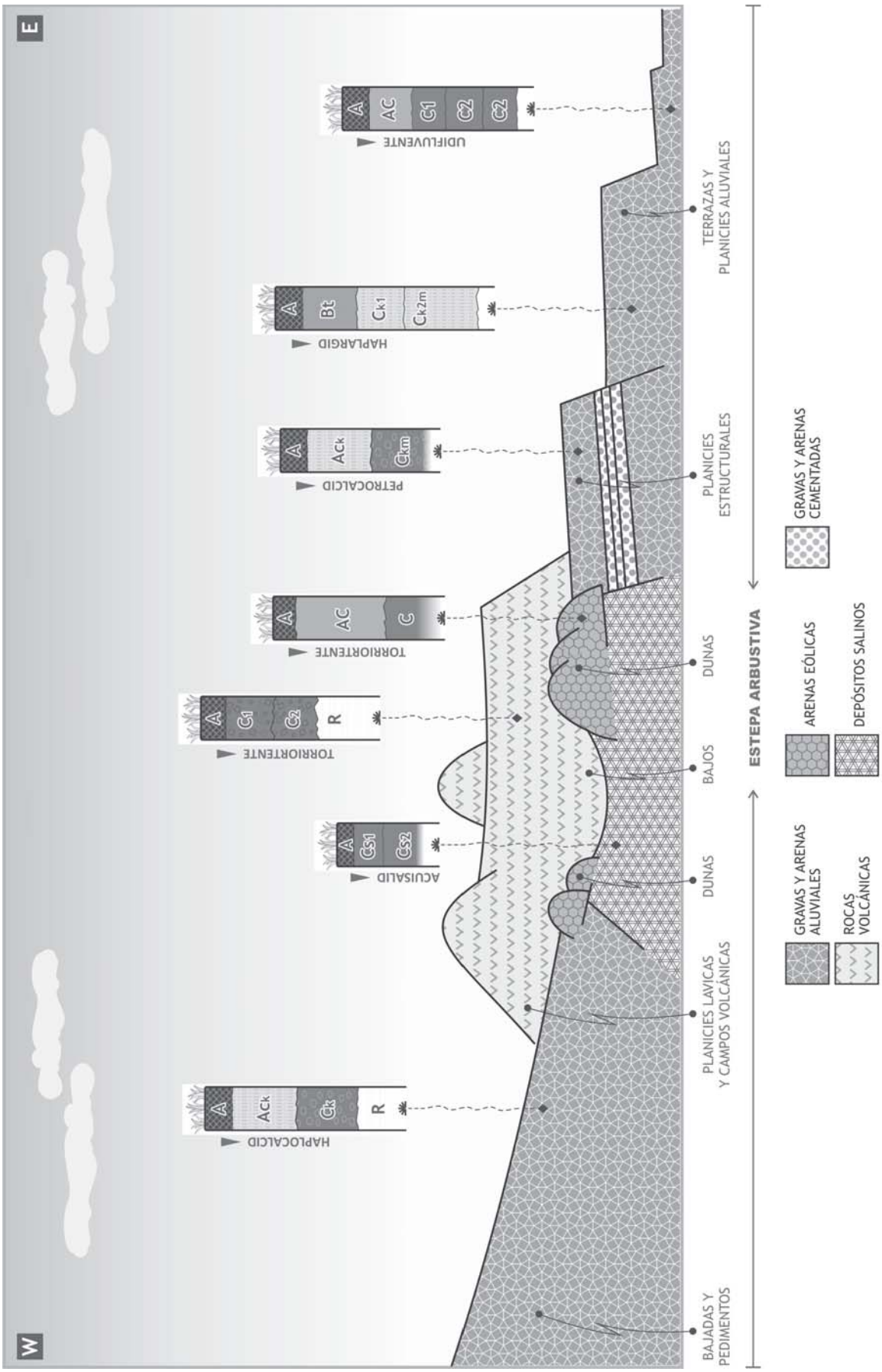


FIGURA 34: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

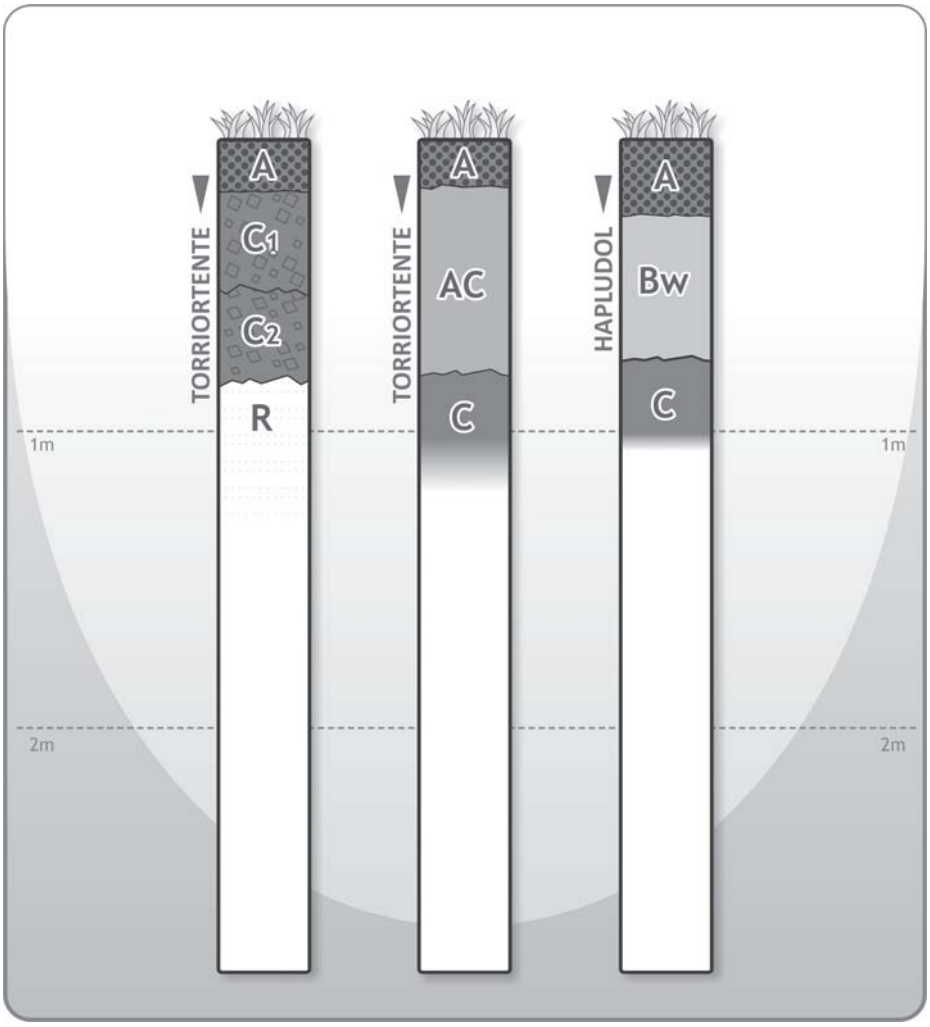


FIGURA 35: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

las condiciones climáticas, pueden resultar en una incipiente degradación de los suelos, principalmente la salinización de los mismos.

Bajo regadío en las zonas de los bolsones y valles tectónicos, los suelos son aptos para ciertos cultivos, como por ejemplo vid, olivos y nogales entre otros, en general de elevado rendimiento económico. Se suman a los anteriores, los cultivos de subsistencia local y las forrajeras, así como pasturas de camélidos y ganado ovino y caprino. En las bajadas pedemontanas de los bolsones intermontanos, al igual que en la unidad ubicada al norte, la agricultura así como la ganadería de camélidos fue desarrollada por los pueblos originarios (previa a la llegada de los conquistadores).

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Haplargides	A-Bt-Ck	Argílico-cálcico	Bajadas	Plano	Arenas y gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Largo
Haplocalcides	A-AC-Ck	Cálcico	Bajadas	Plano	Gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Moderado
Haplustoles	A-AC-Ck A-Bw-Ck	Mólico Cálcico	Bajadas	Plano o suavemente ondulado	Arenas y limos fluviales y eólicos	Semiárido	Ústico	Estepa mixta	Bueno	Moderado
Haplosalides	A-AC-C	Sálico	Salares	Subnormal	Limos y arcillas fluviales	Árido	Arídico	Especial.	Regular	Corto
Torriortentes	A-C-R	Ninguno	Planicies aluviales y serranías	Variable	Grueso de orígenes variados	Variable	Arídico Ústico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Torripsamentes	A-AC-C	Ninguno	Dunas	Variable	Arenas eólicas	Variable	Arídico Ústico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Haplocambides	A-Bw-Ck	Cámbico cálcico	Bajadas	Plano	Gravas y arenas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Moderado
Torrifluventes	A-AC-C	Ninguno	Planicies aluviales	Variable	Arenas y gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Variable	Corto

TABLA 14: Principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos gruesos, principalmente coluvio, regolito, aluvial grueso. En menor medida arenas eólicas y sedimentos finos salinos.*

Relieve: *Paisaje tectónico parcialmente modificado por la acción fluvial y la remoción en masa con un relieve abrupto. Las zonas pedemontanas, grandes bajadas y pedimentos planos de suaves pendientes, playas salinas y campos de dunas.*

Clima: *Frío de montaña y árido. R. arídico, con transición al ústico (al E).*

Biota: *Estepa arbustiva y de altura. Provincias Puneña, del Monte, del Espinal y Altoandina.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio fuertemente inestable, con una alta tasa de morfogénesis.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Erosión-acumulación.
Criogénicos.
Calcificación.
Argiluviación.
Salinización.
Melanización.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

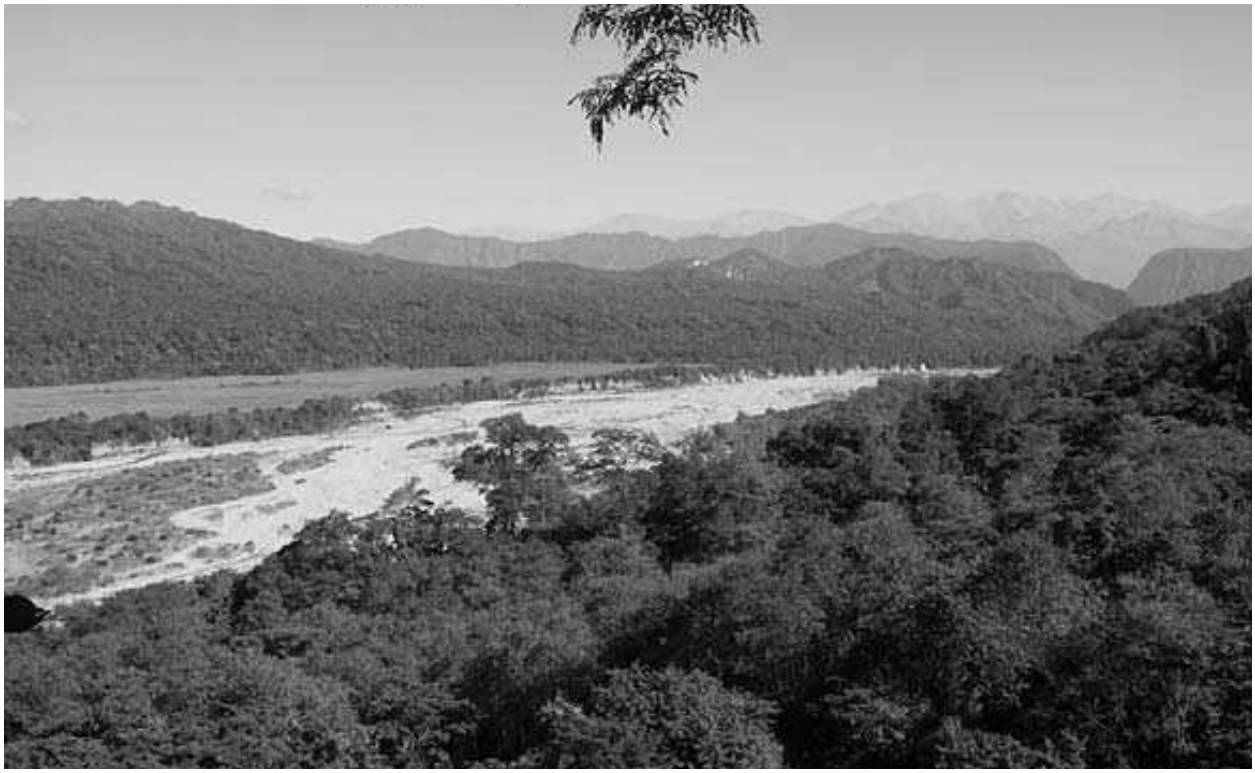
Haplosalides, Torriortentes, Criortentes, Histosoles, Haplustoles, Torripsamentes, Haplargides, Haplocalcides, Haplustoles.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Cultivos bajo regadío. Ganadería extensiva.
Minería.
Turismo y recreación.
Localizado uso industrial y urbano.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Salinización de suelos por inadecuado regadío.
Erosión eólica e hídrica por inadecuado manejo de los suelos en áreas de cultivo.
Localizada contaminación urbana y minera.



Suelos de las Sierras Subandinas

Las Sierras Subandinas son una serie de cordones montañosos alineados en sentido norte-sur separados por estrechos valles tectónicos. Se localizan en la zona norte de la Argentina, y abarcan la parte oriental de Jujuy, Salta y un pequeño sector de Tucumán, entre los 22° y 26° S aproximadamente (Figura 36). Si bien comparativamente es de las regiones de menor tamaño dentro de las diferenciadas en este Libro, muestra características ecoambientales únicas en el contexto del país debidas a la presencia de la unidad fitogeográfica de la ¨Yunga¨. Son selvas de montaña subtropicales, con un marcado control altitudinal de la vegetación que incluyen un sector intermedio que conforma una selva nublada o nubiselva. La selva se dispone formando una faja alargada siguiendo los cordones montañosos y constituye la terminación austral de la selva amazónica que ingresa a través de Bolivia.

El relieve es abrupto ya que la deformación es moderna. Presenta la típica configuración de faja plegada y corrida. La red de drenaje exhibe un marcado control estructural, con valles longitudinales y unos pocos transversales. Los bloques montañosos son asimétricos según la localización de las fallas activas. Las máximas alturas alcanzan los 4000 m s.n.m. y van disminuyendo progresivamente hacia el este. Domina el proceso fluvial que delinea una red de drenaje de diseño enrejado; se reconocen numerosos cursos fluviales de significativas dimensiones, con hábito anastomosado, resaltos en el perfil longitudinal y terrazas fluviales, entre los que se destacan los ríos Bermejo y Pilcomayo. En los valles tectónicos mayores se forman ambientes de bajadas y pedimentos. La remoción en masa es también importante, observándose deslizamientos planares, avalanchas de detritos y solifluxión.

El clima es subtropical con estación seca y, según la clasificación climática de Koeppen modificada, la unidad corresponde a un tipo Mesotermal húmedo (templado húmedo) Cfwa (h), con las precipitaciones localizadas fundamentalmente en el verano, al que se sobreimpone características típicas de un clima de tipo H, o sea de Altura o montaña. Las temperaturas medias anuales poseen un valor medio superior a 22°C (enero alrededor de 26-28°C y julio alrededor de 14°C). Las precipitaciones oscilan entre 900 mm anuales al oeste y menos de 700 mm al este con una evapotranspiración potencial es del orden de los 1000 mm, por lo cual la

unidad posee déficit hídrico anual en parte. El efecto orográfico es de fundamental importancia en la variabilidad espacial y distribución de las precipitaciones. La zona occidental, más elevada, tiene temperaturas algo inferiores y mayores precipitaciones debido al efecto orográfico de los sistemas montañosos ubicados inmediatamente al oeste y su relación con los vientos húmedos del E-NE por lo cual no suelen presentar déficit hídrico anual.

Los suelos tienen moderado grado de desarrollo y gran variabilidad espacial, debido a las variaciones geomorfológicas y de la cobertura vegetal. Los materiales originarios son principalmente sedimentos fluviales gruesos y finos, regolito y coluvio. La vegetación es de tipo selva (yungas) y ecotono (a estepa mixta), con algunos sectores de estepa de altura.

Si bien la morfodinámica es alta, constituyendo un medio natural inestable, la existencia de una importante cobertura vegetal arbórea ha permitido cierto grado de desarrollo de suelos. Los procesos principales son melanización, argiluviación y erosión-acumulación. Los suelos corresponden a los Órdenes Molisoles, Alfisoles, Entisoles e Inceptisoles. En la Tabla 15 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 16 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En ciertos sectores se hallan suelos con evidencias de migraciones dentro del perfil, pertenecientes al Orden Alfisoles. En estos casos pueden aparecer horizontes subsuperficiales de acumulación de arcillas iluviadas (horizontes Bt), los cuales de todas formas no son muy potentes ni muestran demasiadas evidencias morfológicas de argiluviación (cutanes o barnices). Éstos suelen asociarse a horizontes superficiales (A) delgados o poco provistos de materia orgánica (ócricos) o a horizontes superficiales ricos en materia orgánica pero desaturados (úmbricos). Los Alfisoles se ubican en los sectores pedemontanos y corresponden a los Subórdenes Hapludalfes y Haplustalfes, los primeros con horizontes superficiales úmbricos y los segundos con epipedones ócricos.

En general están bien drenados en los sectores más elevados, mientras que en la parte distal de los abanicos aluviales tienen evidencias de hidromorfismo. Son frecuentes, como para los demás suelos de la unidad, los contactos líticos, o sea la ocurrencia de roca a poca profundidad, lo que limita la potencia de los suelos. Pueden o no tener horizontes eluviales E (álbicos) y los perfiles más usuales son A-Bt-BC-C. En la zona de mayor déficit hídrico los horizontes C suelen tener carbonato de calcio, asimismo, en estos sectores, la salinidad y la alcalinidad pueden ser considerables, encontrándose horizontes nátricos (Btn) y sálicos (Natrustalfes salinos).



FIGURA 36: Región de suelos

Cuando los suelos no alcanzan este grado de desarrollo, ya sea en zonas de mayor pendiente, más elevadas, con mayor morfodinámica o con menor cobertura vegetal, se hallan Inceptisoles. Éstos tienen perfiles simples (A-AC-C o A-Bw-C) y son poco potentes, generalmente con horizontes superficiales bien provistos de materia orgánica pero delgados y desaturados (de tipo úmbrico), siendo por lo tanto Haplumbreptes.

En los sectores más planos y asociados a vegetación mixta, arbórea-arbustiva y pastizales aparecen suelos con horizontes superficiales (A) potentes y bien provistos de materia orgánica (mólicos) por lo que estos suelos son Molisoles. Por lo demás, no alcanzan gran espesor ni desarrollo y generalmente los perfiles son simples A-AC-C o A-Bw-C. Pueden ser, según los regímenes de humedad, Hapludoles o Haplustoles; estos últimos poseen un horizonte superficial más claro (cas-

GEOMORFOLOGÍA			MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Relieve fluvial y grandes abanicos aluviales	Bajadas	Paleocauces	Arenas y limos recientes	Ustipsamentes Haplustoles Endoacuoles Ustifluventes
		Planicies aluviales	Arenas y limos holocenos y recientes	Endoacuoles Endoacuentes Ustifluventes Natracuoles Ustiortentes
		Abanicos aluviales	Limos y arcillas recientes	Haplustalfes Haplustoles Argiustoles
	Valles fluviales	Planicies aluviales	Limos y arcillas holocenas y recientes	Endoacuoles Endoacuentes Hapludoles Udifluventes Natracuoles Udortentes
		Terrazas	Limos pleistocenos, holocenos y recientes	Hapludoles Argiudoles
		Bajos y cubetas	Limos y arcillas recientes	Natracualfes Endoacuoles Endoacuentes Natracuoles
Serrana		Roca y faldeos	Coluvio, regolito y arenas	Hapludoles Ustiortentes Haplustoles líticos Ustocreptes Haplumbreptes Argiudoles

Tabla 15: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos de Selva Subandina

taño) y en general, hay evidencias de acumulación de carbonatos o sales en profundidad.

Finalmente en las zonas más elevadas y en los sectores aledaños a los cursos fluviales se encuentran Entisoles, o sea suelos de muy bajo grado de desarrollo, pedregosos y con escasa materia orgánica. Son fundamentalmente del Suborden Ortentes (Torriortentes y Udiortentes) y, en los sectores anegadizos se hallan Acuentes (Entisoles de régimen ácuico). Resumiendo, los suelos de esta región poseen en líneas generales moderado grado de desarrollo, horizontes superficiales con moderado a bajo contenido de materia orgánica; suelen estar saturados y si bien dominan texturas arenosas o finas, la pedregosidad es importante.

En la Figura 37 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 38 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

Los procesos erosivos y la degradación de suelos comúnmente son importantes, encontrándose estrechamente vinculada a la deforestación y al uso inadecuado de las tierras. En líneas generales la preservación de los suelos depende en gran medida de la conservación de la vegetación natural especialmente en las zonas de pendientes mayores, por lo que un uso cuidadosamente planificado y conservativo es estrictamente necesario en esta región de suelos. Asimismo, debido a las condiciones geomorfológicas, los suelos muestran evidencias de procesos de remoción en masa, como solifluxión y avalanchas de detritos. Si bien existen condiciones de *stress* hídrico durante los meses secos, si los suelos son adecuadamente manejados pueden presentar alta productividad, si bien, tal como se dijera previamente, son especialmente sensibles y se degradan rápidamente llegándose a la pérdida total (desertificación). Se utilizan para producir tabaco, azúcar, algodón y frutos tropicales entre otros y para sostener a un extensivo pastoreo bovino.

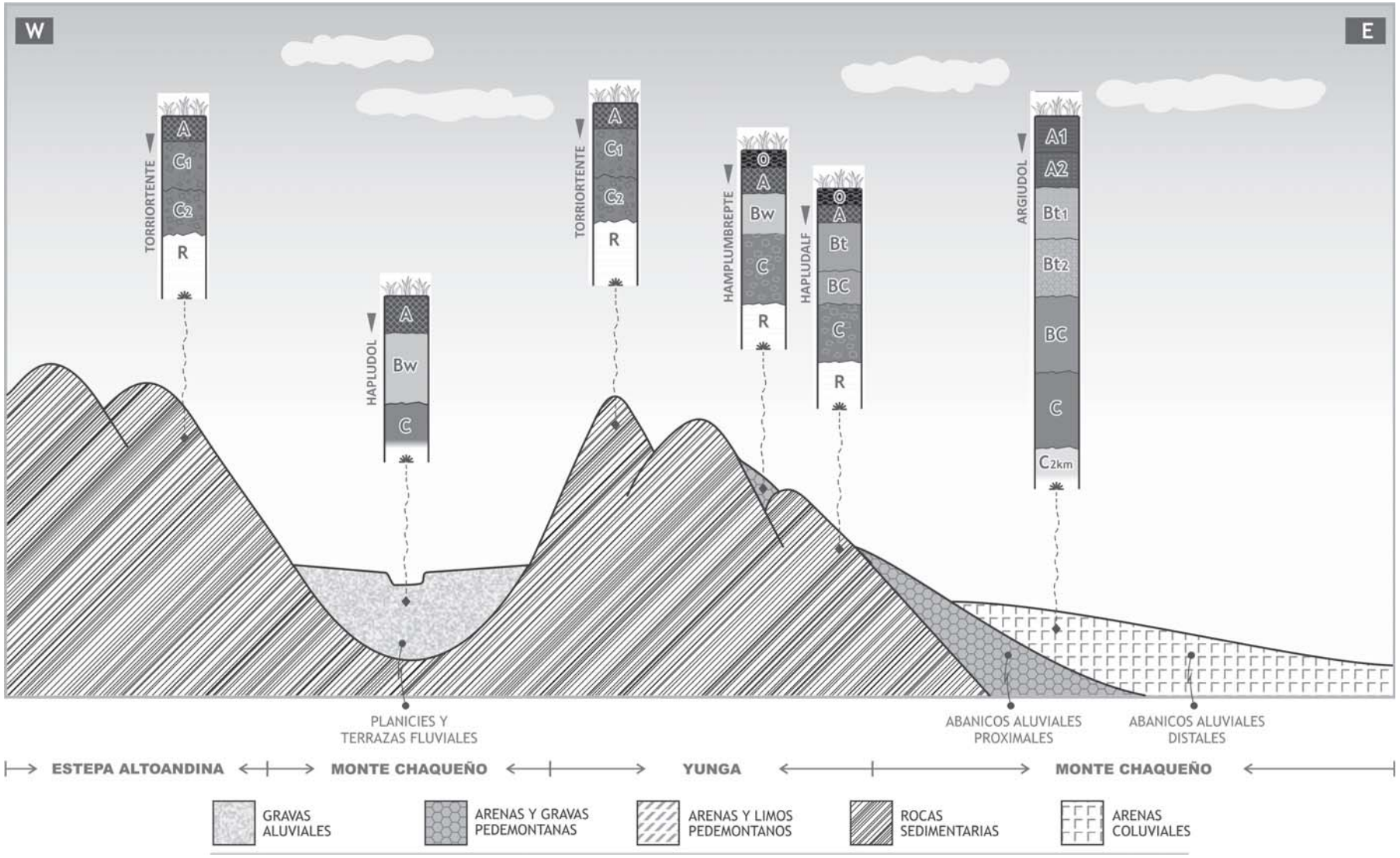


FIGURA 37: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

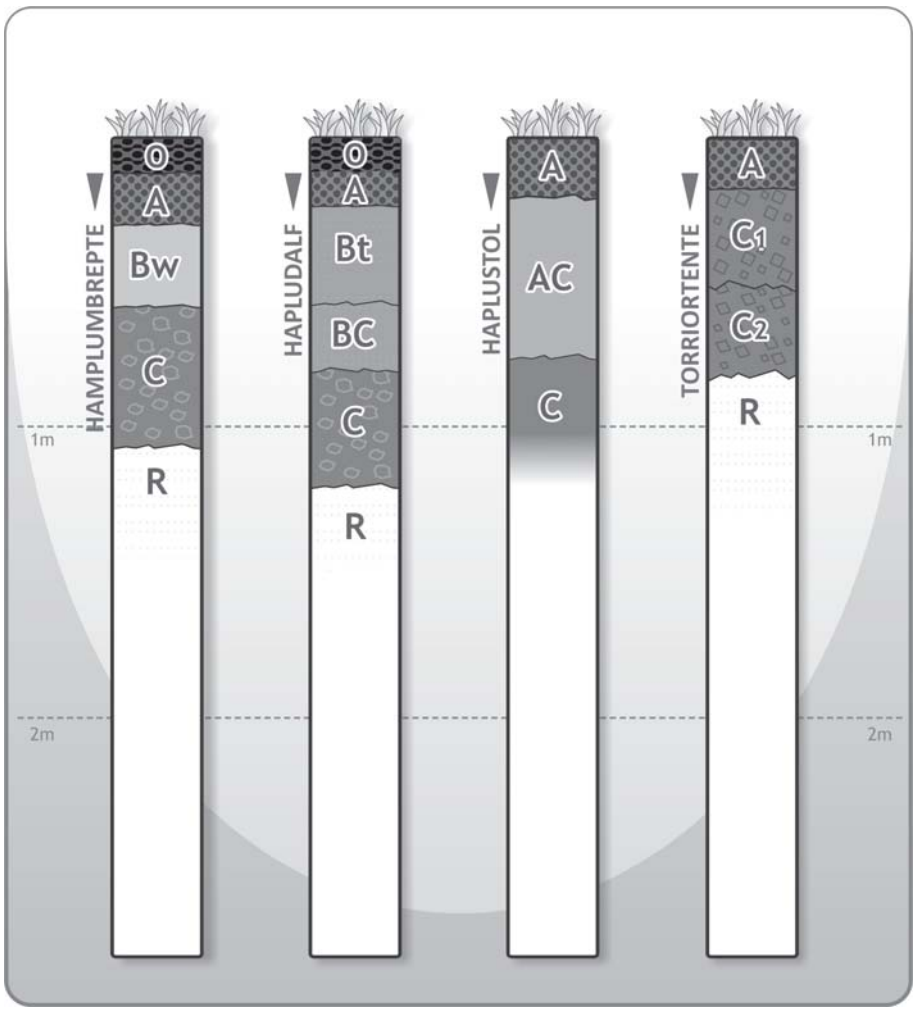


FIGURA 38: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Hapludoles	A-Bw-C	Mólico Cámbico	Bajadas	Suav. ondulado	Dep. finos fluviales	Cálido Húmedo	Údico	Estepa herbácea y ecotono	Bueno	Moderado
Endoacuoles	A-AC-Cg	Mólico	Vías de avenamiento	Subnormal	Dep. finos fluviales	Cálido Húmedo	Ácuico	Estepa herbácea	Malo	Moderado
Haplustoles	A-Bw-Ck	Mólico Cálcico	Bajadas	Suav. Ondulado	Dep. finos fluviales	Semiárido	Ústico	Estepa herbácea y ecotono	Bueno	Moderado
Udiortentes	A-C	Ninguno	Dunas	Ondulado	Aluvio-coluvio	Variable	Údico	Selva	Bueno	Corto
Hapludalfes	A-Bt-C	Argílico	Bajadas y vías de avenamiento	Ondulado	Dep. finos fluviales	Cálido Húmedo	Údico	Selva	Variables	Largo
Udifluventes	A-C1-2C2	Ninguno	Vías de avenamiento	Plano	Dep. finos fluviales	Variable	Údico	Selva	Variables	Corto
Haplumbreptes	A-Bw-C	Úmbrico	Serranías	Quebrado	Aluvio-coluvio	Húmedo Cálido	Údico	Selva	Bueno	Corto

TABLA 16: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos de las Sierras Subandinas

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos fluviales grueso y finos, regolito y coluvio.*
Relieve: *Serranías y valles tectónicos, de relieve quebrado. Amplias terrazas y abanicos aluviales, planos.*
Clima: *Cálido y húmedo con estación seca. R. údico y transición al ústico.*
Biota: *Selva y ecotono. Provincia de las Yungas; Chaqueña y del Espinal.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio inestable, con fuerte morfogénesis parcialmente atenuada por la vegetación selvática.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Melanización.
Argiluviación.
Erosión-acumulación.
Littering.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Haplustalfes, Haplustoles, Haplumbreptes, Torriortentes, Hapludoles y Hapludalfes.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Agricultura intensiva en ciertos sectores, ganadería extensiva ampliamente distribuida. Extracción de hidrocarburos. Recreación y Turismo.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Erosión hídrica intensa por inadecuado uso del suelo.
Contaminación localizada de suelos por fertilizantes, hidrocarburos y urbana.
Intensa deforestación.



Suelos del Monte Chaqueño

La Llanura Chaqueña está compuesta por extensas planicies de agradación fluvial vinculadas a la formación de grandes abanicos aluviales con nacientes en los sistemas serranos subandinos y pampeanos. Se extiende entre los 22° y 31°S aproximadamente e incluye a las provincias de Chaco y Formosa y parte de Santiago del Estero, Salta, Tucumán, Santa Fe y Córdoba. Integra un extenso conjunto que ocupa una parte importante de Sudamérica, formando el extremo austral de una gran ecoregión que incluye la mayor parte de Paraguay, este de Bolivia y sur de Brasil (Figura 39).

Los ríos Bermejo, Pilcomayo, Juramento-Desaguadero, Salí-Dulce y Salado, ente otros, han construido grandes abanicos aluviales que se desarrollan desde la zona serrana subandina hasta los ríos Paraná y Paraguay, salvo la cuenca del río Dulce que termina en la gran laguna de Marchiquita en la provincia de Córdoba. Éstos muestran extensas planicies de divagación y evidencian grandes variaciones espaciales en el tiempo; presentan un diseño distributario y divagante típico de los abanicos aluviales de grandes dimensiones, carga fina y bajas pendientes regionales. El relieve relativo es bajo y también son frecuentes las geoformas eólicas y lacustres y numerosos cursos terminan insumiéndose en zonas pantanosas o desembocando en cuencas endorreicas lacustres. La región se caracteriza por la casi total ausencia de afloramientos rocosos antiguos. Es posible reconocer varios niveles de bajadas aluviales, las cuales probablemente se asocian a tectonismo y a cambios climáticos.

Las numerosas lagunas que se localizan en esta unidad se deben a diferentes procesos, entre los que destacan la desorganización de la red fluvial y la acción eólica. Existen una serie de cañadas subparalelas, en sentido general oeste-este, cuyo origen se vincularía a fenómenos de disolución de niveles calcáreos y erosión posterior fluvial. Durante períodos secos, la acción eólica fue importante formándose campos de dunas (actualmente estabilizadas) y acumulándose limos loessoides en forma de manto.

El clima es semiárido a húmedo, con estación seca marcada e importante déficit hídrico estacional y la aridez se intensifica hacia el sector centro-occidental. Corresponde a un tipo transicional Mesotermal húmedo (Templado húmedo) Cfwa (h) a Semiárido o Árido de estepa Bskw (a), en sentido oeste-este, con las precipi-

taciones localizadas en el verano. Las temperaturas medias anuales poseen un valor superior a 22°C (enero alrededor de 26-28°C y en julio de 14-16°C), en la región se encuentran los valores térmicos más altos del país. Las precipitaciones oscilan entre 900 y 500 mm anuales. La distribución de las lluvias muestra marcada estacionalidad, con los meses húmedos en verano. La evapotranspiración potencial es del orden de los 1100-1000 mm, por lo cual la unidad tiene un déficit hídrico anual, llegando a condiciones de aridez en los meses secos. Hacia el oeste aumentan la aridez, la estacionalidad y la continentalidad climática, por otro lado, hacia el sur, el clima se atempera.

La distribución de los suelos del Monte Chaqueño evidencia dos sectores bien definidos, una parte centro-occidental seca, en la cual existen condiciones semiáridas con un marcado déficit hídrico estacional y una zona más húmeda ubicada en una estrecha franja al pie de las Sierras Subandinas, al oeste, y una más amplia al este, en las cercanías de los ríos Paraná y Paraguay.

En el eje fluvial Paraguay-Paraná, sus numerosos ríos y arroyos tributarios suelen poseer albardones a los que se asocian Alfisoles y Molisoles que soportan una conspicua ¨selva en galería¨.

Los materiales originarios de los suelos de la región son fundamentalmente finos, preponderan los sedimentos fluviales, lacustres y eólicos limosos y, en menor medida las arenas fluviales y eólicas. La vegetación dominante es la estepa mixta xerófila, monte y ecotono, con sectores de bosque, actualmente muy degradado.

Si bien las características geológicas no determinan una activa morfogénesis, la rigurosidad climática implica una tasa de pedogénesis no demasiado alta, pese a tratarse de un medio natural estable. Los principales procesos edáficos están condicionados por la existencia o no de un déficit hídrico estacional y son melanización y argiluviación en la parte más húmeda, mientras que calcificación, alcalinización y salinización aparecen en la zona más seca, encontrándose en este sector la melanización atenuada. La particular configuración geomorfológica del relieve resultante en numerosas depresiones cerradas, implica una amplia distribución de los procesos hidromórficos. Los suelos presentes pertenecen a los Órdenes Molisoles y Alfisoles y, en menor medida, a Entisoles e Inceptisoles mientras que los integrados con Aridisoles son comunes en la parte más seca. En la Tabla 17 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 18 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En los grandes abanicos que conforman la geomorfología dominante de la región, los materiales originarios son principalmente limosos, salvo en los cauces y

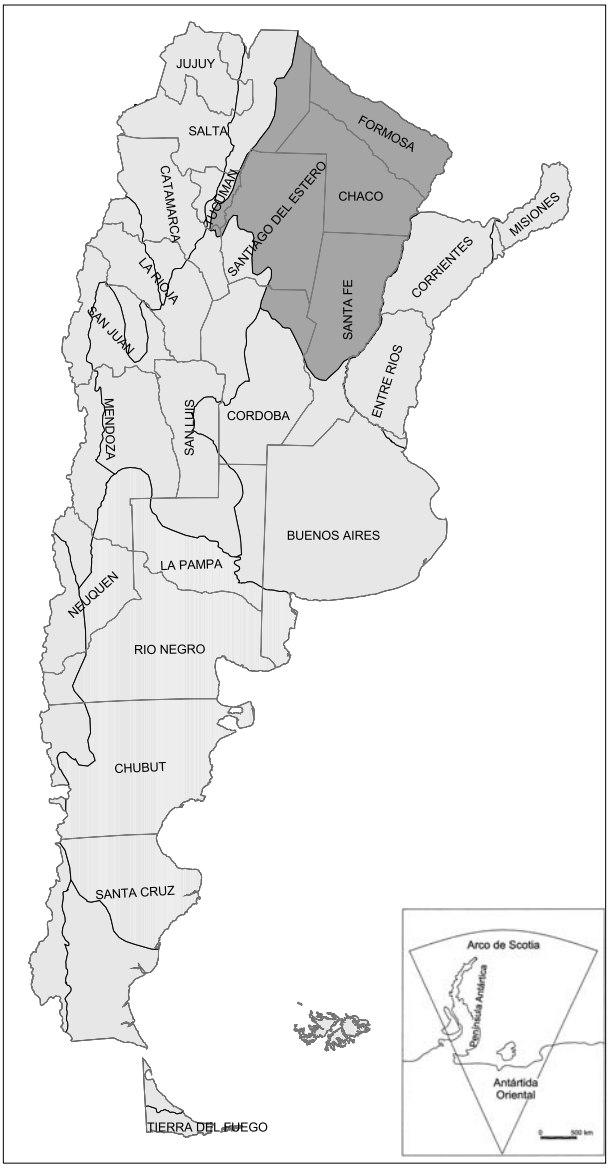


FIGURA 39: Región de suelos

paleocauces donde son arenosos. Asociados a la vegetación arbórea y arbustiva original de la región y a materiales finos aparecen suelos con horizontes subsuperficiales de acumulación de arcillas (Bt) por debajo de delgados horizontes A. Estos suelos son Alfisoles, usualmente profundos pero de perfiles edáficos poco diferenciados, más frecuentes en los sectores de relieve subnormal. En líneas generales los horizontes Bt son arcillosos, muy potentes y muy poco permeables. Se clasifican, a nivel taxonómico inferior (Suborden) según los regímenes de humedad, en la zona más seca son Ustalfes mientras que en la más húmeda son Udalfes y, en los sectores con problemas de drenaje, predominan los Acualfes.

En algunos casos, los tenores de sodio son lo suficientemente altos como para que se formen horizontes nátricos (Btn), en estos casos los suelos son Natracual-

GEOMORFOLOGÍA			MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Planicie loessica		Divisorias o interfluvios	Loess	Argiudoles, Hapludoles y Argialboles
		Bajos y cubetas	Loess retrabajado	Endoacuoles
		Vías de avenamiento	Loess retrabajado	Endoacuoles Hapludoles
Relieve fluvial y grandes abanicos aluviales	Bajadas	Paleocauces	Arenas y limos recientes	Ustipsamentes Haplustoles Endoacuoles Ustifluventes
		Planicies aluviales	Arenas y limos	Endoacuoles Endoacuentes Ustifluventes Natracuoles Ustiortentes
		Abanicos aluviales	Limos y arcillas	Haplustalfes Haplustoles Argiustoles
	Valles fluviales	Planicies aluviales	Limos y arcillas	Endoacuoles Endoacuentes Hapludoles Udifluventes Natracuoles Udortentes
		Terrazas	Limos	Hapludoles Argiudoles
		Bajos y cubetas	Limos y arcillas	Natracualfes Endoacuoles Endoacuentes Natracuoles
Serrana		Roca y faldeos	Coluvio y regolito, loess y arenas	Ustiortentes Haplustoles líticos Ustocreptes Haplumbreptes
Campos dunas		Dunas	Arenas	Haplustoles Ustipsamentes

Tabla 17: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos del Monte Chaqueño

fes, Natrustalfes y Natrudalfes. La marcada diferencia textural entre los horizontes eluviales y los iluviales alcanza valores en la relación %arcilla B/%arcilla A superiores a 3, determinando la generalizada presencia de límites texturales abruptos los que en muchos casos evidencian discontinuidades litológicas, tanto erosivas como depositacionales.

La existencia de horizontes subsuperficiales eluviales (E) es común en muchos Acualfes, hallándose preferentemente en los Grandes Grupos Albacualfes y Glosacualfes y, en menor medida en los Natracualfes. En los Glossacualfes, los horizontes E (álbicos) se hallan interpenetrados formando lenguas con los Bt. En profundidad, especialmente en los sectores más secos, por debajo de los horizontes Bt se observan horizontes con evidencias de acumulación de carbonatos de calcio, en particular en el caso de los Haplustalfes y Natrustalfes. Los Natracualfes exhiben los perfiles más diferenciados y profundos (A-E-Bt-BC-C), mientras que los más simples y someros son los de los Haplustalfes (A-Bt-Ck).

En los sectores de transición con vegetación herbácea aparecen los Molisoles, en general coincide con el clima más húmedo, sectores mejor drenados y sedimentos loessicos o loessoides, son más frecuentes hacia el sur y el este de la región. Estos Molisoles poseen potentes horizontes superficiales (A) bien provistos de materia orgánica con grados variables de desarrollo en función de las condiciones de drenaje. Son de texturas francas y de coloraciones oscuras a castañas. Según los regímenes de humedad son Udoles o Ustoles y especialmente en los primeros, pueden encontrarse horizontes de acumulación de arcillas (Bt) por debajo de los horizontes A. En general, los horizontes argílicos de los Molisoles de la región son más delgados y menos arcillosos que los de los Alfisoles. Los Argiudoles son los más comunes en la zona sudoriental, mientras que en el resto de la unidad predominan los Haplustoles. Éstos son poco potentes y con perfiles poco diferenciados (A-AC-C o con incipiente Bw) y sus horizontes A son castaños y las acumulacio-

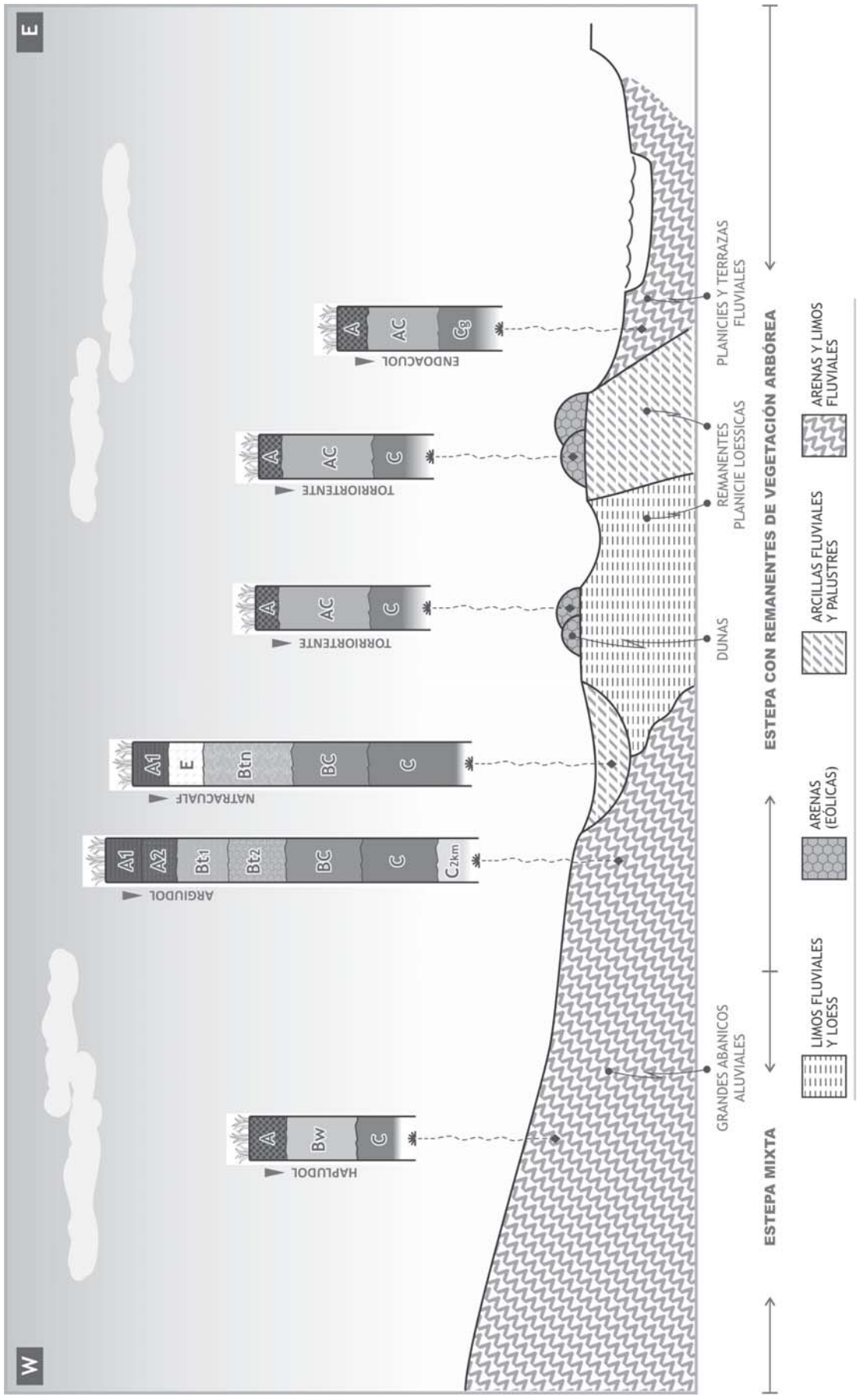


FIGURA 40: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

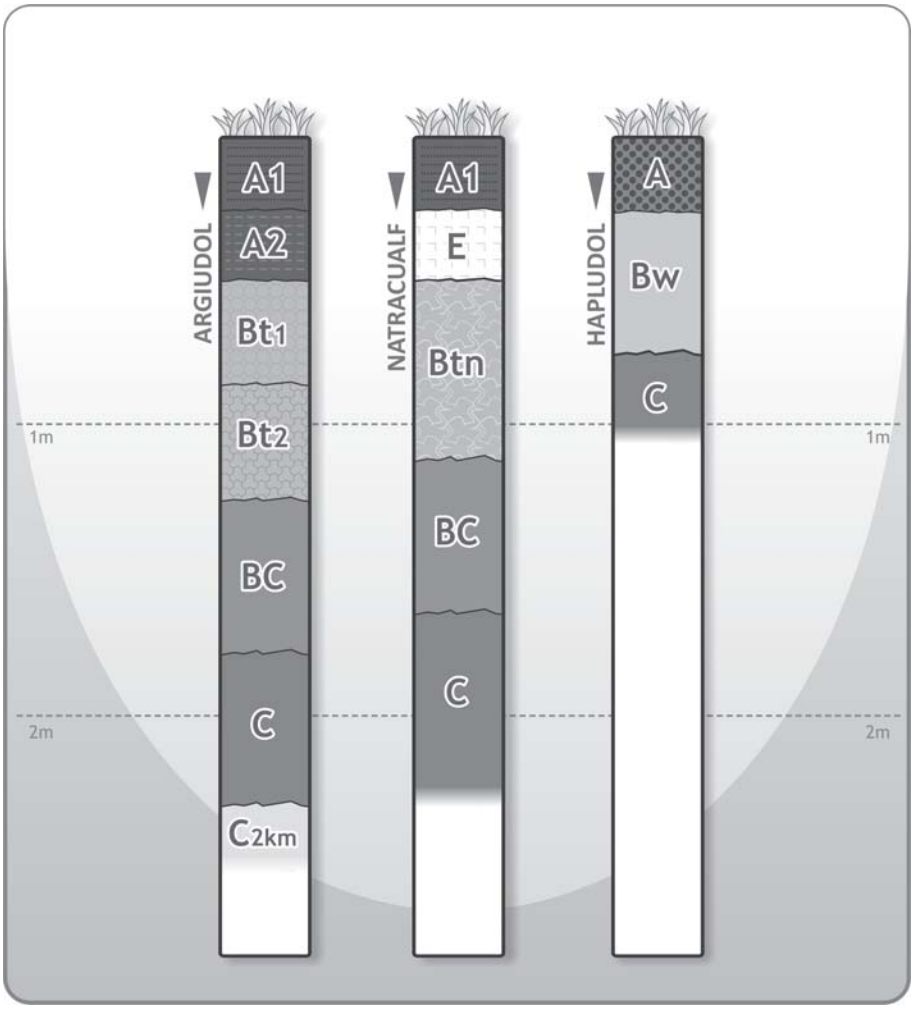


FIGURA 41: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

nes de carbonatos de calcio en profundidad son habituales. Se presentan intergrados con Aridisoles.

Hacia el sur, en los sectores de media loma de los suaves interfluvios pueden hallarse horizontes eluviales álbicos (E), tratándose en este caso de Alboles, tanto Argialboles como Natralboles, profundos y con perfiles bien diferenciados (A-E-Bt-BC-C o A-E-Btn-BC-C respectivamente) los que se suelen asociar a los Argiudoles.

Los esteros son comunes en toda la región, esencialmente relacionados con la existencia de numerosos cauces abandonados y de lagunas vinculados a la migración de los abanicos aluviales. En estos esteros así como en las terrazas fluviales de los cursos actuales es posible reconocer suelos hidromórficos. Además de los Alfisoles, ya considerados, se encuentran Molisoles de régimen ácuico (Natracuoles y Endoacuoles) mientras que en otros casos se trata de Entisoles e Inceptisoles ácuicos.

Los Inceptisoles son comunes en bajos correspondientes a cauces secos y lagunas, asociados a los cursos fluviales. Poseen régimen ácuico, son finos y con perfiles simples. Tienen frecuentes moteados y colores *gley*, pudiendo tener concentraciones altas de sales y de sodio (Halacueptes).

En las planicies aluviales y en las dunas asociadas a removilización de antiguos depósitos arenosos de paleocauces fluviales hay suelos de escaso grado de desarrollo (Entisoles). En el primero de los casos se trata de Fluventes y Ortentes, mientras que en el segundo se forman Psamentes: Udipsamentes y Cuarcipsamentes, o sea generados en arenas con altos contenidos de cuarzo. Teniendo en cuenta las características geomorfológicas de esta unidad, los Entisoles alcanzan una superficie considerable.

En la Figura 40 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 41 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

Resumiendo, los suelos de esta unidad tienen grados moderados a altos de desarrollo edáfico, materiali-

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Argiudoles	A-Bt-BC-C-Ckm	Mólico Argílico	Planicie loessica y Vías de avenamiento	Suav. ondulado	Loess y Dep. fluviales finos	Templado húmedo	Údico	Estepa herbácea y monte	Moderado	Largo
Hapludoles	A-Bw-C	Mólico Cámbico	Vías de avenamiento y abanicos	Suav. ondulado	Loess Dep. fluviales finos y arenas eólicas	Templado húmedo	Údico	Estepa herbácea y monte	Bueno	Moderado
Natracualfes	A-Btn-BC-C	Nátrico	Vías de avenamiento y bajos	Subnormal	Loess retrabajado y dep.fluviales finos	Templado húmedo	Ácuico	Estepa herbácea	Malo	Largo
Endoacuoles	A-AC-Cg	Mólico	Vías de avenamiento y bajos	Subnormal	Loess retrabajado y dep. finos fluviales	Templado húmedo	Ácuico	Estepa herbácea	Malo	Moderado
Haplustoles	A-Bw-Ck	Mólico Cálcico	Abanicos y dunas	Suav. Ondulado	Dep.fluviales finos y arenas eólicas	Semiárido	Ústico	Estepa herbácea y monte	Bueno	Moderado
Udipsamentes	A-C	Ninguno	Dunas	Suav. Ondulado	Arenas eólicas	Variable	Údico	Estepa herbácea	Bueno	Corto
Haplustalfes	A-Bt-C	Argílico	Vías de avenamiento y abanicos	Suav. Ondulado	Loess retrabajado y dep. finos fluviales	Semiárido	Ústico	Estepa herbácea y monte	Bueno	Largo
Ocracualfes	A-E-Bt-C	Argílico	Vías de avenamiento y abanicos	Suav. Ondulado	Loess retrabajado y dep. finos fluviales	Templado húmedo	Ácuico	Estepa herbácea y monte	Malo	Largo
Fluvacuentes	A-2C-3C	Ninguno	Planicies aluviales	Plano	Dep. finos fluviales	Variable	Ácuico	Estepa herbácea y monte	Variable	Corto

TABLA 18: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos del Monte Chaqueño

zado por la presencia de rasgos de iluviación como son los horizontes Bt (argílicos). Si bien también ampliamente distribuidos, los suelos con horizontes A mólicos son menos comunes en esta unidad que en las vecinas Llanura Pampeana y Mesopotamia. Los suelos poseen altos grados de saturación, pH neutros a básicos y CIC medias, los moteados así como los colores *gley* son frecuentes. Las texturas son generalmente finas.

Los suelos de la región tienen grados variables de aptitud, el clima y el drenaje son los principales limitantes. En líneas generales, en la parte norte los suelos se utilizan en la producción de algodón y para sostener una muy extensiva ganadería de vacunos de baja calidad, mientras que hacia el sur la actividad ganadera de vacunos se vuelve dominante, apareciendo en la zona de transición con la región pampeana la agricultura de cereales y oleaginosas, finalmente en la transición a la Región Subandina prevalece la soja.

En el pasado, la actividad más importante fue la forestal que produjo un deterioro prácticamente irreversible de medio natural y de los suelos, hasta casi agotar el recurso. Así miles de hectáreas de bosque desaparecieron por la tala indiscriminada, fundamentalmente en la provincia de Santiago del Estero y norte de Santa Fe. Los suelos de la región son muy susceptibles a la erosión, especialmente la eólica durante la estación seca y en especial si los suelos se encuentran descubiertos.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos arenosos y más finos fluviales, eólicos y lacustres.*

Relieve: *Grandes abanicos aluviales, terrazas y planicies aluviales y geoformas eólicas, suavemente onduladas a planas. Abundantes depresiones.*

Clima: *Cálido húmedo con estación seca a semiárido. R. údico al E, transición al ústico hacia el Oeste, en la zona central arídico.*

Biota: *Provincia Chaqueña y del Espinal.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio estable, con sectores en los cuales las condiciones climáticas determinan ciertas condiciones de inestabilidad.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Melanización.
Argiluviación.
Gleycificación.
Calcificación.
Alcalinización.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Haplustalfes, Haplustoles, Hapludoles, Udifluventes, Endoacuoles, Natracualfes, Argiudoles, Fluvacuentes, Udortentes.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Agricultura y ganadería intensiva y extensiva.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Erosión hídrica y eólica por inadecuado manejo agrícola del suelo.
Salinización incipiente.
Deforestación intensa.
Encostramiento.
Contaminación por uso de fertilizantes y herbicidas.



Suelos de la Mesopotamia

La Mesopotamia es una región, que si bien comparte la característica general junto con las regiones Chaqueña y Pampeana de poseer bajo relieve relativo, se diferencia por exhibir un paisaje más quebrado dado la mayor proximidad a los grandes cursos fluviales de la Cuenca del Plata. Incluye las provincias de Corrientes y Entre Ríos y un pequeño sector de Misiones, entre los 27° y 34°S aproximadamente (Figura 42). Predominan los pastizales (tipo sabanas) y, en los sectores anegadizos, las asociaciones vegetales especializadas. Se ubica en general por debajo de los 200 m y la erosión hídrica de los depósitos eólicos, fluviales y lacustres plio-pleistocenos ha resultado en el típico relieve de "cuchillas", lomadas elongadas en sentido norte-sur, lo que evidenciaría cierto control estructural ejercido por el basamento no aflorante. Las zonas anegadas son frecuentes, como por ejemplo los esteros del Iberá y el delta del Paraná. Salvo en muy aislados sitios no afloran rocas más antiguas que el Plioceno.

El paisaje dominante es una planicie suavemente ondulada de origen poligenético. El principal proceso geomórfico, tanto en el pasado como en la actualidad, es el fluvial. La red de drenaje se estructura a partir de los ríos Paraná y Uruguay. Estos dos cursos, así como los principales tributarios, muestran control estructural, moderada sinuosidad y remanentes de niveles de terrazas. En sus perfiles longitudinales tienen resaltos asociados a la interposición de rocas más resistentes.

En la zona norte de Corrientes se encuentra un antiguo sistema de abanico aluvial del río Paraná, con numerosos paleocauces, los cuales hoy día están anegados. Constituyen esteros y bañados, destacándose los esteros del Iberá. En la región de la desembocadura de los ríos Paraná y Uruguay, en el estuario del Río de la Plata, se ha generado un delta de características únicas en el país, el cual a su gran dimensión y caracteres propios, le suma la presencia de un antiguo ambiente marino (Holoceno inferior a medio). Es posible reconocer en este sector diferentes geoformas litorales marinas, como cordones litorales de conchillas, cordones estuáricos, planicies de marea y antiguos deltas de pequeñas dimensiones integrados por los ríos que desembocan en este ambiente (por ejemplo los ríos Gualeguay y Nogoyá). Por último, se agrega la acción eólica pasada, bajo la forma de la acumulación de sedimentos loessicos, en especial en el sur de Entre Ríos y de arenas que



FIGURA 42: Región de suelos

conforman dunas transversales, particularmente en la zona deltaica y en el antiguo ambiente marino.

El clima es cálido a templado y húmedo, por lo general sin contrastes estacionales marcados y según la clasificación climática de Koeppen modificada, la unidad corresponde a un tipo Mesotermal húmedo (Templado húmedo) Cfw´a (h). Las temperaturas medias anuales son altas, con un valor medio superior a 20°C (enero alrededor de 25°C y julio cerca de 14°C). Las precipitaciones superan los 1200 mm anuales y la evapotranspiración potencial es del orden de los 900-1000 mm, por lo cual la región puede tener un ligero exceso de agua anual. Las tormentas son frecuentes y la humedad relativa ambiente es, por lo común, superior al 85%.

Los suelos de la Mesopotamia presentan características semejantes a los de las regiones chaqueña y pampeana. En líneas generales es evidente el predominio de horizontes superficiales oscuros ricos en materia orgánica formados bajo vegetación de estepa herbácea y mixta, con sectores marginales en la que prevalece una vegetación arbórea, usualmente en los sectores aledaños a los cursos fluviales. Los materiales originarios son variados, si bien en general no son gruesos. Preponderan los sedimentos fluviales arenosos y limosos, material eólicos finos (loessicos), litorales, en la zona deltaica y sedimentos lacustres finos. El relieve es ondulado y el clima es templado o cálido húmedo sin estación seca. Si bien en líneas generales puede considerarse que se trata de un medio estable, en el cual la pedogénesis es mayor que la morfogénesis, hay amplios sectores en los que la erosión-depositación es alta.

Los principales procesos actuantes en esta unidad son: melanización, argiluviación, gleycificación, eluviación, paludización, alcalinización y muy subordinada, la laterización. Los suelos reconocidos pertenecen esencialmente a los Órdenes Molisoles, Alfisoles, Vertisoles, Entisoles y Ultisoles. Predominan los Molisoles, los cuales en la parte norte poseen escaso desarrollo, asemejándose en consecuencia a los del Chaco, mientras que hacia el sur va aumentando el grado de desarrollo, pareciéndose más a los pampeanos. En general, en Corrientes los suelos son más gruesos (arenosos) y en Entre Ríos son más finos (limo-arcillosos) como consecuencia de la aparición de materiales originarios loessicos.

En la Tabla 19 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 20 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

Asociados a materiales originarios arcillosos se encuentran suelos con propiedades vérticas debidas al predominio de arcillas expansibles de tipo esmectítico. En algunos casos directamente se hallan Vertisoles, como en parte de Entre Ríos. Los Molisoles de esta provincia son Argiudoles y también pueden tener propiedades vérticas, perfiles complejos y bien diferenciados y son muy profundos (A-E-Bt-BC-C). Estos suelos están bien provistos de materia orgánica y tienen horizontes Bt de texturas arcillosas, muy potentes y con estructura prismática fuerte. Poseen abundantes cutanes y caras de deslizamiento. En menor medida se observan Molisoles con horizontes eluviales (E) y horizontes nátricos (Btn), por lo general asociados a los anteriores, tratándose de Natralboles y en menor medida Argialboles, muy profundos y con perfiles bien diferenciados.

En significativos sectores de Entre Ríos, la importante participación de arcillas expansibles ha determinado la existencia de suelos denominados Vertisoles, muchos de los cuales son transicionales a los Argiudoles vérticos antes descriptos. Los horizontes superficiales son poco potentes y por debajo aparecen horizonte Bt o AC con contenidos de arcillas cercanos al

GEOMORFOLOGÍA			MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Planicie poligenética		Divisorias o interfluvios	Loess y limos fluviales	Argiudoles Hapludoles Argialboles Hapludertes
		Bajos y cubetas	Loess retrabajado	Endoacuoles Albacualfes Glossacualfes
		Vías de avenamiento	Loess retrabajado	Endoacuoles Hapludoles
Relieve fluvial-litoral (Llanura baja)	Delta	Albardones	Arenas y limos	Hapludoles Endoacuoles Udifluventes
		Planicie interdistributaria	Limos y arcillas	Endoacuentes Endoacuoles Udifluventes
	Litoral-costero	Cordones	Conchillas (detritos de moluscos bivalvos)	Haprendoles Hapludoles
		Planicie marea (cangrejales)	Arcillas y limos	Endoacuoles Natracualfes Hapludertes Natracuoles
		Dunas costeras	Arenas	Udipsamentes Hapludoles
	Valles fluviales	Planicies aluviales	Limos y arcillas	Endoacuoles Endoacuentes Hapludoles Udifluventes Natracuoles
		Terrazas	Limos	Hapludoles Argiudoles
		Bajos	Limos y arcillas	Natracualfes Endoacuoles Endoacuentes Natracuoles
Paleocauces sistema del Paraná		Albardones	Arenas fluviales	Udifluventes Fluvacuentes Udipsamentes Hapludoles
		Bajos	Limos y Arenas fluviales	Endoacuoles Endoacuentes Natracualfes Albacualfes

Tabla 19: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos de la Mesopotamia

50%. Éstos son oscuros, densos y muy duros cuando secos y muy plásticos y adhesivos en húmedo. Se agrietan a veces hasta la superficie y tienen abundantes caras de deslizamiento (*slickensides*). En superficie, dado los movimientos relativos de los agregados de expansión-contracción, generan un microrelieve propio, de pequeños domos circulares llamado microrelieve gilgai. Pertenecen a diferentes Grandes Grupos, entre los que se destacan los Hapludertes. Su ocurrencia se relaciona principalmente con las características de los materiales originarios, sedimentos fluvio-lacustres con altos contenidos de arcillas esmectíticas.

En los numerosos sistemas fluviales que disectan la Mesopotamia se localizan suelos con horizontes superficiales poco provistos de materia orgánica y grisáceos, con un horizonte de acumulación de arcillas subsuperficial (Bt) por debajo. En este caso son Alfisoles con propiedades hidromórficas resultantes del régimen ácuico. En algunos sectores, los Alfisoles alcanzan una extensión semejante a los Molisoles. Son suelos profundos y que exhiben un grado moderado a alto de desarrollo pedogenético. Se han reconocido Natracualfes, Albacualfes y Ocracualfes. Los dos primeros son suelos de mayor desarrollo y profundidad con potentes horizontes Bt a los que se suma, en el segundo de los casos, un horizonte eluvial bien manifiesto (E, de tipo álbico).

En Corrientes también se encuentran Kandiudalfes, Paleudalfes, Hapludalfes y Glosacualfes. Los primeros presentan, en lugar de un horizonte de acumula-

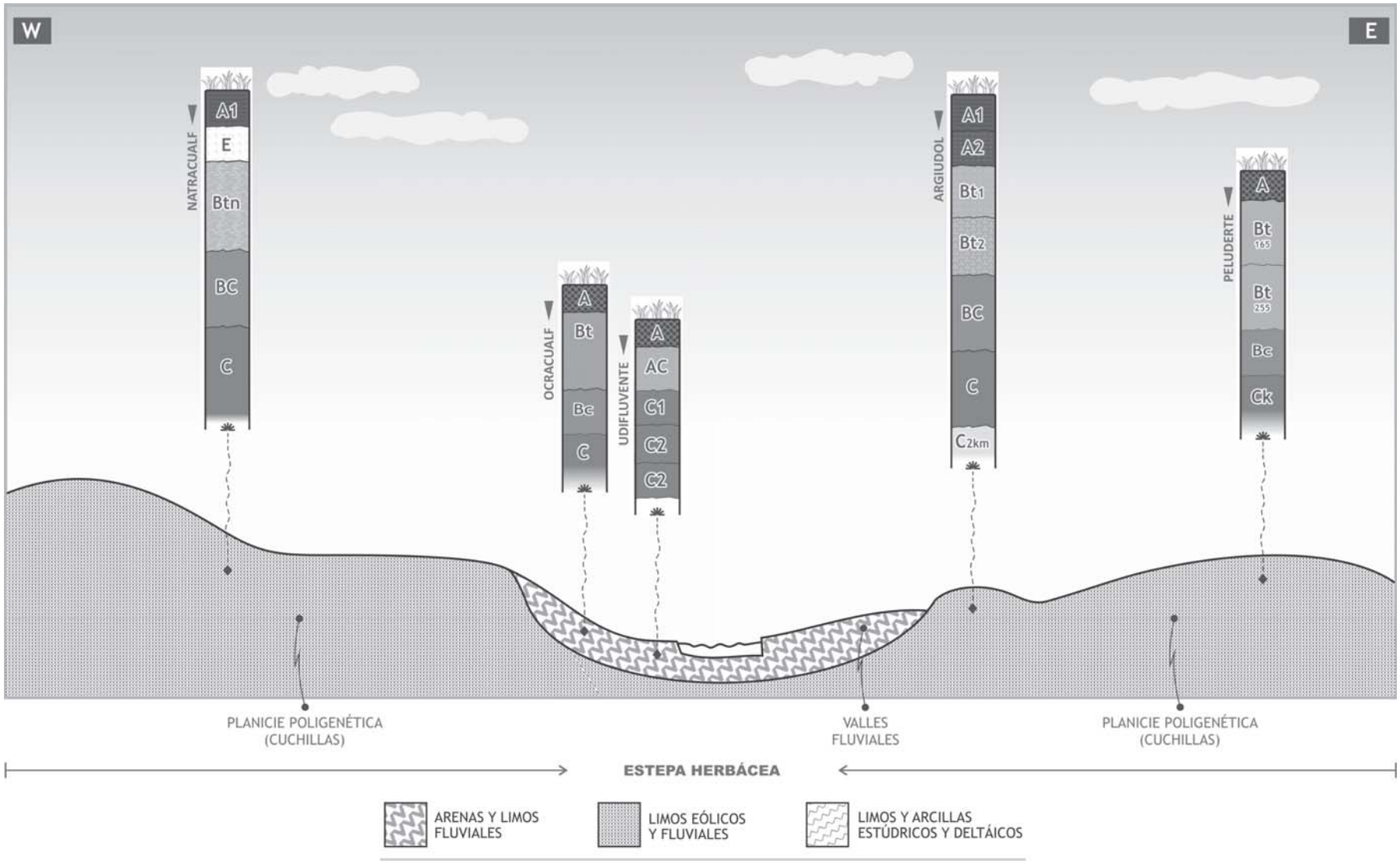


FIGURA 43 a y b: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

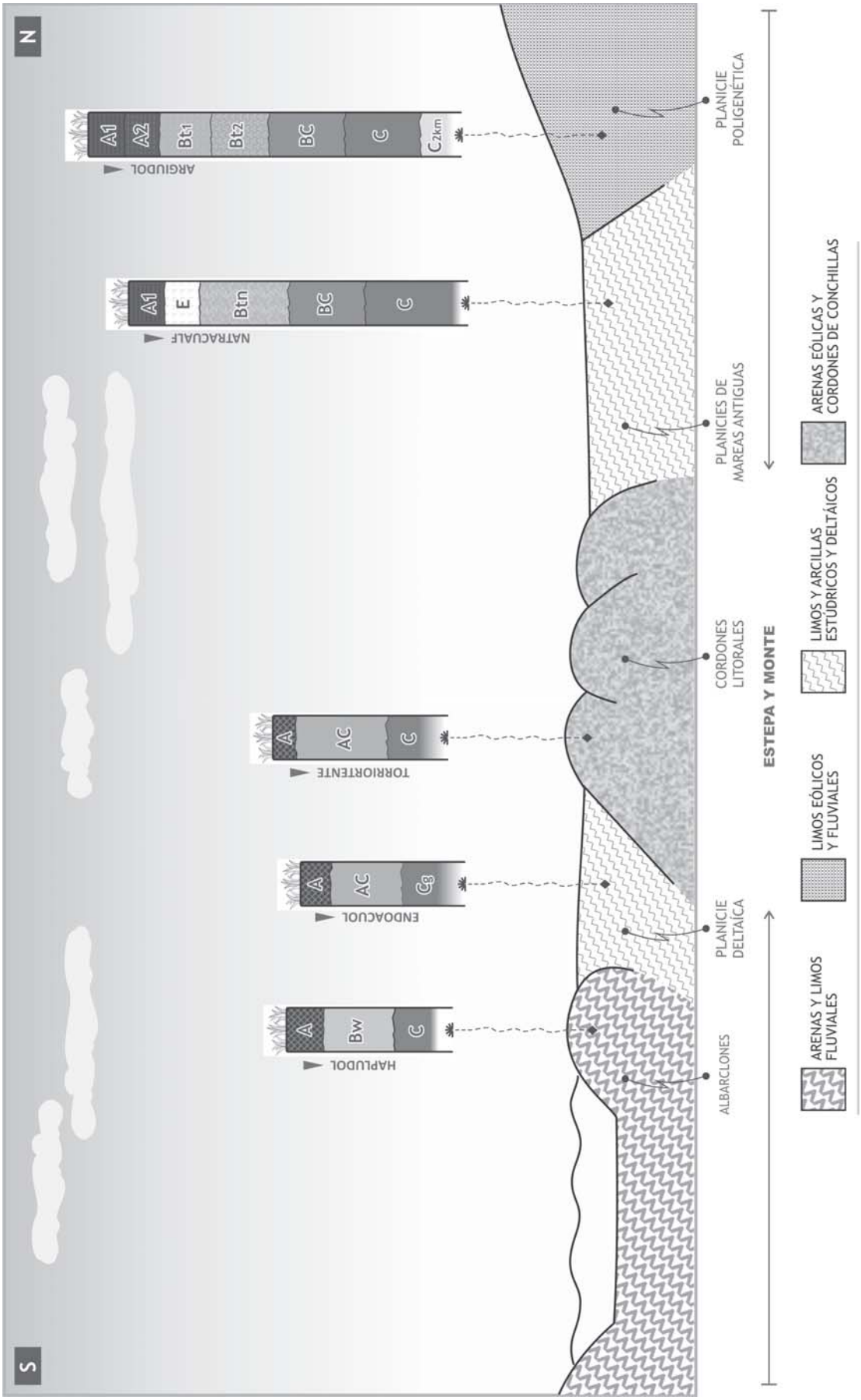


FIGURA 43 a y b: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

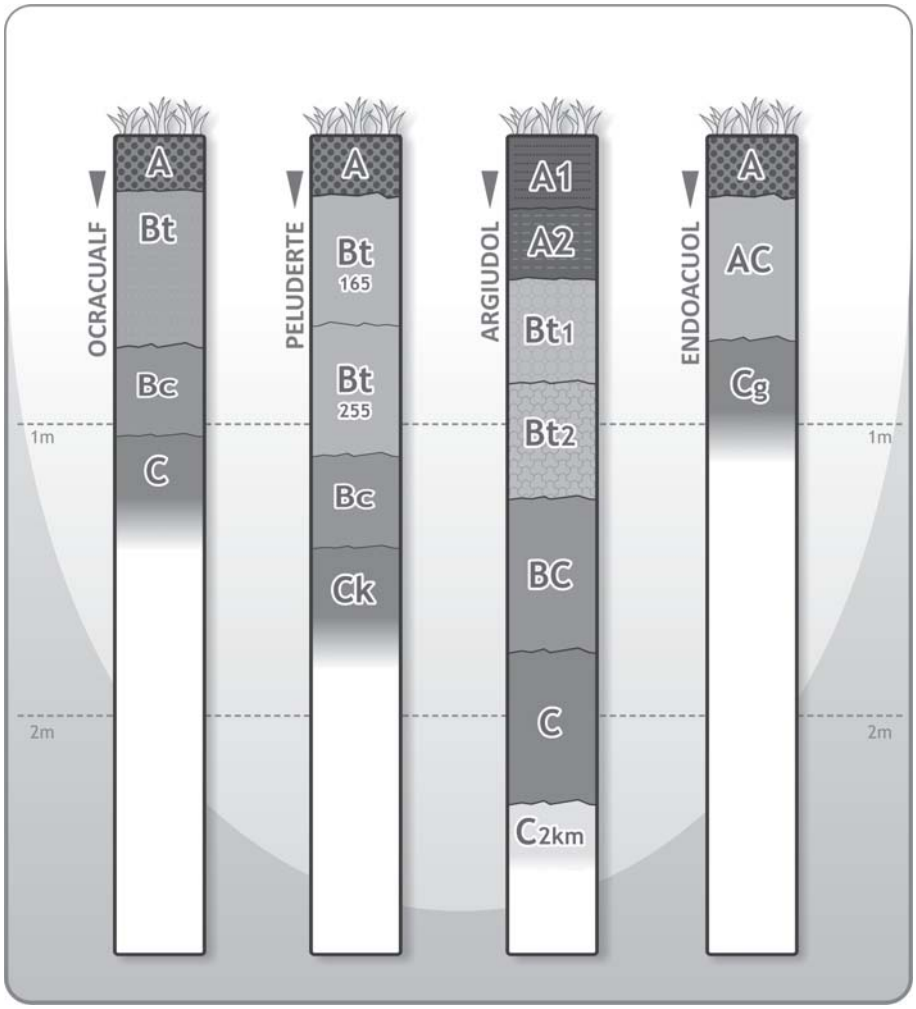


FIGURA 44: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

ción de arcillas iluviadas (argílico), un horizonte subsuperficial de tipo kándico. Éstos poseen texturas finas pero una parte importante de las arcillas son neoformadas de tipo caoliníticas. Se relacionan a climas más subtropicales y medios más ácidos, son profundos y bien drenados. Paleudalfes y Hapludalfes aparecen en los antiguos sistemas fluviales del río Paraná y se diferencian de los Molisoles solamente por el espesor y las características del horizonte superficial. Por último, los Glosacualfes tienen horizonte eluvial E de coloraciones claras que penetra en forma de lenguas en el horizonte Bt; son profundos, mal drenados y se ubican en zonas de relieve subnormal.

En líneas generales, hacia el norte de la región disminuyen la actividad de las arcillas, la CIC y el porcentaje de saturación en bases. Así, en sectores de Corrientes aparecen suelos pertenecientes al Orden Ultisoles. Estos suelos poseen texturas por lo común arenosas o franco-arenosas, un horizonte superficial pobre en materia orgánica y se asocian a vegetación arbórea y, por debajo, un potente horizonte de acumulación de arcillas iluviadas o meteorizadas (argílico y kándico, respectivamente) de baja actividad y porcentajes de saturación muy bajos. En general son de coloraciones rojizas, pueden o no tener problemas de drenaje y se ubican en terrazas y albardones fluviales.

En las zonas bajas, vinculadas a antiguos y extensos sistemas fluviales, terrazas y albardones, tanto de los ríos Paraná como Uruguay, así como en los esteros del Iberá y otros menores de Corrientes y en el delta del Paraná, los suelos hidromórficos son ampliamente dominantes, encontrándose Molisoles ácuicos en los sectores ligeramente mejor drenados, Alfisoles (Acualfes) y Entisoles en las zonas más permanentemente inundadas (Fluventes y Acuentes). Asimismo, en algunos valles fluviales tributarios se hallan Inceptisoles de régimen ácuico.

Los suelos del delta del Paraná muestran gran variabilidad espacial y características distintivas, si bien predominan los suelos de régimen ácuico. Vinculados al ambiente deltaico actual hay Udifluventes, Fluvacuentes (ambos Entisoles), en las zonas más deprimidas y

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Argiudoles	A-Bt-BC-C-Ckm	Mólico Argílico	Planicie loessica	Suav. ondulado	loess	Templado Húmedo	Údico	Estepa herbácea	Moderado	Largo
Hapludertes	A-Bss-C	Prop. verticas	Divisorias y terrazas	Suav. ondulado	Dep-fluvio-lacustres finos	Templado húmedo	Udico	Estepa herbácea	Moderado	Moderado
Natracualfes	A-Btn-BC-C	Nátrico	Vías de avenamiento y ambiente litoral	Subnormal	Loess retrabajado	Templado Húmedo	Ácuico	Estepa herbácea	Malo	Largo
Endoacuoles	A-AC-Cg	Mólico	Vías de avenamiento y ambiente litoral	Subnormal	Loess retrabajado y dep. finos fluviales	Templado Húmedo	Ácuico	Estepa herbácea	Malo	Moderado
Paleudalfes	A-Bt-BC-C	Argílico	Vías de avenamiento	Suav. ondulado	Dep-fluvio-lacustres finos	Templado Húmedo	Udico	Estepa herbácea	Moderado	Largo
Ocracualfes	A-E-Bt-BC-C	Argílico	Vías de avenamiento	Suav. ondulado	Dep-fluvio-lacustres finos	Templado Húmedo	Acuico	Estepa herbácea	Malo	Largo
Udipsamentes	A-C	Ninguno	Dunas	Suav. Ondulado	Arenas eólicas	Variable	Údico	Estepa herbácea	Bueno	Corto
Argialboles (Natralboles)	A-E-Bt-BC-C (A-E-Btn-BC-C)	Mólico Albico Argílico (nátrico)	Planicie lo essica	Suav. Ondulado	loess	Templado Húmedo	Údico	Estepa herbácea	Moderado	Largo
Udifluventes	A-C1-2C2	Ninguno	Vías de avenamiento	Plano	dep. finos fluviales	Variable	Údico	Estepa herbácea	Variables	Corto
Kandihumultes	A-Bt-C	Kándico	Divisorias de aguas	Ondulado	Dep. fluvio-lacustres	Húmedo cálido	Udico	Ecotono	Bueno	Largo

TABLA 20: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos de la Mesopotamia

más activas geomorfológicamente y Molisoles del Subgrupo Hapludoles énticos en los sectores de "albardones" aledaños a los cursos fluviales. La diferencia principal está planteada en la existencia o no de un horizonte superficial potente y rico en materia orgánica de coloraciones oscuras (mólico) el que determina la presencia de Molisoles. En las depresiones anegadas de la planicie interdistributaria prevalecen los Endoacuoles, Endoacueptes y Endoacuentes, según grado de decreciente desarrollo edáfico (Molisoles, Inceptisoles, Entisoles, respectivamente). Estos suelos son de colores *gley*, con moteados y concreciones abundantes así como concentraciones de azufre y metano. Los Endoacuoles poseen un horizonte superficial mólico formado bajo vegetación palustre, mientras que los otros dos tienen horizontes A ócricos y texturas finas.

En el antiguo ambiente marino se observan Molisoles y Alfisoles, en el primero de los casos Hapludoles típicos y énticos en los antiguos cordones litorales y, en el segundo, Natracualfes y Ocracualfes en la planicie de marea holocena. En las depresiones intercordones se advierten Endoacuoles y Natracuoles típicos, mientras que en las dunas, como por ejemplo en la zona comprendida entre Ceibas y Médanos, se hallan Udipsamentes (Entisoles) y Hapludoles (Molisoles) y, en algunos sectores cóncavos deprimidos, aparecen Histosoles (suelos orgánicos).

En la Figura 43 (a y b) se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 44 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

A modo de conclusión parcial, los suelos de esta región se caracterizan en general por tener contenidos altos de materia orgánica en los horizontes superficiales, ser profundos y en muchos casos bien desarrollados y presentar valores de saturación en bases medios y pH ligeramente ácidos. Los horizontes Bt y Btn son frecuentes, así como la neoformación de arcillas y la meteorización química, especialmente en la parte norte. La proporción de suelos hidromórficos es muy alta.

Los suelos, salvo en los casos de limitación por anegamiento, son en general altamente productivos, en especial en Entre Ríos, dominando en el norte la producción de arroz y frutales, mientras que en el sur aparecen los cereales y oleaginosas. En Corrientes los suelos poseen menos nutrientes y mayores condiciones de acidez las que traen problemas para la agricultura. En toda la región se destinan grandes proporciones de tierra a la ganadería.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos arenosos y finos de origen fluvial, eólico y lacustre.*

Relieve: *Planicies poligenéticas (fluvio-eólicas), terrazas y planicies fluviales, con frecuentes depresiones anegadizas. Deltas.*

Clima: *Húmedo templado a cálido, sin estación seca. R. údico.*

Biota: *Estepa herbácea y mixta y monte. Provincias del Espinal, Chaqueña y Pampeana.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio estable, con fuerte predominio de la pedogénesis.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Melanización.
Argiluviación.
Gleycificación.
Eluviación.
Paludización.
Alcalinización.
Vertisolización.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Argiudoles, Ocracualfes, Hapludertes, Cromudertes, Peluderte, Hapludoles, Natracualfes, Endoacuoles, Natracuoles, Fluvacuentes, Udifluventes, Hapludultes y Albacualfes.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Ganadería y agricultura intensivas.
Turismo y recreación.
Localizado uso industrial y urbano.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Localizada erosión hídrica y eólica.
Localizada contaminación industrial, urbana y por uso de fertilizantes.
Pérdidas por minería de suelos.



Suelos de la Selva Subtropical Misionera

Este conjunto ocupa solo un pequeño sector del país, está localizado en su extremo nororiental, incluye la provincia de Misiones y el extremo NE de Corrientes (entre los 25° y 28° S). Forma parte de la selva paranaense, unidad que abarca sectores de Paraguay y del sur de Brasil (Figura 45). Posee características únicas en el ámbito de la Argentina, por lo cual pese a su comparativamente pequeña superficie respecto a las otras regiones diferenciadas, su distinción se justifica. Es un relieve de planicies estructurales lávicas debidas a la presencia de coladas basálticas de edades cretácicas, vinculadas con la apertura del océano Atlántico. Se extiende entre los 700 y 200 m aproximadamente y las particularidades generales del relieve están dadas por la existencia de suaves serranías que alternan con sectores subhorizontales. Las planicies estructurales lávicas exhiben mayor o menor grado de disección según la proximidad a los grandes cursos fluviales y en el caso de mayor disección constituyen un relieve de serranías más abruptas.

El proceso geomórfico dominante es el proceso fluvial y la red de drenaje muestra un marcado control estructural ejercido por los basaltos y sus estructuras. Por este motivo, los cursos tienen altas pendientes y numerosos resaltos en sus perfiles longitudinales, destacándose las Cataratas del Iguazú. Salvo en el caso de los ríos grandes, las planicies aluviales son angostas así como las terrazas y los valles son relativamente estrechos. Las características bioclimáticas han determinado la presencia de importantes zonas de meteorización química de los basaltos, con perfiles de meteorización de varias de decenas de metros y formación de ferricretes y alcretes (lateritas). Como producto de la meteorización se generan materiales arenosos finos los cuales han sido erosionados por el viento durante períodos más secos y por los cursos fluviales en períodos húmedos y redepositados.

El clima es subtropical, cálido, con abundantes precipitaciones. Utilizando la clasificación climática de Koeppen modificada, la unidad corresponde a un tipo Mesotermal húmedo (Templado húmedo) Cfwa (h). Las temperaturas medias anuales son altas, con un valor medio superior a 20°C (enero más de 26°C y julio alrededor de 14°C). Las precipitaciones superan los 1600 mm anuales, concentrados en los meses de verano. Las tormentas son frecuentes, la humedad relativa



FIGURA 45: Región de suelos

ambiente en general es superior al 85% y presenta un exceso de agua anual considerable.

Los suelos en esta región tienen características casi únicas en le contexto del país. Un rasgo destacado es el predominio de las coloraciones rojizas de los suelos debidas a la elevada alteración química (meteorización) de las rocas y acumulación de óxidos de hierro y aluminio en los suelos y sedimentos superficiales. A estos suelos se los conoce genéricamente como lateríticos, si bien es posible diferenciar distintos tipos según su grado de desarrollo, procesos pedogenéticos actuantes, edad y ubicación geomorfológica.

Respecto a los materiales originarios, la zona de Misiones es una de las pocas en las que los materiales regolíticos, debido a la meteorización del basalto, son importantes. Asimismo, participan como materiales originarios sedimentos aluviales arenosos y finos y arenas eólicas. En ambos casos se trata del manto de meteorización retrabajado por el agua o por el viento. El relieve es ondulado y en algunos sectores abrupto. El clima es cálido húmedo, de tipo subtropical y la vegetación dominante es la selva paranaense con sectores de ecotono y estepa herbácea. El régimen de humedad de los suelos es údico y perúdico y el de temperatura es térmico a hipertérmico.

Se trata de un medio estable y algunos de los suelos presentes son quizá los más antiguos del país. Los procesos pedogenéticos principales son la laterización y meteorización química, argiluviación y, en menor medida la melanización. Los suelos de esta región pertenecen a los Órdenes Alfisoles, Molisoles, Ultisoles y Oxisoles. Estos últimos se asocian a las condiciones de extrema humedad y altas temperaturas que caracterizan a esta unidad (régimen perúdico y hipertérmico) y en la Argentina están restringidos a esta región.

En la Tabla 21 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 22 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En los sectores más antiguos y estables en los cuales los procesos de alteración actuaron con mayor intensidad se han desarrollado los Oxisoles, o sea los suelos en los cuales la oxidación ha sido mayor y ha generado los verdaderos suelos “lateríticos”. Están muy subordinados y constituyen los suelos de menor extensión areal de la Argentina. La génesis de los mismos se debe a la intensa meteorización química de los materiales basálticos bajo condiciones tropicales que produce una concentración residual de óxidos e hidróxidos de Fe y Al. Los Hapludoxs tienen un horizonte B óxico en estado de alteración, con elevados tenores de hierro y aluminio. Estos suelos se destacan por su profundidad y uniformidad del perfil y bajo contenido de materia orgánica. Se localizan casi con exclusividad en la meseta central, en posición de loma y media loma.

Abarcando una superficie considerablemente mayor se hallan otros suelos rojizos pero que a diferencia de los anteriores muestran evidencias de procesos de migración y/o acumulación residual de arcillas en un horizonte subsuperficial (Bt). Éstos son Alfisoles y Ultisoles y la diferenciación entre ambos órdenes se debe a la saturación en bases del horizonte iluvial (Bt), siendo en el primero de los casos mucho mayor. En ambos suelos la Bt son potentes, algo más diferenciados que los anteriores y con texturas franco-arenosas en los horizontes superficiales (A), los que poseen contenidos variables de materia orgánica, pero escaso espesor. Los horizontes A formados bajo vegetación arbórea presentan una baja saturación en bases (horizontes úmbricos).

En los Alfisoles, el horizonte superficial (A) suele ser pobre en materia orgánica y delgado (ócrico) segui-

GEOMORFOLOGÍA		MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Planicie poligenética	Divisorias o interfluvios	limos y arenas holocenos	Argiudoles Hapludoles Argialboles Hapludertes
	Bajos y cubetas	Limos y arenas	Endoacuoles Albacualfes Glossacualfes
	Vías de avenamiento	Limos y arenas	Endoacuoles Hapludoles
Relieve fluvial	Planicies aluviales	Limos y arcillas recientes	Endoacuoles Endoacuentes Hapludoles Udifluventes Natracuoles
	Terrazas	Limos holocenas y recientes	Hapludoles Argiudoles
	Bajos	Limos y arcillas l recientes	Natracualfes Endoacuoles Endoacuentes Natracuoles
Superficie de meteorización en basaltos		Regolito, bloques, coluvio y afloramientos	Hapludox Kandiudult Rhododult Hapludult Kandiudalfes
Serranías		Regolito, bloques, coluvio y afloramientos	Kandiudult Hapludol Hapludult Kandiudalfes

Tabla 21: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos de la selva subtropical misionera

do de un potente horizonte subsuperficial (Bt) rico en arcillas. Los más importantes dentro de los Alfisoles son los Kandiudalfes, Kanhapludalfes y Rodudalfes. Los primeros se caracterizan por tener un horizonte kándico de color rojo oscuro, son bien drenados y sumamente profundos, ácidos, con buenas condiciones para el desarrollo de la vegetación. La secuencia de horizontes más común es: A1-Bt1-Bt2-BC-Cr-R. Estos suelos están ampliamente distribuidos en la zona sur de Misiones. Los Kanhapludalfes son parecidos a los primeros pero menos profundos y el sistema radical esta limitado por la profundidad al basalto. Los Rodudalfes se diferencian de los anteriores por tener restos de basaltos meteorizados en el horizonte C, involucrado en la fracción de tierra fina de color rojo oscuro. Los dos últimos Grandes Grupos mencionados se ubican en la región de relieve fuertemente ondulado en el sector oriental de Misiones.

Dentro de los Ultisoles predominan los Kandihumultes y Kandiudultes, corresponden al conjunto de suelos denominados “tierra colorada”. Los Kandihumultes presentan una secuencia de horizontes A-Bt-C-R, son profundos y bien drenados y su limitación principal para la producción de cultivos comunes es el peligro de erosión hídrica. Los Kandiudultes cubren una importante superficie de la provincia y la secuencia de horizontes más común es: A-E-Bt-BC-C. El A es un epidedón ócrico, arcilloso mientras que el horizonte B es kándico o argílico, con baja CIC y muy baja saturación en bases (menos del 35%). Son bien drenados, profundos y muy fuertemente ácidos.

En menor proporción y asociados a sectores con vegetación herbácea o transicional con la selva se observan suelos con potentes horizontes superficiales oscuros y bien provistos de materia orgánica. Son Molisoles formados bajo condiciones húmedas (Udoles) con secuencia de horizontes relativamente simples y potentes (A-AC-C). Los Hapludoles se ubican principalmente en la región de relieve montañoso fuertemente disectado en sectores escarpados o inclinados. Pueden tener horizontes orgánicos (O) constituidos por restos de hojarasca en distintos estados de descomposición y la textura de los horizontes A y A/C es franca y tiene fragmentos de basalto alterados. Por último, en los sectores de mayor dinámica geomorfológica pueden aparecer suelos de bajo a muy bajo grado de desarrollo, Inceptisoles y Entisoles; se trata principalmente de Haplumbreptes y Udortentes, siendo los segundos más frecuentes en las vías de avenamiento.

En la Figura 46 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 47 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región. A modo de conclusión par-

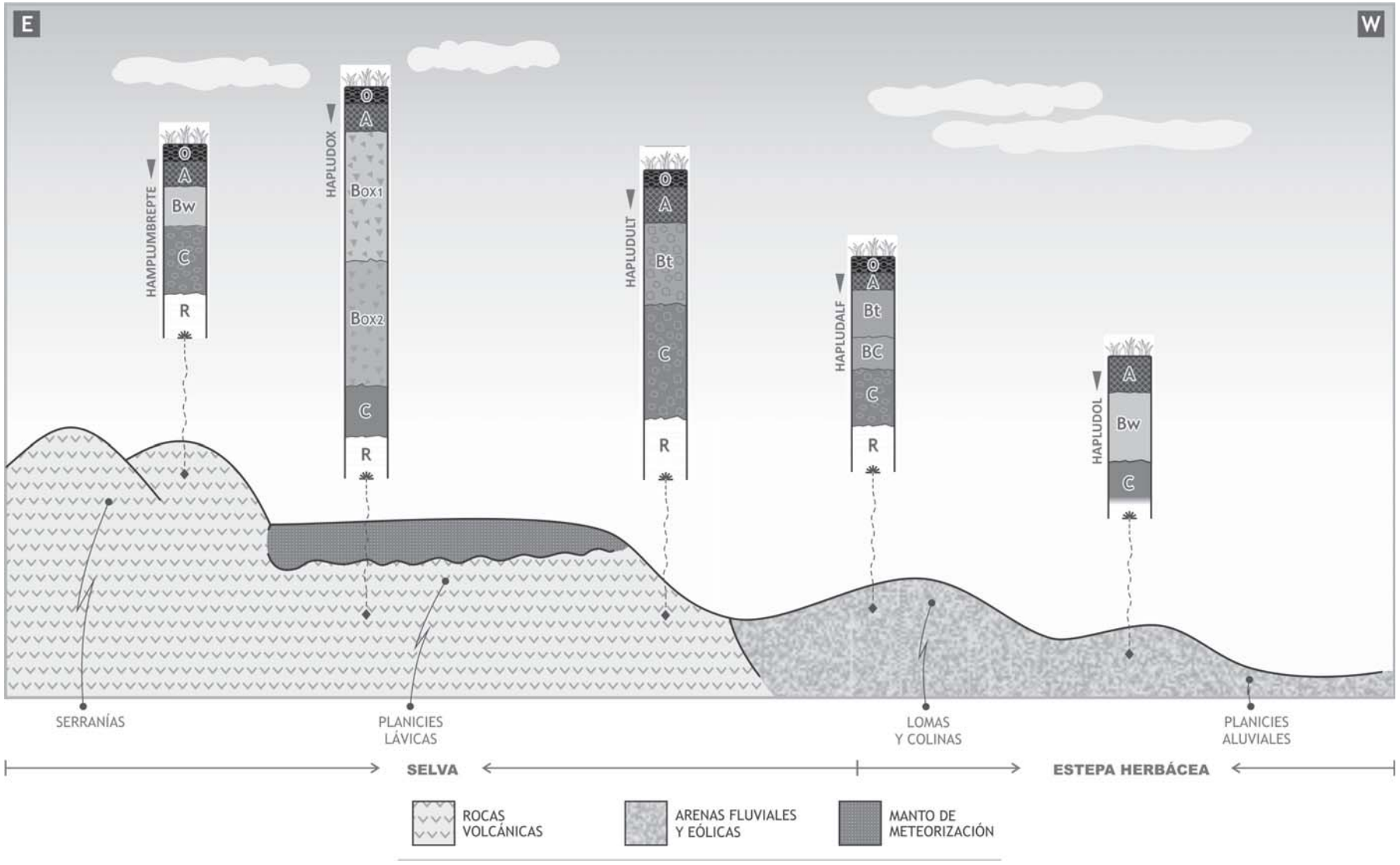


FIGURA 46: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

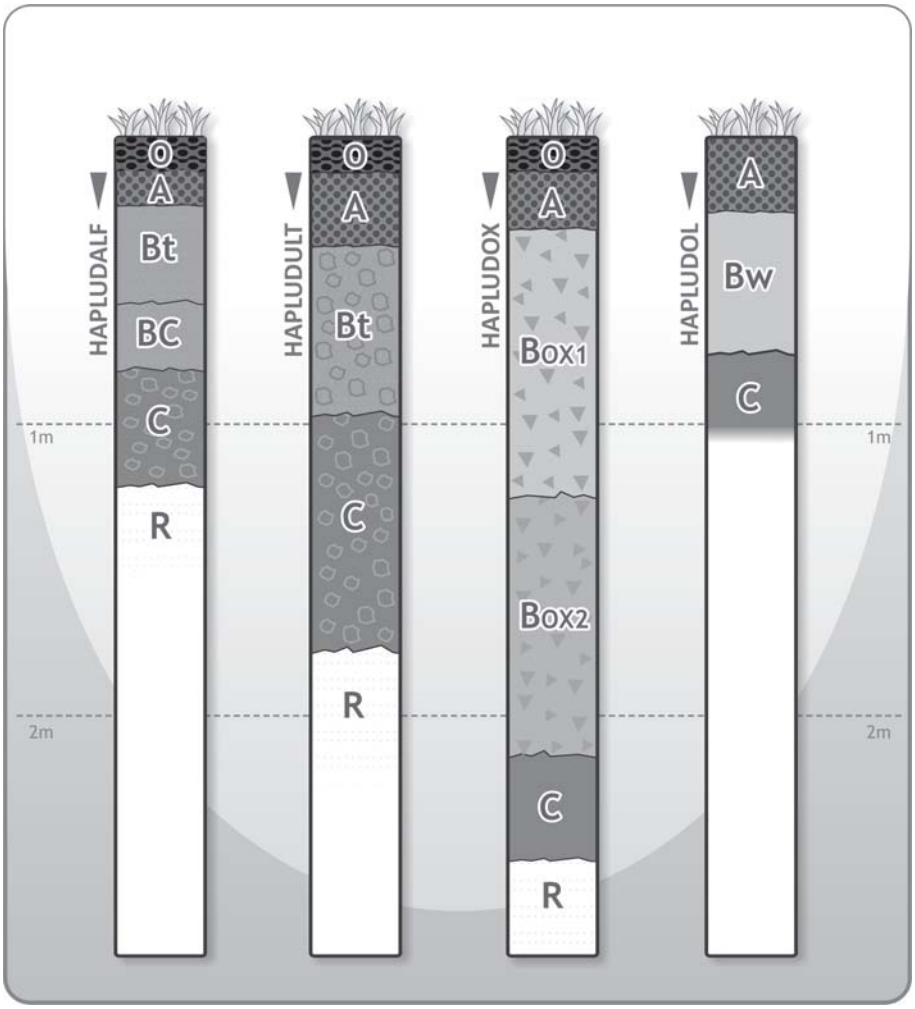


FIGURA 47: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

cial, los suelos de la región se caracterizan por tener altos contenidos de óxidos e hidróxidos de Fe y Al, que resultan en coloraciones rojizas; baja CIC debido a la existencia de pocas arcillas o de arcillas de muy baja actividad (caolinitas por hidrólisis de feldespatos y plagioclasas); son ácidos y los complejos de saturación están francamente desaturados. Los contenidos de materia orgánica son por lo común bajos y los suelos suelen ser profundos pero los perfiles son poco diferenciados. A cierta profundidad es común hallar, en los diferentes suelos, niveles cementados ya sean de óxidos de hierro, de aluminio o de sílice (ferricretes, alcretes y silcretes respectivamente).

En líneas generales los Molisoles, Alfisoles, Ultisoles e Inceptisoles presentan grados variables de aptitud para los diferentes cultivos subtropicales, si bien los suelos que originariamente se encontraban bajo bosque, poseen una alta susceptibilidad a la erosión frente a un uso demasiado intensivo y no sustentable. En general el uso es forestal y de cultivos de yerba y té, y en menor proporción de cultivos de frutas tropicales, mandioca y ganadería vacuna.

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Kandihumulte	A-Bt-C	Argílico o kándico	Serranías	Ondulado	Regolito aluvio	Cálido húmedo	Údico	Selva ecotono	Bueno	Largo
Kandiudulte	A-Bt-BC-C	Argílico o kándico	Serranías	Ondulado	Regolito aluvio	Cálido húmedo	Údico	Selva ecotono	Bueno	Largo
Hapludox	A-Box-Bcox-C	Oxico	Serranías	Ondulado	Regolito aluvio	Cálido húmedo	Údico	Selva	Bueno	Largo
Rodudalfes	A-Bt-BC-C	Argílico o kándico	Vías de avenamiento y Serranías	Ondulado	Aluvio-coluvio	Cálido húmedo	Údico	Selva econtono	Bueno	Largo
Kandiudalfes	A-Bt-Cr	Kándico	Vías de avenamiento y Serranías	Ondulado	Aluvio-coluvio	Cálido húmedo	Údico	Selva ecotono	Bueno	Largo
Hapludoles	A-Bw-C	Mólico	Vías de avenamiento y Serranías	Ondulado	Aluvio-coluvio	Cálido húmedo	Údico	Ecotono	Bueno	Moderado
Udortentes	A-AC-C	Ninguno	Vías de avenamiento y Serranías	Ondulado	Aluvio-coluvio	Cálido húmedo	Údico	Variable	Variables	Corto

TABLA 22: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos de la Selva Subtropical Misionera

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos arenosos y limosos fluviales, regolito (mantos de meteorización) y arenas eólicos.*
Relieve: *Serranías y Planicies estructurales con importante manto de meteorización. Relieve ondulado.*
Clima: *Subtropical, cálido y húmedo. R. údico a perúdico, e hipertérmico.*
Biota: *Selva paranaense y ecotono con pastizales. Provincia Paranaense.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio estable, con fuerte predominio de la pedogénesis y la meteorización química.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Laterización.
Melanización.
Meteorización.
Argiluviación.
Littering.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

Laterización.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Hapludultes, Kandiudultes, Kandihumultes, Hapludox, Hapludalfes, Kandiudalfes, Hapludoles, Ocracualfes y Udiortentes.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Agricultura intensiva y localizada ganadería.
Forestal.
Turismo y recreación.
Limitada ocupación urbana e industrial.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Intensa deforestación.
Erosión hídrica.
Fuerte contaminación con fertilizantes y herbicidas.



Suelos humíferos de la Región Pampeana

La Llanura Pampeana ocupa la parte centro-oriental de la Argentina, con una superficie de más de 500.000 km^2. La pampa constituye el paisaje emblemático de un país de marcados contrastes y heterogeneidad eco-ambiental. Incluye parcialmente a las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, La Pampa y una pequeña parte de San Luis, extendiéndose entre los 31° y 39° S (Figura 48). La característica principal son las extensas planicies herbáceas y la casi total ausencia de árboles y arbustos. Es la región más intensamente modificada por el uso humano y sus particularidades naturales solo subsisten en pequeños sectores.

Es una unidad heterogénea de muy bajo relieve relativo debido principalmente al accionar del proceso eólico, configurando una planicie loessica plio-pleistocena. Exhibe baja pendiente regional hacia el litoral atlántico y los ríos Paraná y de la Plata. La planicie loessica está modificada parcialmente por el accionar del proceso fluvial, por las ingresiones marinas cuaternarias en la zona costera y por eventos de acumulación eólica arenosa. Un aspecto destacado de la región es la ausencia casi total de afloramientos rocosos y materiales más antiguos que el Plioceno, salvo en los sistemas serranos septentrionales y australes de Buenos Aires.

La deflación eólica actuante durante períodos secos ha resultado en la formación de numerosas cubetas de deflación, actualmente ocupadas por lagunas y zonas bajas anegadizas. En la parte occidental y en algunos momentos de mayor aridez en la oriental, se generaron extensos campos de dunas sobreimpuestos de distintos tipos y edades. Al oeste predominan las dunas longitudinales y grandes dunas parabólicas, mientras que al este se encuentran dunas parabólicas de menores tamaños y crestas barjanoides y transversales. El proceso fluvial no alcanzó a modificar totalmente al relieve eólico, en parte debido al bajo relieve relativo y pendientes exiguas. La red evidencia cierto control de estructuras preexistentes en profundidad y la caracteriza un drenaje poco integrado y el endorreico. La pedogénesis ha sido el proceso dominante durante la mayor parte del Cuaternario, observándose numerosos suelos enterrados.

Las fluctuaciones cuaternarias del nivel del mar en una región muy baja han determinado la ocurrencia de formas litorales tierra adentro, como cordones litorales, albuferas, planicies de marea y canales de ma-

rea, en especial en la zona de la bahía de Samborombón, Bahía Blanca-bahía Anegada y en el Río de la Plata. En las sierras Septentrionales y Australes de Buenos Aires se advierten remanentes de antiguas superficies de planación regionales disectadas y falladas. Los depósitos fluviales de loess retrabajado conforman niveles de bajadas; son importantes en Córdoba y en los sectores aledaños a las sierras de Buenos Aires.

El clima es templado húmedo sin estación seca, volviéndose hacia el oeste semiárido y con estación seca, de tipo Mesotermal húmedo (Templado húmedo) Cfw´a (h) con temperaturas medias anuales 18-15°C (enero alrededor de 20°C y julio de 10°C). Las precipitaciones superan los 1200-1100 mm anuales y la evapotranspiración potencial es del orden de los 800 mm, por lo cual la unidad tiene exceso de agua anual. Hacia el oeste, se verifica un descenso en las precipitaciones, dando como resultado un tipo climático Semiárido de estepa Bskw (a), por lo cual esta zona tiene un marcado déficit hídrico anual. En las serranías de la provincia de Buenos Aires, el clima se vuelve más frío con un tipo Mesotermal húmedo (Templado húmedo) Cfw´a (h). Por último, hacia la provincia de Córdoba, las temperaturas son mayores y el tipo climático es Mesotermal húmedo (Templado húmedo) Cfwa (h) y Cwa (k), pudiendo mostrar un pequeño déficit hídrico anual.

En esta región se localizan los suelos más fértiles del país constituyendo una de las regiones más productivas del Mundo. Predominan los suelos humíferos, si bien son comunes los suelos ácuicos e hidromórficos y, en la zona occidental, los suelos arenosos.

Los materiales originarios son variados si bien es marcado el predominio de los eólicos limosos y limo-arenosos de tipo loessico. En menor proporción se encuentran sedimentos fluviales finos (usualmente loess retransportado), limos lacustres, arenas eólicas y arenas, limos y arcillas marinas. El relieve es en general muy suavemente ondulado con frecuentes sectores deprimidos. El clima es templado húmedo sin o con estación seca, con un régimen de humedad esencialmente údico, que se vuelve ústico hacia el oeste de la unidad. Si bien la región está muy modificada por la agricultura y la ganadería, en algunos sectores subsisten manchones de la vegetación originaria, los pastizales típicos de una estepa herbácea.

Los principales procesos pedogenéticos activos en la región se relacionan en general con la ausencia de déficit hídrico. Estos son melanización-humificación, argiluviación, gleycificación, calcificación-descalcificación y alcalinización. Los suelos pertenecen principalmente a los Órdenes Molisoles, seguido de los Alfisoles y Entisoles. En la Tabla 23 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 24 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.



FIGURA 48: Región de suelos

En la mayor parte de la región se observan suelos con horizontes superficiales oscuros, potentes y bien provistos de materia orgánica en los cuales la maduración de la materia orgánica (humificación) y la melanización son los procesos dominantes, resultando en una alta fertilidad. Estos horizontes A poseen en general contenidos de materia orgánica mayores que el 3%, estructura en bloques y texturas franco-limosas y franco arenolimosas. Consecuentemente los suelos pertenecen al Orden Molisoles formados a partir de materiales originarios loessicos, sedimentos de tamaños limosos, con cierta participación de arenas, lo que confiere a los suelos propiedades físicas y químicas muy favorables para la mayor parte de los cultivos.

En los sectores más elevados, estables desde el punto de vista geomorfológico y más antiguos, los Molisoles presentan un alto grado de desarrollo pedogenético. Por

GEOMORFOLOGÍA			MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Planicie loessica (llanura alta)		Divisorias o interfluvios	Loess	Argiudoles, Hapludoles y Argialboles
		Bajos y cubetas	Loess retrabajado	Endoacuoles
		Vías de avenamiento	Loess retrabajado	Endoacuoles Hapludoles
Relieve fluvial-litoral (Llanura baja)	Delta-estuario	Albardones	Arenas y limos recientes	Hapludoles Endoacuoles Udifluventes
		Planicie interdistributaria	Limos y arcillas recientes	Endoacuentes Endoacuoles Udifluventes
	Litoral-costero	Cordones	Conchillas platenses (detritos de moluscos bivalvos)	Haprendoles Hapludoles
		Planicie marea (cangrejales)	Arcillas y limos	Endoacuoles Natracualfes Hapludertes Natracuoles
		Dunas costeras	Arenas	Udipsamentes Hapludoles
	Valles fluviales	Planicies aluviales	Limos y arcillas	Endoacuoles Endoacuentes Hapludoles Udifluventes Natracuoles
		Terrazas	Limos	Hapludoles Argiudoles
		Bajos	Limos y arcillas	Endoacuoles Endoacuentes Natracuoles
Serrana		Roca y faldeos	Coluvio y regolito, loess y arenas	Udortentes Argiudoles y Hapludoles líticos
Campos dunas		Dunas	Arenas	Hapludoles Udipsamentes
		Interdunas	Loess retrabajado	Endoacuoles Hapludoles ácuicos

Tabla 23: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos humíferos de la Región Pampeana

debajo de los horizontes mólicos se hallan potentes horizontes de acumulación de arcillas (Bt). Los horizontes argílicos son de texturas arcillosas o franco-arcillosas, tienen estructuras prismáticas y abundantes barnices o cutanes, lo que evidencia que su génesis se debe a la migración de arcillas en suspensión (traslocación). Estos suelos son muy profundos (más de 2 m), con horizontes bien diferenciados y con perfiles complejos (A1-A2-Bt-BC-C) y en función de las características señaladas pertenecen al Gran Grupo Argiudoles y son los suelos dominantes de la región. En los sectores más inestables, en materiales originarios arenosos o en depósitos más jóvenes, los Molisoles tienen perfiles más simples (A-AC-C o A-Bw-C) y texturas más gruesas por lo que pueden clasificarse como Hapludoles.

Debido a la forma y aspecto del relieve (suave, con bajo relieve relativo y pendientes), las zonas anegadizas son muy abundantes dando lugar a condiciones propicias para la aparición de suelos hidromórficos. Este tipo de suelos domina en la Pampa Deprimida, la que coincidente aproximadamente con la Cuenca del Salado, y en la región, existen dos Grandes Grupos de suelos. En el caso de que el agua no haya inhibido totalmente la humificación aparecen Molisoles de régimen ácuico. Estos son principalmente Endoacuoles con perfiles poco diferenciados pero profundos y son frecuentes no solo en las antiguas cubetas de deflación convertidas en lagunas, sino también en las planicies aluviales de los principales cursos fluviales de la región. En el otro caso (humificación limitada), los suelos tienen horizontes superficiales poco potentes, con escasa materia orgánica y son claros (por lo que no son mólicos) y por debajo tienen un grueso horizonte de acumulación de arcillas sódicas (nátrico) dando lugar a la aparición de Alfisoles de régimen ácuico. Son suelos profundos con perfiles bien diferenciados y texturas finas y pertenecen principalmente al Gran Grupo de los Natracualfes. La presencia de horizontes nátricos y, por consiguiente, la evidencia del accionar del proceso de alcalinización, no se limita a los Alfisoles, ya que varios Molisoles pueden tener horizontes nátricos como los Natracuoles y Natralboles.

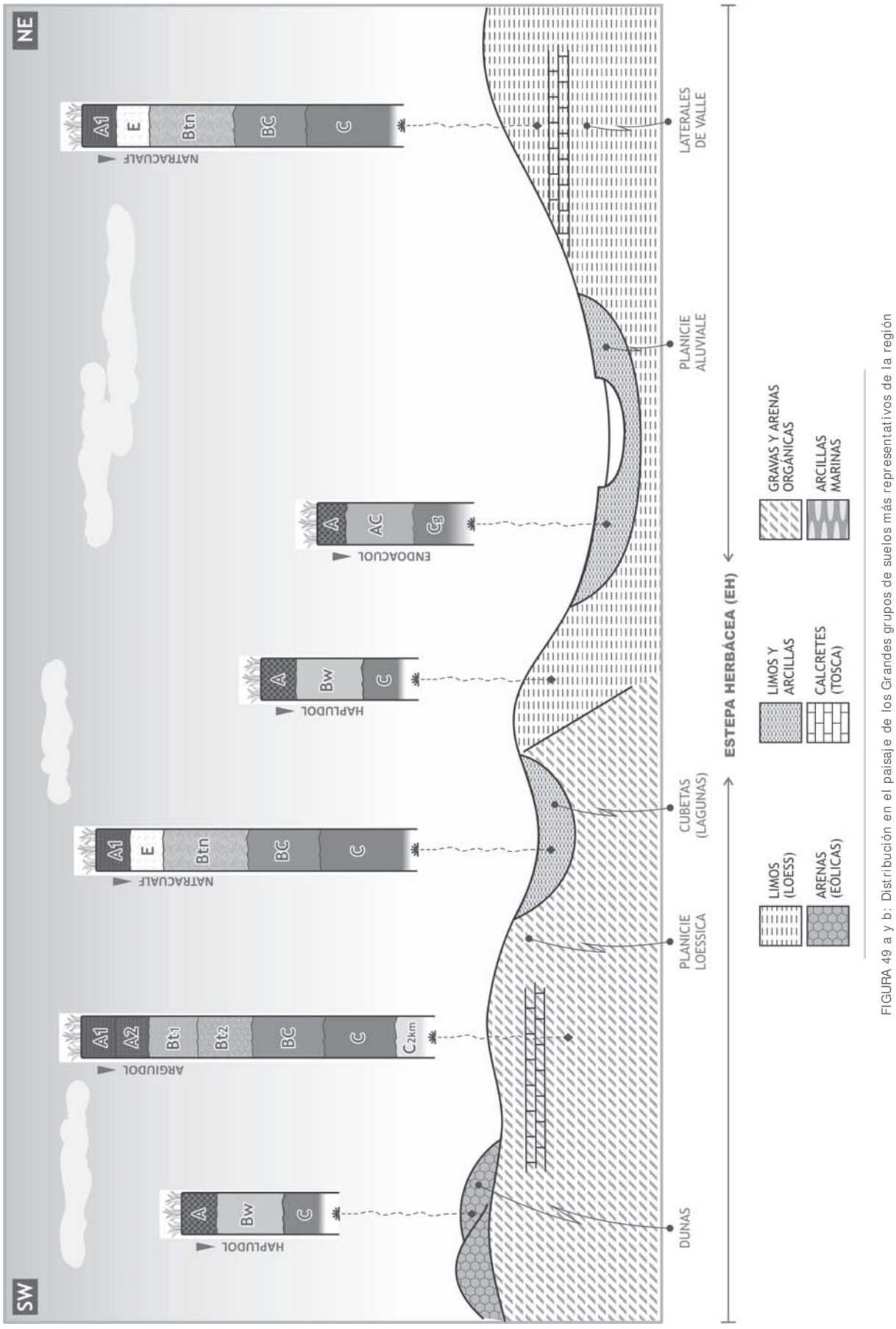


FIGURA 49 a y b: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

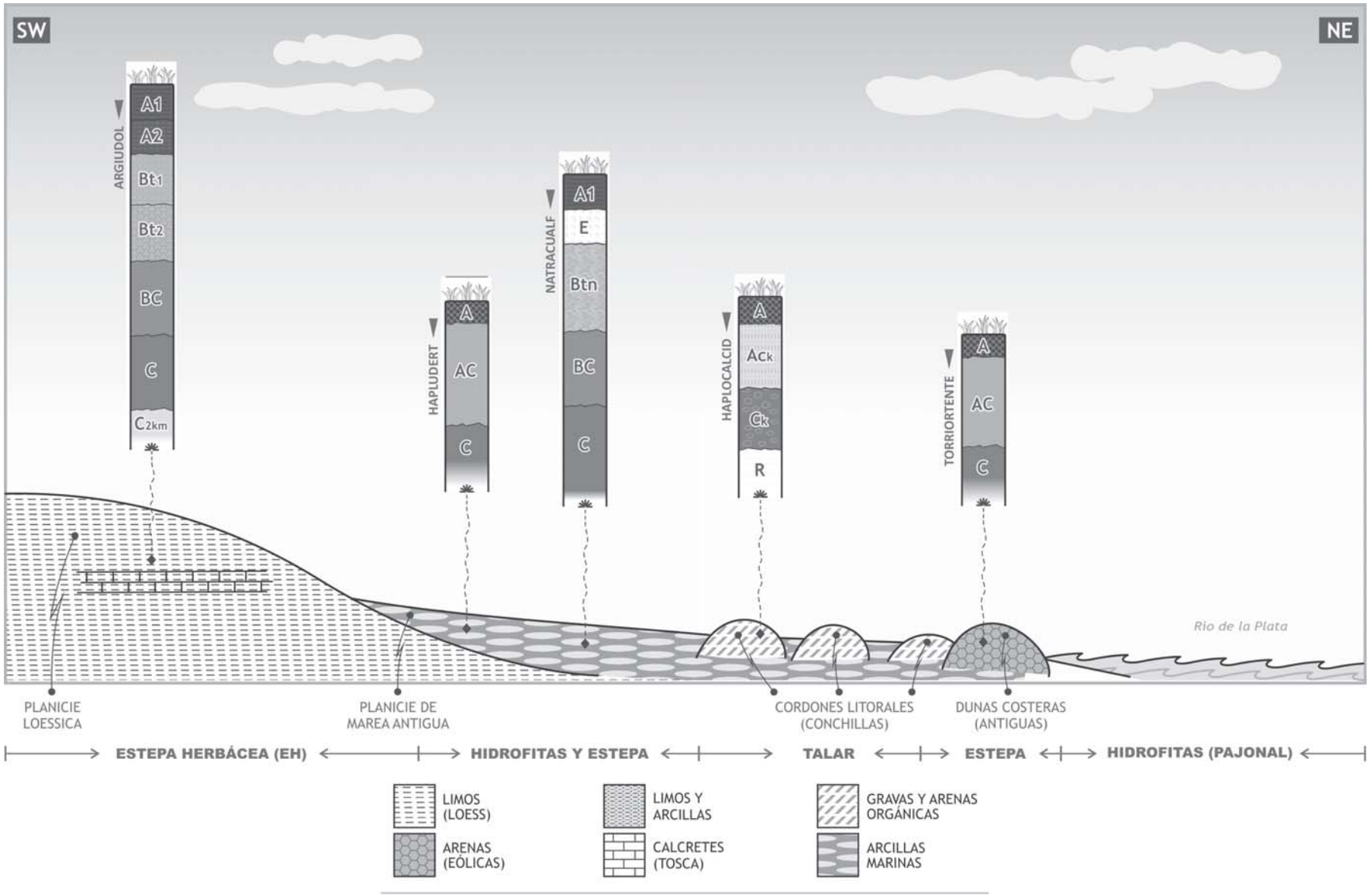


FIGURA 49 a y b: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

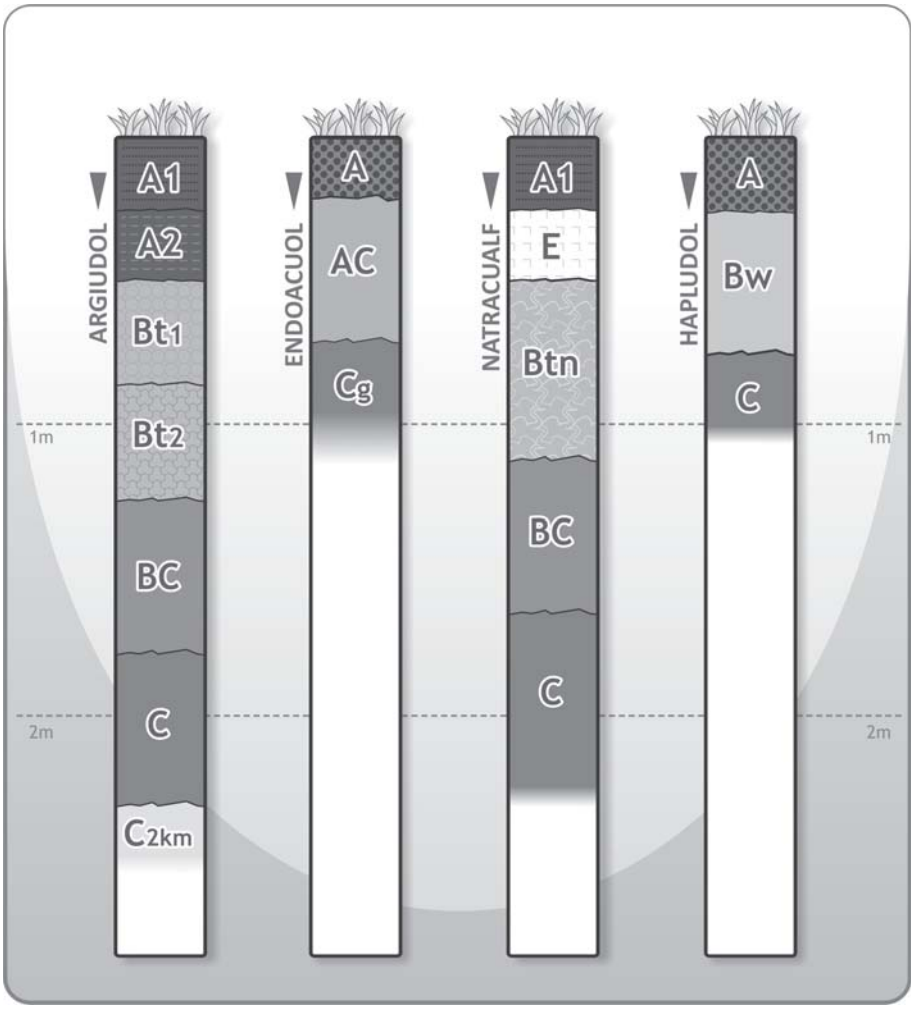


FIGURA 50: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

Los Natralboles así como los Argialboles son Molisoles que corresponden al Gran Grupo de los Alboles y que se caracterizan por poseer, por debajo del horizonte superficial mólico (A), un horizonte eluvial de tipo E, de color blanquecino y textura arenosa o franco-arenosa. Son suelos muy profundos y bien desarrollados, que se localizan en general sobre las suaves pendientes que marginan los interfluvios de la planicie loessica.

En la zona litoral, especialmente en la bahía de Samborombón y en Bahía Blanca, aparecen asociaciones de suelos muy específicas relacionadas con las antiguas geoformas litorales marinas: suelos gruesos y con altos contenidos de carbonatos de calcio en los cordones de conchillas y suelos finos e hidromórficos (algunos con altas proporciones de arcillas expansibles) de las antiguas planicies de mareas. En el primero de los casos se trata de Haprendoles con perfiles A-ACk-Ckm, con altos valores de carbonato de calcio desde el horizonte mólico. En las planicies de mareas se hallan Endoacuoles, Natracuoles y Natracualfes, en los dos últimos casos con altos contenidos de sodio en el complejo de intercambio vinculado al material originario.

En menor proporción se observan Vertisoles, los que se caracterizan por tener alta proporción de arcillas expansibles (esmectitas) que les confieren la propiedad de variar de volumen según estén o no saturados en agua. Son profundos, poseen texturas finas y altos contenidos de materia orgánica en la parte superior, si bien acumulada en forma mecánica, proceso diferente al causante de los horizontes mólicos. Los perfiles son poco diferenciados y poseen rasgos hidromórficos y caras de deslizamiento (*slickensides*) y se clasifican como Hapludertes.

En los grandes campos de dunas, presentes tanto en la denominada Pampa Arenosa (oeste de Buenos Aires, este de La Pampa y sur de Córdoba y San Luis), como en la zona litoral atlántica, los suelos tienen perfiles menos desarrollados, debido a la textura arenosa de los materiales originarios y a la mayor actividad morfodinámica. En las dunas más antiguas y estabilizadas

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Argiudoles	A-Bt-BC-C-Ckm	Mólico Argílico	Planicie loessica	Suav. ondulado	loess	Templado Húmedo	Údico	Estepa herbácea	Moderado	Largo
Hapludoles	A-Bw-C	Mólico Cámbico	Planicie loessica y dunas	Suav. ondulado	Loess y arenas eólicas	Templado Húmedo	Údico	Estepa herbácea	Bueno	Moderado
Natracualfes	A-Btn-BC-C	Nátrico	Vías de avenamiento y ambiente litoral	Subnormal	Loess retrabajado	Templado Húmedo	Ácuico	Estepa herbácea	Malo	Largo
Endoacuales	A-AC-Cg	Mólico	Vías de avenamiento y ambiente litoral	Subnormal	Loess retrabajado y dep. finos fluviales	Templado Húmedo	Ácuico	Estepa herbácea	Malo	Moderado
Haplustoles	A-Bw-Ck	Mólico Cálcico	Planicie loessica y dunas	Suav. Ondulado	Loess y arenas eólicas	Semiárido	Ústico	Estepa herbácea	Bueno	Moderado
Udipsamentes	A-C	Ninguno	Dunas	Suav. Ondulado	Arenas eólicas	Variable	Údico	Estepa herbácea	Bueno	Corto
Argialboles (Natralboles)	A-E-Bt-BC-C (A-E-Btn-BC-C)	Mólico Albico Argílico (nátrico)	Planicie loessica	Suav. Ondulado	Loess	Templado Húmedo	Údico	Estepa herbácea	Moderado	Largo
Udifluventes	A-C1-2C2	Ninguno	Vías de avenamiento	Plano	Dep. finos fluviales	Variable	Údico	Estepa herbácea	Variables	corto

TABLA 24: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos humíferos de la Región Pampeana.

se localizan Hapludoles, o sea Molisoles de perfiles simples (A-AC-C), mientras que en las dunas activas y en las más modernas aparecen Entisoles, o sea suelos carentes de horizontes diagnósticos. En este caso se trata de Udipsamentes, como por ejemplo en Punta Médanos.

En las vías de avenamiento, en especial en las zonas pedemontanas de las Sierras Septentrionales Bonaerenses, Sierras Australes y Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, se encuentran otros Entisoles en las planicies aluviales. Son, según sean gruesos o no, Ortentes y Fluventes respectivamente, y se caracterizan por ser suelos potentes y poco diferenciados, con numerosas discontinuidades litológicas. También se hallan Acuentes, Entisoles de régimen ácuico. Dada la generalizada disponibilidad de agua, los Entisoles de esta región se asocian de manera exclusiva a geoformas y depósitos jóvenes y su existencia es resultado del factor tiempo.

En la Pampa Ondulada y en el piedemonte de los diversos sistemas serranos de la región es común hallar en profundidad un nivel de "tosca" que corresponde a antiguos horizontes de acumulación de carbonatos cementados (calcretes).

Hacia el oeste de la región, con el aumento del déficit hídrico estacional aparecen Molisoles con contenidos altos de carbonatos de calcio en horizontes subsuperficiales e integrados con suelos de ambiente desértico (Aridisoles). En líneas generales, la menor disponibilidad de agua resulta en suelos menos potentes y con perfiles menos diferenciados. Se hallan Haplustoles y Argiustoles, o sea Molisoles de régimen ústico, sin o con horizonte subsuperficial de acumulación de arcillas (Bt). Los horizontes A, si bien siempre poseen más del 1% de materia orgánica, son más claros (pardos o castaños) que en la Pampa Húmeda y menos estructurados.

Las zonas serranas tienen particularidades distintivas, sin bien salvo en los sectores más elevados y de mayor pendiente, también predominan los Molisoles. En éstas los horizontes superficiales suelen ser aún más ricos en materia orgánica (menores temperaturas) y la presencia de horizontes Bt está restringida por la profundidad de aparición de la roca. En la mayor parte de los casos, en las partes serranas, los Molisoles son Hapludoles y Argiudoles líticos, esto significa que la roca suele encontrarse a menos de 1 m de profundidad. En las zonas pedemontanas, los afloramientos rocosos son menos frecuentes y los suelos son semejantes a los de la Pampa Ondulada, si bien es posible localizar lentes conglomerádicas intercalados en los depósitos loessicos y loessoides.

La alternancia de eventos de depositación de loess y de pedogénesis, procesos dominantes en todo el Cuaternario de la región, vinculados a períodos secos-fríos y templado-húmedos respectivamente es una característica de la misma. Consecuentemente, es común hallar discontinuidades litológicas en los suelos, enterrados y paleosuelos, así como herencias morfoclimáticas (como los calcretes o toscas) y por lo tanto suelos poligenéticos. Esto implica la amplia aparición de suelos de tipo apto, con perfiles A-AC-C-2Bt-2C (Hapludol tapto-árgico).

Resumiendo, las principales propiedades de los suelos de esta unidad son: 1) Horizontes superficiales potentes, oscuros y ricos en materia orgánica, 2) Valores comparativamente altos de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), 3) pH cercano a la neutralidad, 4) Alto porcentaje de saturación en bases, 5) Alta frecuencia de suelos con rasgos hidromórficos, 6) Predominio de materiales originario loessicos, 6) Alta proporción de suelos con horizonte subsuperficial argílico (Bt) y 7) Presencia de carbonatos en profundidad en la mayor parte de los suelos bien drenados.

En la Figura 49 (a y b) se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 50 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

En líneas generales todos los suelos bien drenados de la región son aptos para alguna clase de cultivo por lo que constituye la zona de mayor productividad agrícola del país y una de las más importantes del Mundo. Los cultivos más frecuentes son la soja, el trigo, maíz, girasol y forrajeras, realizándose en general dos cosechas anuales.

En las zonas en las cuales los suelos tienen problemas de drenaje, pedregosidad o tienen texturas más gruesas, el uso en general está restringido a la ganadería intensiva de bovinos de alta calidad y rendimiento.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos limosos eólicos (loessicos), limos fluviales, arenas eólicas y sedimentos arenosos y finos marinos.*

Relieve: *Planicie loessica, campos de dunas, suaves piedemontes y geoformas litorales y fluviales.*

Clima: *Templado húmedo sin y con estación seca a semiárido. Régimen údico, con transición al ústico hacia el oeste.*

Biota: *Estepa herbácea. Provincia Pampeana, del Espinal, Chaqueña y del Monte.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio estable, con fuerte predominio de la pedogénesis en todo el Neógeno.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Melanización.
Argiluviación.
Gleycificación.
Calcificación.
Alcalinización.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Argiudoles, Hapludoles, Natracualfes, Haplustoles, Udipsamentes, Endoacuoles, Natracuoles, Udifluventes, Argialboles y Hapludertes.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Agricultura y ganadería intensiva.
Urbano e Industrial.
Localizada minería.
Turismo y recreación.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Localizada erosión hídrica y eólica.
Contaminación industrial, urbana y por uso de fertilizantes.
Pérdidas por minería de suelos.



Suelos desérticos de la Patagonia Extraandina

La Patagonia Extraandina alcanza gran extensión y se ubica en el extremo sur de América; abarca la mayor parte de las provincias de La Pampa, Río Negro, Neuquén, Chubut y norte de Santa Cruz, así como pequeños sectores de las de Buenos Aires y Mendoza. Se extiende entre los 34° y los 46° S aproximadamente y alcanza una superficie de casi 800.000 km^2 (Figura 51). Su principal característica es la presencia de extensas planicies subhorizontales de diferentes orígenes situadas a distintas cotas que se escalonan hacia los principales cursos fluviales que la atraviesan en sentido oeste-este. Este relieve se interrumpe ocasionalmente por la aparición de asomos rocosos y bajas serranías.

Las planicies pueden ser bajadas pedemontanas, planicies glacifluviales, planicies estructurales o pedimentos. Los materiales superficiales dominantes son los llamados "rodados patagónicos" cementados por carbonatos. Los afloramientos rocosos se restringen a zonas marginales de los cañadones y cursos fluviales, salvo en los macizos del Deseado y Nordpatagónico en los que se observan remantes de superficies de planación (peneplanicies). Los cursos fluviales, excepto los mayores que son alóctonos, son de régimen efímero. Vinculados a los grandes cursos fluviales, como los ríos Colorado, Negro, Chubut, Chico y Deseado, se han generado numerosos niveles de terrazas fluviales. La acción eólica se materializa en una importante cobertura de arena que cubre las geoformas fluviales y glaciarias.

Los bajos son una geoforma conspicua de la Patagonia y tienen diferentes orígenes y dimensiones y, en los mayores, se forman ambientes de playas salinas, con bajadas y pedimentos de flanco asociados. En la génesis de los mismos intervienen la tectónica, la deflación eólica, la acción fluvial y marina y fenómenos de inversión de relieve. Se advierten extensas planicies estructurales lávicas vinculadas al volcanismo de retroarco de edades miocenas a pleistocenas. Asociadas a los bordes de las planicies estructurales lávicas se han generado grandes zonas de deslizamientos rotacionales (*slumps*). En la franja costera predominan las geoformas erosivas, como acantilados y plataformas de abrasión y en menor medida se observan cordones litorales de edades pleistocenas y holocenas a diferentes alturas respecto al nivel del mar actual.

El clima es árido y frío, si bien los veranos pueden ser especialmente calurosos durante el día y, uti-

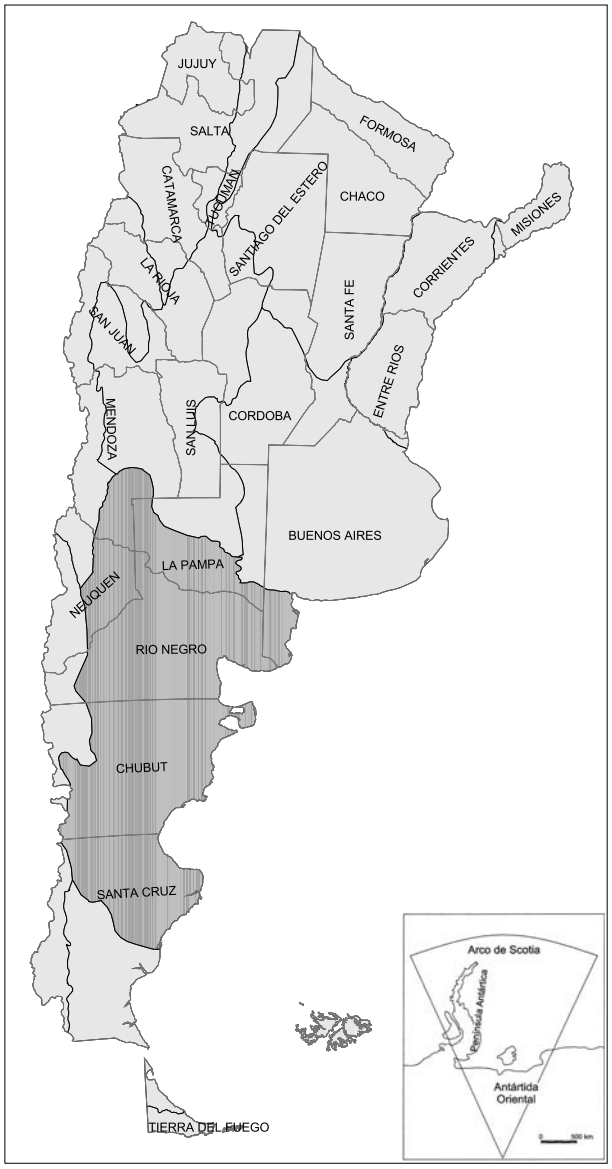


FIGURA 51: Región de suelos

lizando la clasificación climática de Koeppen modificada, puede ser Semiárido o Árido de estepa Bskw (a), Árido o Desértico Bwk. Las temperaturas medias anuales tienen un valor medio comprendido entre 18° y 12° C (enero alrededor de 22-12°C y julio entre 10 y menos de 2°C). Hacia el sur los valores medios disminuyen de manera considerable. Las precipitaciones alcanzan en promedio entre 300 y 200 mm anuales con una evapotranspiración potencial del orden de los 500-600 mm, por lo cual la unidad tiene un fuerte déficit hídrico anual. Las heladas son comunes en todo el año y las nevadas son frecuentes en invierno y ocasionalmente pueden tener lugar en el resto del año. En las zonas montañosas, la altura provoca una disminución de las temperaturas, un aumento relativo de las precipitaciones y, en consecuencia, una reducción en el déficit hídrico.

Los suelos de la Patagonia Extraandina exhiben en general propiedades típicas de los suelos de regiones áridas. Si bien el clima es árido (régimen arídico) y la cobertura vegetal es poco densa y esencialmente predominan las especies arbustivas la dinámica geomorfológica no es tan importante. El balance entre morfogénesis y pedogénesis se encuentra desplazado hacia el primero de los términos, constituyendo un medio inestable. Sin embargo, dado que las geoformas dominantes son las grandes planicies estructurales y terrazas fluviales, que son formas estables, la pedogénesis es más importante que en las otras regiones áridas de la Argentina. A este aspecto se suma el hecho que en el pasado han existido numerosos momentos en los cuales en la región las precipitaciones fueron mayores. Los materiales originarios son rodados y gravas fluviales (Rodados patagónicos) y arenas eólicas y fluviales.

Los principales procesos pedogenéticos y morfogenéticos son calcificación, salinización, argiluviación y la erosión-acumulación. Los suelos pertenecen a los Órdenes Aridisoles y Entisoles, mientras que en menor medida se observan también Molisoles. En los Aridisoles predominan tres subórdenes: Argides, Calcides y Salides, si bien también se encuentran Cambides y Gipsides.

En la Tabla 25 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 26 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En las geoformas más estables hay suelos en los que se advierte un horizonte subsuperficial de acumulación de arcillas (Bt). Estos suelos pertenecen al Suborden de los Argides y son resultado del proceso de argiluviación y, dentro de ellos dominan los Haplargides y, en menor medida los Paleargides. Usualmente tienen un horizonte superficial potente pero poco provisto de materia orgánica y con débil estructura, por lo común de textura arenosa. Los perfiles edáficos son relativamente simples (A-Bt-Ck). Es posible determinar la existencia de una discontinuidad litológica entre ambos horizontes, siendo el argílico (Bt) una herencia de climas más húmedos pasados. En líneas generales, por debajo del horizonte de acumulación de arcillas, el horizonte C suele poseer contenidos altos de carbonato de calcio, a veces incluso cementado formando un horizonte petrocálcico. La pedregosidad puede ser importante en todo el perfil, incluso en el horizonte argílico.

En algunos casos, los horizontes Bt son ricos en arcillas sódicas, tratándose de Natrargides. Estos suelos aparecen en sectores más deprimidos dentro de las planicies estructurales y salvo por la presencia del horizonte nátrico son muy semejantes a los Haplargides, encontrándose su génesis vinculada a aspectos del drenaje interno de los suelos y a herencia de los materiales originarios (ricos en Na). En algunos sectores,

GEOMORFOLOGÍA		MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Valles fluviales	Planicies aluviales	Gravas y arenas	Torriortentes Torrifluventes
	Terrazas	Gravas y arenas con o sin calcretes y arenas eólicas	Torriortentes Haplocalcides Haplocambides
Paisaje Glaciario	Morenas	Bloques, gravas, limos y arenas	Haplargides Haplocambides Haploxeroles
	Planicies Glacifluviales	Gravas, limos y arenas neógenas y arenas eólicas	Haploxeroles Haplargides Petrocalcides Paleargides
Relieves poligenéticos	Planicies lávicas	Regolito, bloques y arenas eólicas	Torriortentes Haplargides Haplocambides
	Planicies estructurales	Gravas y arenas con o sin calcretes y arenas eólicas	Haploxeroles Haplargides Petrocalcides Paleargides Haplocalcides Torriortentes Torripsamentes
	Pedimentos	Gravas y arenas	Haploxeroles Haplargides Torriortentes Torripsamentes Haplocalcides
Litoral-costero	Cordones	Conchillas, gravas y arenas	Torriortentes Torripsamentes Endo-epiacuentes
	Terrazas marinas	Gravas, arenas y arenas eólicas	Torriortentes Torripsamentes Haplocalcides
Remoción en masa	Deslizamientos rotacionales	Regolito, bloques y coluvio	Torriortentes Haplocalcides
Bajos	Playas	Limos y arcillas salinas, arenas eólicas	Acuisalides Epi-endoacuentes Torripsamentes
	laterales	Gravas y arenas recientes	Torriortentes Torripsamentes Haplocalcides
Serrana	Roca y faldeos	Regolito, coluvio y afloramientos	Torri-criortentes
Campo dunas	Dunas	Arenas eólicas	Torripsamentes Cuarcipsamentes

Tabla 25: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos desérticos de Patagonia Extrandina

los horizontes B no llegan a presentar rasgos marcados de iluviación (cutanes) y por lo tanto constituyen horizontes Bw (cámbicos). En ese caso los suelos pertenecen al Suborden Cambides y, al igual que en los Argides, tienen horizontes de acumulación de carbonatos por debajo del Bw.

En otros niveles de planicies estructurales, asociados a niveles de rodados patagónicos, aparecen suelos con horizontes de acumulación de carbonatos de calcio muchas veces a poca profundidad. Corresponden al Suborden Calcides y son principalmente Haplocalcides, con perfiles simples y poco profundos. Es común que el carbonato de calcio cemente los rodados configurando una capa dura, por lo que, en este caso, los suelos se denominan Petrocalcides y tienen perfiles simples A-ACk-Ckm. Comparando con los Argides, los Calcides son más frecuentes en las geoformas más modernas o geomorfológicamente más activas, también asociados a materiales originarios más pedregosos y mayores condiciones de más aridez.

Los bajos constituyen una forma conspicua de la región en los que el drenaje centrípeto, el clima árido y la disponibilidad de sales resultan en la formación de suelos salinos del tipo Salides en los que dominan los procesos de salinización por ascenso capilar. Los perfiles tienen escaso desarrollo pedogenético, con salinidad desde los niveles superficiales. Las texturas francas y más finas son las más habituales, ya que las mismas favorecen la acumulación de sales. Los suelos pueden estar temporalmente saturados o no en agua, en el primero de los casos se trata de Acuisalides y en el segundo de Haplosalides.

Finalmente, en algunos niveles pedemontanos de las provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa se

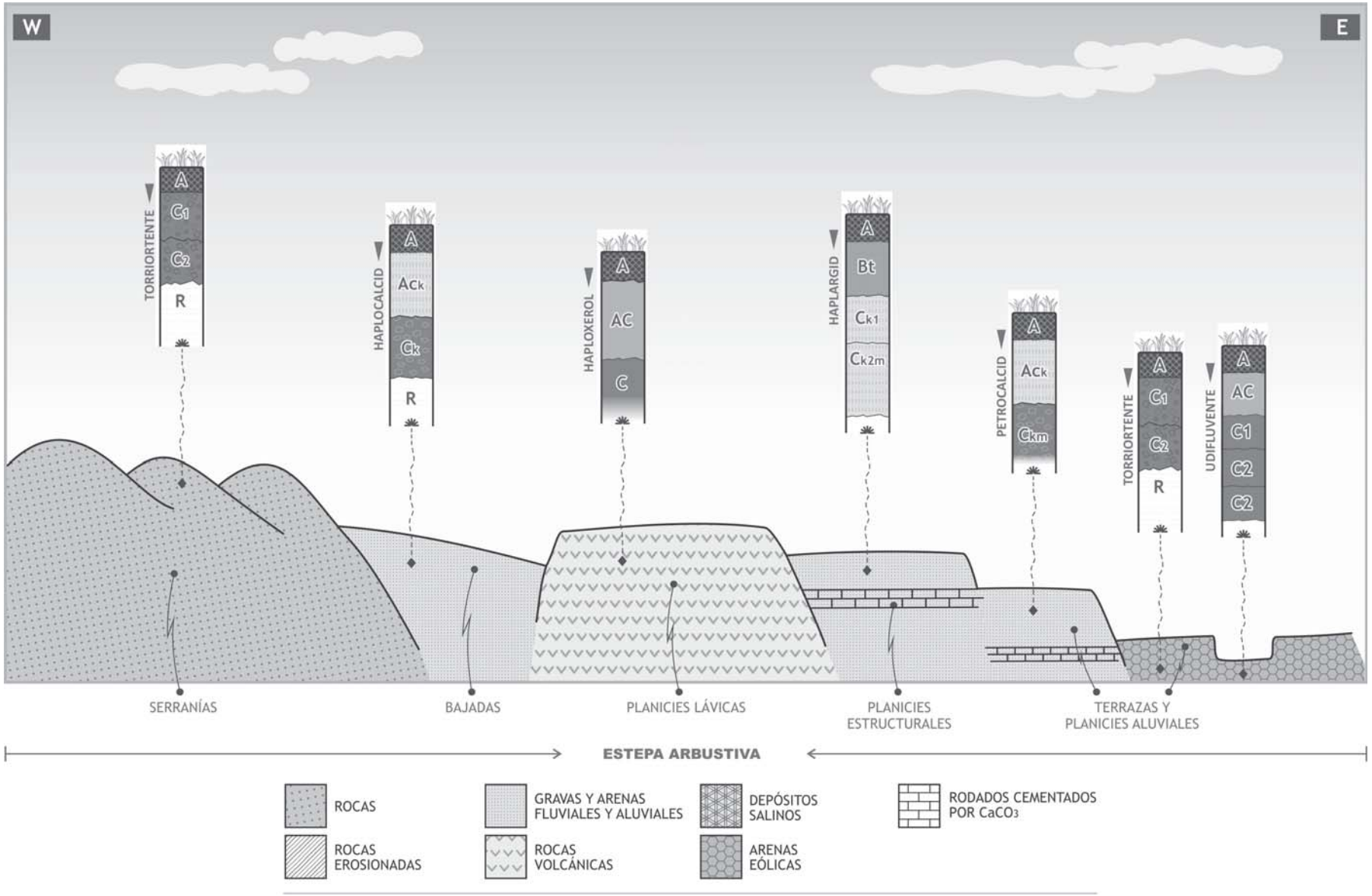


FIGURA 52 a y b: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

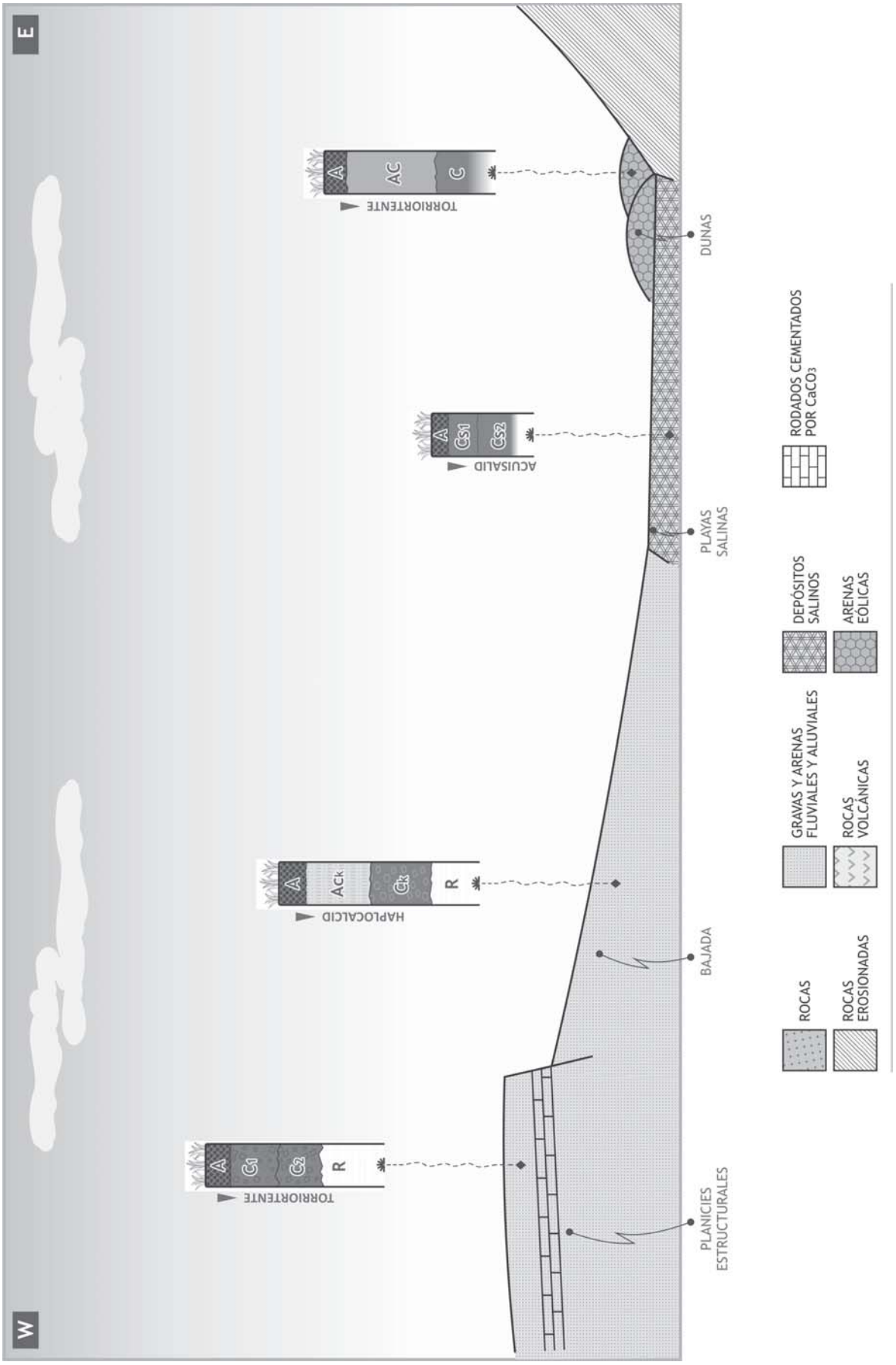


FIGURA 52 a y b: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

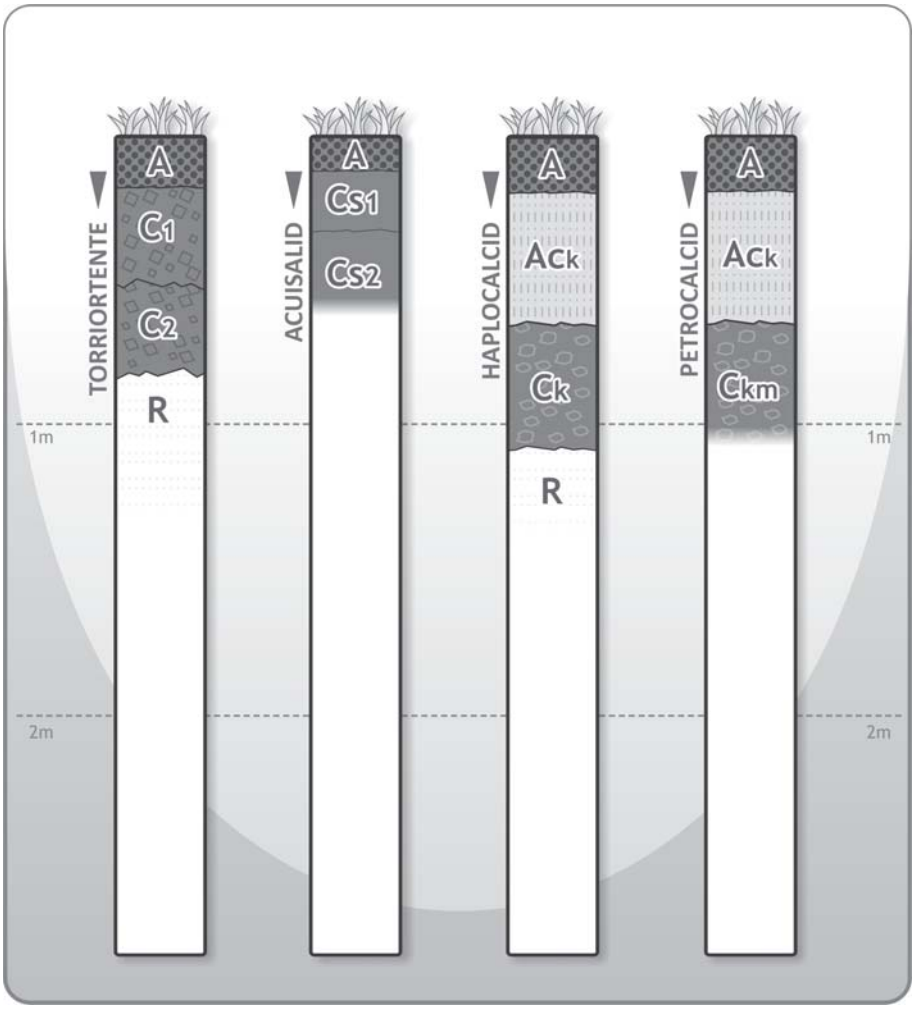


FIGURA 53: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

han reconocido suelos que poseen acumulaciones considerables de yeso y que por lo tanto pueden ser clasificados como Gipsides. Los horizontes de acumulación de yeso pueden hallarse cementados formando Petrogipsides y en todos los casos, se trata de suelos pedregosos y poco desarrollados. La ocurrencia de importantes afloramientos de yesos jurásicos y cretácicos en la zona andina ha favorecido la formación de estos suelos. Sometidos a intenso regadío sufren problemas de subsidencia por fenómenos kársticos.

Los niveles de terrazas fluviales y pedimentos más jóvenes, así como las planicies lávicas y los macizos rocosos (Somuncurá y Deseado) poseen suelos de mucho menor desarrollo, siendo generalmente Entisoles del Suborden Ortentes. Son suelos poco profundos, muy pedregosos y de escaso desarrollo edáfico y bajo contenido de materia orgánica. En las planicies aluviales, especialmente en los grandes cursos fluviales que atraviesan de oeste a este a la Patagonia Extraandina (como en los ríos Colorado, Negro, Chubut, Deseado, entre otros) también se encuentran Fluventes. En algunos sectores las dunas alcanzan grandes extensiones hallándose en ellos otros Entisoles: Psamentes, los que se caracterizan por tener texturas arenosas.

La diferenciación a nivel Gran Grupo, en Orden Entisoles, se da en función de las condiciones climáticas, por lo tanto en las zonas más cálidas se hallan Torriortentes y Torripsamentes y en las más frías aparecen Criortentes. En los bajos, asociados a los Haplosalides se pueden observar Entisoles de régimen ácuico: Endoacuentes de texturas finas. En líneas generales, los Entisoles, si se los compara con los Aridisoles, son más frecuentes en las grandes bajadas y campos de dunas que las cubren parcialmente del sur de Mendoza, oeste de la Pampa y nordeste de Neuquén, en donde la morfodinámica suele ser mayor que en las típicas planicies de la Patagonia Extraandina y el clima es (y ha sido) más cálido y árido.

Hacia el sur, en especial en el sector sudoriental de Chubut, vinculado a la mayor humedad relativa (debida al efecto oceánico y disminución de la temperatura media) se produce un descenso en el déficit hídrico. En consecuencia, la estepa arbustiva va dejando lugar a una estepa mixta o directamente herbácea a la que se

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Haplargides	A-Bt-Ck	Argílico-cálcico	Planicies estructurales	Plano	Arenas y gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Largo
Petrocalcides	A-AC-Ckm	Petrocálcico	Planicies estructurales y terrazas	Plano	Gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Moderado
Acuisalides	A-AC-C	Sálico	Bajos	Subnormal	Limos y arcillas fluviales	Árido	Ácuico	Especial.	Malo	Moderado
Natrargides	A-Btn-Ck	Nático-cálcico	Planicies estructurales	Plano	Arenas y gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Largo
Torriortentes	A-C-R	Ninguno	Planicies aluviales y serranías	Variable	Grueso de orígenes variados	Árido	Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Torripsamentes	A-AC-C	Ninguno	Terrazas, Planicies aluviales y dunas	Variable	Arenas eólicas	Árido	Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Torrifluventes	A-AC-C	Ninguno	Planicies aluviales	Variable	Arenas y gravas fluviales	Árido	Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Variable	Corto

TABLA 26: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos desérticos de la Patagonia Extraandina

asocia horizontes superficiales más potentes y oscuros (pardos), con contenidos algo mayores de materia orgánica y ligeramente mejor estructurados. Estas características indican la presencia de Molisoles de bajo desarrollo y bastante someros, los que debidos los regímenes de humedad, son Haplustoles.

En depresiones anegadizas, generalmente asociadas a cañadones y vías de avenamiento secundario, se forman los típicos "mallines" (vegas) de la Patagonia. En ellos pueden encontrarse suelos orgánicos pertenecientes al Orden Histosoles y si no llegan a los contenidos de materia orgánica necesarios (20%) para ser considerados Histosoles, estos suelos se clasifican como Endoacuentes o Haplumbreptes. Formas criogénicas pasadas, como cuñas y estructuras superficiales, han sido reconocidas en suelos de distintos sectores, en particular en la zona oriental de Chubut y Santa Cruz.

Resumiendo, las principales propiedades de los suelos de la región son el predominio de texturas arenosas o aún más gruesas, la alta pedregosidad, los bajos contenidos de materia orgánica y la generalizada aparición de horizontes de acumulación de carbonato de calcio. Además, los suelos poseen pH alcalinos, alta saturación en bases y CIC medias a altas. Los tenores salinos altos en algunos sectores se materializan en altos valores de conductividad y baja resistividad. Si se considera un valle fluvial principal, como por ejemplo el de los ríos Negro o Chubut es posible observar toposecuencias típicas: en las planicies estructurales, más antiguas y más elevadas, se encuentran Haplargides y Paleargides; en los niveles de terrazas fluviales más antiguos dominan los Haplocalcides, mientras que en las terrazas más jóvenes y por consiguiente más bajas, aparecen Torriortentes y Torripsamentes.

En la Figura 52 (a y b) se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 53 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

En líneas generales los suelos de la región poseen escasa aptitud, salvo en zonas de regadío en las terrazas de los grandes ríos de la Patagonia norte, especialmente en los valles de los ríos Colorado, Negro, Neuquén y Chubut, en los cuales la producción se centra en los frutales. En el resto de la región, los suelos tienen una limitada aptitud para la ganadería, especialmente de ovinos. En algunos sectores se han usado los campos en una forma intensiva para la pastura produciéndose alarmantes grados de degradación del recurso suelo, en algunos casos llegando a la pérdida total del mismo.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos arenosos y gruesos: rodados patagónicos, arenas eólicas y fluviales.*

Relieve: *Planicies estructurales de orígenes variados, plano. Ocasionales serranías con relieve quebrado.*

Clima: *Árido y semiárido, dominantemente frío. Régimen arídico, con sectores localizados de ústico en la costa y xérico en el oeste.*

Biota: *Estepa arbustiva y mixta. Provincia Patagónica y del Monte.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio inestable, con morfogénesis atenuadas por el relieve.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Calcificación.
Salinización.
Argiluviación.
Erosión-acumulación.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Haplargides, Haplocalcides, Torriortentes, Haplosalides, Natrargides, Acuisálides, Petrocalcides, Haplocambides y Torripsamentes.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Ganadería ovina y bovina extensiva.
Fruticultura intensiva localizada con regadío.
Extracción de hidrocarburos y minería.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Importante erosión eólica ocasionada por sobrepastoreo.
Erosión hídrica localizada.
Contaminación localizada por hidrocarburos.
Salinización localizada por inadecuado regadío.
Encostramiento.



Suelos semidesérticos de la Patagonia Austral (incluyendo las Islas Malvinas)

Esta unidad alcanza una menor extensión que la región de la Patagonia Extraandina considerada en el apartado precedente. Se ubica en el extremo sur de la Patagonia. Abarca la parte austral de Santa Cruz y el norte de Tierra del Fuego y se extiende entre los 46° y los 54 ° S aproximadamente (Figura 54). Es un semidesierto frío y su principal característica es la presencia de extensas planicies subhorizontales de diferentes orígenes y ubicadas a distintas cotas. Este relieve se interrumpe ocasionalmente por la aparición de asomos rocosos, planicies lávicas y bajas serranías.

Las geoformas dominantes son de origen glaciario, encontrándose morenas frontales de grandes dimensiones correspondientes a varias glaciaciones, que llegan en algunos sectores a la costa atlántica. En los sectores en los cuales no se hallan morenas, las geoformas principales son las planicies glacifluviales, que ocupan la mayor parte del territorio patagónico extraandino. Los materiales superficiales predominantes son los llamados "rodados patagónicos" que conforman un relieve "mesetiforme". Los depósitos de rodados están generalmente cementados por carbonato de calcio. Son frecuentes las depresiones ("bajos") de diferentes orígenes y en los mayores, se han formado ambientes de playas salinas, si bien alcanzan dimensiones menores que los ubicados en la parte central y norte de la Patagonia Extraandina. También se observan planicies estructurales lávicas vinculadas al volcanismo de retroarco de edades miocenas a pleistocenas y en sus bordes se han formado grandes zonas de deslizamientos rotacionales (*slumps*) y, en general, los depósitos de cenizas volcánicas son comunes.

Los cursos fluviales, salvo los mayores que son alóctonos, son de régimen efímero. Vinculados a los grandes cursos fluviales (Chalía, Santa Cruz, Coyle, Gallegos y Grande) se observan numerosos niveles de terrazas fluviales en los que la acción eólica se ha materializado en una importante cobertura de arena que las cubre. En la franja costera predominan las geoformas erosivas, como terrazas litorales, acantilados y plataformas de abrasión y, en menor medida, cordones litorales de edades pleistocenas y holocenas.

El clima es árido y frío, correspondiéndole (utilizando la clasificación climática de Koeppen modificada) un tipo climático transicional entre Semiárido o Árido de estepa Bskw (a) y Mesotermal húmedo (Tem-



FIGURA 54: Región de suelos

plado húmedo) Cfs. Las temperaturas medias anuales poseen un valor medio comprendido entre 12° y 6° C. Las precipitaciones alcanzan en promedio entre 400 y 200 mm anuales, disminuyendo bruscamente en sentido oeste-este. Los vientos húmedos del oeste ingresan por los "boquetes" abiertos en las zonas cordilleranas. Las heladas son comunes en todo el año y las nevadas son frecuentes en invierno y ocasionalmente pueden tener lugar en el resto del año. A diferencia del resto de la Patagonia Extraandina, las condiciones de aridez, la estacionalidad y la continentalidad climática se encuentran algo atemperadas debido a la mayor influencia oceánica y menores temperaturas por lo que el déficit hídrico también es menor (régimen de temperatura criídico y de humedad xérico).

Los suelos de esta región presentan en general características propias de los suelos de regiones semiáridas, si bien esta zona posee una mayor humedad que se traduce en un pasaje de una vegetación de tipo estepa arbustiva a una estepa dominada por las especies herbáceas. El balance entre morfogénesis y pedogénesis está desplazado hacia el primero de los términos, constituyendo un medio relativamente inestable, si bien el hecho que las geoformas más representadas (planicies estructurales y terrazas fluviales) son formas estables la pedogénesis ha sido más importante que en las otras regiones áridas de la Argentina, incluyendo la Patagonia Extraandina norte. A este aspecto se suma el hecho que en el pasado han existido numerosos momentos en los cuales en la región tuvieron lugar condiciones climáticas más húmedas. Los materiales originarios son principalmente rodados y gravas fluviales ("rodados patagónicos") y arenas eólicas y fluviales.

Los principales procesos pedogenéticos y morfogenéticos son la melanización, descalcificación, argiluviación y la erosión-acumulación. La andosolización es menos frecuente y está restringida a escasos sectores de la unidad, en especial al sector del ecotono. Los suelos pertenecen principalmente a los Órdenes Molisoles, Aridisoles, Entisoles e Inceptisoles.

En la Tabla 27 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 28 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

Los Molisoles, en esta región, están formados sobre dos o tres materiales diferentes, con vegetación herbácea. Están bien a moderadamente bien drenados y tienen potentes horizontes superficiales mólicos bien provistos de materia orgánica (más del 6%). La humificación es favorecida por las bajas temperaturas características de la región. Se distinguen tres grupos: los de escaso desarrollo (sin B), los que poseen Bw (cámbico) y los que tienen Bt (argílico). Predominan los Haplocrioles (Subgrupos éntico y cumúlico), correspondiendo a los Molisoles de menor desarrollo, mientras que los suelos con B cámbico, son Haploxeroles y Haplocrioles. Los Haploxeroles cumúlicos son suelos con horizonte superficial mólico muy profundo y bien provisto de materia orgánica, con texturas más finas en los horizontes superficiales y gravillosas en el C. En el extremo SO de la región entre río Turbio y Cancha Carrera se distinguen Haplocrioles asociados a geoformas de origen glacial en ocasiones con bloques erráticos de grandes dimensiones. El tercer grupo está menos representado arealmente y son Argixeroles y Argicrioles. Son suelos profundos y bien diferenciados, ubicados en fajas aluviales de ríos y arroyos que, a diferencia de los anteriores, poseen horizonte subsuperficial de acumulación de arcillas (Bt, argílico).

En Tierra del Fuego dominan los Inceptisoles, los más abundantes son los Humacueptes y los Criocreptes. Constituyen suelos poco desarrollados y con un

GEOMORFOLOGÍA		MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Valles fluviales	Planicies aluviales	Gravas y arenas recientes	Criortentes Udifluventes
	Terrazas	Gravas y arenas holocenas y recientes con o sin calcretes y arenas eólicas	Criortentes Haplocalcides Haplocambides
Paisaje Glaciario	Morenas	Bloques, gravas, limos y arenas neógenas	Haplargides Haplocambides Haploxeroles Haplocrioles
	Planicies Glacifluviales	Gravas, limos y arenas neógenas y arenas eólicas	Haplocrioles Haploxeroles Haplargides Petrocalcides Paleargides
Relieves poligenéticos	Planicies lávicas	Regolito, bloques y arenas eólicas	Criortentes Haplargides Haplocambides
	Planicies estructurales	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes con o sin calcretes y arenas eólicas	Haplocrioles Haploxeroles Haplargides Petrocalcides Paleargides Haplocalcides Criortentes Criopsamentes
	Pedimentos	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Haploxeroles Haplargides Criortentes Criopsamentes Haplocalcides
	Relieve rocoso poligenético (Is. Malvinas)	Bloques, gravas, arenas	Criocreptes Haplumbreptes Criortentes Histosoles
Litoral-costero	Cordones	Conchillas, gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Criortentes Criopsamentes Endo-epiacuentes
	Terrazas marinas	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes y arenas eólicas	Criortentes Criopsamentes Haplocalcides
Bajos	Playas y laterales	Limos y arcillas salinas, arenas eólicas; gravas	Acuisalides Epi-endoacuentes Criopsamentes
Campo dunas	Dunas	Arenas eólicas	Torripsamentes Cuarcipsamentes
Turberas		Detritos orgánicos, arenas, gravas y limos	Histosoles (Hemistes, Fibristes y Sapristes) Acuentes y Acuoles

TABLA 27: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos semidesérticos de Patagonia Austral (incluyendo las Islas Malvinas)

horizonte superficial úmbrico muy provisto de materia orgánica (hasta 17%) pero generalmente delgado, con perfiles del tipo A-AC-2C.

Los Ardisoles son co-dominantes en la parte norte de la región. Los más frecuentes son los que tienen horizontes de acumulación de arcillas (Bt), principalmente los Paleargides, si bien también son habituales los que tienen horizontes subsuperficiales de acumulación arcillas sódicas (nátricos, Btn) como los Natrargides. Son arenosos y la pedregosidad puede ser alta y suelen formar integrados (transiciones) con los Molisoles. En general, los Aridisoles presentan a profundidades variables un nivel de calcretización ya que los "rodados patagónicos" se encuentran cementados por carbonato de calcio, por lo que forman horizontes petrocálcicos (generalmente Ckm). En el caso de no poseer horizonte argílico o nátrico, los Aridisoles son Haplocalcides con perfiles simples A-AC-Ck.

En los sectores en los que aparecen planicies lávicas, debido a la cercanía del manto rocoso, a la alta morfodinámica y a las condiciones de aridez, los suelos de mayor importancia areal son los Entisoles (suelos de muy bajo desarrollo pedogenético). Los Entisoles más frecuentes son Criortentes y Xerortentes, muy pe-

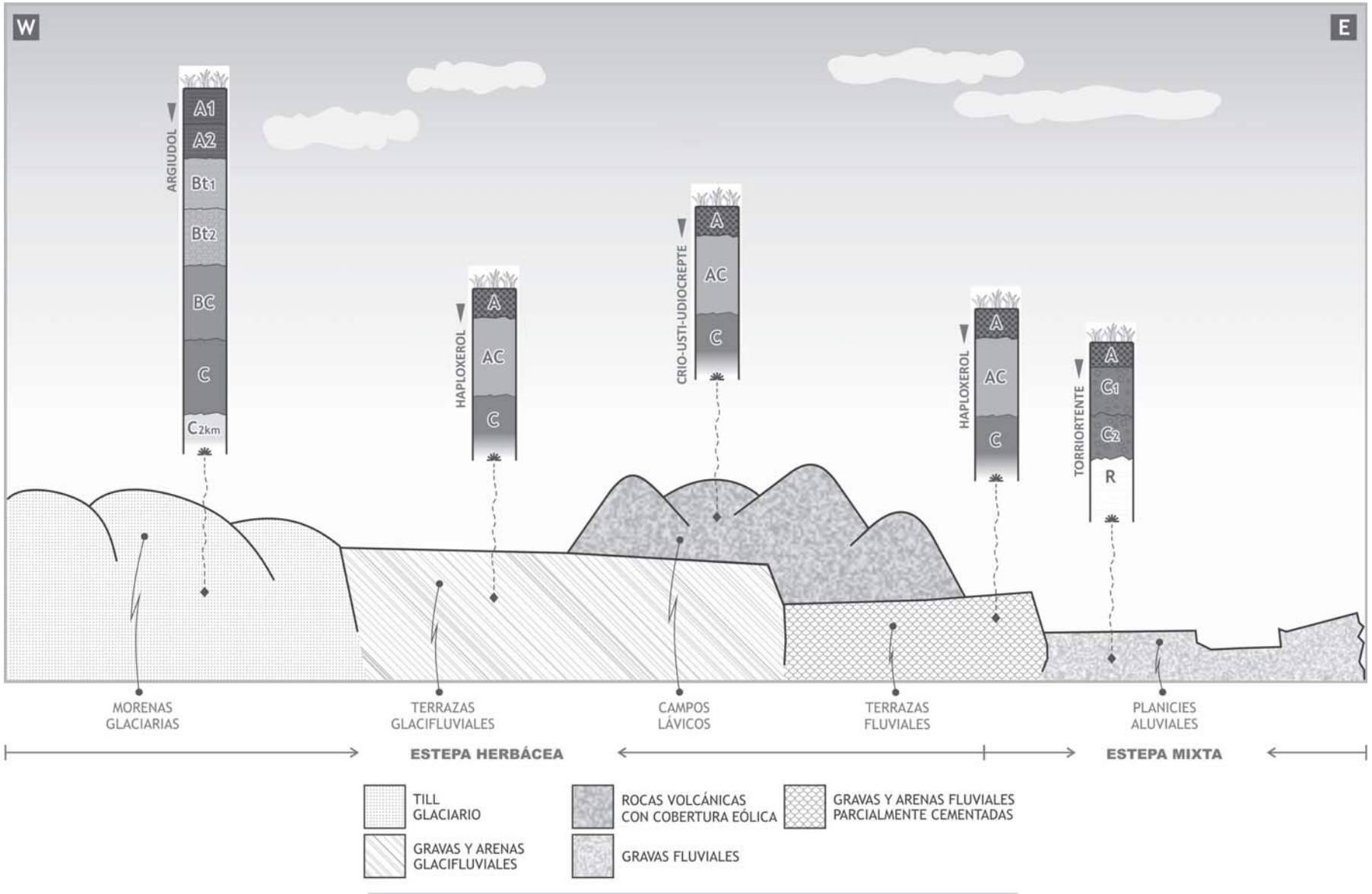


FIGURA 55: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

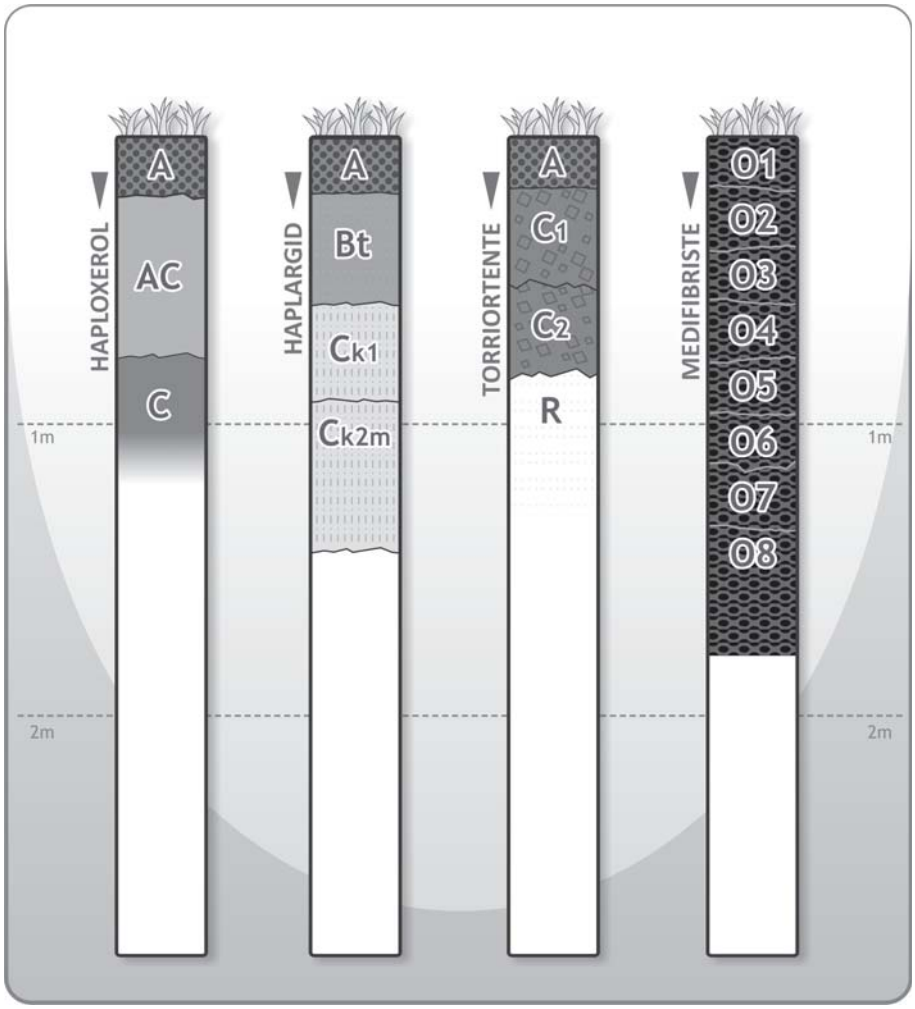


FIGURA 56: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

dregosos, poco profundos y con escaso a nulo desarrollo edáfico. Finalmente, en aquellas geoformas más modernas e inestables, se pueden encontrar otros Entisoles además de los Ortentes; Fluventes en los valles fluviales y ambiente litoral costero y Psamentes en las dunas.

En algunos sectores de las terrazas fluviales se ubican suelos de escaso desarrollo del tipo Endoacuands típicos y en los sectores occidentales pueden observarse Hapludans, en ambos casos Andosoles de escaso desarrollo edáfico, con perfiles A-AC-C y horizontes A bien provistos de materia orgánica. Sobre las planicies marinas adyacentes a la bahía de San Sebastián, relacionados con materiales originarios de origen marino se encuentran Natracualfes mólicos. En los mallines pueden hallarse Histosoles, suelos orgánicos de turberas.

En la Figura 55 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 56 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

Características particulares poseen las Islas Malvinas dado su carácter marcadamente insular, si bien su localización y algunos aspectos bioclimáticos, justifican su inclusión en esta región de suelos. El relieve presenta bajas serranías fuertemente erosionadas, con numerosas depresiones anegadizas, conformando un relieve suavemente ondulado. La proporción de afloramientos rocosos es importante, así como las formas resultantes de la meteorización física de las rocas. Las formas criogénicas y glacigénicas también son comunes, predominando como materiales originarios los sedimentos gruesos y arenosos glaciarios, criogénicos y aluvio-coluviales.

El clima es frío húmedo a muy frío sin déficit hídrico y la vegetación es la estepa herbácea y las turberas. En líneas generales constituye un medio inestable debido a la existencia de condiciones climáticas extremas. El uso actual de los suelos se restringe casi totalmente a la ganadería extensiva de ovinos en la Gran Malvina y en la Isla Soledad. Asimismo, se realiza minería de suelos orgánicos (turbales) como fuente de combustible.

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Haplargides	A-Bt-Ck	Argílico-cálcico	Planicies estructurales	Plano	Arenas y gravas fluviales	Semiárido	Arídico	Estepa mixta	Bueno	Largo
Petrocalcides	A-AC-Ckm	Petrocálcico	Planicies estructurales y terrazas	Plano	Gravas fluviales	Semiárido	Arídico	Estepa mixta	Bueno	Moderado
Haplocrioles	A-AC-C A-Bw-C	Mólico	Planicies estructurales y terrazas	Plano	Arenas y gravas fluviales	Semiárido	Xérico	Estepa herbácea	Bueno	Moderado
Natrargides	A-Btn-Ck	Nático-cálcico	Planicies estructurales	Plano	Arenas y gravas fluviales	Semiárido	Arídico	Estepa arbustiva	Bueno	Largo
Xerortentes	A-C-R	Ninguno	Planicies aluviales y serranías	Variable	Grueso de orígenes variados	Semiárido	Xérico Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Xeropsamentes	A-AC-C	Ninguno	Terrazas, Planicies aluviales y dunas	Variable	Arenas eólicas	Semiárido	Xérico Arídico	Estepa mixta o arbustiva	Bueno	Corto
Argicriides	A-Bt-C	Mólico y argílico	Planicies estructurales y terrazas	Plano	Arenas y gravas fluviales	Semiárido	Xérico y Crríco	Estepa herbácea	Bueno	Moderado a Largo
Criortentes	A-C-R	Ninguno	Serranías	Variable y abrupto	Grueso de orígenes variados	Frío y árido	Crríco	Estepa de altura	Bueno	Corto

TABLA 28: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos semidesérticos de la Patagonia Austral (incluyendo Islas Malvinas)

Las particulares condiciones bioclimáticas y de relieve se han plasmado en la generalizada presencia de suelos orgánicos, constituyendo junto con la parte oriental de Tierra del Fuego, un caso único en la Argentina. Es posible encontrar Histosoles pertenecientes a los Subórdenes Fibristes, Folistes, Hemistes y Sapristes, según el grado de descomposición de la materia orgánica. También se encuentran Entisoles e Inceptisoles ácuicos, como los Endoacuentes y Humacueptes. En los sectores bien drenados del paisaje predominan los Criortentes, suelos de escaso desarrollo edáfico, poco profundos y muy pedregosos. Los Psamentes (suelos arenosos) aparecen en las zonas litorales asociadas a dunas y también se encuentran Haplumbreptes líticos y típicos, con perfiles A-AC-C1-C2 ubicados en los sectores altos y bien drenados. Si bien no han sido descriptos es posible que en ciertos sectores aparezcan Molisoles, suelos con horizonte superficial (A) rico en materia orgánica y oscuros (mólico), tanto bien drenados (Crioles y Xeroles) como ácuicos Acuoles.

Resumiendo, los suelos de esta región presentan grados incipientes de acumulación de materia orgánica en sus horizontes superficiales; bajo desarrollo edáfico y un ligero aumento de la acidez hacia el oeste y el sur. Las evidencias de iluviación, en ciertos casos asociados a condiciones más húmedas pasadas son comunes y suelen ser pedregosos. Por su parte, los suelos orgánicos alcanzan gran representación areal, tanto en Malvinas como en Tierra del Fuego, en este último caso en la zona de transición al ambiente Andino. En líneas generales los suelos de la región poseen una limitada vocación ganadera y se han usado en muchos casos en una forma intensiva para la pastura de ovinos produciéndose alarmantes grados de degradación del recurso suelo, en algunos casos llegando a la pérdida total del mismo, como en sectores de Santa Cruz.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos arenosos y gruesos: rodados patagónicos, arenas eólicas y fluviales.*

Relieve: *Morenas de relieve suavemente ondulado; Planicies estructurales de orígenes variados, plano. Ocasionales serranías con relieve quebrado.*

Clima: *Semiárido frío. Régimen Xérico y transición al arídico, Criídico.*

Biota: *Estepa mixta y herbácea. Provincia Patagónica.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio inestable, con morfogénesis atenuadas por el relieve.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS DOMINANTES

Melanización.
Calcificación.
Salinización.
Argiluviación.
Erosión-acumulación.
Paludización.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Haplocrioles, Haplargides, Haplocalcides, Torriortentes, Natrargides, Haplocambides y Torripsamentes, Haploxeroles y Argiudoles, Histosoles en general.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Ganadería ovina y bovina extensiva.

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Importante erosión eólica ocasionada por sobrepastoreo.
Erosión hídrica localizada.



Suelos del Bosque Andino-patagónico

La región Andino-patagónica está integrada por una faja de serranías localizados al sur del paralelo 37°S, en la zona occidental de la Argentina y se extiende hasta los 55°S. Abarca la franja oeste de las provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y sur de Tierra del Fuego (Figura 57). Las condiciones climáticas debido a la relación con los vientos húmedos del Pacífico y a la mayor latitud han determinado un alto impacto de la acción glaciaria como proceso geomórfico. Presenta características ecoambientales únicas en el contexto Sudamericano, ya que incluye al Bosque Andino-patagónico: bosque frío-templado.

Es un paisaje montañoso con alto relieve relativo e importantes pendientes y divisorias agudas resultado del accionar del proceso glaciar sobreimpuesto a un paisaje tectónico preexistente. Los valles están alineados según la estructuración andina y en ellos se verifican condiciones bioclimáticas benignas. Las mayores elevaciones no superan los 3800 (Lanín, Tronador y San Lorenzo) y generalmente se localizan alrededor de los 2000 m sobre el nivel del mar.

El accionar de los hielos durante al menos 4 glaciaciones (desde fines del Mioceno hasta el Pleistoceno superior) ha impreso los rasgos fundamentales del paisaje. Se observan formas depositacionales glaciarias (morenas) y glacifluviales (planicies de *outwash*) y formas mixtas y erosivas como artesas (valles glaciarios), circos y drumlins. Las glaciaciones alcanzaron mayor desarrollo al sur (en Santa Cruz) donde formaron extensos campos de hielo, mientras que en el sector norte presentaron características de glaciación de valle. Los grandes lagos se relacionan con los términos morénicos generalmente de la Última Glaciación (Pleistoceno superior). En la zona sur (zona de los Lagos, San Martín, Viedma y Argentino) se encuentran grandes glaciares que fluyen del Hielo Continental Patagónico Sur. Además, en las partes más elevadas permanecen remanentes de glaciares, como en las zonas de los cerros Tronador, San Lorenzo y nacientes del río Turbio en el Parque Nacional Lago Puelo, entre otras. Los procesos criogénicos son activos en las partes más elevadas y el accionar de los ríos y la remoción en masa han modificado parcialmente en el paisaje preexistente. Grandes ríos desaguan hacia el este y, ocasionalmente al oeste, disectando las morenas marginales de los lagos y formando varios niveles de terrazas.

En la Patagonia norte hay algunos importantes estratovolcanes vinculados al arco terciario-cuaternario, destacándose el cerro Lanín (3800), una de las mayores elevaciones de la Cordillera patagónica. Asimismo se observan grandes acumulaciones superficiales de tefras y cenizas volcánicas. En el sector subandino son comunes las planicies lávicas con extensas zonas de deslizamientos rotacionales marginándolas. Los cursos fluviales poseen marcado control estructural, amplias planicies aluviales, hábitos anastomosados y niveles de terrazas. La red tributaria está compuesta por numerosos cañadones que disectan las litologías más friables. Al este, entre las serranías se forman ambientes de bajadas y pedimentos. Finalmente, la acción eólica es importante en los pisos de los valles y en los bajos salitrosos, frecuentes hacia el este.

El clima es frío húmedo con o sin estación seca y, debido a las condiciones del relieve muestra gran variabilidad espacial, con una brusca disminución de las precipitaciones en sentido oeste-este por efecto orográfico. En algunos sectores, utilizando la clasificación de Koeppen modificada, el clima corresponde a un tipo H, o sea de Altura y en los sectores más bajos y orientales puede clasificarse como Mesotermal húmedo (Templado húmedo) Cfsb, con inviernos húmedos. Las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de los 10-8°C (temperaturas medias de enero de 16 a 13°C e inferiores a 4°C para julio). Las precipitaciones varían de oeste a este, entre más de 3000 mm hasta menos de 1000 mm y se deben al ingreso de los vientos húmedos del Pacífico. En general, hay un exceso hídrico anual, si bien puede haber déficit de agua durante el verano en el sector subandino. El límite climático de las nieves se ubica entre los 2500 y 1800 m s.n.m., disminuyendo hacia el sur. Los regímenes de humedad son údico y xérico y los de temperatura mésico a criídico (este último en las partes más altas).

Los suelos del Bosque Andino-patagónico muestran características originales en el contexto del territorio argentino. Esta particularidad se debe a la combinación de dos factores, la presencia de un bosque húmedo templado-frío y la acumulación de potentes niveles de cenizas volcánicas fruto de la intensa actividad volcánica actual de la Cordillera de los Andes Patagónicos. Los particulares aspectos de un relieve glaciario alpino resultan en un relieve abrupto, con altas pendientes y activa morfogénesis. De todas formas la presencia del bosque atempera hasta cierto punto la activa morfodinámica. Los materiales originarios son variados y se disponen dando lugar a un heterogéneo mosaico con gran variabilidad espacial. Predominan los sedimentos coluviales, tefras y cenizas volcánicas, till y gravas y arenas fluviales. Teniendo en cuenta el balance morfogénesis-pedogénesis, el medio natural puede considerarse como un integrado entre estable e inestable. Los procesos pedogenéticos principales son la andosolización,



FIGURA 57: Región de suelos bosque andino patagonico

melanización, descarbonatación, paludización y, en forma localizada, la podsolización. Están representados los Órdenes Andosoles, Molisoles, Inceptisoles y Entisoles, mientras que los Alfisoles, Histosoles y Spodosoles aparecen subordinados. En la Tabla 29 se observa la relación existente entre geomorfología, material originario y los principales Grandes Grupos presentes en la Región. En la Tabla 30 se sintetizan las principales propiedades de los Grandes grupos más representativos.

En esta unidad los suelos más conspicuos corresponden al Orden Andisol, el que posee características muy específicas como resultado de la pedogénesis de cenizas volcánicas bajo regímenes climáticos de elevada humedad, como son una alta concentración de compuestos amorfos (alofanos) y baja densidad aparente. Los alofanos se forman por la meteorización química de los materiales piroclásticos en ambientes fríos y hú-

GEOMORFOLOGÍA		MATERIAL ORIGINARIO	SUELOS
Valles fluviales	Planicies aluviales	Gravas y arenas	Torriortentes Torrifluventes Endoacuoles Endoacuentes
	Terrazas	Gravas y arenas con o sin calcretes, tefras y arenas eólicas	Torriortentes Haploxeroles Hapludoles Hapludands
Bajadas	Abanicos aluviales	Gravas y arenas con o sin calcretes y arenas eólicas	Torriortentes Haploxeroles Hapludoles
Paisaje Glaciario	Morenas	Bloques, gravas, limos y arenas neógenas	Haploxeroles Hapludoles Argixeroles Haplumbreptes Hapludands Vitrixerands Haplocryods Haplohumods
	Planicies Glacifluviales	Gravas, limos y arenas y arenas eólicas y tefras	Haploxeroles Hapludands Integrados a Aridisoles
	Laterales de valles glaciarios	Gravas y arenas, tefras y arenas eólicas	Torri-criortentes Haplumbreptes Hapludands Vitrixerands Haplocryods Haplohumods
	Relieve erosivo deposicional glaciario	Gravas y arenas con o sin calcretes y arenas eólicas	Torri-criortentes Haplumbreptes Hapludands Vitrixerands Haplocryods Haplohumods
Relieves poligenéticos	Planicies lávicas	Regolito, bloques y arenas eólicas	Torriortentes Haploxeroles Argixeroles
	Planicies estructurales	Gravas y arenas pleistocenas, holocenas y recientes con o sin calcretes y arenas eólicas	Haploxeroles e integrados a Aridisoles Torripsamentes
Remoción en masa	Deslizamientos rotacionales	Regolito, bloques y coluvio	Torriorentes Endoacuentes
Serrana	Roca y faldeos	Regolito, coluvio y afloramientos	Crioumbreptes Criortentes
Relieve criogénico y de altura		Gravas y arenas con o sin calcretes y arenas eólicas	Crioumbreptes Criortentes Gelisoles?

Tabla 29: Distribución en el paisaje de los suelos más representativos de la unidad Suelos de bosque Andino-patagónico

medos en medio ácido. En general, los Andisoles son suelos de perfiles simples, frecuentemente con horizonte superficial orgánico debido al proceso de acumulación superficial de materia orgánica. Estos horizontes O son poco espesos y el proceso recibe el nombre de *littering*. Los perfiles más comunes son O-A-AC-C o O-A-Bw-C. Se han formado sobre cenizas volcánicas (tamaño arena) y/o lapilli mezclados en proporciones variables con material coluvial y glaciario.

Los horizontes superficiales (A) están bien provistos de materia orgánica, siendo mólicos o úmbricos según el grado de saturación en bases (menor en el segundo). Son texturalmente gruesos y se presentan por lo común bajo vegetación de bosque de Nothofagus y los materiales piroclásticos son holocenos. En líneas generales, las máximas alturas en las que aparecen coinciden con el límite superior del bosque y va disminuyendo de norte a sur, encontrándose en Neuquén y Río Negro, donde son más habituales los Andisoles, alrededor de los 1500 metros. En general poseen moderado grado de desarrollo y exhiben un incipiente horizonte iluvial subsuperficial (Bw).

Los Andisoles de la región pertenecen principalmente a dos Subórdenes: Udands y Vitrands, según la mayor o menor participación de vidrio volcánico y su grado de meteorización. El vidrio volcánico aparece de dos formas: como trizas o como fragmentos pumíceos y en el segundo de los casos, es más frecuente en la fracción mayor que la arena. En los Vitrands, la proporción de vidrio es mayor así como es menor el grado de meteoriza-

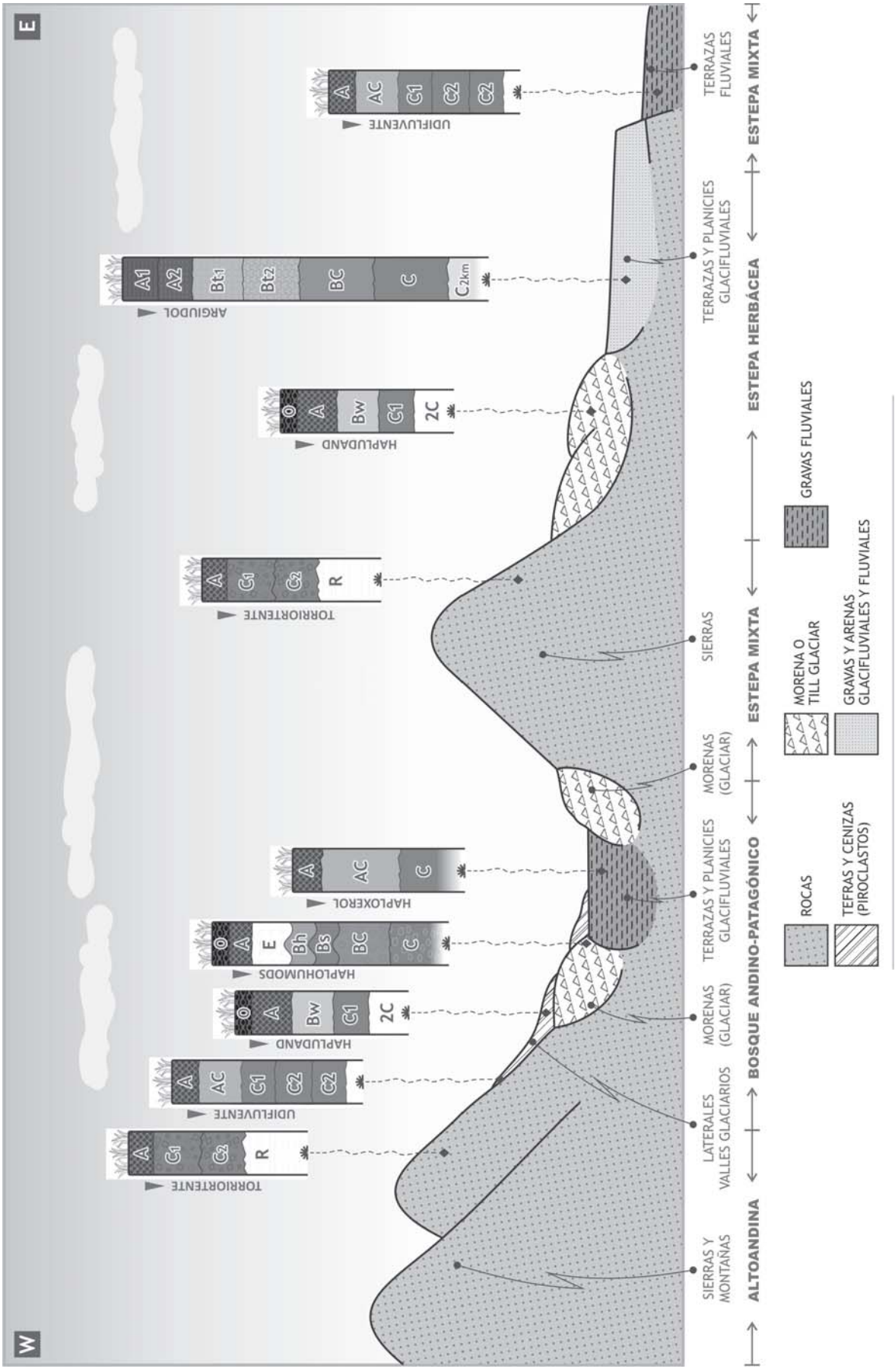


FIGURA 58: Distribución en el paisaje de los Grandes grupos de suelos más representativos de la región

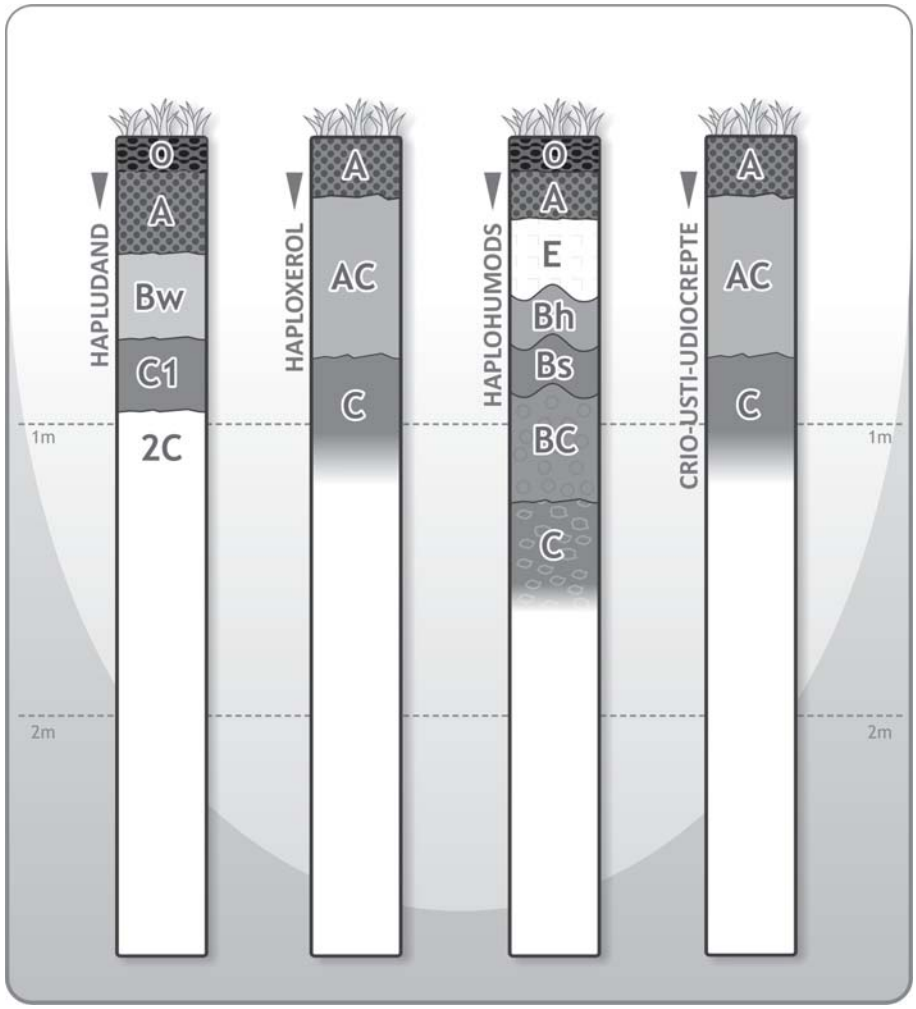


FIGURA 59: Perfiles esquemáticos de los suelos más representativos de la región

ción (y en consecuencia de allofanización) del mismo. Se localizan en valles glaciarios cordilleranos, planicies glacifluviales, faldeos bajos y arcos morénicos y, en general, están asociados a pendientes considerables.

Dentro de los Udands, el Gran Grupo dominante es el de los Hapludands, los cuales tal como su nombre lo indica, poseen bajo grado de diferenciación edáfica del perfil y en el caso de los Vitrands, los principales son los Udivitrands. En sectores deprimidos anegadizos del ambiente cordillerano, usualmente en el piso de los valles glaciarios, aparecen Andosoles con evidencias de hidromorfismo, es este caso se trata de Endoacuands con altos contenidos de materia orgánica.

El ámbito cordillerano exhibe una disminución de las precipitaciones con sentido oeste-este que se traduce en el régimen de humedad de los suelos y las unidades taxonómicas involucradas y que resulta en una menor proporción de Andosoles en detrimento de los otros Órdenes.

En los sectores hacia el Este en los que las propiedades ándicas no son muy manifiestas, ya sea por la escasez de cenizas en el material originario, la mayor morfodinámica, el menor tiempo transcurrido o la menor cobertura vegetal, los suelos pertenecen al Orden Inceptisoles. Estos suelos poseen mayor grado de desarrollo edáfico que los Entisoles, si bien carecen de horizontes iluviales. En general se trata de Haplumbreptes y de Criocreptes, el primero de los casos con horizontes superficiales ricos en materia orgánica, formados en general bajo vegetación arbórea.

El Orden Entisol, que agrupa suelos de escaso desarrollo, está representado en esta región por suelos gruesos y pedregosos (Ortentes) y suelos arenosos (Psamentes). Se ubican en sectores lindantes a afloramientos rocosos o en geoformas recientemente estabilizadas, siendo dominantes en los sectores más elevados de los valles glaciarios por encima de la línea del bosque. Según los regímenes de temperatura y humedad, dentro de los Ortentes se hallan Criortentes o Torriortentes. Son pedregosos, poco profundos y con bajos contenidos de materia orgánica y también pueden aparecer en las planicies aluviales y en abanicos aluviales, generalmente en estos casos algo más desarrollados.

Los suelos con horizonte superficial (A) rico en materia orgánica, potentes y oscuros (mólico), se ubican

SUELO	HORIZONTES	HORIZONTES DIAGNÓSTICOS	GEOFORMAS	RELIEVE	MATERIAL ORIGINARIO	CLIMA	CLIMA EDAFICO	BIOTA	DRENAJE	TIEMPO DE EVOLUCIÓN
Hapludands	0-A-Bw-C	Mólico-umbrico	Laterales de valles glaciarios y morenas	Quebrado	Tefras y till	Frío húmedo	Údico	Bosque	Bueno	Moderado
Udivitrands	0-A-AC-C	Mólico-umbrico	Laterales de valles glaciarios y morenas	Quebrado	Tefras y till	Frío húmedo	Údico	Bosque	Bueno	Moderado
Haploxerol	A-AC-C	Mólico	Piso de valles glaciarios y terrazas glacif.	Plano	Till, Dep. fluviales y glacifluviales	Frío húmedo	Xérico	Estepa herbácea y ecotono	Bueno	Moderado
Haplumbreptes	O-A-AC-C	Umbrico	Laterales de valles glaciarios y morenas	Quebrado	Aluvio-coluvio y till	Frío húmedo	Údico	Bosque	Bueno	Corto
Criortentes	A-C-R	Ninguno	Serranías	Quebrado	Aluvio-coluvio y till	Frío húmedo	Variable	Ecotono y de altura	Bueno	Corto
Criocreptes	A-AC-C-R	Ninguno	Serranías	Quebrado	Aluvio-coluvio y till	Frío húmedo	Variable	Ecotono y de altura	Bueno	Corto
Spagnofibristes	O1-02-C	Orgánicos	Piso valles fluviales	Subnormal	Till y glacifluvial	Frío húmedo	Údico	Especial.	Malo	Corto
Xerortentes	A-C	Ninguno	Planicies aluviales y abanicos	Variable	Dep. fluviales gruesos	Frío húmedo	Xérico	Ecotono	Bueno	Corto
Haplhumods	A-E-Bh-Bs-C	Spódico, álbico	Valles glaciarios	Suav. ondulado	Aluvio-coluvio, till y tefras	Frío húmedo	Údico	Bosque	Bueno	Largo

TABLA 30: principales características y factores de formación de los suelos más representativos de la unidad Suelos del Bosque andino-patagónico

principalmente en los valles glaciarios mayores, generalmente en los sectores más planos, bajo vegetación de estepa herbácea. Son Molisoles con horizontes superficiales oscuros, texturas gruesas y alta pedregosidad. Además suelen ser profundos y con perfiles simples (A-AC-C). En líneas generales predominan en las planicies glacifluviales y en las morenas, usualmente ubicadas en la zona oriental de la unidad. Según los regímenes de humedad son Haploxeroles o Hapludoles y, en menor medida, Argixeroles (con horizonte Bt, argílico).

Asociados a los Molisoles pueden encontrarse algunos suelos con horizontes subsuperficiales de acumulación de arcillas (Bt). Estos son Alfisoles generalmente pedregosos y, si se comparan con otros Alfisoles del país, son de menor grado de desarrollo edáfico. En general se trata de Haploxeralfes, con perfiles A-Bt-C, con horizontes superficiales delgados y con escaso contenido de materia orgánica. En las turberas, denominadas en la región mallines, aparecen suelos hidromórficos y orgánicos, Acuentes (Entisoles ácuicos) e Histosoles en general.

Hacia el sur de la unidad, vinculado a la disminución de las temperaturas y a una menor participación de las tefras como material originario, sumado a un clima frío y un medio ácido, los suelos presentan evidencias del proceso de podsolización. Este proceso incluye transformaciones de los materiales originarios y migraciones de componentes el perfil del suelo. Resultado del accionar de este proceso son suelos con alto grado de diferenciación edáfica, con perfiles O-A-E-Bh-Bs-C en los que la migración de complejos de materia orgánica y óxidos de Fe da como resultado los horizontes Bh pardos oscuros y Bs rojizos, respectivamente. Si bien evidencias de este proceso se hallan en numerosos suelos especialmente en la zona centro-sur de Santa Cruz y en los Andes Fueguinos, muy pocos suelos poseen todas propiedades necesarias para ser considerados Spodosoles; en los pocos casos que esto así ocurre, son Criohumods.

En la Figura 58 se observa la distribución de los principales Grandes Grupos de suelos en el paisaje y su relación con los factores de formación. En la Figura 59 se muestran los perfiles edáficos de los suelos más representativos de la región.

A modo de resumen las propiedades salientes de los suelos de la región son: 1) pH ácidos y por lo tanto baja saturación en bases, 2) Contenidos altos de M.O. y P, 3) Alta retención hídrica y baja densidad aparente, 4) CIC alta por la presencia de alofanos y altos contenidos de M.O., 5) Débil estructura y 6) Predominio de texturas arenosas y más gruesas

Los suelos de la región poseen en general elevada aptitud para diversos usos agrícola-ganaderos y forestales, salvo por limitación de pendientes, pedregosidad y acidez. Estos suelos formados bajo bosque son especialmente susceptibles a la erosión si son manejados en forma inadecuada. La elevada proporción de áreas protegidas (Parques Nacionales) ha permitido la conservación del medio natural en la mayor parte de la región. En el segmento norte la producción se centran en la fruta fina, forestación, horticultura para consumo local y ganadería en la zona subandina. En este último caso existe una marcada tendencia al reemplazo de la ganadería ovina por la bovina. En toda la región el uso intensivo de la tierra para la ganadería ovina en la parte no boscosa y los incendios forestales provocados ha resultado en altos grados de deterioros del recurso suelo.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos gruesos; coluvio, tefras, till y gravas y arenas fluviales.*
Relieve: *Valles glaciarios y planicies glacifluviales, quebrado, con sectores planos y subnormales.*
Clima: *Húmedo frío. Régimen údico, transición al xérico hacia el E. Criídico en altura.*
Biota: *Bosque Andino-patagónico y ecotono con estepa herbácea. Vegetación de altura (Provincia Subantártica y Altoandina).*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio inestable, con importante morfogénesis, la vegetación actúa como factor atenuante.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS

Andosolización.
Melanización.
Podsolización.
Paludización.
Littering (acumulación de mantillo forestal)

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

Andosolización.
Podsolización.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Hapludands, Haplocrioles, Hapludoles, Criortentes, Histosoles y Udivitrands, Torriortentes, udifluventes, Haplohumods, Haploxeroles.

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Ganadería y agricultura localizadas.
Turismo y recreación.
Áreas de protección (Parques Nacionales y Provinciales).

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Localizada erosión hídrica.
Localizada contaminación urbana.



Suelos de la Antártida

La Antártida construye un ambiente completamente diferente a Sudamérica. Se trata de un desierto frío en cual el desarrollo tanto la vegetación como los suelos se encuentra severamente restringida o directamente impedidos. Así, la región se caracteriza esencialmente por la existencia de grandes extensiones de terreno desprovistos de cualquier tipo de cobertura edáfica. Sobre más de 14 millones de kilómetros cuadrados, sólo alrededor de 700000 Km2 se encuentran libres de hielo. Solo en esta parte es posible el desarrollo de suelos. Estos sectores se encuentran a latitudes inferiores a los 65° S y se localizan en su mayor parte en el Sector Antártico Argentino (SAA) en la Península Antártica.

Si bien desde los años 50 se viene estudiando internacionalmente los suelos fríos antárticos hasta la aparición a fines de la década del 90 la clasificación de los mismos presentaba serios inconvenientes. La World Reference Base for Soil Resources incluye los Cryosoles y la Soil Taxonomy incorpora a los Gelisoles (1998) como Orden si bien solo recientemente se han ido avanzando en la diferenciación taxonómica a niveles inferiores. De todas formas la taxonomía sigue presentando inconvenientes e incongruencias por lo que deberá seguramente ir variando en los próximos años.

En nuestro país, fruto de un convenio entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Dirección Nacional de Antártico (DNA), se comenzaron a estudiar, clasificar y cartografiar los suelos fríos antárticos, constituyendo uno de los primeros estudios sistemáticos realizados en toda la Antártida. Estos trabajos fueron realizados por el Agr. Godagnone del Instituto de Suelos del INTA y han sido publicados en diferentes contribuciones (ver bibliografía) a partir de 1997. De todas formas, el grado de conocimiento es aún incipiente, por lo que en la presente contribución solo se brinda una síntesis de los aportes realizados hasta el presente.

El SAA, con casi 1000000 de Km2, puede dividirse en dos provincias geológicas, la Península Antártica y Antártida Oriental. Asimismo, dentro de la primera se encuentran numerosas islas, entre las que se cuentan los conjuntos de las Shetland del Sur, Orcadas del sur y Sandwich del sur, las que conforman la parte sur del Arco de Scotia que se extiende entre Tierra del Fuego y la Península Antártica. Este arco es una zona de sub-

ducción, vinculado al cual se ha formado un arco volcánico de tipo oceánico.

En la Península Antártica la tectónica es activa y en el arco islándico el volcanismo es activo. En este sector afloran granitoides mesozoicos, sedimentitas cretácicas, rocas precámbricas y volcanitas jurásicas, además de sedimentos cenozoicos glaciales y volcanitas neógenas. Por el contrario, la Antártida Oriental presenta características de tipo cratónica, constituyendo una zona geológicamente relativamente estable. En esta zona la casi total cobertura de hielo solo deja asomar ocasionales *nunatacks*, entre los que destacan rocas proterozoicas (basamento precámbrico) y paleozoicas así como planicies (mesetas) lávicas mesozoicas.

Consecuentemente, las características geomorfológicas entre ambos sectores son diferentes. En la zona oriental el relieve es montañoso y son frecuentes las geoformas erosivas y deposicionales glaciarias que conforman valles. Las geoformas más comunes están representadas por las clásicas morenas, cerros y afloramiento rocosos de aspecto aborregado, relieves ondulados, sectores mesetiformes, colinas con diferentes grados de pendiente y terrazas litorales. Los suelos han evolucionado a partir de materiales orgánicos, morenas y taludes rocosos y criogénicos, pórfiros, riolitas, andesítas y sedimentitas. Los procesos criogénicos son muy importantes y se sobreimponen a la pedogénesis y la meteorización física.

La Península Antártica presenta diferencias climáticas contrastantes. La costa oeste tiene una temperatura estival más elevada, permitiendo la presencia de una variada vegetación, desarrollo de suelos y ausencia de permafrost, mientras que la costa este es más fría, los suelos permanecen congelados todo el año, con una capa activa en verano que fluctúa en los 60 cm de profundidad. Esta situación se plasma en diferencias taxonómicas importantes.

Los promedios de temperatura para Enero se encuentran entre los 0°C en la costa y -35°C en la meseta interior, siendo más elevada sobre la costa oriental llegando en algunos casos a los 10°C. La precipitación anual, 180 mm o menos según las zonas, es principalmente nieve, sin embargo debido a las persistentes altas velocidades del viento, la penetración real del agua en el suelo es inferior. La cobertura nívea protege a la superficie de los vientos, reduciendo las fluctuaciones rápidas de la temperatura en el suelo, la que puede ser de 7 a 8° C más elevada que la del terreno desnudo adyacente. En la zona sur del SAA, las precipitaciones son muy inferiores, no llegándose a registrar precipitaciones en todo el año en algunos sectores.

Según Cabrera, el SAA se encuentra comprendido en la Región Antártica. Las especies vegetales dominantes en la mayoría de las áreas son líquenes (*Andreae spp, Usnea sp*, etc.), musgos (*Polytrichum alpestre y Sanionia uncinata*) y, en mucha menor medida gramíneas (*Dischampsia antártica*), en un pequeño sector de cabo Spring se puede encontrar algún ejemplar de *Poa pratensis* introducida accidentalmente por la década del 50 y que aún perdura. Si bien en la isla Marambio no se ha reconocido desarrollo de especies vegetales, en los últimos años se ha podido observar incipientes colonias de musgos en franca evolución la que se podría asociar al cambio climático que también se ha materializado en la disminución estacional de la superficie cubiertas por hielo y al posible descenso del nivel de permafrost. Dadas las características ecoambientales, la presencia de suelos se restringe a sectores aislados de la Península Antártica y a las islas que la rodean.

Según Godagnone (1990), los estudios realizados sugieren que la formación de suelos y la meteorización en los ecosistemas terrestres de las regiones costeras del continente antártico son de mayor magnitud que el esperado. En tal sentido, se ha verificado la presencia de diferentes procesos pedogenéticos, algunos asociados con la dinámica de la materia orgánica y su maduracón en zonas frías y húmedas. También se ha observado evidencias del accionar del proceso de melanización y procesos de lixiviación e incluso de iluviación de arcillas los que implicarían condiciones climáticas sensiblemente diferentes a las actuales para su expresión (clima fue considerablemente más benigno). En el SAA se reconocieron suelos pertenecientes a los Ordenes Entisoles, Inceptisoles, Gelisoles, Histosles y Molisoles.

Los suelos más característicos de la Antártida son los Gelisoles, cuya aparición se asocia estrechamente a la presencia de permafrost. Los Gelisoles son suelos que presentan permafrost dentro de los 100 cm de la superficie, aunque también pueden ser considerados los suelos que posee materiales minerales u orgánicos que tienen evidencias de crioturbación y/o segregación de hielo en capas activas en la parte superior del permafrost. La crioturbación se expresa en la ruptura irregular del horizonte, la acumulación de materia orgánica encima o dentro del permafrost, la presencia de fragmentos de roca orientados y el enriquecimiento de limo en las capas.

Los procesos criopedogenéticos están relacionados al acarreo de materiales gélidos y el cambio del volumen físico por el agua o el hielo y la segregación de hielo se manifiesta como lentes, venas, segregaciones de cristales y cuñas En general, dadas las condiciones de extrema aridez y temperatura donde se desarrollan estos suelos, no existe desarrollo vegetal, si bien, en algunos sectores muy puntuales y protegidos puede encontrarse incipiente desarrollo de musgos en proceso de crecimiento. Los Gelisoles muestran variados grados de desarrollo edáfico, habiéndose descripto en la región Argiorthels nátricos, Aquorthels glácicos y psaméticos, Haplortels típicos, Moliorthels y Psamorthels glácicos. Entre ellos, los que muestran mayor desarrollo

edáfico son los Argiorthels nítricos, evolucionados a partir de dos materiales originarios diferentes y dentro de un paisaje de pendientes suaves de colinas (morenas de fondo). La principal característica es la presencia casi en superficie de horizontes Bt (argílicos). Tienen una secuencia de horizontes del tipo ACn-2Btkn1-2Btkn2-3Cnk-Permafrost. Está moderadamente provisto de materia orgánica, es ligeramente alcalino, presenta elevados porcentajes de sodio de intercambio en todos sus horizontes que supera el 20 %, carbonatos libres dispersos en la masa del suelo y es muy ligeramente salino.

En las zonas anegables aparecen Aquorthels. La secuencia de horizontes corresponde a ACn-2Cn1-3Cn2-Permafrost, está desprovisto de materia orgánica, es ligeramente alcalino en casi todo el perfil, haciéndose ligeramente ácido a profundidad y las texturas oscilan entre franco arcillosa en superficie y arenosa a profundidad. Todo el suelo presenta características redoximórficas y más del 10 % de sodio de intercambio. Por su parte los Aquorthels psaménticos se relacionan a la superposición de materiales glacifluviales. Las texturas son arenosa franca a arenosa, está desprovisto de materia orgánica.

Los Haplorthels son suelos someros (permafrost a 35-50 cm) y evolucionan a partir de arena, limo y arcilla de origen glacifluvial en sectores planos del paisaje. Tiene una secuencia de horizontes A-Ckn-Permafrost, se encuentra desprovisto de materia orgánica, las texturas son contrastantes, franco arcillo arenosa en superficie y arenoso franca a profundidad. Son ligeramente alcalinos a alcalinos, pueden tener hasta 25% de sodio de intercambio y carbonato de calcio a profundidad. En algunos casos se observan incipientes horizontes Bw. Finalmente, los Moliorthels son suelos someros (50 cm) que se presentan horizontes superficiales con mayor concentración de materia orgánica.

En los sectores en los que el permafrost no se encuentra tan somero o los procesos criopedológicos no son tan manifiestos, aparecen principalmente Entisoles e Inceptisoles. Los primeros son suelos poco evolucionados, caracterizados por presentar diferentes capas de acumulación Las diferentes texturas y la particular distribución en los perfiles de la materia orgánica son los únicos elementos morfológicos y analíticos que permite diferenciar las capas de los suelos. Se los encuentra en diferentes posiciones del paisaje, como morenas, taludes, terrazas, planicies aluviales, sectores costeros y mesetas. Los suelos reconocidos se los identifica como Criortentes, suelos evolucionados en climas fríos con temperaturas inferiores a los 6°C, sin permafrost y carentes de horizontes diagnósticos. Según su mayor o menor profundidad se han reconocido Criortentes típicos y líticos y también se observaron Criortentes saturados en agua. Los primeros son moderadamente profundos (la roca aparece a más de 50 cm), se desarrollan sobre materiales glacifluviles con una vegetación de musgos y líquenes en un paisaje de pendientes de fuerte gradiente (45 %). Presenta una secuencia de horizontes del tipo A-C-Cn y están bien provistos de materia orgánica. Los Criortentes ácuicos son más profundos (más de 100 cm) y se encuentran en un paisaje de terrazas marinas bajo una vegetación de gramíneas. Tiene una secuencia de horizontes AC-2Cn, muy bien provisto de materia orgánica. Finalmente, los Criortentes líticos son suelos muy someros (15 cm), desarrollados sobre materiales glaciarios

Los Inceptisoles son suelos que no han alcanzado a desarrollar caracteres diagnósticos de otros Ordenes, pero poseen evidencias de desarrollo mayores que la de los Entisoles. Muestran horizontes alterados que han sufrido perdidas de bases, hierro y aluminio pero poseen reserva de minerales meteorizables, tienen un horizonte superficial pobre en materia orgánica, apoyado sobre un horizonte de alteración. Pueden observarse suelos con gran variedad de rasgos morfológicos. Se han identificado Criacueptes, o sea que todos muestran saturación temporaria con agua de deshielo. Aparecen en áreas deprimidas, inundables y con pobre drenaje. Se han diferenciado Subgrupos Hísticos, Líticos y Fluvacuenticos. Los horizontes superficiales son grisáceos oscuros a negros y se encuentran evidencias de hidromorfismo tales como coloraciones grisáceas o verdosas.

Los Histosles son suelos orgánicos cuyo origen es la acumulación de materia orgánica de forma más rápida que su mineralización, lo cual ocurre casi siempre bajo condiciones de saturación de agua casi continua que restringe la circulación de oxígeno a través del suelo (turberas). La mayoría tiene una densidad aparente baja, están saturados y poseen una capacidad de retención de humedad extremadamente alta. La profundidad del suelo, en algunos casos, se ve limitada por la presencia de la roca y puede tener horizonte parcialmente congelado. Se reconocieron los Criofibristes y Criohemistes. En general, tienen una secuencia de horizonte 0i1-0i2-2C y los horizontes orgánicos tienen más del 90 % de materia orgánica, son ácidos y el horizonte mineral tiene textura franco gravillosa. Se los encuentra en paisajes relativamente estables de pendientes suaves y en sectores relativamente planos y los materiales orgánicos provienen de una vegetación de musgos y gramíneas. Los Criohemistes muestran mayor grado de descomposición de la materia orgánico, siendo por los demás, semejantes a los anteriores.

Finalmente, se han encontrado Molisoles, los que en la región presentan una débil evolución genética. Poseen una alta provisión de materia orgánica (+ 2,8 %), más de 50 % de saturación de bases y una textura principalmente franco-limosa. Otras propiedades que lo caracterizan son estructuras en bloques, granular o migajosa y el dominio del catión calcio en el complejo

de intercambio. No tienen permafrost ni presentan materiales minerales u orgánicos que presenten evidencias de crioturbación o segregación de hielo. Se han reconocido Haplocrioles y Crioacuoles, diferencia establecida por el predominio de condiciones de saturación con agua del perfil del suelo en el segundo de los casos. En algunos casos, la presencia de horizontes A sobre-engrosados ha dado como resultado la aparición de subgrupos páquicos y cumúlicos. En general se asocian a vegetación de musgos, líquenes y gramíneas y una secuencia de horizontes 0-A-2AC-3C1-3C2. Se encuentran en morenas y planicies glacifluviales y están muy bien provistos de materia orgánica. Los Criacuoles presentan la capa de agua a los 20 cm de profundidad, se encuentran en planicies marina bajo una vegetación de musgos y gramíneas. Tiene una secuencia de horizontes An-ACn, textura arenosa y también están muy bien provistos de materia orgánica.

RESUMEN

FACTORES

Material originario: *Sedimentos gruesos; coluvio, till y gravas y arenas fluviales y litorales.*

Relieve: *Valles glaciarios y planicies glacifluviales, taludes, morenas de fondo y rocas aborregadas, quebrado, con sectores planos y subnormales. Existencia generalizada de permafrost*

Clima: *Frío y seco. Régimen. Arídico, localmente transición al xérico. Criídico.*

Biota: *Región antártica, escasos musgos y líquenes, localmente gramíneas, muy alta proporción de cobertura de hielo.*

BALANCE MORFOGÉNESIS-PEDOGÉNESIS

Medio inestable, con importante morfogénesis.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS

Criogénesis y crioturbación

Melanización.

Paludización.

PROCESOS PEDOGENÉTICOS EXCLUSIVOS

No hay.

PRINCIPALES SUELOS PRESENTES

Gelisoles en general, en menor proporción Criortentes, Crioacueptes, Criofibristes, Criohemistes, Haplocrioles y Crioacuoles

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Áreas de protección y científicas

ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS

Localizada contaminación



6. Bibliografía

Administración de Parques Nacionales, 1998. Eco-Regiones de la Argentina. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Informe de tirada limitada.

Besoain, E., 1985. Mineralogía de arcillas de suelos. San José, Costa Rica. IICA. 1205 pp.

Birkerland, P., 1999. Soil and Geomorphology. 3th Ed. Oxford University Press, 428 pp.

Bonfils, C.G., 1962. Los suelos del Delta del río Paraná. Factores generadores, clasificación y usos. Revista de Investigaciones Agrícolas, 16 (3): 1–257.

Bonfils, C., 1966. Rasgos principales de los suelos pampeanos. INTA. Instituto de Suelos y Agrotecnia. Buenos Aires.

Bunting, B., 1965. The geography of soils. Aldine publ. Co., Chicago, 213 pp.

Buol, S.W., F. Hole y R. Mc Craken, 1989. Soil genesis and classification. Iowa State University Press, 446 pp., Ames.

Burgos, J. y A. Vidal, 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Meteoros, año 1, Nº 1: 12-27. Buenos Aires.

Cabrera, A., 1958. Fitogeografía. En: Suma de Geografía, Tomo III, Capítulo II. Ed. Peuser. Buenos Aires.

Cabrera, A.L., 1976. Regiones fitogeográficas Argentinas. Tomo II, Fascículo 1. Ed. ACME. Buenos Aires.

Cabrera, A., 1994. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II, Regiones Fitogeográficas Argentinas. Ed. ACME. Buenos Aires.

Cabrera, A. y A. Willink, 1973. Biogeografía de América Latina. Washington D.C., Secretaría General de la O.E.A., 1980 (2ª edición). Serie monografías Nº 4.

Caminos, R., 1999. Geología Argentina. SEGEMAR. Anales Nº 29. Buenos Aires.

Cappannini, D. y O. Domínguez, 1961. Los principales ambientes geoedafológicos de la provincia de Buenos Aires. INTA – Instituto de Suelos y Agrotecnia. Publicación Nº 76. Buenos Aires.

Cappannini, L. 1973. Suelos de las sierras australes de la provincia de Buenos Aires. Acta Reunión de. Geología de las Sierras Australes. CIC de la Provincia de Buenos Aires.

Centro Editor de América Latina, 1982. Atlas total de la República Argentina. Tomo I al IV. Centro Editor de América Latina, S.A. Buenos Aires.

Consejo Federal de Inversiones, 1962. Evaluación de los recursos naturales de la Argentina: Primera Etapa. CFI, 7 Tomos. Buenos Aires.

Crompton, E., 1967. Soil Formation. Selected Papers in Soil Formation and Classification. Soil Science Society, Special Publication, 1(3-15). Madison, Winsconsin, USA.

Daniels, R., E. Gamble y G. Cady, 1971. The relation between Geomorphology and Soil Morphology and Genesis. Advances in Agronomy, 23: 51-87

Daus, F.A., 1973. Geografía de la Argentina. I Parte Física. Ed. Estrada. Buenos Aires.

De Fina, A., 1978. Mapa Nacional de los Distritos Agroclimáticos Argentinos. Publicación Nº 160. CIRN, INTA.

De León, L., 1978. Génesis de suelos. Relato en el 8° Congreso de la Ciencia del Suelo. 20 pp. Buenos Aires.

Del Valle, H.F., 1998. Patagonian Soils: A Regional Synthesis. Ecología Austral, 8:103-123.

Diffrieri, H., 1958. Las Regiones naturales. La Argentina Suma de Geografía. Tomo I. Ed. Peuser. Buenos Aires.

Dimitri, M., 1972. La Región de los Bosques Andino – Patagónicos. Colección científica. Tomo 10, INTA. Buenos Aires

Dirección Nacional de Geología Minería. 1964. Mapa Geológico de la República Argentina, Escala 1:2.500.000. DNGM. Buenos Aires.

Dirección Nacional del Servicio Geológico, 1996. Mapa Geológico de la República Argentina, Escala 1:5.000.000. Subsecretaría de Minería de la Nación. Buenos Aires.

Duchaufour, P. 1984. Edafogénesis y clasificación. Ed. Masson, Barcelona, España, 493 pp.

Etchevehere, P.H., 1972. Los suelos de la región Andino Patagónica. En: Dimitri, M.J., 1972, Los bosques Andino – Patagónicos. Colección científica INTA, 10(1):1-254.

Etchevehere, P.H., 1976. Caracterización y clasificación de los suelos predominantes de las Islas Malvinas, Actas de la séptima reunión argentina de la Ciencia del Suelo. 1975- Bahía Blanca, publicado en el suplemento Nº 33 del IDIA – INTA: 477 –484. Buenos Aires.

Fanning, D y M. Fanning, 1988. Soil: Morphology, Genesis and Classification. J. Willey & sons, New York, 354 pp.

Ferrer, J.A., 1978. Estudio de suelos en la cuenca del río Santa Cruz. 8ª Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires.

Ferrer, J.A., 1982. Geografía y Propiedades de los suelos de Patagonia. Relato. Actas 1as Jornadas Regionales de Suelos de Patagonia: 11-58. Neuquén y San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Ferrer, J.A., F.X. Pereyra y D. 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., F.X. Pereyra, D.C. Villegas y S. Castro Godoy, 2001. Génesis y distribución de los suelos en función de su material originario y del relieve en la región central de la provincia de Santa Cruz. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 56(3):377-391. Buenos Aires.

Ferrer, J.A., J. Irisarri y J.M. Mendía, 2006. Estudio regional de suelos de la Provincia del Neuquén. Escala 1: 500.000. INTA-Consejo Federal de Inversiones (CFI)-Universidad Nacional del Comahue.

Feruglio, E., 1946. Sistemas orográficos de la Argentina. Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA 4: 1-536. Buenos Aires.

Frenguelli, J., 1946. Las grandes unidades físicas del territorio argentino. Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA 3: 1-114. Buenos Aires.

García, C., 1967. Análisis de las clasificaciones climáticas del territorio argentino. Centro Estudios Geográficos, Serie A, Nº 24. UNBA.

Gerrard, J., 2000. Fundamentals of Soils. Routledge Fundamentals of Physical Geography. London and New York, 230 pp.

Godagnone, R., 2001. Suelos Antárticos. INTA y Dirección Nacional del Antártico (Instituto Antártico Argentino), Publicación 30, 92 páginas.

Goldich, S., 1938. A study in rock weathering. Journal of Geology, 46:17-58.

González Bonorino, F., 1958. Orografía. En: Suma de Geografía, Tomo III. Buenos Aires.

Imbellone, P.; J. Giménez y J. Panigatti, 2010. Suelos de la Región Pampeana. Procesos de Formación. INTA, 288 págs.

IGN, 2001. Atlas Geográfico de la República Argentina. 8ª edición. Buenos Aires, 128 págs.

INCyTH, 1991. Mapa Hidrogeológico de la República Argentina. Escala 1: 2.500.000. UNESCO, Programa Hidrogeológico Internacional, Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas. Buenos Aires.

Instituto de Geología y Recursos Minerales-SEGEMAR, 1997. Mapa Geológico de la República Argentina, Escala 1:2.500.000. SEGEMAR. Buenos Aires.

Instituto de Geología y Recursos Minerales-SEGEMAR, 1997-2002. Mapas Geológicos Provinciales de la República Argentina, Escalas 1:1.000.000 a 1:500.000. SEGEMAR. Buenos Aires.

INTA, 1977. La Pampa Deprimida. Condiciones de drenaje de sus suelos. INTA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Suelos, Publicación Nº 154. Buenos Aires.

INTA, 1980. Provincia de La Pampa, Universidad Nacional de la Pampa. Inventario integrado de los recursos naturales de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación. Buenos Aires.

INTA, 1981. Carta de Suelos Delta Entrerriano. INTA. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, Departamento de Suelos. Publicación Nº 172.

INTA, 1982. Regionalización ecológica de la República Argentina: memoria sintética y mapa a escala 1: 5.000.000. Rosa María Suárez, compiladora. INTA-CIRN, Publicación N° 173.

INTA- años y autores varios. Mapas de Suelos Provinciales.

INTA-años y autores varios. Cartas de Suelo de la República Argentina.

INTA-IGM, 1999. Mapa a escala 1:2.500.000.

INTA, 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. Estación Experimental Agropecuaria. Corrientes.

INTA, 2003. Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba. Los Suelos. Nivel reconocimiento. INTA, Manfredi.

INTA, 2009. Inventario de integrado de recursos naturales de la Provincia de Río Negro. Estación Experimental Agropecuaria Bariloche.

Jenny, H., 1941. Factors of Soil Formation. Ed. Mac Graw-Hill Book Company.

Jenny, H., 1980. The Soil Resource, Origin and Behavior. Ecological Studies. Ed. Springer-Verlag, Berlín, 377 pp.

Joffe, J., 1953. Pedology. Edit. Pedology Publications, New Brunswick, New Jersey, USA, 662 pp.

Keidel, J., 1925. Sobre el desarrollo paleogeográfico de las grandes unidades geológicas de la Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA, Anales 4: 251-312. Buenos Aires.

Köppen, W., 1931. Grundriss der Klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter. 388 pp.

Kühn, F., 1922. Fundamentos de fisiografía argentina. Bibl. Oficial, Vol. set.–oct. Buenos Aires.

Laya, H., 1969. Génesis de suelos a partir de productos piroclásticos postaglaciales. Sector entre Portezuelo (Chile- Argentina) y Nahuel Huapi (Neuquén). Actas 5ª RACS: 387-397. Santa Fe.

Mercer, J.H., 1976. Glacial History of Southernmost South America. Quaternary Research, 6(2): 125–166.

Morello, J.H. y J. Adámoli, 1968. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Primera parte: objetivos y metodología. Serie fitogeográfica Nº 10. INTA. Buenos Aires.

Morello, J.H. y J. Adámoli, 1974. Las Grandes Unidades de Vegetación y Ambiente de la Provincia del Chaco Argentino (2ª parte). Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. Serie Fitogeográfica, 13. INTA Castelar. Buenos Aires.

Moscatelli, G y C. Scoppa, 1983. Características hidroedáficas de la pampa deprimida. UNESCO- Comité Nacional para el programa Hidrológico Internacional. Secretaría de Recursos Hídricos. Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes llanuras: 1069 - 1088. Olavarría.

Natezon, C., 1990. Marco Biogeográfico. Proyecto Planificación y gestión de los Parques Nacionales. APN-FAO-PNUD. Mimeo, 217 pp. Buenos Aires

PAN, 2004. Atlas Argentino. Convenio de cooperación Pograma de Acción Lucha contra la Desertificación. Sec. De Ambiente y Desarrollo Sustentable-INTA-GTZ. 94 pp. Buenos Aires.

Papadakis, J., 1959. Mapa Ecológico de la República Argentina. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires.

Papadakis, J., 1980. El Suelo, con especial referencia a los suelos de América Latina. Ed. Albatros, 346 pp., Buenos Aires.

Pereyra, F., 2004. Ecoregiones de la Argentina. SEGEMAR. Buenos Aires. 285 págs.

Ramos, V., 1999 a. Las provincias geológicas del territorio Argentino. En: Caminos. R. (Ed.), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales 29 (3): 41- 96. Buenos Aires.

Ramos, V., 1999 b. Rasgos estructurales del Territorio Argentino. 1. Evolución tectónica de la Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Geología Argentina. Anales 29 (24): 715 –784. Buenos Aires.

Roccatagliata, J. (Coord.), 1989. La Argentina. Geografía General y los marcos regionales. Ed. Planeta, 783 pp. Buenos Aires.

Scoppa C. y J.C. Salazar Lea Plaza, 1984. Los Climas edáficos. 9° Congreso Geológico Argentino, Relatorio 3 (9): 753-780. Buenos Aires.

SEAGyP–INTA–PNUD Arg 85/019 – Área Edafológica, 1989. Atlas de Suelos de la República Argentina. Buenos Aires. Atlas de Suelos de la República Argentina, 1990. Escala 1:500.000 y 1:1.000.000. Tomos I y II. INTA.

SEAGyP-INTA-PNUD, 1989. Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, 529 pp.

Servicio Meteorológico Nacional, 1953. Atlas climático de la República Argentina. Buenos Aires.

Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Climatológicas 1941 – 2001. Buenos Aires.

Simonson, R., 1969. Concept of soil. Advances in Agronomy 20:1-47.

Smeck, N., E. Bunge y E. Mackintosh, 1983. Dynamics and genetic modelling of soil systems, in PEDOGENESIS AND SOIL TAXONOMY. Vol I - Concepts and Interactions. Edit: L.P. Wilding, N. Smeck, and G. Hall . Edit.Elsevier, Amsterdam, Oxford. (51-80).

Soriano, A., 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. Revista Investigaciones Agrícolas, 10(4): 323-647.

Tricart, J. y M. Killian, 1982. Ecogeografía. Editorial Anagrama. 288/299.

Tricart, J., 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida (Base para los estudios edafológicos y agronómicos). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.

Turner, J. C. M., 1979-80. (Ed.), Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Segundo Simposio I: 1-869, II: 879-1717, Córdoba.

UNESCO, 1975. Atlas climático de América del Sur. Escala 1:5.000.000. OMM – Unesco. Budapest.

UNESCO, 1996. Mapa Hidrogeológico de America del Sur. Escala 1:5.000.000. Programa Hidrogeológico Internacional.

USDA, 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for working and interpreting soil surveys. Soil conservation Service. Agriculture Handbook Nº 436. Washington, USA.

USDA-NRCS, 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Natural Resources Conservation Service, USDA, 2ª Ed., 869 pp. Washington DC. USA.

USDA-NRCS, 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos. 10° Edición. Natural Resources Conservation Service, USDA 339 pp.

Van Wambeke, A. y C.O. Scoppa, 1977. Las taxas climáticas de los Suelos Argentinos. R.I.A., 53, 8(1): 7- 39.

Vargas Gil, J.R. y J.P. Culot, 1980. Los suelos de la Puna. Actas 9ª Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Paraná.

Vargas Gil, J. y C. Scoppa, 1973. Suelos de las sierras de la provincia de Buenos Aires. Revista de Investigaciones Agropecuarias (INTA), Serie 3, 10(2): 57-79. Buenos Aires.

Volobuev, V.R., 1964. Ecology of Soils. Israel Program for Scientific Translation (IPST). Dist. Daniel Davey, New York, 260 pp.

Wada, K., 1989. Allophane and imogolite. In: Dixon, J.B. and S.B. Weed (Eds.): Minerals in soil environment, 2da Edition. Soil Sci. Soc. Amer. (1051-1087).

Wilding, L.P. y J.A. Rehage, 1993. Pedogenensis of soils with aquic moisture regimens (p.139-157). In: Wetlands Soil, caracterization, classification and utilization.

Zuccardi, R. y G. Fadda, 1972. Mapa de Reconocimiento de suelos de la provincia de Tucumán. Publicación Especial Nº 3. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán.

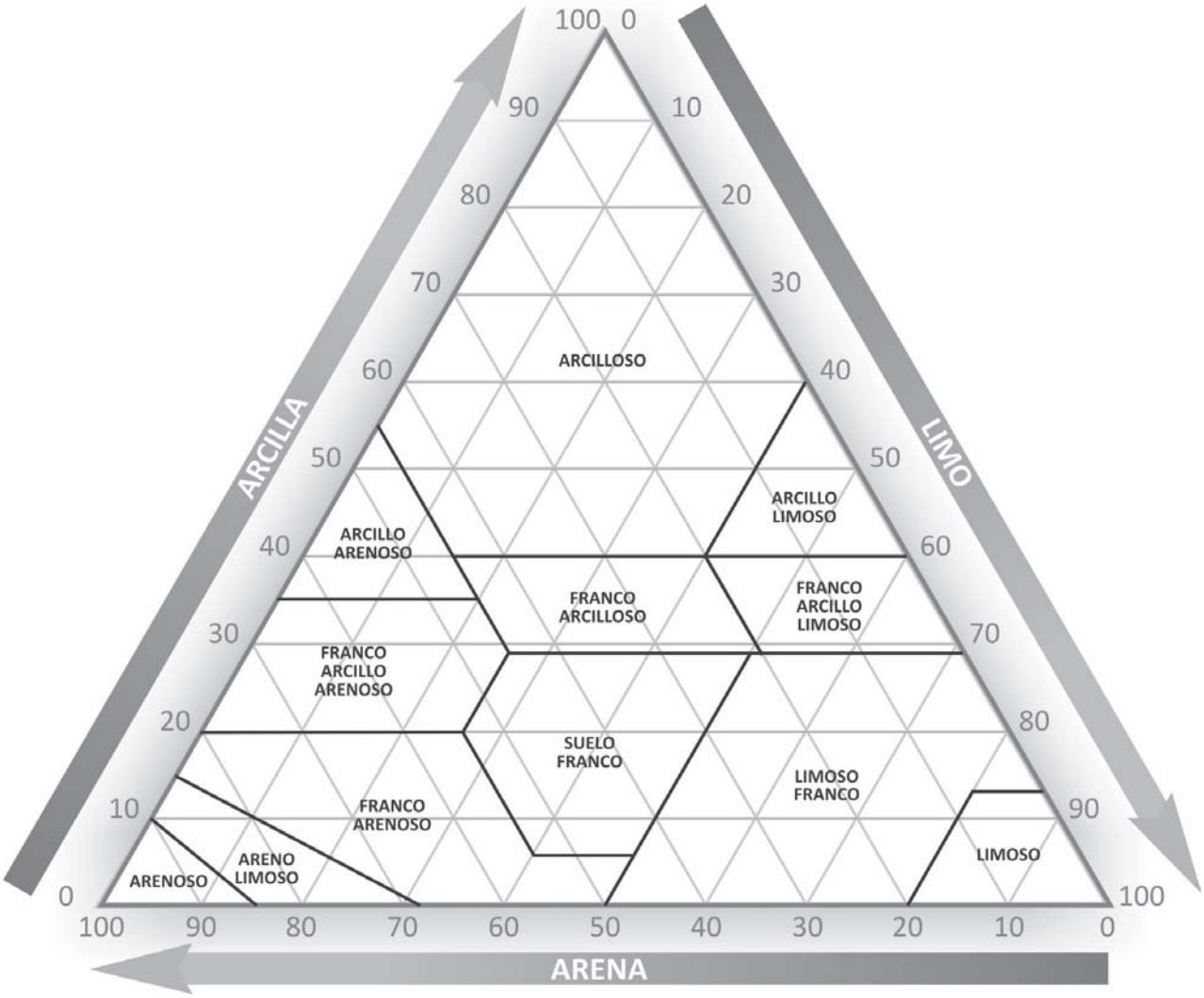


FIGURA 60: Diagrama textural de los suelos



7. Glosario de términos

ABANICOS ALUVIALES
Acumulación en forma de abanico, depositada por la acción de una serie de cursos generalmente efímeros al pie de una zona montañosa o a la salida de un valle estrecho. Los materiales depositados suelen ser gruesos.

ACUENTES
Suelos pertenecientes al Orden Entisoles de escaso desarrollo, saturados en agua la mayor parte del tiempo. Generalmente se encuentran en planicies aluviales, en zonas deltaicas, estuáricas o litorales.

ÁCUICO
Régimen de humedad de los suelos. Pertenecen a este régimen, los suelos que presentan su espacio poroso saturado en agua la mayor parte del año.

AFLORAMIENTO
Exposición superficial de rocas.

AGENTE GEOMÓRFICO
Fluidos que erosionan, transportan y depositan materiales detríticos, dando lugar a las diferentes geoformas depositacionales y erosivas. Agentes son el agua, el hielo y el viento.

ALFISOLES
Orden de suelos que se caracterizan por presentar un horizonte subsuperficial de acumulación de arcillas (Bt, argílico) debido al proceso de argiluviación. El horizonte superficial generalmente es poco potente y con escasa materia orgánica. Ocupan el cuarto lugar en cuanto a superficie ocupada de la Argentina y se ubican principalmente en las zonas Chaqueña y Pampeana. Predominan los Acualfes, Udalfes y Ustalfes.

ALTERITAS
Rocas modificadas por el accionar de procesos relacionados a la meteorización química

ANDISOLES
Orden de suelos que se relaciona con el predominio de cenizas volcánicas y otros materiales piroclásticos como materiales originarios. En general son gruesos, permeables, poco densos, poseen alta retención hídrica y de fosfatos y alofano (Propiedades ándicas). Se asocian a vegetación de bosque y dominan en la Cordillera Patagónica. Los subórdenes más frecuentes son los Udands y los Vitrands.

ANTEPAÍS
Zona no afectada directamente por una orogenia asociada a una zona de subducción. Se ubica, respecto de esta

última, atrás del retroarco y el arco magmático.

ARCO MAGMÁTICO

Cadena montañosa de estructura compleja ubicada en bordes de placas o en zonas de sutura entre antiguas placas. Las rocas aflorantes generalmente son las raíces de antiguos arcos volcánicos erosionados y levantados por la acción tectónica.

ARCO VOLCÁNICO

Cadena de volcanes activos o dormidos, generalmente estratovolcanes y calderas, localizados en un borde de placa activo asociado a subducción y formado por el ascenso de magma.

ARGIDES

Suborden de suelos perteneciente al Orden Aridisoles. Se caracterizan por presentar un horizonte de acumulación de arcillas subsuperficial (Bt, argílico). Generalmente muestran importante grado de desarrollo y profundidad. Se asocian a condiciones bioclimáticas más benignas pasadas y a geoformas estables. Son importantes en la Patagonia Extraandina.

ARGÍLICO (HORIZONTE DE SUELOS)

Horizonte de acumulación de arcillas iluviadas que presenta recubrimientos texturales de arcillas iluviadas (cutanes o argilanes). Coincide con los horizontes denominados Bt, en la Taxonomía de Suelos.

ARGILUVIACIÓN

Proceso pedogenético en el cual se produce la migración en suspensión de arcillas y complejos arcillo-húmicos de los niveles superiores del suelo y se acumulan en un horizonte (iluvial) formando películas sobre las caras de los agregados y de los fragmentos que componen el suelo. Estas películas se denominan cutanes, barnices o argilanes.

ARGIUDOLES

Gran grupo de suelos del Orden Molisoles caracterizado por la presencia de horizonte superficial rico en materia orgánica (negro) denominado mólico seguido de un horizonte de acumulación de arcillas (argílico). Son suelos potentes, bien desarrollados y muy fértiles que se forman bajo vegetación de pradera herbácea y clima húmedo (régimen de humedad údico). Son los suelos típicos (zonales) de la Región Pampeana.

ARÍDICO

Régimen de humedad de los suelos en el cual el perfil de los mismos se encuentra seco durante la mayor parte del año, por lo que existe un marcado déficit hídrico. Los procesos de acumulación de sales solubles y la capilaridad se ven favorecidos por esta circunstancia.

ARIDISOLES

Suelos de variable desarrollo formados en ambientes áridos. En general poseen horizontes de acumulación de sales, carbonato y/o yeso dentro del perfil. El horizonte superficial tiene escaso contenido de materia orgánica. Predominan las granulometrías gruesas. Incluye a los subórdenes Calcides, Argides, Salides y Cambides.

ARTESAS GLACIARIAS

Geoformas erosivas asociadas a la acción del hielo en ambiente montañoso (glaciaciones denominadas de montaña o alpinas). Las artesas corresponden a los valles glaciarios. Tienen sección transversal en forma de U, con fondo amplio y plano y laterales abruptos y empinados. En su piso y sobre los laterales se encuentran depósitos morénicos.

BAJADAS

Geoforma de gran extensión areal que se dispone como un plano de suave pendiente al frente de una zona montañosa y conforma la transición entre la misma y una zona de llanura. Se forma por la coalescencia lateral de abanicos aluviales.

BOSQUE

Asociación vegetal en la cual domina el estrato arbóreo.

CÁLCICO (PETROCÁLCICO)

Horizonte de acumulación de carbonatos de calcio en forma pulverulenta o cementados (petrocálcico). Son frecuentes en suelos de áreas áridas (Aridisoles) si bien también se encuentran como herencia de climas pasados en zonas actualmente húmedas como en la Región Pampeana formando los niveles conocidos como ¨toscas¨.

CALCIDES

Suborden de suelos pertenecientes al Orden Aridisoles que se caracterizan por poseer horizontes de acumulación de carbonatos de calcio cementados o no, usualmente horizontes Bk o Ckm. En líneas generales presentan perfiles simples, si bien su formación demanda cierto tiempo, por lo cual se localizan en geoformas antiguas.

CALCRETES

Niveles cementados de carbonato de calcio de diferentes génesis entre las cuales se encuentran los procesos pedogenéticos así como otros tipos de génesis. Se los conoce como ¨toscas¨.

CALDERAS

Depresiones circulares de laterales empinados resultantes de la destrucción de un aparato volcánico usualmente de grandes dimensiones. Se relacionan con erupciones altamente explosivas en la cual se produce el colapso del volcán ante el vaciamiento brusco de la cámara magmática ubicada por debajo del volcán. Usualmente se vincula a depósitos piroclásticos de grandes volúmenes.

CIRCOS GLACIARES

Geoformas erosivas asociadas a la acción del hielo en ambiente montañoso (glaciaciones denominadas de montaña o alpinas). Los circos tienen forma de anfiteatro y se localizan en las nacientes de los valles glaciarios. Sus laterales son empinados y en su base se encuentran depósitos morénicos.

CORDONES LITORALES

Geoformas cordoniformes originadas por la acción erosiva o depositacio-

nal de alta energía en ambientes litorales marinos. A veces suelen estar compuestos básicamente por fragmentos de conchillas.

CORRIMIENTOS

Fallas inversas de gran extensión generadas por la existencia de esfuerzos compresionales que producen la rotura de las rocas y el cabalgamiento de los niveles inferiores sobre los más jóvenes y superiores. El plano de falla suele tener baja inclinación en profundidad volviéndose casi vertical en la superficie.

CRÍDICO

Régimen de térmico de los suelos en la cual la temperatura de los mismos se encuentra en líneas generales por debajo de 8°C todo el año.

CUENCA INTRACRATÓNICA

Depresión continental originada por un atenuamiento de la corteza continental en el interior de una placa oceánica. Estas cuencas pueden evolucionar o no a *rifts*. La Cuenca Chacoparanaense es un ejemplo de este tipo de cuencas.

CUENCAS TRANSTENSIONALES Y TRANSPRESIVAS

Cuencas tectónicas limitadas por sistemas de fallas transcurrentes o de desplazamiento de rumbo que provocan la formación de depresiones en zonas montañosas. Algunas cuencas de salares de la Puna y cuencas o ¨bolsones¨ cerradas de las Sierras Pampeanas tienen este origen.

DELTAS

Ambiente de depositación fluvial en zonas de contacto con el mar o con estuarios. En estos ambientes generalmente se produce una progradación de los depósitos fluviales en el cuerpo de agua mayor, formándose una asociación característica de depósitos y geoformas subaéreas y submarinas, las cuales pueden encontrarse decenas de kilómetros aguas adentro.

DEPOSITACIÓN

Acumulación de materiales detríticos transportados por algún agente. Según sea este agente y la forma de transporte del material, los depósitos tendrán formas tridimensionales específicas (geoformas).

DORSAL OCEÁNICA

Faja ubicada en la parte central de los océanos en los cuales se produce la salida de materiales lávicos causando un empuje divergente hacia ambos lados de la dorsal formándose lo que se conoce como expansión del fondo oceánico y el movimiento divergente de las placas corticales.

DUNAS

Geoformas de acumulación de arenas debidas a la acción del viento (proceso eólico). Según la provisión de arena, la dirección e intensidad del viento, la humedad y la presencia de vegetación presentan formas diferentes: barjanes, longitudinales, transversales, parabólicas, en estrella, entre otras.

ECOTONO

Zona de transición entre dos formaciones vegetales en la cual coexisten características de ambas, como por ejemplo entre bosque y estepa herbácea o arbustiva.

ENDOACUOLES

Suelos del Orden Molisoles caracterizados por poseer un horizonte superficial bien provisto de materia orgánica y régimen ácuico, con rasgos hidromórficos (moteados, concreciones, etc.). Típicos de zonas bajas, como en la Cuenca del Salado (en Buenos Aires), el delta, los Bajos Submeridionales y los esteros del Iberá.

ENTISOLES

Orden de suelos que agrupa a aquellos que poseen muy bajo grado de desarrollo y por lo tanto carecen de horizontes diagnósticos. En general se encuentran en zonas de alta dinámica geomorfológica y materiales originarios recientemente depositados. Mantienen características heredadas de los sedimentos a partir de los cuales evolucionaron. Incluyen diferentes subórdenes entre los que destacan los Ortentes, Psamentes, Acuentes y Fluventes.

EROSIÓN

Arranque y transporte del material más o menos consolidado mediando la acción de algún agente geomórfico. Generalmente se produce tras la meteorización al menos parcial de los afloramientos rocosos.

ESTEPA ARBUSTIVA

Asociación de plantas con arbustos como estrato dominante. En general es característica de zonas áridas a semiáridas o zonas con un déficit hídrico estacional muy marcado.

ESTEPA HERBÁCEA

Asociación de plantas con pastizales como estrato dominante. En general es característica de zonas húmedas a subhúmedas y en zona de altura (prados de altura).

ESTEPA MIXTA

Asociación de plantas con arbustos y pastizales, generalmente presentes en las zonas de transición entre ambos tipos de estepa.

ESTRATIGRAFÍA

Rama de la geología histórica que estudia los acontecimientos geológicos a partir de la sucesión de depósitos y rocas de diferentes edades y ambientes de formación (columna estratigráfica) en una región determinada.

ESTRATOVOLCANES

Volcanes compuestos generados por la superposición de acumulaciones de materiales piroclásticos y sucesivas coladas de lava. En general presentan forma cónica y alcanzan varios miles de metros sobre el nivel de la superficie. Se deben a un volcanismo de tipo mesosilíceo con intercalaciones básicas y ácidas. La mayor parte de los volcanes que conforman la cordillera de los Andes son de este tipo.

FAJA PLEGADA Y CORRIDA

Serie de cordones montañosos paralelos que se encuentran limitados por corrimientos (fallas inversas). Tienen

lugar en las zonas ubicadas atrás de los arcos tectónicos y se forman en relación con una secuencia progresiva de compresión en la que los bloques montañosos se van ¨apilando¨ sobre la zona no deformada (de antepaís).

FALLAS NORMALES

Rotura del material rocoso en un plano vertical en relación con la presencia de esfuerzos tensionales (o extensionales) o de estiramiento. Son frecuentes en ambientes de *rift* y en la formación de cuencas oceánicas.

FALLAS TRANSCURRENTES

Fallas en las cuales el desplazamiento de las rocas tiene lugar en un plano horizontal y no vertical como en el caso de las fallas normales e inversas. En consecuencia se verifica que un bloque se mueve lateralmente respecto del otro. Son estructuras frecuentes en la zona cordillerana y a veces las fallas presentan etapas de movilización en la vertical y reactivación de rumbo o viceversa.

GELISOLES

Orden de suelos que se caracterizan por el hecho de que los mismos se encuentran parcial o totalmente congelados durante la mayor parte de año. En general son pedregosos y poseen escaso desarrollo. En la Argentina se encuentran en zonas de gran altura (en la cordillera de los Andes) y en la Antártida.

GEOFORMAS

Formas del terreno generadas por el accionar de un proceso geomórfico determinado que significa una modificación de la superficie del terreno. Éstas pueden ser erosivas o depositacionales o combinadas. Ejemplos son las dunas (proceso eólico), terrazas (proceso fluvial) y morenas (proceso glaciar). Las geoformas endógenas son formas debidas al accionar de procesos geomorfológicos que tienen sus fuentes de energía en el interior de la Tierra, como por ejemplo el volcanismo. Por su parte las geoformas y los procesos exógenos se deben al accionar de procesos geomorfológicos que tienen sus fuentes de energía en la atmósfera, biósfera e hidrosfera. Generalmente se asocian a algún agente e incluyen a los procesos eólico (viento), fluvial (agua), glaciario (hielo) y litoral marino (agua), así como otros que no implican agentes, como la remoción en masa y la meteorización.

GÍPSICO

Horizonte de suelos de acumulación de yeso por precipitación. Suelen aparecer en Aridisoles, dando lugar al Suborden Gipsides o a subgrupos gípsicos. Aparecen esencialmente en Patagonia Extraandina.

GLACIACIÓN

Eventos globales de expansión de los hielos que significan una modificación sustancial del paisaje. En los últimos tres millones de años tuvieron lugar en Sudamérica una serie de glaciaciones separadas por períodos denominados Interglaciales que afectaron esencialmente la zona cordillerana y la Patagonia Extraandina.

GLACIFLUVIALES

Sedimentos y geoformas (planicies y terrazas) originados por la acumulación de materiales usualmente gruesos debidos al accionar de aguas provenientes del derretimiento de los hielos. Estas geoformas y depósitos se formaron, generalmente, en las cercanías de grandes cuerpos de hielo durante los períodos glaciares o directamente después.

GLACILACUSTRES

Sedimentos y geoformas (planicies y terrazas) formados en ambientes de antiguos lagos glaciarios. Se caracterizan por presentar una alternancia de depósitos finos y gruesos como finas capas denominados varves.

HAPLUDANDS

Andisoles más frecuentes en la Argentina (a nivel Gran Grupo), usualmente arenosos, con perfiles A-Bw-C, con pedregosidad, bien provistos de materia orgánica. Presentan régimen de humedad údico.

HAPLUDERTES

Vertisoles más frecuentes (a nivel Gran Grupo), con perfiles de escaso desarrollo (A-AC-C), profundos, con grietas, polígonos de desecación, microrelieve gilgai (superficie suavemente ondulada) y caras de deslizamiento.

HAPLUDOLES

Gran grupo de Molisoles con perfiles simples (A-AC-C o A-Bw-C), con horizonte superficial bien provisto de materia orgánica (mólico), generalmente relacionados con materiales originarios de relativamente reciente depositación.

HAPLUSTALFES-HAPLUDALFES

Grandes grupos de Alfisoles, con horizonte superficial delgado y con escasa materia orgánica (ócrico) y potente horizonte argílico (Bt) por debajo. Los primeros se encuentran en régimen ústico y los segundos en údico.

HIDRÓFILAS

Vegetación especializada que crece en sectores en los cuales los suelos se encuentran anegados parcial o totalmente, como en lagunas, planicies aluviales, mallines, turberas y planicies de marea y estuáricas.

HISTOSOLES

Suelos orgánicos, o sea que sus horizontes poseen más del 20% en peso de materia orgánica en diferentes grados de descomposición. Usualmente muestran grados altos de saturación en agua. Son los suelos de turberas y mallines y de ¨pantanos¨.

HORIZONTE

Capas que se observan en los suelos resultantes del accionar de los diferentes procesos pedogenéticos. La denominación de horizonte se aplica tanto a la descripción morfológica de un suelo como a la identificación de horizontes diagnósticos. En el primero de los casos se usa la denotación A-B-C desde el horizonte superficial al más profundo existiendo numerosas subdivisiones. En el segundo se refiere a propiedades que son utilizadas en la clasificación de los sue-

los, como por ejemplo horizontes mólicos, argílicos, cálcicos, etc.

INCEPTISOLES

Suelos de moderado grado de desarrollo que aparecen en zonas de ecotono y en zonas montañosas y húmedas en las cuales la dinámica geomorfológica es importante y los depósitos (materiales originarios) no son demasiado antiguos. Los Andisoles antiguamente se incluían en este Orden.

INGRESIÓN MARINA

Ingreso del mar tierra adentro debido a cambios del nivel del mismo por variaciones climáticas (temperaturas mayores) o por variaciones en la altura de la parte continental. También se lo conoce como transgresión. El fenómeno contrario se denomina regresión.

KÁNDICO

Horizonte de suelos rico en arcillas no iluviadas, sino principalmente neoformadas. Típicos de ambientes subtropicales y frecuente en Alfisoles.

LOESS

Material tamaño limo acumulado por la acción del viento (proceso eólico). Este material es transportado en suspensión por el viento y cuando éste pierde energía se deposita por decantación. Generalmente oblitera el relieve preexistente y forma una planicie muy suavemente ondulada (planicie loessica). Su acumulación es de forma episódica en períodos de relativa sequedad.

MALLINES (VEGA)

Depresiones cerradas en las cuales los suelos se encuentran saturados en agua y en materia orgánica y que poseen en consecuencia una vegetación especializada característica. Es un término mapuche usado en la Patagonia que equivale a vega y parcialmente a humedal.

MÁRGENES CONTINENTALES

Límites entre placas litosféricas continentales y oceánicas. Éstos pueden ser activos, en el caso de que haya subducción o pasivos. El oeste de la Argentina corresponde a un margen activo, mientras que el litoral atlántico pertenece a un margen pasivo.

MELANIZACIÓN

Proceso pedogenético que se relaciona con la maduración de la materia orgánica acumulada en la parte superior de un suelo, como resultado de la cual se forman ácidos húmicos que al recubrir los granos minerales del suelo los oscurecen. Resultado final de este proceso es la formación de un horizonte mólico.

MÉSICO

Régimen de temperatura de los suelos en el cual la temperatura media anual oscila entre 8°C y 15°C.

METEORIZACIÓN

Conjunto de procesos de modificación de las propiedades de los materiales rocosos al ser expuestos a los factores ambientales. Causan la desagregación física de las rocas (meteorización física) y la descomposición de las mismas y la formación de nuevos minerales (meteorización química). Equivale al término intemperismo. En general no produce geoformas pero prepara el material para que sea erosionado por algún agente geomórfico (agua, viento o hielo).

MÓLICO

Horizonte superficial de suelos ricos en materia orgánica (más del 1% de materia orgánica) de coloraciones oscuras, bien estructurados. Se forman en ambientes húmedos y en relación con vegetación de estepa herbácea o mixta.

MOLISOLES

Orden de suelos que se caracterizan por poseer un horizonte superficial mólico y grados muy variables de desarrollo. Se asocian a climas húmedos a subhúmedos, relieves suaves, materiales no muy gruesos y vegetación de tipo pastizal. Es el Orden más ampliamente representado en la Argentina, especialmente presente en la zona Pampeana. Son los suelos más fértiles y aptos para la agricultura.

MORENAS

Depósitos y geoformas depositacionales debidas al accionar de los glaciares. Están compuestas por till y se clasifican según su posición respecto a las lenguas glaciarias en frontales, laterales y de fondo o según sus estructuras sedimentarias.

NATRACUALFES

Gran Grupo dominante de los Alfisoles. Presente en zonas de régimen ácuico (zonas bajas y anegables), con horizonte superficial ócrico (escasa materia orgánica) y por bajo un potente horizonte nátrico (Btn) de acumulación de arcillas sódicas. Se encuentra en la región Chaco-pampeana.

NATRACUOLES

Gran Grupo de Molisoles semejante a los anteriores pero que poseen un horizonte superficial mólico (bien provisto de materia orgánica). Se hallan principalmente en la Región Pampeana.

NÁTRICO

Horizonte subsuperficial de suelos formado por la acumulación de arcillas ricas en sodio. Se encuentran generalmente relacionados con suelos con problemas de drenaje y materiales originarios ricos en Na. Se denotan como Btn.

NEOTECTÓNICA

Actividad tectónica, materializada principalmente como fallamiento de edades recientes (cuaternarias y actuales).

ÓCRICO

Horizonte superficial de suelos que se caracteriza por presentar escaso contenido de materia orgánica. Típico de zonas áridas o semiáridas.

ORGÁNICO

Horizonte de suelos en los cuales el contenido en peso de materia orgánica debe superar el 20%. Se subdividen según el grado de descomposición de

la materia orgánica (Sáprico, Fíbrico, etc.). Se denotan con la letra O.

OROGENIA

Episodios de intensa actividad geotectónica como resultado de los cuales se forman cadenas montañosas, acompañadas de intrusión de rocas plutónicas en profundidad y erupción de volcanes en bordes de placas continentales convergentes (por encima de zonas de subducción). En la Argentina se destaca la Orogenia Andina que se ha extendido en diferentes etapas por más de 60 millones de años.

ORTENTES

Suborden de suelos más frecuente de los Entisoles. Como todos ellos son suelos de escaso desarrollo y, en particular, son muy pedregosos. Se ubican en las zonas montañosas, planicies y en valles fluviales de áreas áridas y de alta energía geomorfológica.

OXISOLES

Orden de suelos caracterizados por una intensa meteorización química, por lo cual son ricos en óxidos e hidróxidos de Al y Fe y por lo tanto presenta típicas coloraciones rojizas. Tienen perfiles simples, escasa fertilidad y materia orgánica. Se encuentran incluidos en la denominación genérica de suelos lateríticos. Se localizan en Misiones.

PAISAJE-RELIEVE

Aspecto y configuración de la superficie de la Tierra emergida como resultado del accionar de los procesos morfogenéticos o geomorfológicos, a los que se suman la tectónica, el magmatismo, el volcanismo, la pedogénesis y la meteorización.

PEDIMENTOS

Geoformas poligenéticas típicas de ambientes pedemontanos en los que predominan los procesos erosivos fluviales que biselan afloramientos de rocas generalmente friables, aplanándolas. Usualmente se forman durante períodos de calma tectónica y bajo climas áridos. Se asocian a bajadas.

PERMAFROST

Presencia de agua congelada en los poros de los suelos y entre los fragmentos detríticos en zonas muy frías o elevadas. Estacionalmente pueden descongelarse, al menos parcialmente, dando lugar a procesos criogénicos.

PLACA LITOSFÉRICA

Segmentos en los que se encuentra dividida la corteza terrestre y que se mueven unos respecto de otros como un todo dando lugar a los principales accidentes del terreno a escala global, como las cordilleras y los océanos.

PLANICIES ALUVIALES

Geoformas planas depositacionales ubicadas en las zonas aledañas a los cursos fluviales. Se forman durante los períodos de crecidas por sucesivas acumulaciones de depósitos fluviales. Su ancho y su tamaño del material dependen del tipo de río y del ambiente en el cual se localizan.

PLANICIES DE MAREA Y ESTUÁRICAS

Geoformas litorales de muy suave relieve formadas en la zona de fluctuación entre las pleamares y bajamares. Como resultado de las mismas, las aguas que poseen abundante material fino en suspensión lo van depositando por decantación. En estos ambientes se desarrollan las marismas, marjales o cangrejales. Estas planicies son típicas del Río de la Plata y de la bahía de Samborombón, en Buenos Aires.

PLANICIES ESTRUCTURALES

Geoformas planas de gran extensión regional debidas al accionar erosivo del proceso fluvial sobre superficies controladas estructuralmente por la presencia de bancos duros horizontales. Estas geoformas son conocidas como ¨mesetas¨ típicas de la Patagonia Extraandina, en la cual una capa de rodados cementados por carbonatos controlan la erosión.

PLANICIES LÁVICAS

Geoformas planas conocidas usualmente como mesetas, debidas a la disposición subhorizontal de las lavas. Generalmente se relacionan con erupciones fisurales localizadas en zonas alejadas del arco volcánico y no a grandes aparatos volcánicos. Son formas también denominadas plateaux.

PLAYAS

Además de la acepción conocida referida a una zona litoral marina con formas litorales depositacionales, se suma la definición de playa como una cuenca cerrada de fondo plano ubicada en zonas montañosas áridas en la cual predominan sedimentos finos y evaporíticos (sales solubles) de sulfatos, cloruros y boratos. Los salares típicos de la Puna son playas.

PLIEGUES Y PLEGAMIENTO

Ondulaciones del terreno producidas por la deformación de las rocas por acción de fuerzas compresivas, generalmente asociadas a fallamiento. Plegamiento es el proceso de formación de pliegues y es una forma de la actividad tectónica.

PROCESOS CRIOGÉNICOS

Procesos de movilización de materiales inconsolidados de la superficie por variaciones volumétricas del agua contenida la cual experimenta ciclos de congelamiento y descongelamiento. Como resultado de los mismos pueden formarse una serie de geoformas en las zonas afectadas como terrazuelas de gelifluxión, glaciares de roca, listas de piedras y suelos poligonales.

PROCESOS MORFOGENÉTICOS

También son conocidos como procesos geomorfológicos. Implican la modificación y modelado de la superficie terrestre, resultado de la interacción de fuerzas internas de la Tierra y los agentes geomorfológicos exógenos, controlados por el clima, la latitud, la biota, entre otros.

PROCESOS EXÓGENOS Y ENDÓGENOS

Ver en Geoformas

PROCESOS PEDOGENÉTICOS
Son los responsables de la formación de los suelos, incluyen procesos de migraciones, transformaciones, remociones y adiciones.

PSAMENTES
Suborden de suelos del Orden Entisoles. Como todos ellos son suelos de escaso desarrollo y en particular presentan textura arenosa. Se ubican en zonas áridas y de alta energía geomorfológica, generalmente en dunas y en terrazas fluviales.

PSAMÓFILAS
Vegetación especializada que crece en sectores en los cuales dominan los materiales arenosos, como por ejemplo en dunas y en playas.

REGOLITO
Material residual inconsolidado que puede encontrarse en la superficie de la Tierra resultante de la meteorización de las rocas aflorantes.

RELIEVE RELATIVO
Diferencia de altura entre el sector más alto y el más bajo en un determinado sector considerado. Esta diferencia da una idea de la potencial morfodinámica, ya que a más relieve relativo, más morfodinámica natural.

REMOCIÓN EN MASA
Procesos de movilización del material de las pendientes por efecto de la gravedad. Se reconocen diferentes tipos según el tipo y tamaño del material implicado, la participación de agua y la velocidad del movimiento. Los tipos más frecuentes son los flujos densos o torrentes de barro (*debris flows*), avalanchas, deslizamientos, asentamientos (*slumps*), caídas y el reptaje.

REPTAJE
Lento movimiento de materiales detríticos y suelos debido al efecto de gravedad con o sin participación subordinada del agua. Como geoformas pueden encontrarse los conos de deyección, semejantes a los abanicos aluviales pero sin mediar la acción del agua (con mayores pendientes y de menores dimensiones que los aluviales), y los taludes, frecuentes en los laterales de valles y en los frentes montañosos. Las formas conocidas como ¨pedreros¨o ¨acarreos¨ se relacionan con el accionar de este fenómeno.

RETROARCO
Zona ubicada en la parte posterior de un arco volcánico o magmático, en la cual predominan los esfuerzos compresivos y por lo tanto se forman fajas plegadas y corridas.

RIFT
Depresión alargada, limitada por fallas normales de cientos de kilómetros formada por la acción de extensión de una placa vinculada a la formación posterior de un océano y una dorsal centro-oceánica. Inicio del proceso de *spreading*, expansión de un fondo oceánico, lo inverso a una zona de subducción.

ROCA
Asociación consolidada de minerales y/o fragmentos de roca.

ROCAS METAMÓRFICAS
Rocas formadas por modificación de rocas preexistentes debido a la acción de calentamiento o por presión sin llegar a fundirse totalmente en profundidades considerables de la corteza terrestre. Como resultado de estos procesos las rocas formadas tienen diferentes minerales y estructura física. Se dividen en función del grado de metamorfismo, destacándose pizarras, esquistos, gneises y migmatitas.

ROCAS PIROCLÁSTICAS
Rocas formadas por la litificación de tefras asociadas a erupciones volcánicas. Según el tamaño de grano y el proceso piroclástico al cual se asocian reciben distintas denominaciones. Las más frecuentes son las tobas formadas por cenizas y, las ignimbritas y las brechas volcánicas, en las cuales se mezclan materiales de diferentes tamaños.

ROCAS PLUTÓNICAS
Rocas intrusivas formadas a profundidades importantes dentro de la corteza terrestre principalmente en relación con arcos magmáticos. Como resultado de los procesos de cristalización del magma en profundidad, las rocas suelen tener una textura granosa. Se clasifican en función del contenido de sílice (más sílice: ácidas; menos sílice: básicas). Los tipos principales son granitos, granodioritas, dioritas y gabros.

ROCAS SEDIMENTARIAS
Rocas formadas por la litificación de materiales detríticos acarreados por alguna agente y depositados o por precipitación de soluciones ricas en algún compuesto (usualmente carbonatos, sílice y sulfatos). En el primero de los casos se clasifican según el tamaño de grano dominante: areniscas (arena), limolitas (limo) y conglomerados (grueso) y en las segundas según la composición: como por ejemplo las calizas.

ROCAS VOLCÁNICAS
Rocas formadas por la consolidación de lavas extruidas durante las erupciones volcánicas. Como resultado del rápido enfriamiento, los minerales no alcanzan a cristalizar totalmente por lo que se observan cristales mayores inmersos en una pasta de pequeños cristales o directamente vidrio volcánico. Se clasifican en función del contenido de sílice (más sílice: ácidas; menos sílice: básicas). Los tipos principales son basaltos, andesitas, dacitas y riolitas.

SALINIZACIÓN
Proceso pedogenético mediante el cual se produce la acumulación de sales más solubles que el yeso (básicamente cloruros) en el perfil de un suelo y que puede llegar a formar un horizonte sálico. Se genera en ambiente de gran aridez y se relaciona con fenómenos de capilaridad.

SALARES
Ver en Playas.

SÁLICO Y SALIDES

Horizonte de suelos de acumulación de sales más solubles que los sulfatos y carbonatos, especialmente cloruros. Tiene lugar en zonas áridas, principalmente en el Orden Aridisoles, formando el Suborden Salides. Éstos se localizan preferentemente en los grandes bajos de la Patagonia y en los salares de la Puna.

SELVA

Formación vegetal en la cual domina el estrato arbóreo, en varios niveles, si bien se encuentran representados todos los estratos.

SPODOSOLES

Suelos ácidos y poco fértiles formados en ambientes boscosos, fríos y húmedos que exhiben un perfil muy característico. El horizonte superficial es rico en materia orgánica y puede presentar un horizonte orgánico, por debajo se encuentra un horizonte fuertemente eluvial (blanco) y luego dos horizontes de acumulación de materiales iluviados (componentes que migran de la parte superior del suelo), uno de materia orgánica (negro) y el otro de óxidos de hierro de coloración rojo-amarillento (horizonte Spódico, Bs). En la Argentina solo ocupan sectores muy restringidos del paisaje en Santa Cruz y en Tierra del Fuego.

SUELOS

Capa superficial del terreno formada por compuestos minerales y orgánicos que presentan una serie de propiedades específicas que permiten el desarrollo de la vegetación. Son el resultado del accionar de los diferentes procesos formadores de suelos (pedogenéticos) controlados a su vez por los factores de formación: clima, relieve, biota, material originario y tiempo.

SUELOS HIDROMÓRFICOS

Término genérico que designa suelos con rasgos originados por la saturación, al menos estacional, de todo el espacio poroso con agua. Estos suelos pueden tener moteados, concreciones y colores gley (verde-grisáceos) que son resultado de la presencia de condiciones reductoras. El régimen de humedad de los suelos es ácuico.

SUELOS LATERÍTICOS

Denominación genérica que se aplica a los suelos rojos que se encuentran en zonas tropicales. En los mismos dominan los fenómenos de meteorización química y por consiguiente la acumulación residual de óxidos de Fe y Al que dan esa coloración.

SUPERFICIES DE PLANACIÓN

Geoformas regionales de gran extensión areal resultado de procesos de erosión sobre afloramientos rocosos. Estas superficies son parcialmente asimilables a los términos peneplanicie, pediplanicie y etchplanicie según los diferentes modelos de génesis propuestos por distintos autores. Poseen un muy suave relieve regional, la red de drenaje muestra marcado control estructural y la superficie de erosión trunca estructuras geológicas y litologías variadas. Independientemente de su génesis, largos períodos de tiempo son necesarios para su formación (decenas de millones de años).

SUTURA

Zona en la cual se encuentra el contacto entre dos antiguas placas como resultado de una colisión.

TEFRAS

Material inconsolidado expulsado durante las explosiones que se asocian con cierto tipo de erupciones volcánicas. Según el diámetro que alcanzan reciben diferentes denominaciones siendo las más frecuentes las cenizas que tienen tamaño arena y el lapilli que es tamaño gravilla.

TÉRMICO

Régimen de temperatura de los suelos en los cuales la misma se encuentra entre 15°C y 22°C a lo largo del año.

TERRAZAS ESTRUCTURALES Y ROCOSAS

Geoformas esencialmente erosivas, de relieve plano, localizadas sobre los laterales de un valle. Se forman como resultados de cambios del nivel de base de los ríos y la erosión fluvial se encuentra controlada por la presencia de niveles más resistentes que la limitan. Estos niveles pueden ser antiguos rodados cementados o directamente rocas (terrazas rocosas).

TERRAZAS FLUVIALES

Geoformas esencialmente erosivas, de relieve plano, localizadas sobre los laterales de un valle. Se forman como resultados de cambios del nivel de base de los ríos, los que, al buscar un nuevo perfil de equilibrio disectan sus anteriores planicies aluviales. Varios niveles de terrazas, limitadas por escarpas de erosión, suelen escalonarse sobre ambas márgenes de los cursos fluviales.

TERRAZAS MARINAS

Antiguas plataformas de abrasión formadas por erosión litoral marina con control estructural elevadas respecto al nivel del mar actual. Varios niveles suelen escalonarse hacia el mar al pie de costas acantiladas.

TILL

Depósito glaciario generado por la acción directa del hielo. En general son sedimentos de variadas litologías y tamaños, desde grandes bloques hasta limos caóticamente dispuestos. Componen las morenas y cubren las formas erosivas glaciarias menores como rocas cantereadas y lomos de ballena.

TURBA

Acumulaciones de materia vegetal, hongos y musgos en diferentes grados de descomposición que se forman en zonas deprimidas y anegadas, en climas fríos y húmedos. Los suelos presentes son Histosoles y la turba seca se utiliza como combustible o como mejorador de suelos. Se encuentran básicamente en todas las zonas que tienen estas condiciones, si bien es en Tierra del Fuego e Islas Malvinas donde constituyen un elemento principal del paisaje.

ÚDICO

Régimen de humedad de los suelos en el que el mismo no se encuentra seco por más de 90 días en el año y tampoco por 45 días seguidos en verano. Coincide con climas atmosféricos húmedos.

ULTISOLES

Orden de suelos formados en ambientes subtropicales, que presentan perfiles relativamente simples, escaso contenido de materia orgánica y un horizonte de acumulación de arcillas (argílico o kándico) subsuperficial con arcillas de baja actividad y con bajo grado de saturación. Usualmente tienen colores rojizos y se los puede incluir dentro de los suelos lateríticos, si bien el grado de meteorización química es inferior a los Oxisoles.

ÚSTICO

Régimen de humedad de los suelos intermedio entre el arídico y el údico, en el que el suelo puede estar seco más de 90 días en el año y con lluvias en verano.

VERTISOLES

Orden de suelos que se caracteriza por presentar una serie de propiedades derivadas del alto contenido de arcillas expansibles que poseen (propiedades vérticas). Los suelos tienen caras de deslizamiento entre los agregados, microrelieve gilgai y grietas (en profundidad y en superficie) originadas por la acción de contracción y expansión de las arcillas según estén secas o húmedas. En general exponen perfiles simples y coloraciones oscuras, si bien son potentes. Los más comunes en la Argentina son los Hapludertes.

XÉRICO

Régimen de humedad de los suelos intermedio entre el arídico y el údico, en el que el suelo puede estar seco más de 90 días en el año y con lluvias en invierno.

XERÓFILAS

Plantas especialmente adaptadas a ambientes con frecuentes déficit hídricos durante el año. Generalmente dominan las especies arbustivas y estas suelen poseer espinas.



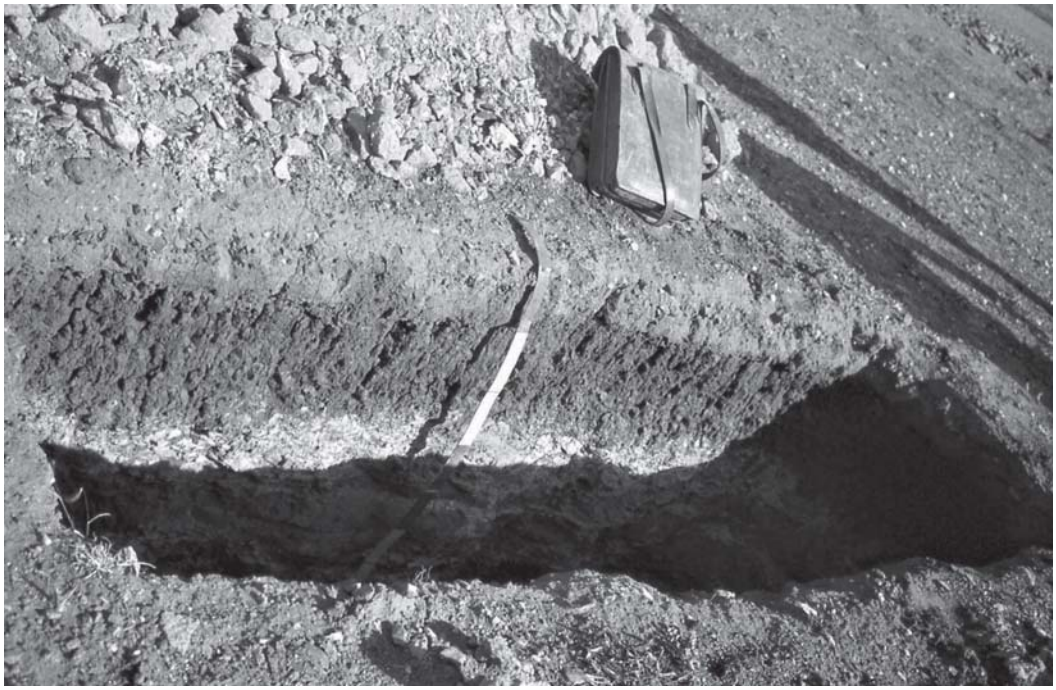
8. *Anexo fotos*



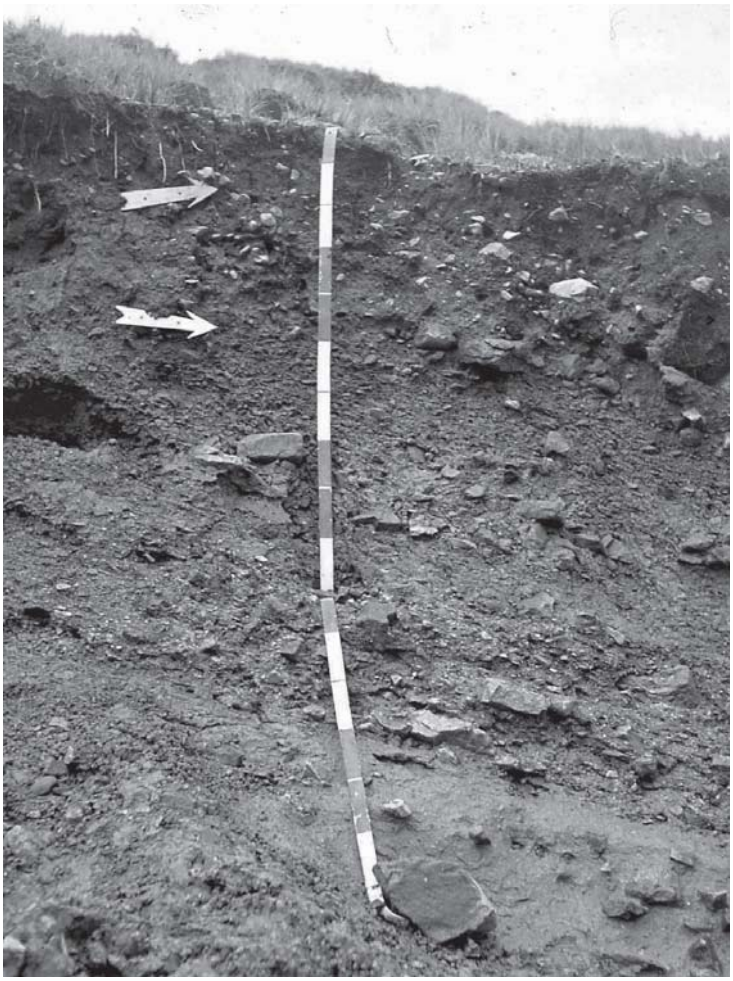
Paisaje de la unidad Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental, Puna de Salta



Paisaje de la unidad Suelos líticos y salinos de la Puna y de la Cordillera Oriental, Quebrada de Humahuaca, Jujuy



Aridisol, Paleargid, en unidad Suelos líticos y salinos de la Puna y Cordillera Oriental, provincia de Jujuy (foto J.A.Ferrer).



Molisol, Haplocriol en unidad Suelos líticos y salinos de Puna y Cordillera oriental, provincia de Salta (foto J.A.Ferrer).



Paisaje de la unidad Suelos líticos de los Andes Centrales, Parque Provincial Aconcagua (Mendoza)



Paisaje de la unidad Suelos líticos de los Andes Centrales, Precordillera de San Juan.



Entisol, Torrifluvent, en unidad Suelos líticos de los Andes Centrales, provincia de San Juan (foto G. Babelis).



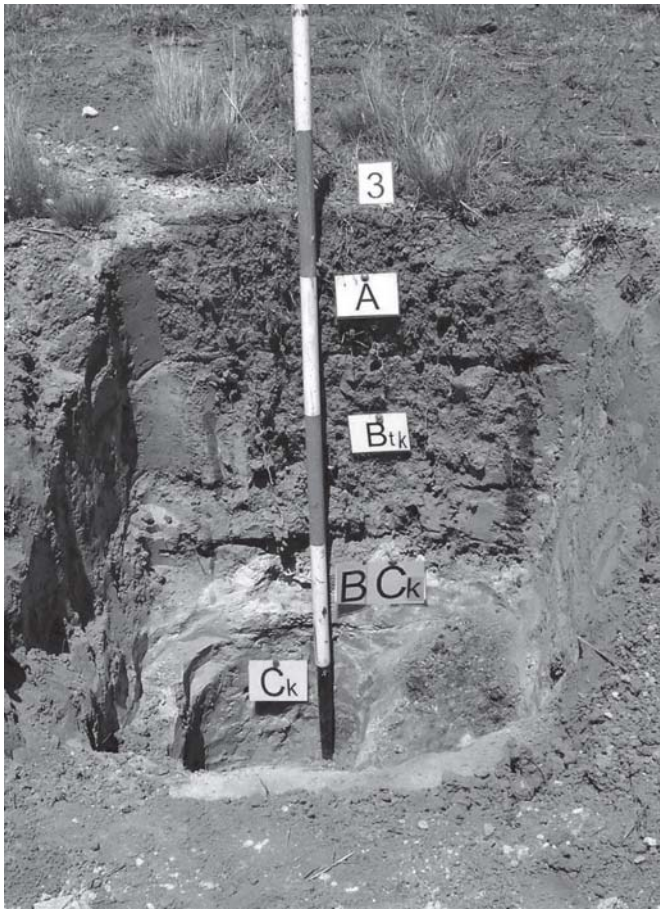
Paisaje de Sierras pampeanas, Valles Calchaquíes, unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro oeste (foto Turismo de la Nación)



Paisaje la unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro oeste, Sierras Pampeanas, en las cercanías de Tafí del Valle (Tucumán).



Paisaje de la unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste,
provincia de La Pampa (foto D.Buschiazzo).



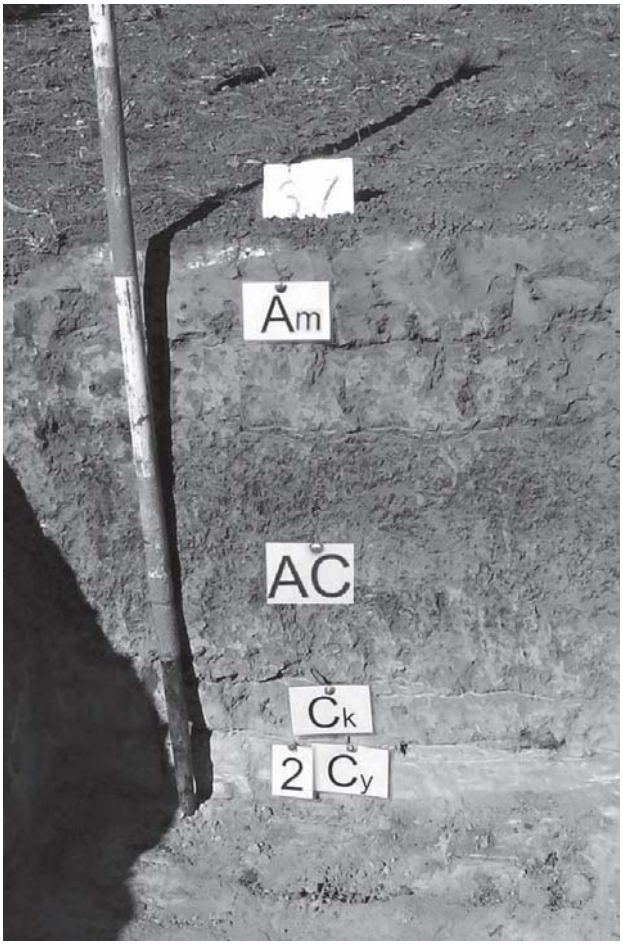
Aridisol, Haplodurid en la unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste provincia de La Pampa (foto D.Buschiazzo) .



Paisaje la unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro oeste, Mendoza.



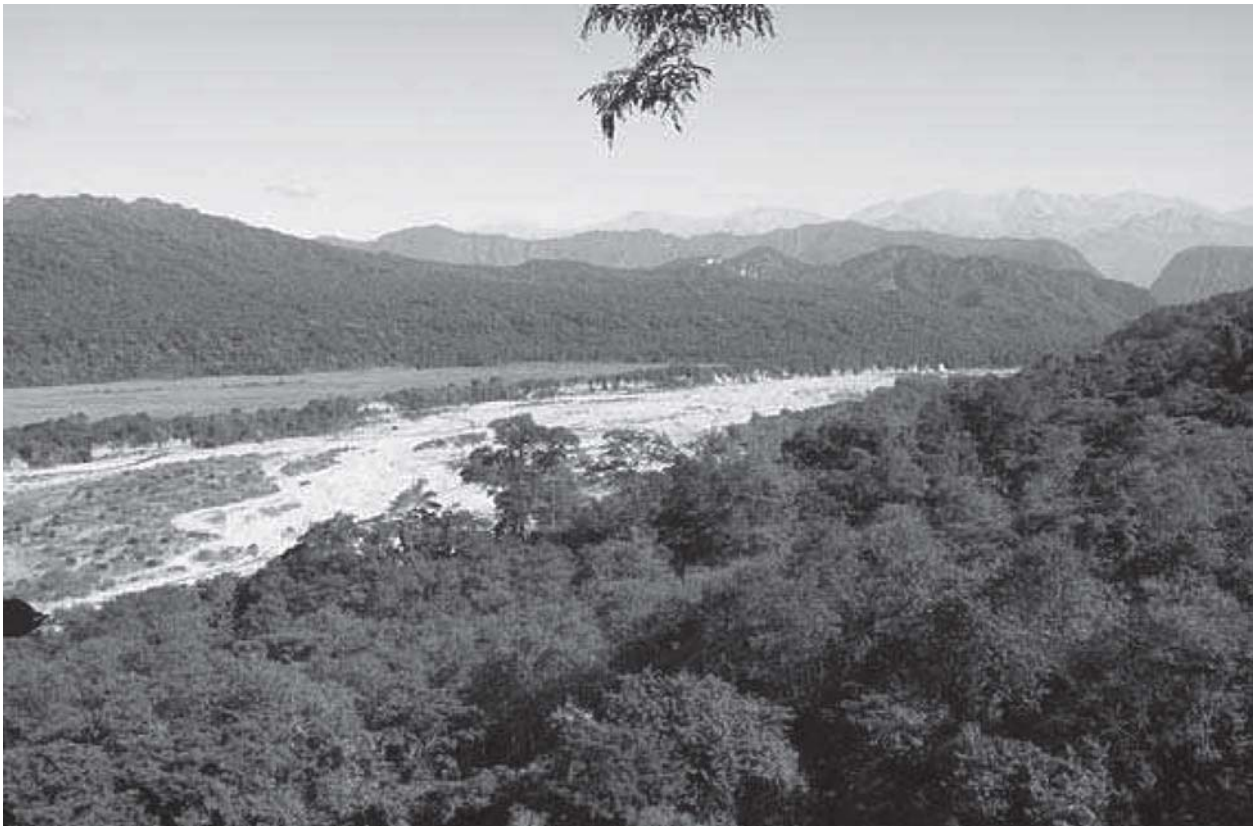
Paisaje y vegetación en la unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro oeste, La Pampa (foto D. Buschiazzo).



Aridisol, Haplargid, en unidad Suelos poco desarrollados y áridos del centro-oeste provincia de La Pampa (foto D. Buschiazzo).



Molisol, Haplustol en unidad Sierras Subandinas, provincia de Jujuy (foto J. A. Ferrer).



Paisaje de la unidad Sierras subandinas, provincia de Jujuy.



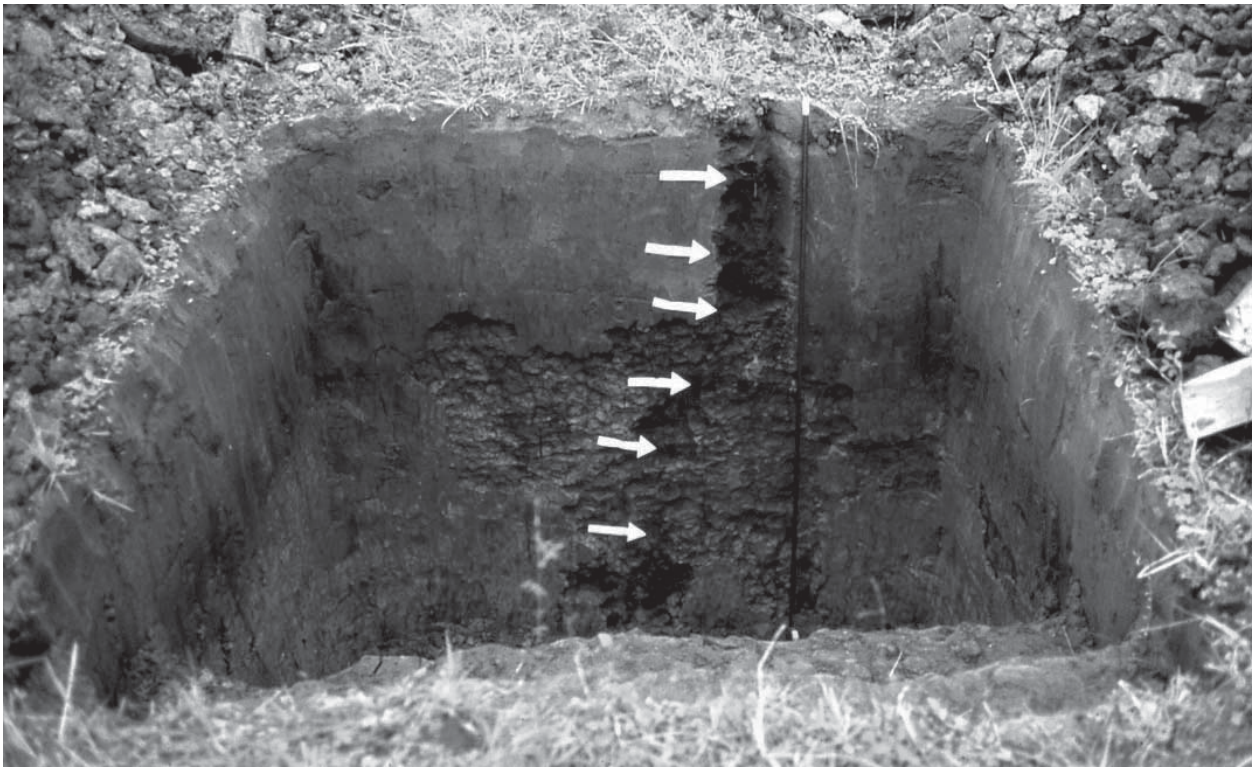
Paisaje de la unidad Sierras subandinas, provincia de Salta.



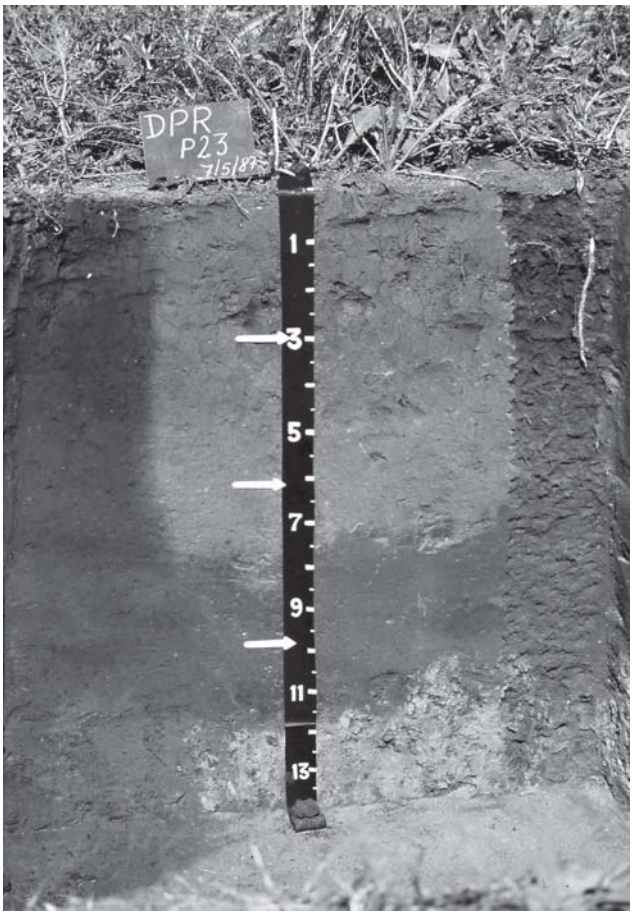
Paisaje de la unidad Monte Chaqueño, Formosa (foto Turismo de la Nación).



Paisaje de la unidad Monte Chaqueño, en la provincia del Chaco.



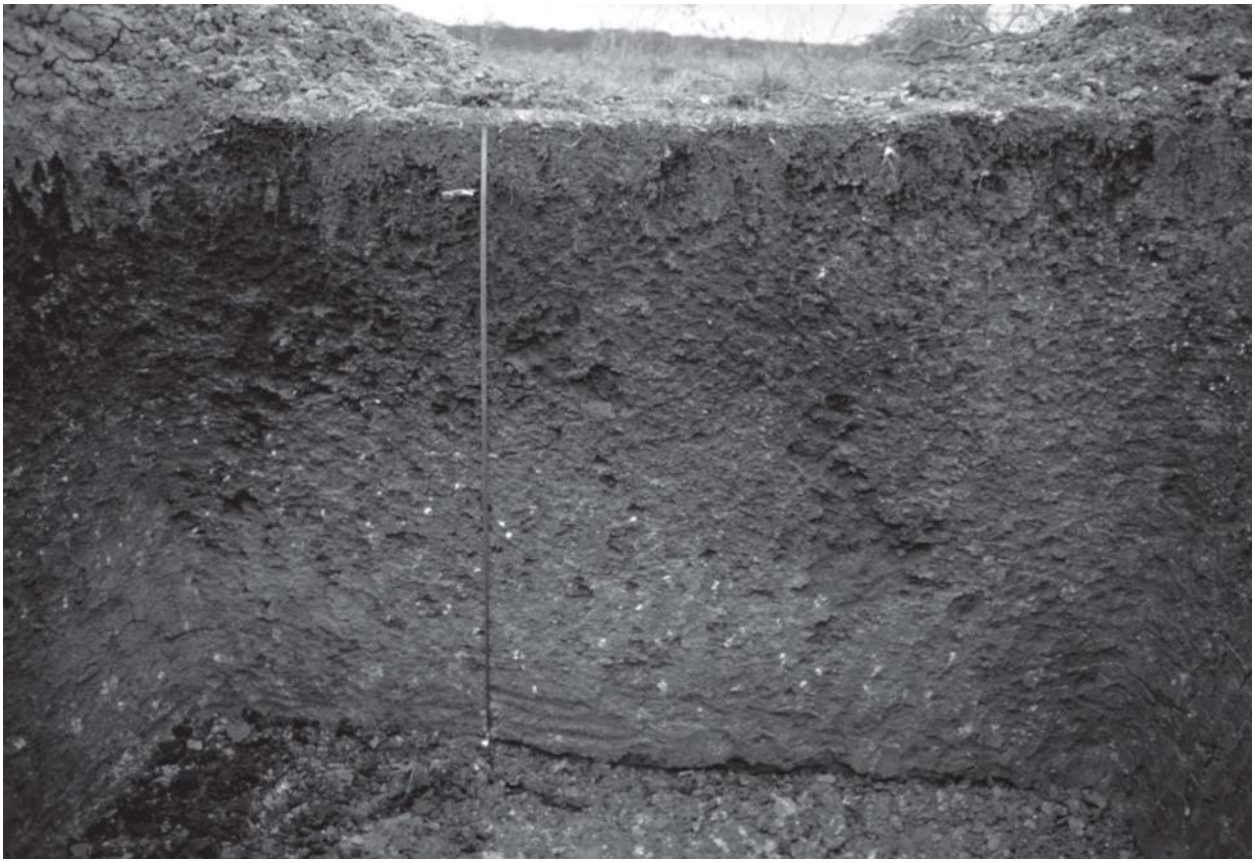
Molisol, Paleoudol, en unidad Mesopotamia, provincia de Corrientes (foto D.Ligier).



Molisol, Hapludol, en unidad Monte Chaqueño, provincia de Santiago del Estero (foto J.L.Panigatti).



Paisaje de la unidad Mesopotamia, Palmar de Entre Ríos (foto Turismo de la Nación).



Vertisol, Hapludert en unidad Mesopotamia Provincia de Entre Ríos (foto J.L. Panigatti).



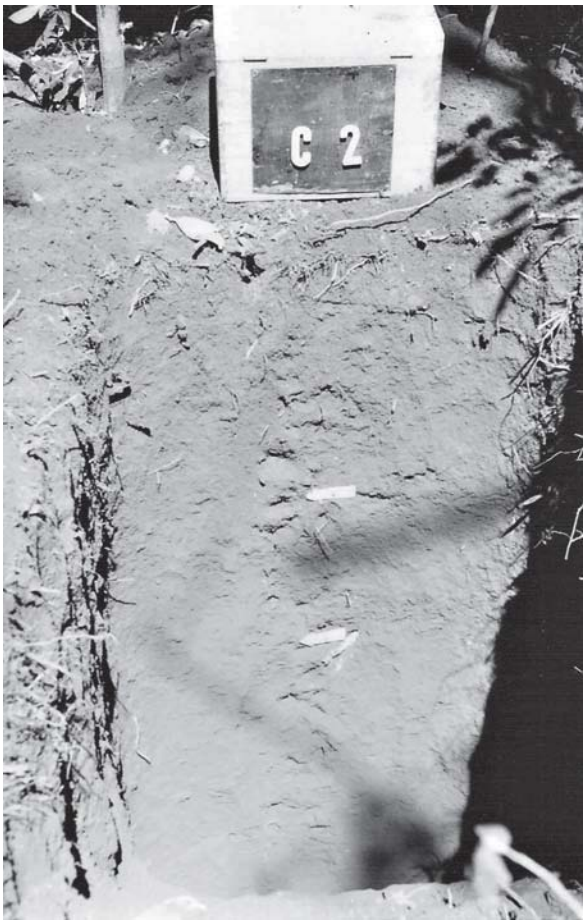
Paisaje de la unidad Selva Misionera, Cataratas del Iguazú, Misiones (foto Turismo de la Nación).



Paisaje y cultivos de la unidad Selva Misionera, Misiones.



Paisaje de la unidad Selva Misionera, Misiones.



Oxisol, Kandiudox, en unidad Selva Misionera, provincia de Misiones (foto R.Godagnone).



Ultisol, Kandihumult, en unidad Selva Misionera, provincia de Misiones (foto H.Morrás).



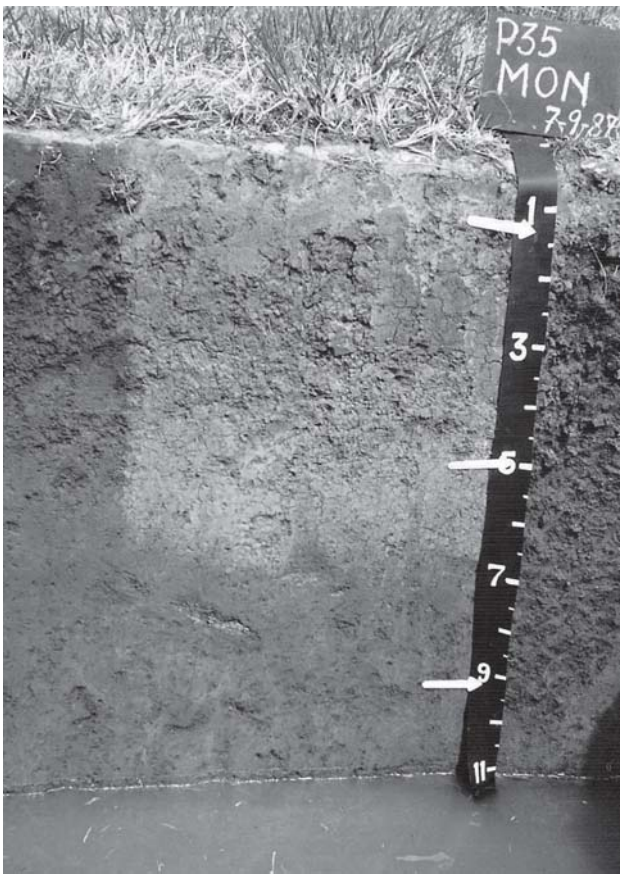
Paisaje de la unidad Suelos humíferos de la Región Pampeana, provincia de Buenos Aires.



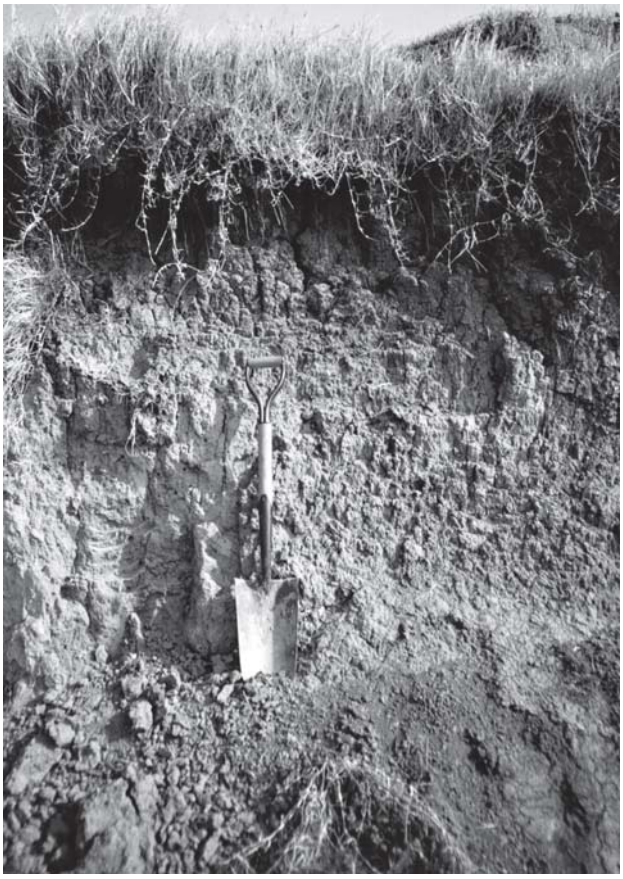
Depósitos de loess en la provincia de Buenos Aires, material originario principal de la unidad Suelos humíferos de la Región Pampeana.



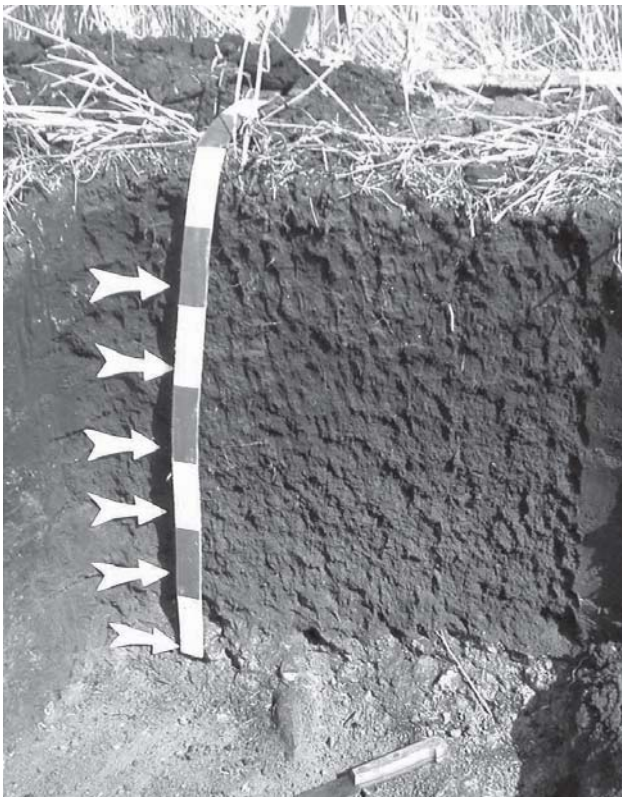
Paisaje de la unidad Suelos humíferos de la Región Pampeana, provincia de Buenos Aires.



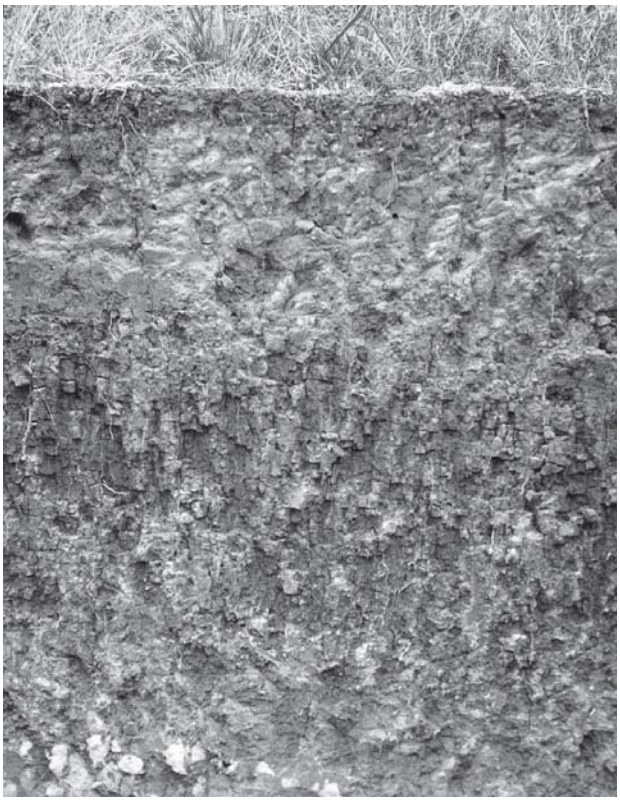
Alfisol, Natracualf en unidad Suelos humíferos de la Región Pampeana Provincia de Santa Fe (foto J.L.Panigatti)



Molisol, Argiudol en unidad Suelos humíferos de la Región Pampeana, provincia de Buenos Aires.



Molisol, Paleoudol en unidad Suelos humíferos de la Región pampeana, provincia de Buenos Aires (foto F.García).



Molisol, Argiudol, en unidad Suelos humíferos de la Región pampeana, provincia de Santa Fe (foto J.L.Panigatti).



Paisaje de la unidad Suelos desérticos de Patagonia Extraandina, Alto Valle del Río Negro.



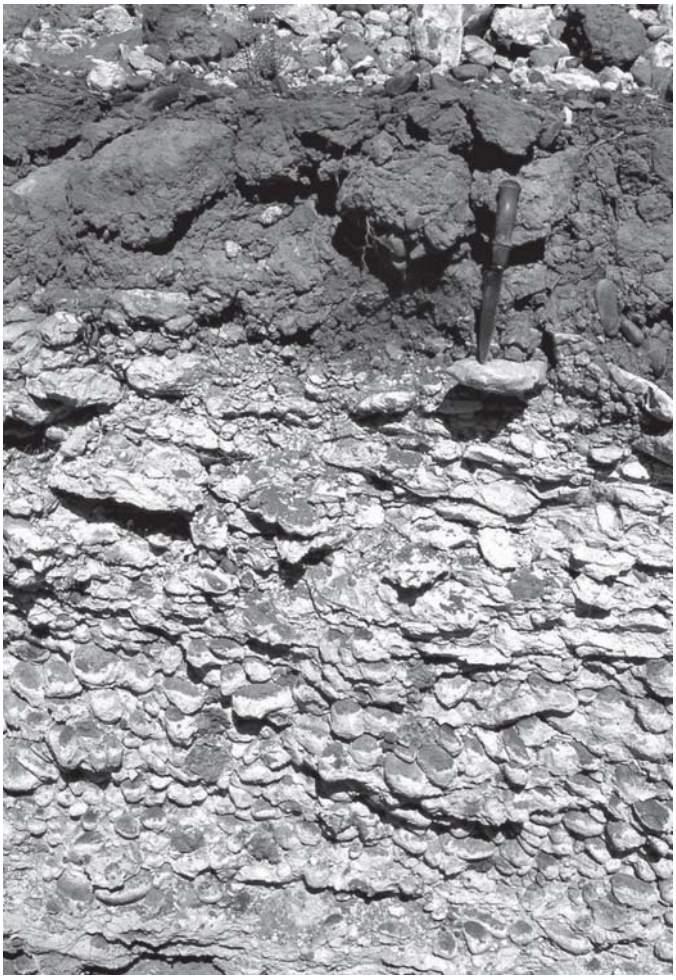
Aridisol, Haplargid, en la unidad Patagonia Extraandina, provincia de Chubut (foto R.Godagnone).



Paisaje de la unidad Suelos desérticos de Patagonia extraandina, Santa Cruz.



Aridisol, Haplocalcid, en unidad Suelos Desérticos de Patagonia extraandina, provincia de Neuquén (foto J.A.Ferrer).



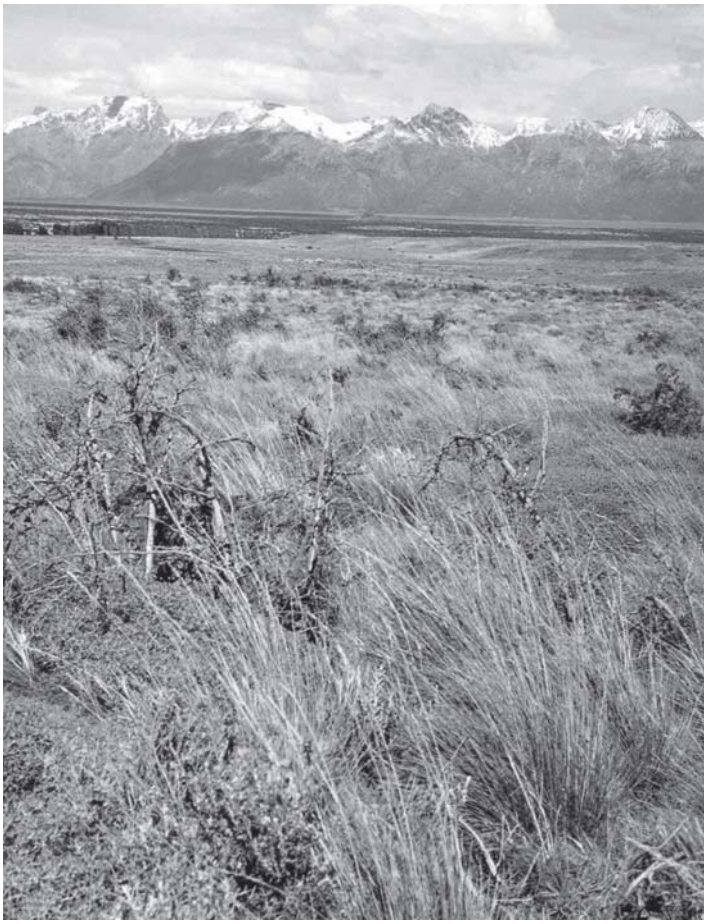
Aridisol, Petrocalcid, en unidad Suelos Desérticos de Patagonia extraandina, provincia de Neuquén (foto J.A.Ferrer).



Paisaje de la unidad Suelos desérticos de Patagonia Extraandina, Río Negro.



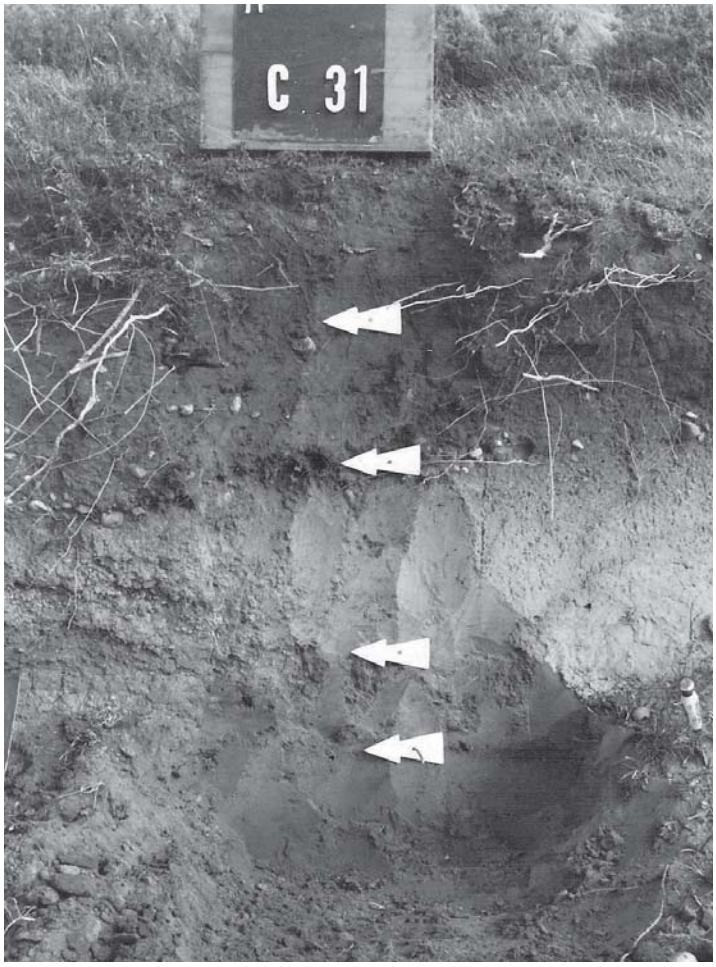
Paisaje de la unidad Suelos semidesérticos de Patagonia Austral, Tierra del Fuego (foto Turismo de la Nación).



Paisaje de la unidad Suelos semidesérticos de Patagonia Austral, Santa Cruz.



Paisaje de un sector de la Isla Soledad (Islas Malvinas).



Inceptisol, Criacuept, de Patagonia extraandina austral, Provincia de Tierra del Fuego (foto R.Godagnone).



Factores de formación de suelos en la unidad Cordillera Patagónica. Se observa la participación de tetras volcánicas y depósitos glaciarios (till). La vegetación es el bosque andino-patagónico, en este caso lenga. (Provincia de Santa Cruz).



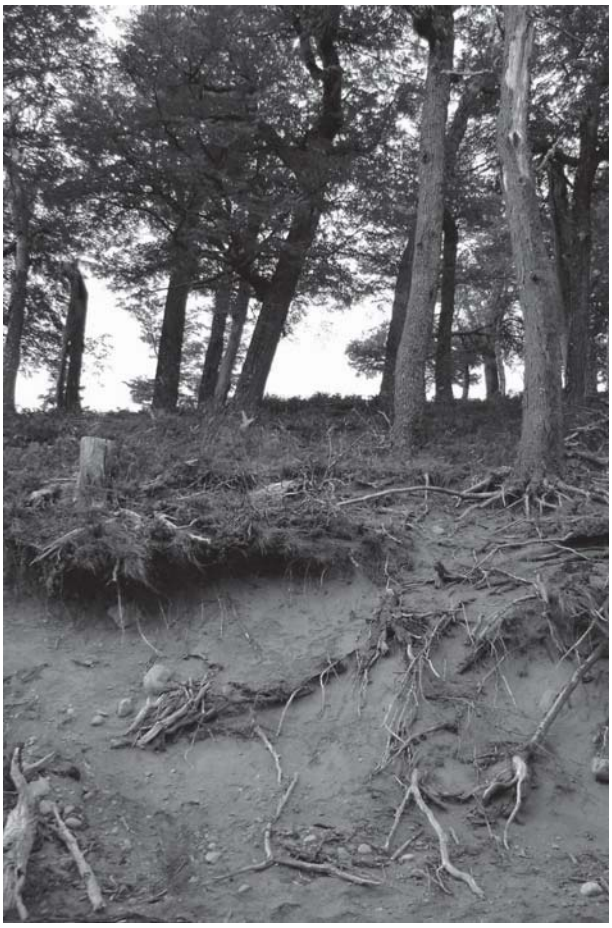
Turberas de Tierra del Fuego (Cordillera Patagónica).



Paisaje de la Cordillera Patagónica en la provincia de Neuquén.



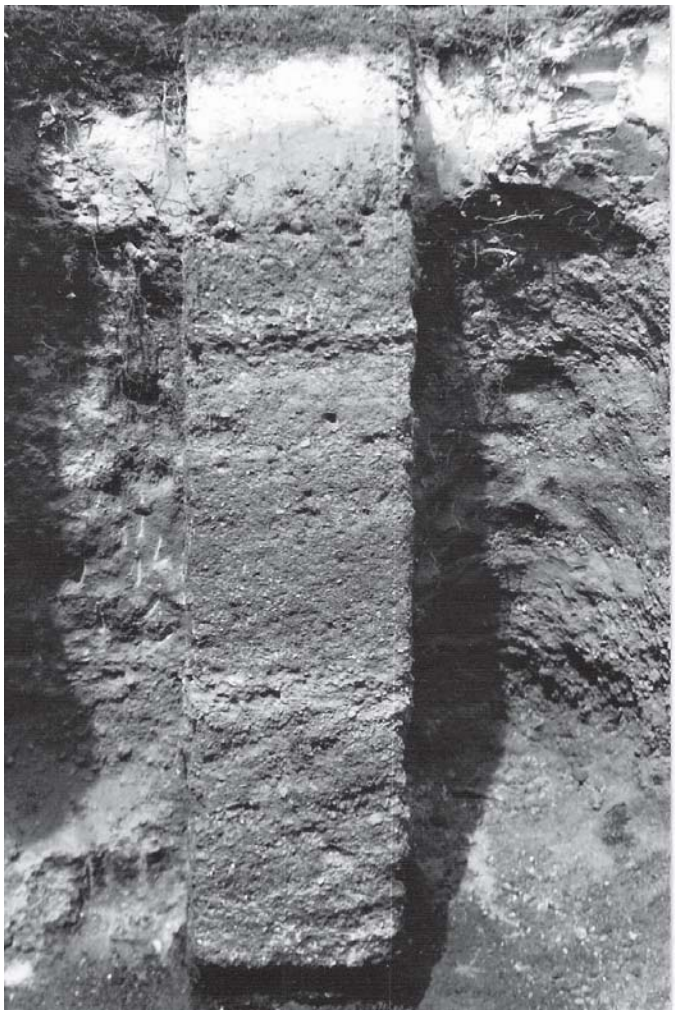
Andisol, Udivitrand, de Cordillera Patagónica, provincia de Santa Cruz (foto R.Godagnone).



Andisol, Hapludand formado en tefras, en Cordillera Patagónica de Chubut (foto Villegas).



Paisaje de la Unidad Codillera Patagónica, río de las Vueltas, provincia de Santa Cruz.



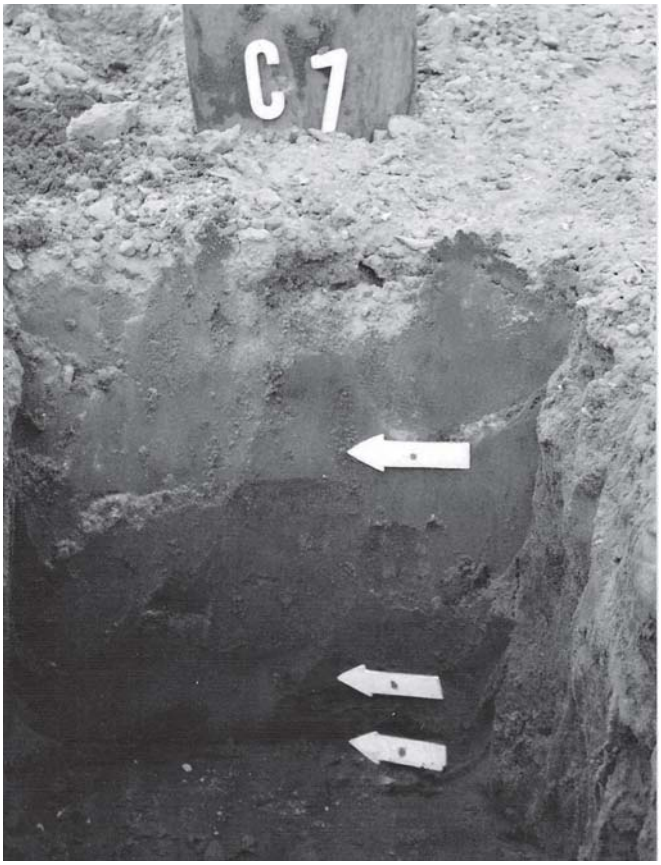
Spodosol, Criohumod, en unidad Cordillera Patagónia, Tierra del Fuego (foto R.Godagnone).



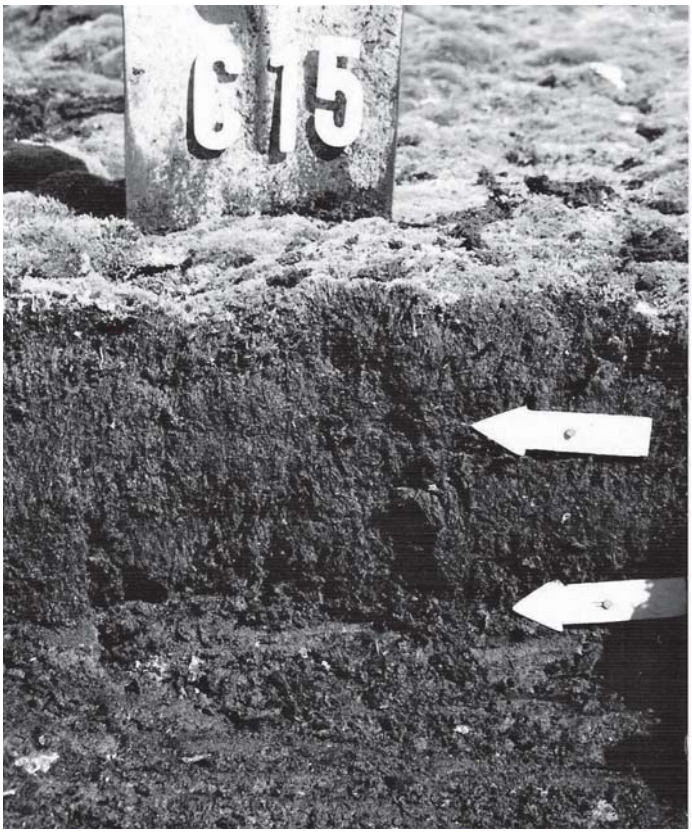
Paisaje de la Antártida (foto Turismo de la Nación).



Paisaje de la Antártida (foto Instituto Antártico Argentino).



Gelisol, Haplortel en Antártida (foto R. Godagnone).



Histosol, Criofibrist, en Antártida (foto R. Godagnone).