

## VERTISOLES EN LOS BOSQUES DE *AUSTROCEDRUS CHILENSIS*\*

Ludmila LA MANNA<sup>1,2</sup>, Carlos G. BUDUBA<sup>1,2</sup>, Jorge A. IRISARRI<sup>1</sup>, M. Fernanda VALENZUELA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIEFAP, U.N.P.S.J.B. y <sup>2</sup>CONICET C.C. 14, (9200) Esquel. Chubut. Argentina.

### RESUMEN

El ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), especie endémica de los Bosques Andino Patagónicos, se desarrolla en un amplio rango de condiciones edáficas, incluyendo suelos arcillosos. El presente trabajo tuvo por objetivo reconocer la existencia de Vertisoles en áreas de bosque denso de ciprés de la cordillera. El estudio se realizó en la Reserva Natural Protegida Cascadas Nant y Fall, localizada en la Provincia del Chubut. Esta área corresponde a una gran planicie de depósitos glacifluviales, disectada por el Arroyo Nant y Fall. Se caracterizaron los rasgos externos de los suelos y se describieron cuatro perfiles, los cuales fueron clasificados como Vertisoles. Los suelos presentaron estructuras cuneiformes, más de 30 % de arcilla en los distintos horizontes, y grietas que se abrieron y cerraron periódicamente. Estos suelos de características vérticas se localizaron en laderas empinadas, con pendientes superiores a 30 %. El material originario correspondió a depósitos glacifluviales finos ricos en esmectitas. Si bien el bosque de ciprés de la cordillera ha tenido la capacidad de desarrollarse sobre estos suelos, alcanzando alturas superiores a los 20 m y diámetros de hasta 65 cm, muchos árboles presentaron síntomas de defoliación.

**Palabras clave:** *bosque de ciprés - Chubut - suelos vertisoles*

### SUMMARY

#### **Vertisols in *Austrocedrus chilensis* forests**

Cordilleran cypress (*Austrocedrus chilensis*), an endemic conifer of Patagonian Andes forests, develops in a wide range of edaphic conditions including clayey soils. The objective of this work was to study and record the existence of Vertisols in areas of dense cordilleran cypress forest. The study was carried out in Reserva Natural Protegida Cascadas Nant y Fall, located in Chubut Province. This area corresponds to a large plain of glacifluvial deposits deeply dissected by the river bed of Nant y Fall stream. External features of the soil were characterized and four profiles were described and classified as Vertisols. Soils presented wedge-shaped structural units, more than 30 % of clay content in the different horizons and cracks that were opened and closed periodically. These vertic soils were located in steep, greater than 30 %, slopes. Parent

---

\*Original recibido (20/03/04)

Original aceptado (27/05/04)

material of these soils corresponded to glaciﬂuvial fine deposits rich in smectites. Although cordilleran cypress forest had the capacity to develop on these soils, with heights greater than 20 m and up to 65 cm in diameter, many trees presented symptoms of defoliation.

**Key words:** *Patagonian Andes Forest - cypress - vertisols - Chubut*

## Introducción

El concepto central de los Vertisoles engloba a suelos arcillosos que tienen grietas profundas y anchas en algún período del año y cutanes de tensión dentro del metro de profundidad (Soil Survey Staff, 1999). En Argentina los suelos con características vérticas adquieren especial signiﬁcancia en la Región Mesopotámica, principalmente en la Provincia de Entre Ríos (Vesco, 1980; De Petre, 1988). También han sido descriptos en la Provincia de Buenos Aires (Moscatelli et al., 1980; Imbellone y Giménez, 1990) y en las Provincias de Neuquén (Irisarri et al., 1980) y Río Negro (Del Valle, 1998; Moscatelli y Puentes, 2000), entre otras.

Los materiales originales de los Vertisoles tienen como característica común una reacción básica, e incluyen rocas sedimentarias calcáreas, rocas ígneas básicas, basalto y ceniza (Buol et al., 1990). En Argentina, los materiales parentales de los Vertisoles incluyen basaltos (De Petre, 1988), tobas terciarias (Irisarri et al., 1980), sedimentos continentales loésicos y sedimentos marinos (Imbellone y Giménez, 1990).

Los cambios estacionales en el contenido de humedad del perfil intervienen sustancialmente en la formación de los Vertisoles, dado el elevado contenido de arcilla de tipo expandible (De Petre, 1988; Buol et al., 1990). Las propiedades físicas de estos suelos constituyen la mayor limitante, tanto para el desarrollo de la vegetación, como para el manejo agrícola y el uso ingenieril. La vegetación natural que se desarrolla sobre Vertisoles es predominantemente pasto, savana, bosque

abierto o arbustos de desierto (Eswaran et al., 1999).

## *Los bosques de Austrocedrus chilensis*

Los depósitos piroclásticos post glaciales y los depósitos de origen glacial o aluvial contaminados con arenas volcánicas, constituyen los materiales originarios de la mayoría de los suelos de la Región Andino Patagónica (Laya, 1969, 1977; Etchevehere, 1972; Ferrer, 1981; Apcarian e Irisarri, 1993; López 1996). El ciprés de la cordillera [*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. & Bizarri], especie endémica de los Bosques Andino Patagónicos, se desarrolla en un amplio rango de condiciones edáficas (Donoso, 1982). En términos generales, se establecen en sitios donde la ceniza volcánica fue erosionada, o bien donde la ceniza se halla mezclada con material aluvial y eólico (Colmet Dâage et al., 1995). La Manna y Rajchenberg (2004) observaron bosques puros y densos de ciprés de la cordillera desarrollados sobre suelos arcillosos en la Provincia del Chubut.

El presente trabajo tuvo por objetivo reconocer la presencia de Vertisoles en áreas de bosque puro y denso de ciprés de la cordillera.

## *Área de estudio*

El área de estudio se centró en la Reserva Natural Protegida Cascadas Nant y Fall, localizada en el Valle del Río Grande, Provincia del Chubut (Fig. 1). Esta área se localiza en una gran planicie de depósitos glaciﬂuviales que el Arroyo Nant y Fall disecta profundamente (Laya, 1969). Las precipitaciones son de alrededor de 700 mm anuales y presentan una marcada

estacionalidad, estando concentradas en los meses de otoño e invierno (i.e. clima mediterráneo) (Pereyra y Abadie, 1966). La vegetación dominante del área corresponde a bosque puro y denso de ciprés de la cordillera.



**Figura 1.** Localización del área de estudio, Reserva Natural Protegida Cascadas Nant y Fall (Provincia del Chubut)

### Materiales y métodos

Durante los meses de diciembre a marzo (estación seca) de los años 2001 y 2002, se reconocieron los rasgos externos de los suelos, particularmente la existencia de grietas. En donde los suelos evidenciaron grietas en superficie, se describieron cuatro perfiles siguiendo las normas de reconocimiento más utilizadas en Argentina (Schoeneberger *et al.*, 1998). Se tomaron muestras de todos los horizontes para determinar el pH agua (1:1), pH KCl 1N (1:1), textura por el método de Bouyoucus (1962), contenido de materia orgánica mediante el método de ignición (Davies 1974), humedad actual por gravimetría, y humedad equivalente mediante membrana y olla de Richard (López Ritas y López Melida, 1990). Para determinar la densidad aparente se tomaron muestras no disturbadas con cilindro metálico de 100 cm<sup>3</sup> durante la estación seca.

Se caracterizó el bosque en parcelas circulares de 200 m<sup>2</sup> determinándose el diámetro a 1,30 m de altura de todo los árboles, y la altura de dos ejemplares dominantes siguiendo el criterio de los 100 árboles más gruesos por hectárea.

### Resultados y discusión

En el área de estudio la morfometría de la superficie, principalmente orientación y pendiente, determinó la presencia e

influencia de ceniza volcánica en el perfil del suelo. En las laderas sobre el Arroyo Nant y Fall, con pendientes de más del 30 %, donde la ceniza fue erosionada, se observaron suelos con características vérticas. Eswaran *et al.* (1999) señalan que la posición en el paisaje y la topografía son fundamentales en la formación de los Vertisoles, los cuales generalmente presentan pendientes suaves, aunque unos pocos se desarrollan sobre pendientes abruptas.

Los horizontes superficiales fueron oscuros, de estructura granular fuerte. Los horizontes subsuperficiales presentaron colores pardos, altos contenidos de arcilla de tipo esmectitas (presumiblemente montmorillonita) y estructuras cuneiformes (Cuadro 1). Las texturas fueron franco arcillosas a arcillosas, con contenidos de arcilla superiores a 30 % en todos los horizontes de los perfiles descritos. El contenido de arcilla en los horizontes C alcanzó valores de hasta 76 % (Cuadro 1). Las características de estos suelos, estructuras cuneiformes, más del 30 % de arcilla en todo el perfil y grietas que se abrieron y cerraron periódicamente, permitió clasificarlos dentro del Orden Vertisoles de acuerdo al Soil Survey Staff (1999).

Se observaron rasgos redoximórficos a distintas profundidades, generalmente cercanos a la superficie, correspondientes a masas y revestimientos superficiales de óxido de manganeso (i.e. reacción positiva al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; Schoeneberger *et al.*, 1998). Estos rasgos señalan la alternancia marcada de períodos de desecación y saturación con agua.

La densidad aparente del horizonte superficial presentó valores entre 0,72 y 0,92 gr cm<sup>-3</sup>. Estos bajos valores de densidad aparente estarían relacionados con el alto contenido de materia orgánica del horizonte A. El contenido de materia orgánica de este horizonte varió entre 9,7 y 18 %, y fue superior a 3,3 % en los horizontes subsuperficiales. Estos valores son

considerablemente mayores a los registrados en Vertisoles de otras zonas (De Petre, 1988; Irisarri *et al.*, 1980), posiblemente por las diferencias en el tipo de vegetación y clima, entre otros factores. La materia orgánica actúa como diluyente, reduciendo la expresión de las propiedades vérticas (Eswaran *et al.*, 1999).

El contenido de humedad equivalente alcanzó valores de hasta 40 % en el horizonte superficial y de hasta 34 % en los horizontes subsuperficiales. Estos altos valores de humedad equivalente se relacionan con el alto contenido de arcilla y materia orgánica de los suelos.

El pH de los suelos analizados varió entre 6,70 y 7,85 en el horizonte superficial, sugiriendo que el suelo está esencialmente saturado con bases (Buol *et al.*, 1990). Una condición óptima para la formación de los Vertisoles es un ambiente rico en bases, presentando en general pH altos (De Petre, 1988; Eswaran *et al.*, 1999). Sin embargo, la diferencia entre el pH en agua y el pH en KCl, superior a 1,5 unidades, sugiere que el

complejo de intercambio posee una elevada proporción de H<sup>+</sup>. A mayores profundidades los pH tendieron a ser ligeramente ácidos y aumentó la diferencia entre el pH en agua y en KCl (Cuadro 1).

El material original de estos suelos corresponde a depósitos glacifluviales finos, los cuales evidenciaron tener una gran cantidad de esmectitas. El material parental no sería glacialacustre dado que no presentó la estructura laminar fina propia de los varves. Las planicies sedimentarias ricas en arcillas esmectitas cubren grandes áreas en el mundo, siendo los depósitos finos, aluviales, lacustres o marinos, materiales que a menudo dan origen a los Vertisoles (FAO, 2001). Sin embargo, los depósitos glacifluviales como material original de Vertisoles son poco frecuentes. En América del Norte, el área de los lagos glaciares Agassiz (Canadá) y Bonneville (USA), presenta suelos de características vérticas en las posiciones bajas del paisaje, cuyo material original corresponde también a depósitos glaciares (FAO, 2001).

**Cuadro 1.** Descripción de un perfil (Vertisol) representativo de la Reserva Natural Protegida Cascadas Nant y Fall (Provincia del Chubut)

Ubicación: 43°10'46,5" S; 71°29'30,2" W	Reserva Natural Protegida Cascadas Nant y Fall
División fisiográfica: cordillera patagónica	Descripción geomórfica: ladera de planicie glacifluvial
<i>Morfometría de la superficie:</i>	
Altitud: 450 m s.n.m.	
Pendiente: Orientación: S – SE (165°)	Gradiente: 30 % Complejidad: simple
Forma: lineal cóncava	Posición: pendiente superior
Material parental: depósito glacifluvial fino	
<i>Condición del agua:</i>	
Drenaje: pobremente drenado	Inundación: muy rara, larga, otoño-invierno
Anegamiento: frecuente, a 15 cm de prof., largo.	Condición de agua: mojado saciedad incompleta
Erosión: laminar, 1	
Escurrimiento superficial: medio	
Fragmentos superficiales: pedregoso, 15 cm	
Clasificación taxonómica: Endoaquerts?	

A 0 – 15cm Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo. Franco arcillosa. Granular, fuerte, media. Raíces finas, comunes y pocas raíces gruesas, en toda el área. Reacción al FNa: negativa. Límite gradual, ondulado.

C1 15 – 39,5cm Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo. Arcillosa. Cuneiforme, fuerte, media. 1 % de fragmentos gruesos, subredondeados, subprismoidales, lajas. Raíces pocas, finas, en

toda el área. Abundantes rasgos redoximórficos, prominentes, medios, masas negras de óxido de manganeso (reacción al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: positiva). Reacción al FNa: negativa. Límite gradual, plano.

C2 39,5 - 58cm+ Pardo (7,5YR 5/3) en húmedo. Arcillosa. Cuneiforme, fuerte, media. 1 % de fragmentos gruesos, subangulares, subprismoidales, lascas. Abundantes rasgos redoximórficos, muy gruesos, prominentes, revestimientos superficiales negros, húmedos, irregulares (reacción al  $\alpha, \alpha$ -dipiridilo: positiva) y abundantes masas negras de óxido de manganeso, prominentes, medias (reacción al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: positiva). Abundantes raicillas en estado inicial de degradación. Reacción al FNa: negativa.

Observaciones: Se observaron grietas en superficie.

#### Datos analíticos

Horizonte	Arcilla (%)	Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	Humedad actual (%)	Humedad equivalente (%)	pH agua (1:1)	pH KCl (1:1)	Materia orgánica (%)
A	30	0,81	42,98	34,62	7,85	6,11	13,38
C1			38,25		6,35		4,65
C2	76	1,17	37,20	34,48	6,17	4,03	3,91

#### Conclusiones

Sobre los Vertisoles del área del Arroyo Nant y Fall se desarrollan bosques densos de *Austrocedrus chilensis* que alcanzan alturas superiores a los 20 m y diámetros de hasta 65 cm. Sin embargo, muchos árboles presentaron síntomas de defoliación. Los suelos arcillosos que se saturan con agua en algún período del año, como los descritos en el área de estudio, son sitios donde el ciprés de la cordillera tiene altos riegos de presentar síntomas de defoliación y muerte (La Manna y Rajchenberg, 2004). La baja macroporosidad de estos suelos favorecería la existencia de un período de anoxia, que esta especie nativa no es capaz de tolerar. El ciprés de la cordillera es una especie pionera que se establece rápidamente después del fuego (Veblen *et al.*, 1995, 1996). Esta condición podría explicar la existencia de bosques de ciprés de la cordillera sobre Vertisoles con características hidromórficas, donde tiene alto riesgo de enfermarse.

#### Referencias bibliográficas

- APCARIAN, A.; IRISARRI, J. (1993). Caracterización mineralógica de suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas en las Provincias de Neuquén y Río Negro. Actas II Jornadas de Vulcanología, Medio ambiente y Defensa Civil. Zapala, Neuquén, Argentina.
- BOUYOUCUS, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464 - 465.
- BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; Mc CRACKEN, R. J. (1990). Génesis y clasificación de suelos (2° ed.). Ed. Trillas, México D. C., México. 417 p.
- COLMET D'ÂAGE, F.; LANCIOTTI, M. L.; MARCOLÍN, A. (1995). Importancia forestal de los suelos volcánicos de la Patagonia Norte y Central. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche, Argentina. 27 p.
- DAVIES, B. E. (1974). Loss-on ignition as an estimate of soil organic matter. *Soil Science Proceedings*, 38: 150.
- DE PETRE, A. A. (1988). Contribución al conocimiento de los Vertisoles argentinos con énfasis en los de la Provincia de Entre Ríos. Génesis, Clasificación, Cartografía y Micromorfología. Actas II Jornadas de Suelos de la Región Pampeana, La Plata, Buenos Aires, Argentina, p. 69 - 92.
- DEL VALLE, H. F. (1998). Patagonian soils: a regional synthesis. *Ecología Austral*, 8: 103 - 123.
- DONOSO, C. (1982). Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. *Bosque*, 4 (2): 117 - 146.
- ESWARAN, H.; REICH1, P. F.; QUANDT, L. A. (1999). Guy D. Smith Memorial Slide

- Collection. Vertisols: their properties, classification, distribution and management. USDA. Formato digital.
- ETCHEVEHERE, P. (1972). Los suelos de la Región Andino-Patagónica. (p.: 83-95). En: La Región de los Bosques Andino – Patagónicos, Sinopsis general. Ed. Dimitri, M., Colección Científica del INTA, Buenos Aires. 381 p.
- FAO (2001). Mineral Soils conditioned by Parent Material. En: Lecture notes on the major soils of the world. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/>. Leído febrero de 2004.
- FERRER, J. A. (1981). Geografía y propiedades de los suelos de la Patagonia. Relatorio. Actas I Jornadas de Suelos de Patagonia. Neuquén, Argentina.
- IMBELLONE, P. A.; GIMÉNEZ, J. E. (1990). Propiedades físicas, mineralógicas y micromorfológicas de suelos con características vérticas del partido de La Plata (provincia de Buenos Aires). *Ciencia del Suelo*, 8(2):231-36.
- IRISARRI, J.; LÓPEZ CEPERO, E.; MUSSINI, E.; SCHMID, P.; BIANCO, H. (1980). Los Suelos del Departamento Minas Provincia de Neuquén. Actas IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Paraná, Entre Ríos, p. 1049 – 1055.
- LA MANNA, L.; RAJCHENBERG, M. (2004). The decline of *Austrocedrus chilensis* forests in Patagonia, Argentina: soil features as predisposing factors. *Forest Ecology and Management*, 190: 345 - 357.
- LAYA, H. A. (1969). Cartografía de los principales grupos de suelos y sus relaciones genéticas en la región de Trevelin (Chubut). Actas V Reunión de la Ciencia del Suelo. Santa Fe, pp. 359 – 371.
- LAYA, H. A. (1977). Edafogénesis y paleosuelos de la formación típica Río Pireco (Holoceno). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 32 (1): 6 - 23.
- LÓPEZ RITAS, J.; LÓPEZ MELIDA, J. (1990). El diagnóstico de suelos y plantas: métodos de campo y laboratorio. 4<sup>ta</sup> ed. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. 363 p.
- LÓPEZ, C. R. (1996). La carta de suelos en apoyo a la evaluación del potencial forestal de las tierras de la Región Andina Patagónica Norte (p.: 79-91). En: Utilización de la cartografía para el uso sustentable de las tierras. Ed. Moscatelli, G.; Panigatti, J. y Di Giacomo, R., Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.
- MOSCATELLI, G.; PUENTES, I. (2000). Suelos Argentinos. (p.: 389-414). En: Principios de edafología con énfasis en suelos argentinos (2<sup>da</sup> ed.) . Ed. Conti, M., Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 430p.
- MOSCATELLI, G.; SALAZAR LEA PLAZA, J. C.; GODAGNONE, R.; GRINBERG, H; SÁNCHEZ, J.; FERRAO, R; CUENCA, M. (1980). Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires. Actas IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Paraná, Entre Ríos, p. 1079-1089.
- PEREYRA, J. A.; ABADIE, C. A. (1966). Las lluvias en el Oeste de Chubut. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Esquel. 67 p.
- SCHOENEBERGER, P. J.; WY SOCKY, D. A.; BENHAM, E. C.; BRODERSON, W. D. (1998). Field book for describing and sampling soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center. Lincoln, USA. 159p.
- SOIL SURVEY STAFF (1999). Soil Taxonomy: A basic system of classification for making and interpreting soil surveys. (2<sup>a</sup> ed.). Natural Resources Conservation Service, USDA, U.S. Government Printing Office. Washington, DC, USA. Agriculture Handbook 436. 869 p.
- VEBLEN, T. T.; BURNS, B. R.; KITZBERGER, T.; LARA, A.; VILLALBA, R. (1995). The ecology of the conifers of southern South America. (p.: 120-155). En: Ecology of the Southern Conifers. Ed. Enright, N. S. and Hill, R. S., Melbourne University Press, Melbourne, Australia. 342p.
- VEBLEN, T. T.; KITZBERGER, T.; BURNS, B. R.; REBERTUS, A. J. (1996). Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del Sur de Chile y Argentina (p.: 169-198). En: Ecología de los bosques nativos de Chile. Ed. Armesto, J. J.; Villagrán, C. y Arroyo, M. K., Ed. Universitaria, Santiago de Chile. 470p.
- VESCO, C. J. (1980). La experiencia cartográfica en la Provincia de Entre Ríos. Actas IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Paraná, Entre Ríos, p. 887 - 900.