

# ENSAYO DE PABLO GROEBER SOBRE FACTORES Y PROCESOS DE FORMACIÓN DE SUELOS DE ARGENTINA Y URUGUAY

Ofelia Rita TÓFALO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber (IDEAN). Buenos Aires, Argentina. E-mail: rtofalo@gl.fcen.uba.ar

## RESUMEN

Se realizó una lectura crítica del trabajo: “Los suelos de Corrientes y del Uruguay a la luz de trabajos recientes”, publicado en 1934 por el Dr. Pablo Groeber. En el mismo analizó el trabajo “Mapa geo-agrológico de Corrientes” de Bonarelli y Longobardi (1929) e hizo hincapié en la importancia del material parental en la génesis de los suelos. Trató brevemente la estratigrafía de la provincia de Corrientes y la utilización del término “laterita”. Discutió la génesis de las costras calcáreas y silíceas a las que otorgó un origen totalmente inorgánico y mencionó los importantes niveles carbonáticos característicos de la zona centro-oeste de Argentina. En el presente trabajo se hace una breve actualización estratigráfica y se incorporan los resultados de estudios recientes e interpretaciones modernas de procesos pedogénicos. Hace más de 80 años Pablo Groeber sugirió la posibilidad de establecer relaciones entre ciertos procesos formadores y algunos suelos de Argentina y destacó la importancia de las costras carbonáticas.

**Palabras clave:** *Suelos, costras carbonáticas, factores, procesos*

## ABSTRACT

*Pablo Groeber's essay on the factors and processes of formation of soils in Argentina and Uruguay*

This paper is a critical reading of “Los suelos de Corrientes y del Uruguay a la luz de trabajos recientes” published in 1934 by Dr. Pablo Groeber. He analyzed the paper “Mapa geo-agrológico y minero de la provincia de Corrientes” of Bonarelli and Longobardi (1929) and emphasized the importance of the parental material in the soil genesis. Briefly he discussed the stratigraphy of the Province of Corrientes and the use of the term “laterite”. Pablo Groeber also discussed the genesis of calcareous and siliceous crusts, indicating a completely inorganic origin and mentioned the important characteristic carbonate levels of central-western Argentina. In this paper a brief stratigraphic update is done and the results of recent studies and modern interpretations of pedogenic processes are incorporated. More than 80 years ago Pablo Groeber suggested the possible relationships between certain forming processes and some soils of Argentina and he highlighted the importance of carbonate crusts.

**Keywords:** *Soils, carbonate crusts, factors, processes*

## INTRODUCCIÓN

Una persona científicamente curiosa y amante de la naturaleza como Pablo Groeber, no podía pasar por alto los suelos. En su ensayo “Los suelos de Corrientes y del Uruguay a la luz de trabajos recientes”, analizó el trabajo “Mapa geo-agrológico y minero de Corrientes” de Bonarelli y Longobardi (1929) y destacó la relación entre distintos materiales parentales y los suelos que se desarrollan a partir de ellos. También infirió cambios climáticos, marcados por la superposición de costras carbonáticas y silíceas sobre suelos “lateríticos” y “su-

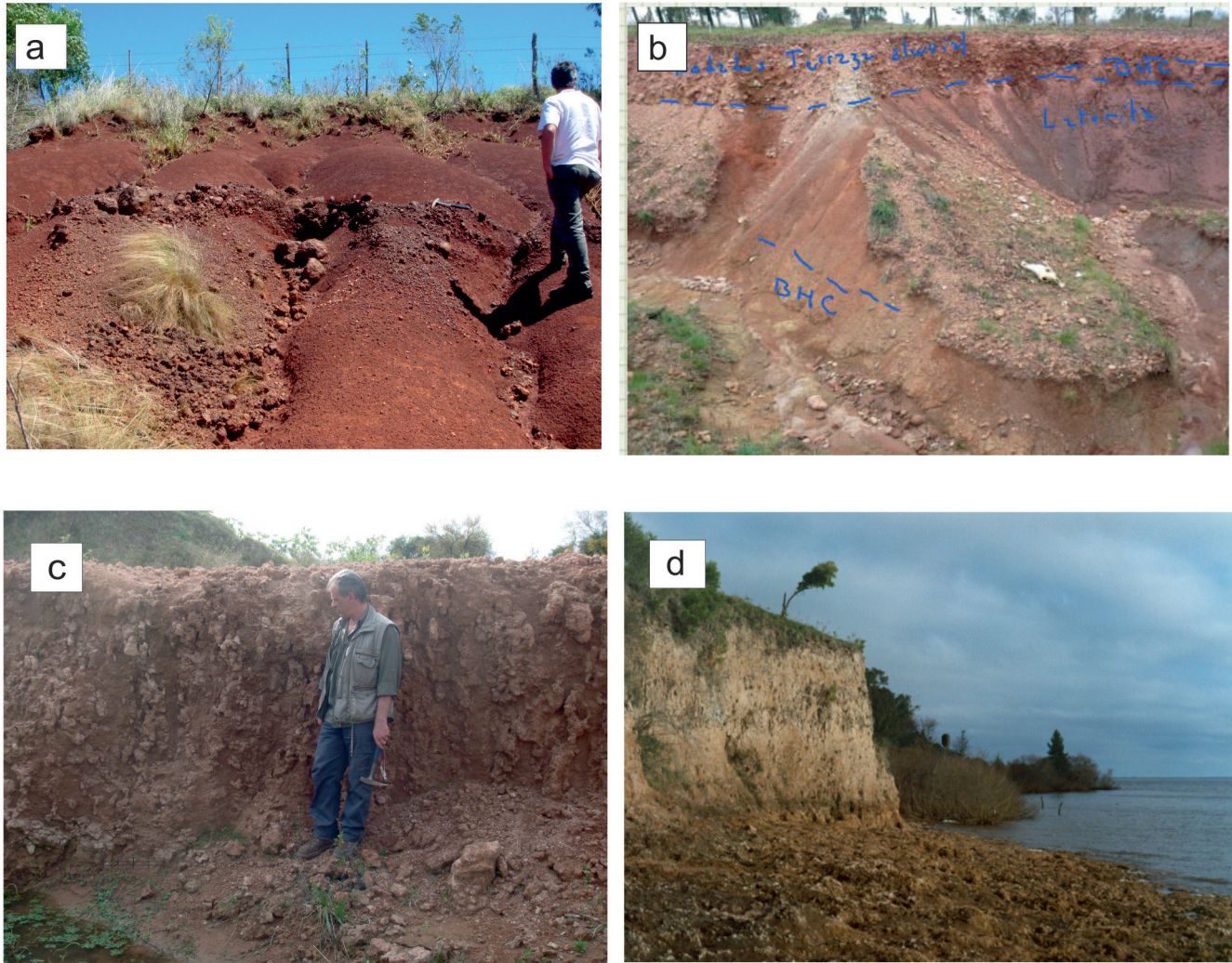
blateríticos” y señaló la importancia de realizar estudios geo-edaforológicos en todo el país.

Aunque Pablo Groeber indicó que el trabajo de Bonarelli y Longobardi (1929) era hasta 1934 el único trabajo sobre suelos de Argentina, en realidad los primeros mapas de suelos del país se publicaron en 1904 (Morrás 2003). Uno de ellos fue realizado por Raña (1904) en la provincia de Entre Ríos, usando criterios geológicos, fisiográficos y sobre todo edafológicos, para distinguir los principales suelos. Un trabajo similar fue realizado por H. Miatello (1904) sobre los suelos de la pro-

vincia de Santa Fe. Los estudios edafológicos en los primeros años del siglo 20 fueron numerosos, como parte de la política de colonización y desarrollo agropecuario llevada a cabo por el Ministerio de Agricultura de la Nación, a través de su personal y sus laboratorios (Morrás 2003).

## DISCUSIÓN

En su ensayo Pablo Groeber destacó la importancia de procesos y factores formadores de suelos y sugirió que es posible establecer relaciones entre los



**Figura 1:** Afloramientos de suelos y costras carbonáticas (calcretes) mencionados por Groeber (1934). a) Suelo ferralítico, Misiones; b) Basalto alterado y suelo ferralítico, Corrientes; c) Calcrete de la Formación Fray Bentos, Corrientes; d) Calcrete de la Formación Fray Bentos, Uruguay.

procesos formadores de los suelos de Corrientes y los de otras regiones del país. Entre los factores formadores resaltó la importancia del material parental para la formación de suelos lateríticos, por lo que discutió y desaprobó la tendencia en boga en los años 30, por la cual el clima y la materia orgánica eran los principales factores generadores, poniendo en un segundo plano el tipo de material parental. Las rocas más antiguas citadas por Bonarelli y Longobardi (1929), corresponden a las rocas volcánicas básicas de la Formación Serra Geral y a las areniscas intercaladas entre las coladas, que actualmente se conocen como Formación Solari (Herbst 1971). El producto de alteración de estas rocas habría dado origen a un suelo

muy antiguo, que las separa de otras areniscas, a las que Bonarelli y Longobardi (1929) denominaron “horizonte superior de la serie (triásica) saobentina”. Groeber (1934) concluyó que estas últimas eran sincrónicas con las “areniscas del Palacio” de Uruguay, atribuidas al Cretácico superior. Sin embargo, dicha “serie saobentina” está compuesta por conglomerados, areniscas silicificadas y calcáreas (Bonarelli y Longobardi 1929), por lo que serían correlacionables con la Formación Mercedes (Bossi 1966) ampliamente extendida en Uruguay (Bossi y Navarro 1991, Goso y Perea 2004, Tofalo *et al.* 2011, entre otros) y que en Argentina constituye parte de la Formación Puerto Yeruá (De Alba y Serra 1959).

Los suelos derivados de la alteración de los basaltos, habrían dado los suelos “lateríticos” de Bonarelli y Longobardi (1929), mientras que las areniscas habrían originado los suelos “sublateríticos”. Estudios recientes de suelos rojos sobre la base de análisis mineralógicos, geoquímicos, sedimentológicos, de susceptibilidad magnética, isotópicos y observaciones de campo, sugieren que gran parte de los mismos han sido desarrollados *in situ* a partir del saprolito basáltico y corresponden a Ultisoles, Alfisoles y Oxisoles (Morrás *et al.* 2009, Moretti y Morrás 2013, entre otros).

Groeber discutió el uso de los términos “laterita” y “limo rojo tropical”, indicando que ambos son productos de altera-



ción de la roca en clima tropical con lluvias abundantes, como resultado de dicha alteración queda un residuo arcilloso e hidróxido de hierro. La diferencia entre “laterita” y “limo rojo tropical”, ambos términos antiguos, consistiría en que en la parte superficial del perfil de este último no variaría mayormente su composición, mientras que en la “laterita” se acumularía un precipitado de aguas ascendentes integrado, además de oxi-hidróxidos de hierro, por bauxita e hidrargilita. En realidad se produce rubefacción, alteración característica de regiones de clima cálido (subtropical, tropical, ecuatorial), con deshidratación de oxi-hidróxidos de hierro liberados por meteorización y ligados a las arcillas. Pueden considerarse dentro de este proceso tres fases, caracterizadas por alteración creciente de los minerales primarios, pérdida creciente de sílice y neoformación. La primera (fersialitización), característica de clima subtropical con estación seca, da origen a Alfisoles, la segunda (ferruginación), de clima subtropical húmedo, genera Ultisoles y la tercera (ferralitización), es típica de clima cálido y muy húmedo y da origen a Oxisoles (Duchaufour 1970, Morrás 2016, entre otros).

Groeber (1934) concluyó, a partir de los datos de Bonarelli y Longobardi (1929), que el proceso que originó los suelos rojos sería esencialmente terciario. Estos suelos se denominan actualmente de ciclo largo y su formación requiere varios cientos de miles de años. Las condiciones ambientales, regidas por el clima subtropical húmedo, habrían persistido desde el Mesozoico tardío (Rabassa 2010), con fluctuaciones climáticas durante el Pleistoceno y Holoceno (Morrás *et al.* 2009).

Por otra parte Bonarelli y Longobardi (1929) mencionaron la presencia de costras calcáreas en las cercanías de Mercedes y Curuzú-Cuatiá. Algunas de estas costras las atribuyeron al Terciario por la presencia de *Ameghinotarium curuzucua-tiense* Podestá en las sedimentitas en las cuales dichas costras estarían “asentadas”. Cabe destacar que los depósitos carbonáticos continentales (calcretes), no se “asientan”, sino que forman parte del

perfil; los que se encuentran próximos a las localidades de Mercedes y Curuzú Cuatiá, constituyen la actual Formación Fray Bentos (Oligoceno-Mioceno temprano). Los citados autores mencionan también la existencia de otros horizontes calcáreos, pero no resulta claro si incluyen a otros calcretes más antiguos (Tofalo y Pazos 2002), asignados al Paleoceno, vinculados con carbonatos palustres y silcretes, que actualmente se incluyen en la Formación Queguay (Tofalo y Pazos 2010, Alonso-Zarza *et al.* 2011). Groeber (1934), indicó que las mencionadas costras calcáreas se formaron en regiones de clima estacional, con precipitación invernal y veranos cálidos y secos.

Groeber (1934) propuso un origen totalmente inorgánico para las costras calcáreas y silíceas, debido a ascenso de agua cargada con bicarbonato de calcio o sílice desde la capa freática. Esto coincide con el asignado por Tofalo y Pazos (2010), que indican que la mayoría de los calcretes de la Formación Queguay se formaron por migración lateral y vertical del agua subterránea, como resultado de la interacción entre cementación, sustitución y desplazamiento por calcita. De acuerdo con sus características, los silcretes, fueron generados por silicificación a partir de aguas subterráneas durante la disección del paisaje.

Sin embargo, éste no es el origen de los calcretes de la Formación Fray Bentos, ya que estudios recientes (Tofalo y Morrás 2009) indican que en la Formación Fray Bentos se reconocen siete facies, una silicoclástica, una pedogénica y cinco correspondientes a distintos tipos de calcretes. La facies silicoclástica está representada por sedimentos loésicos, en los que se desarrollaron paleosuelos y calcretes pedogénicos, por lo que el movimiento de las soluciones bicarbonatadas es descendente, se mueven en el perfil del suelo y al variar las condiciones físico-químicas precipita carbonato de calcio con fuertes evidencias biogénicas. Los autores mencionados concluyen que, desde fines del Eoceno al Mioceno temprano, habría predominado un clima semiárido, con fases más secas durante las que

se depositó loess y otras relativamente más húmedas con déficit hídrico estacional, en las que se generaron paleosuelos bien drenados y calcretes pedogénicos.

Groeber (1934) destacó la presencia de costras carbonáticas y silíceas en distintas regiones la zona centro-oeste de Argentina, desde las provincias de Mendoza y Neuquén hasta Buenos Aires. Mencionó que tienen distinto origen y son de distinta edad, pero enfatizó la gran superficie que cubren y su relación con clima seco que se habría extendido desde comienzos del Cuaternario.

## CONCLUSIONES

En su ensayo, Groeber destacó la importancia de procesos y factores formadores de suelos y resaltó la importancia del material parental, sumándose a la distinción que hicieron Bonarelli y Longobardi (1929), entre los suelos desarrollados sobre basaltos y los formados a partir de areniscas. Sugirió la posibilidad de establecer relaciones entre los procesos formadores de los suelos de Corrientes y los de otras regiones del país.

Analizó la diferencia entre “laterita” y “limo rojo tropical”. Actualmente los suelos “lateríticos” mencionados por Groeber corresponden a Ultisoles, Alfisoles y Oxisoles y la mayoría de ellos son suelos de ciclo largo.

Por otra parte, en su breve análisis sobre las costras carbonáticas, se refirió a calcretes de distinta edad, a los que tomó en conjunto y propuso un origen totalmente inorgánico, coincidente con el asignado por Tofalo y Pazos (2010), para la mayoría de los calcretes de la Formación Queguay. Sin embargo, tal origen resulta erróneo en los calcretes de la Formación Puerto Yerúa, pues son de origen pedogénico (Tofalo y Morrás 2009). Destacó la presencia de costras carbonáticas y silíceas en distintas regiones la zona centro-oeste de Argentina, generadas bajo clima árido.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a los revisores de esta nota, los Dres. Héctor

Morrás y Hugo Marengo, por sus sugerencias y la bibliografía que me han acercado, lo cual ha contribuido a mejorar enormemente el manuscrito. Esta es la contribución R-214 del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Alonso-Zarza, A., Genise, J. y Verde, M. 2011. Sedimentology, diagenesis and ichnology of Cretaceous and Palaeogene calcretes and palustrine carbonates from Uruguay. *Sedimentary Geology* 236(1-2): 45-61.
- Bonarelli, G. y Longobardi, E. 1929. Memoria explicativa del mapa geo-agrológico minero de Corrientes. 1-2. Imprenta del Estado, Corrientes.
- Bossi, J. 1966. Geología del Uruguay. Colección Ciencias N° 2. Departamento de Publicaciones Universidad de la República, 464 p., Montevideo.
- Bossi, J. y Navarro, R. 1991. Geología del Uruguay. Departamento de Publicaciones Universidad de la República 2: 761-809, Montevideo.
- De Alba, E. y Serra, N. 1959. Aprovechamiento del río Uruguay en la zona de Salto Grande. Informe sobre las condiciones y características geológicas. Dirección Nacional de Geología, Anales 11: 1-35, Buenos Aires.
- Duchaufour, 1984. Edafogénesis y clasificación. Masson, 493 p., Barcelona.
- Goso, C. y Perea, D. 2004. El Cretácico post-basáltico de la Cuenca Litoral del río Uruguay: Geología y Paleontología. En Veroslavsky, G., Ubilla, M. y Martínez S. (eds.) Cuencas sedimentarias de Uruguay, 143-171, Montevideo.
- Groeber, P. 1934. Los suelos de Corrientes y del Uruguay a la luz de trabajos recientes. *Anales de la Asociación Química Argentina* 12 (119): 91-99.
- Herbst, R. 1971. Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26(2): 221-243.
- Miatello, H. 1904. Investigación agrícola en la Provincia de Santa Fe. *Anales del Ministerio de Agricultura* 1(3): 15-61.
- Moretti, L. y Morrás, H. 2013. New microscopic evidences of the autochthony of the ferrallitic pedological mantle in the Misiones province, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 20(2): 129-142
- Morrás, H. 2003. La Ciencia del Suelo en Argentina. Evolución y Perspectivas. Ediciones INTA, 99 p., Buenos Aires.
- Morrás, H. 2016. Ecología de la meteorización y evolución mineral de los suelos. En Pereyra F.X. y Torres Duggan, M. (eds.) *Suelos y Geología Argentina. Una visión integradora desde diferentes campos disciplinarios*. UNDAV Ediciones, 134-158, Buenos Aires.
- Morrás, H., Moretti, L., Piccolo, G. y Zech, W. 2009. Genesis of subtropical soils with stony horizons in NE Argentina: Autochthony and polygenesis. *Quaternary International* 196:137-159.
- Rabassa, J. 2010. Gondwana paleolandscapes: long-term landscape evolution, genesis, distribution and age. *Geociências* 29(4): 541-570.
- Raña, E.S. 1904. Investigación agrícola en la República Argentina. Provincia de Entre Ríos. Informe. Anales del Ministerio de Agricultura 1(4): 1-326.
- Tófaló, O.R. y Morrás, H. 2009. Evidencias paleoclimáticas en sedimentitas continentales del Cenozoico de Uruguay. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(4): 674-686.
- Tófaló, O.R. y Pazos, P. 2002. Caracterización de calcretes de la Formación Puerto Yerú (Cretácico), en base a su micromorfología (Entre Ríos, Argentina). *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 9(2): 127-134.
- Tófaló, O.R. y Pazos, P. 2010. Paleoclimatic implications (Late Cretaceous-Paleogene) from micromorphology of calcretes, palustrine limestones and silcretes, southern Paraná Basin. *Journal of South American Earth Sciences* 29: 665-675.
- Tófaló, O.R., Pazos, P.J. y Sánchez Bettucci, L. 2011. Estudio composicional de sedimentitas silicoclásticas y paleosuelos de la Formación Mercedes (Cretácico superior), Uruguay. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68(4): 615-626.

Recibido: 23 de setiembre, 2016

Aceptado: 17 de noviembre, 2016