

# CLASIFICACIÓN COMPARADA DE LOS SUELOS SALINO-SÓDICOS DE FRAY MAMERTO ESQUIÚ (ARGENTINA) CON LA WRB Y LA TAXONOMÍA DE SUELOS

Comparative Classification of Saline-Sodic Soils of Fray Mamerto Esquiú (Argentina) with WRB and Soil Taxonomy

N. Roca<sup>1‡</sup> y M. S. Pazos

## RESUMEN

Desde 1970, la Taxonomía de Suelos (TS) ha sido el sistema de clasificación utilizado en Argentina, aunque existen algunas experiencias con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). El presente artículo tiene como objetivo caracterizar los suelos del departamento Fray Mamerto Esquiú (Catamarca, Argentina) y discutir la correlación de los resultados obtenidos en ambos sistemas de clasificación de suelos. La zona estudiada se localiza en un estrecho valle tectónico entre las sierras pampeanas en la región fitogeográfica del Chaco árido, al noroeste de Argentina. Los suelos salinos corresponden a las zonas topográficamente más deprimidas de la cuenca. El pH es alcalino, con conductividades máximas de 32 dS m<sup>-1</sup>, abundante presencia de carbonatos secundarios en forma de nódulos y la presencia del nivel freático muy próximo a la superficie. Los nombres resultantes, según la TS a nivel de subgrupo no muestran con precisión las características de salinidad/alcalinidad. Se concluye que la WRB aporta mayor flexibilidad que la TS, al reflejar las características edáficas en los nombres de los suelos salino-sódicos. Además, es el sistema más útil en áreas modestas como la provincia de Catamarca, al tener mayor incidencia la descripción morfológica frente al mayor uso de los datos analíticos de la TS.

**Palabras clave:** sistemas internacionales de clasificación, suelos semiáridos, propiedades edáficas.

## SUMMARY

Since 1970, Soil Taxonomy (ST) has been the classification system used in Argentina, although there

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. CC 47, 7300 Azul, Argentina.

<sup>‡</sup> Autor responsable (nuria@faa.unicen.edu.ar.)

have been a few experiences with World Reference Base (WRB) for soils. The objective of this paper was to characterize the soils of the province Fray Mamerto Esquiú (Catamarca, Argentina) and to discuss the results obtained with the two soil classification systems. The study area is located in the narrow tectonic valley between the pampan mountains in the Dry Chaco phytogeographic region in Northwestern Argentina. Saline soils are in the most topographically depressed zones of the basin. pH is alkaline with maximum conductivities of 32 dS m<sup>-1</sup>, abundant secondary carbonates in the form of nodules, and a very shallow water table near the surface. The names at subgroup level resulting from ST classification do not show those characteristics of salinity-alkalinity with any precision. It is concluded that WRB offers more flexibility than ST, reflecting edaphic characteristics in the sodic and saline soil names. It is a more useful system in more modest areas, such as the province of Catamarca, being more morphologically descriptive, while ST uses more analytical data.

**Index words:** international soil classification systems, semiarid soils, soil properties.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la edafología moderna tiene más de 100 años de historia, pero aún no se ha aceptado, de manera general, un sistema internacional de clasificación de suelos. Esta situación se agrava, en parte, porque los suelos, a diferencia de las plantas y los animales, son un *continuum* en el cual las divisiones deben establecerse por convención (ISSS-ISRIC-FAO, 1998). Tal y como definió Arnold (2002), los suelos son el resultado de procesos que están influidos por los factores y las condiciones ambientales y, por lo tanto, deben estudiarse como entidades naturales. Uno de los procesos formadores que siempre se ha valorado en los sistemas de clasificación, aunque de manera diferente, es el de

la salinización, el cual afecta a los suelos objeto de estudio en el presente trabajo.

El incremento de sistemas de clasificación de índole nacional o regional dificulta, en gran medida, la difusión de los numerosos trabajos que con ellos se realizan, debido a que éstos se utilizan exclusivamente en los países de origen o en sus áreas de influencia. El creciente interés por aplicar y difundir los estudios realizados ha favorecido el acuerdo, por parte de muchos científicos, de implementar un sistema de clasificación *paraguas* que permita correlacionar todos los sistemas nacionales, sin que ello conlleve renunciar a las peculiaridades regionales de los suelos y, por ende, de cada sistema. Este nuevo proyecto posibilita un acuerdo internacional sobre los grupos principales de suelos que deben reconocerse a escala global y permite, además, establecer los criterios y la metodología para definirlos e identificarlos (Mermut y Eswaran, 2001). El primer intento de creación de un sistema internacional de referencia sobre los grupos de suelos principales, sin que ello implicara renunciar a los sistemas nacionales, surgió en 1980, con la Base Internacional de Referencia para la Clasificación de Suelos (IRB), la cual fue evolucionando hasta convertirse, en 1992, en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), cuya publicación definitiva se realizó en 1998 (ISSS-ISRIC-FAO, 1998).

Argentina, sin un sistema propio de clasificación, en 1970, adoptó el sistema de la 7ª Aproximación, el cual evolucionó hasta la Taxonomía de Suelos (TS) (Soil Survey Staff, 2003), como el sistema de clasificación para realizar mapas de suelos. Como ejemplo, entre las numerosas publicaciones que han aplicado este sistema, destacan el Atlas de Suelos de la República Argentina (SAGyP-INTA, 1990) y las Cartas de Suelos de la República Argentina (INTA, 1974-1997). Sin embargo, en algunos casos, la TS ha presentado algunas dificultades para clasificar los suelos, debido a las peculiaridades de algunas regiones argentinas (Pazos, 2000; Pazos y Moscatelli, 1998). Este hecho ha favorecido que se experimente con otros sistemas de clasificación, como es el caso de la WRB, aunque hasta el momento todos los esfuerzos se han centrado en la región pampeana (Pazos, 1996; Roca y Pazos, 2002). Esta nueva aproximación se presenta como un sistema flexible que enfatiza la caracterización morfológica de los suelos y disminuye la demanda del respaldo analítico, si se le compara con la TS.

El objeto del presente trabajo fue caracterizar los suelos salinos del departamento de Fray Mamerto Esquiú

(provincia de Catamarca), mostrar las diferencias en los nombres de los suelos que resultan de aplicar ambos sistemas (TS y WRB) y, en consecuencia, la información que éstos brindan acerca de las características de los suelos a los usuarios, sean o no especialistas en suelos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La zona estudiada se localiza entre las coordenadas 28° 2'-28° 25'S y 65° 42'-65° 44'O, en Catamarca, Argentina, y pertenece a la provincia geológica de las Sierras Pampeanas. Se caracteriza por un basamento metamórfico de esquistos y un complejo metamórfico-migmatítico de edad precámbrico-paleozoica inferior que aflora en las sierras y en pequeñas zonas del valle. Sobre éste, se encuentran los depósitos holocenos (Blasco *et al.*, 1995). La cuenca se caracteriza por un estrecho valle estructural de escasa profundidad y pequeñas dimensiones (Figura 1). La cuenca recibe una recarga local directa y drena sus agua subterráneas hacia el sur y sureste. Las sierras del basamento que lo flanquean y lo atraviesan transversalmente, tanto en su extremo norte como en el sur, producen un cierre tectónico con un único punto de descarga a la altura de la población de El Hueco (Ubalini *et al.*, 2000). Este cierre tectónico no impide el drenaje subsuperficial de la cuenca estudiada, sino que sólo lo hace más lento.

El clima es árido y se caracteriza por inviernos templados y veranos cálidos. La temperatura media oscila entre 11 °C en invierno y 27 °C en verano. La lluvia media anual es de 364 mm y se concentra en la estación estival. Van Wambeke (1981) calcula el régimen de humedad y temperatura del suelo a partir de datos climáticos, y define el pedoclima regional como arídico e hipertérmico.

Las escasas comunidades vegetales autóctonas no modificadas por la actividad agrícola y urbanística pertenecen a la eco-región del Chaco Seco (Burkart *et al.*, 1999). En las zonas más deprimidas, con un nivel freático alto e indicios de salinización, se desarrolla un arbustal básicamente formado por *Baccharis salicifolia* y un estrato herbáceo caracterizado por una gramínea adaptada a suelos alcalinos (*Distichlis* sp.) presente en manchas dispersas. La comunidad halófila se caracteriza por la presencia de *Atriplex* sp., *Tweedia brumonis*, *Sporobolus phleoides* y *Cynodon dactylon* (Morlans, 1995).

De los 30 perfiles estudiados para realizar el mapa de suelos del departamento de Fray Mamerto Esquiú

se seleccionaron 11 perfiles en las áreas deprimidas de la llanura aluvial que presentan problemas de salinidad o alcalinidad (Figura 2). El relevamiento se realizó en escala 1:10 000, sintetizados en 1:40 000.

Se describieron y obtuvieron muestras de cada horizonte, según Schoeneberger *et al.* (2002), y se realizaron los siguientes análisis: pH en agua, relación 1:2.5; conductividad eléctrica e iones solubles, en extracto

de pasta saturada; carbonato de calcio equivalente, por el calcímetro de Bernard; textura, con pipeta; carbono orgánico, según Walkley y Black (1974) y capacidad de intercambio catiónico, por el método de  $\text{NH}_4\text{OAc}$  pH 7.0 (Burt, 2004). Finalmente, los suelos se clasificaron según la TS (Soil Survey Staff, 2003) y la WRB (ISSS-ISRIC-FAO, 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

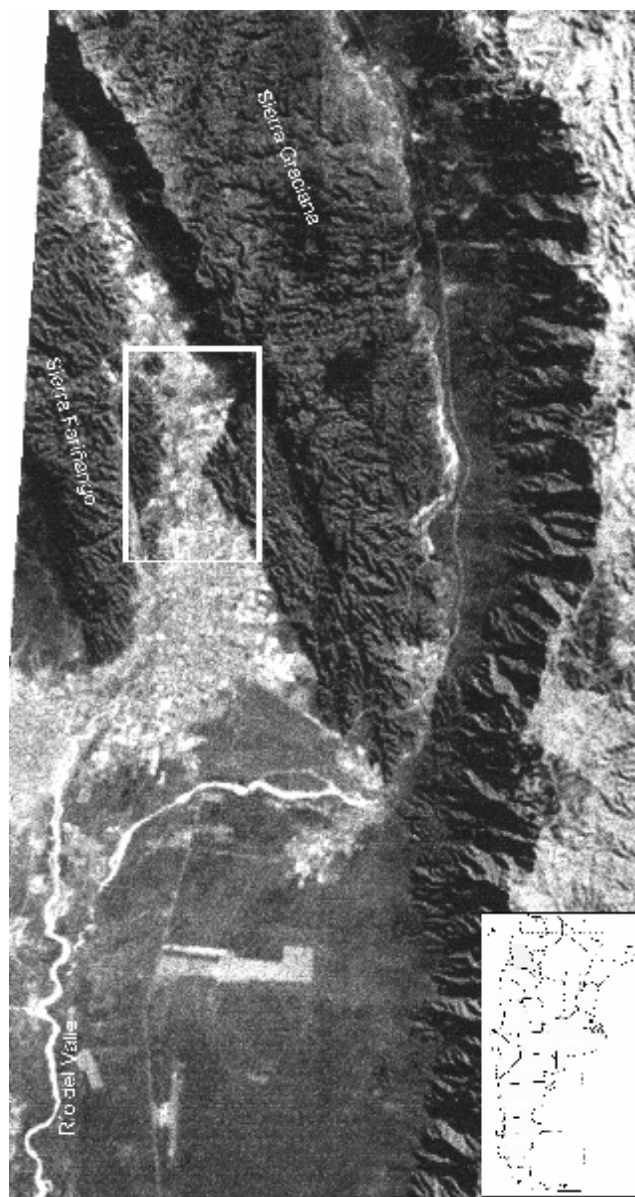
### Los Suelos

En el Cuadro 1 se indica la morfología de los suelos y en el Cuadro 2 sus características físicas y químicas. Son suelos aluviales jóvenes, desarrollados sobre sedimentos cuaternarios, con presencia de concreciones de carbonato de calcio en los horizontes subsuperficiales (Cuadro 1); niveles de carbono orgánico que decrecen de forma irregular con la profundidad y se mantienen elevados a los 100 cm; salinidad en los horizontes superficiales (Cuadro 2), con la presencia de eflorescencias salinas en los suelos de las zonas más deprimidas del valle. No hay evidencias de moteados, ni colores asociados a concentraciones o empobrecimientos producidos por procesos de óxido-reducción. La inmovilización de calcio de la solución del suelo en forma de concentraciones de yeso y carbonato de calcio permiten que se expresen las características físico-químicas del sodio. El anión sulfato (Cuadro 2), asociado al alto contenido de sodio, limita considerablemente el crecimiento de las plantas.

Los suelos salinos se distribuyen en dos zonas situadas al nornoroeste (NNO) y sursuroeste (SSO) de la cuenca, adyacentes a la sierra de Payahuaico y topográficamente más deprimidas (Figura 2). La zona situada al SSO de la cuenca es la de mayor extensión y coincide con la máxima proximidad del nivel freático a la superficie (Cuadro 1). La altura del nivel freático oscila considerablemente entre la estación seca y la húmeda, con variaciones máximas de hasta 70 cm en la zona más deprimida del área SSO de la cuenca.

### El Origen de las Sales

El origen de las sales no puede atribuirse a las aguas no salinas del río del valle o del canal de riego (Cuadro 3). Tampoco se puede atribuir a la mineralogía de las rocas del zócalo que presentan: a) minerales esenciales como biotita, con un fuerte pleocroísmo que refleja el alto



**Figura 1.** Imagen satelital (Landsat 5 TM, resolución espacial de 30 m y resolución espectral de cinco bandas) del Departamento de Fray Mamerto Esquiú y la llanura que se forma en las estribaciones meridionales de las sierras de Fariñango y Graciana (NO de la República Argentina). La zona de estudio se indica en el recuadro blanco con unas dimensiones de 5 x 7 km.

**Cuadro 1. Principales características morfológicas de los perfiles estudiados.**

Perfil	Horizonte	Prof.	Color de la matriz		Hum.	Textura	Estructura			CaCO <sub>3</sub>	Prof. nf
			Seco	Húmedo							
		cm									cm
	Ap	0-32	10YR4/4	10YR2/2	H	F L	BA	m,f	<b>MF</b>	‡	psf
	AC1	32-54	10YR4/3	10YR2.5/2	H	F	BA	m,f	<b>M/MF</b>	‡	
4	AC2	54-79	10YR4/3	10YR2.5/2	H	F L	BA	g,m	<b>M</b>	†	
	AC3	79-113	10YR5/3	10YR2.5/2	H	F L	BA	m	<b>M</b>	‡	
	AC4	113-143	10YR5/3.5	10YR2/2	H	F L	BSA	m,f	<b>M</b>	‡	-
	Ap	0-30	10YR6/2	10YR3.5/2	H	F L	BA	m,f	<b>M</b>	†	cf
7	Bk1	30-66	10YR6/2	10YR3.5/2	H	F	BA	g,m,f	<b>M</b>	†	cm
	Bk2	66-95	10YR6/2	10YR3/3	<b>Mj</b>	F A	BA	f	<b>M</b>	†	cm
	Ap	0-34	10YR5/3.5	10YR3/3	H	F L	BA	m	<b>MF</b>	†	
10	Bk1	34-69	10YR5/3	10YR3/3	H	F L	BSA	m,f	<b>M/MF</b>	†	ce
	Bk2	69-121	10YR6/3	10YR3.5/3	H	F	BSA	m,f	<b>M</b>	†	cf
	C	121-150	10YR5/3.5	10YR3/4	H	A	BSA	f	<b>M/D</b>	§	-
	Az	0-31	10YR6/3	10YR4/3	H	F Ar L	BA	m,f	<b>M/MF</b>	†	
11	Bk1	31-54	10YR6/3	10YR4/4	H	F	BA	m,g	<b>M/MF</b>	†	cf
	Bk2	54-104	10YR6/3	10YR4/3	H	F	BA	f	<b>M</b>	†	ca
	C	104-130	10YR6/3	10YR4/4	H	F L	BSA	m,f	<b>M/MF</b>	†	130
	Ap	0-17	10YR5/3	10YR2/2	<b>Fr</b>	F Ar	BSA	m,f	<b>MF</b>	†	psf
14	Az	17-31	10YR5/3	10YR2/2	H	F	BA	g,m	<b>MF</b>	†	psf
	Bk	31-105	10YR5/4	10YR3.5/3	H	F L	BSA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	BCK	105-132	10YR6/4	10YR3/3.5	<b>Mj</b>	F A	BSA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	Az	0-24	10YR5/3	10YR2/3	H	F A	BA	m	<b>MF</b>	†	
15	B	24-43	10YR6/3.5	10YR3/4	H	F A	BA	m,f	<b>M</b>	†	
	Bk1	43-68	10YR5/4	10YR3/4	H	F A	BSA	f	<b>M</b>	†	ca
	Bk2	68-104	10YR5/4	10YR3/3	H	F A	BA	f	<b>M</b>	§	ce
	BCK	104-150	10YR6/4	10YR3/4	<b>Mj</b>	F A	BSA	m,f	<b>M/MF</b>	‡	cf
	Ay	0-26	10YR6/3	7.5YR3.5/3	H	F	BA	g,m	<b>M/MF</b>	†	ca
16	Bk1	26-48	10YR6/3	10YR4/3	H	F A	BSA	f	<b>M</b>	†	ca
	Bk2	48-71	7.5YR6/4	7.5YR3.5/4	H	F A	BSA	f	<b>M</b>	†	ca
	Bk3	71-117	10YR6/4	7.5YR3.5/4	<b>Mj</b>	F A	BA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	A	0-28	10YR7/2	10YR5/2	H	F	BA	m	<b>M/MF</b>	†	
19	Bk1	28-74	10YR6/2	10YR4/2	<b>Mj</b>	F	BSA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	Bk2	74-112	7.5YR6/3	7.5YR4/4	<b>Mj</b>	F A	BSA	m,f	<b>M</b>	‡	ca
	Az	0-45	10YR4.5/3	10YR2/2	<b>Fr</b>	F Ar	BA	m	<b>MF</b>	§	ce
24	AB	45-93	10YR6/3	10YR3/3	H	F L	BA	m	<b>MF</b>	†	ca
	Bk	93-143	10YR5/4	10YR3/3.5	H	F	BA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	Ap	0-28	10YR5/3	10YR3/3	<b>Fr</b>	F	BA	f	<b>M</b>	†	
25	Bk1	28-72	10YR7/2	10YR5/3	<b>Fr</b>	F A	BA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	Bk2	72-112	10YR6/3	10YR4/3	H	F	BA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	BCK	112-150	10YR6/3	10YR4/4	H	F	BA	m,f	<b>M</b>	†	ca
	Ay	0-30	10YR5/2	10YR2/2	H	L	BA	g,m	<b>M</b>	†	
30	Bk	30-75	10YR6/2	10YR3/2	H	F L	BA	g	<b>M</b>	†	ca
	BCK	75-100	10YR6/3	10YR3/3	<b>Mj</b>	F	BA	f	<b>M</b>	†	ca

Prof. = profundidad, Hum. = humedad, Fr = fresco, H = húmedo, Mj = mojado, F = franco, F L = franco limoso, F A = franco arenoso, F Ar = franco arcilloso, F Ar L = franco arcillo limoso, A = arenoso, BA = bloques angulares, BSA = bloques subangulares, f = fina, m = media, g = gruesa, MF = moderadamente fuerte, M = moderado, D = débil, † = fuerte, ‡ = moderada, § = ligera, psf = pseudomicelios frecuentes, ce = concreciones escasas, cf = concreciones frecuentes, ca = concreciones abundantes. Prof. nf = profundidad del nivel freático en estación seca.

contenido en hierro, plagioclasas albiticas, moscovita, cuarzo, ortosa y granates; b) minerales accesorios, como el apatito y circón, en numerosas aureolas metamórficas; y c) minerales secundarios, como caolinita y sericita, que

siguen preferentemente los planos de debilidad del mineral.

Se concluyó que el origen de las sales probablemente se deba a los depósitos cuaternarios que rellenan el valle,

**Cuadro 2. Principales características químicas de los perfiles estudiados.**

Perfil	Horizonte	Prof. cm	pH	CE dS m <sup>-1</sup>	CO %	Arcilla %	CaCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /Cl <sup>-</sup>	RAS	CIC cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>
4	Ap	0-32	8	11.9	2.2	20.8	3.56	8.7	17.5	19
	AC1	32-54	9.3	7.43	0.96	19.5	2.64	10	49.6	14
	AC2	54-79	9.5	5.36	0.61	16.6	3.12	1.9	54.4	14.3
	AC3	79-113	8.2	3.42	0.76	17.6	2.24	4.2	21.5	11.6
	AC4	113-143	8.2	1.52	0.75	18.6	1.76	13.8	4.7	19
7	Ap	0-30	8.1	7.7	1.6	5.6	27.11	5.2	14.4	12
	Bk1	30-66	7.8	3.07	0.63	16.5	33.82	0.6	2.1	12.5
	Bk2	66-95	7.9	3.48	0.36	8.8	6.88	6.3	2.2	8.6
10	Ap	0-34	8.9	7.56	0.82	19.6	8.56	6.3	31.1	17
	Bk1	34-69	8.5	13.6	0.58	21	9.2	6.3	25.1	17.5
	Bk2	69-121	8.4	8.43	0.4	16.6	10.32	1.7	15.2	8.6
	C	121-150	8.1	2.08	0.21	2.3	1.2	6.3	3.2	4
11	Az	0-31	9.7	8.42	0.83	30.6	9.6	18.1	97	20.5
	Bk1	31-54	9.7	9.94	0.6	24	10.68	19.3	94.3	17
	Bk2	54-104	9.6	9.97	0.31	12.5	6.4	19.4	87.2	11.1
	C	104-130	8.9	12.07	0.32	11.1	5.84	7.6	27.6	12
14	Ap	0-17	8.7	32.2	1.85	25.7	8.88	3	39.6	19.2
	Az	17-31	8.6	17.5	0.76	22.3	10.4	8.1	34.6	13.5
	Bk	31-105	8.5	4.27	0.22	16.7	6.6	21.4	18.6	8.7
	BCk	105-132	8.6	3.08	0.25	8.9	7	6.7	5.3	8.5
15	Az	0-24	8.8	23.5	0.64	11	6.64	4.3	34	9.5
	B	24-43	8.5	13.83	0.29	7.1	6.16	7	27.8	7.5
	Bk1	43-68	8.2	6.92	0.18	8.3	4.88	29.9	15.1	18.8
	Bk2	68-104	9.5	2.71	0.22	7.1	1.92	8.9	27.4	10.2
16	Ay	0-26	8.3	12.62	0.63	11	10.88	8	33.1	12.2
	Bk1	26-48	8.1	5.32	0.27	4.6	6.6	14	8	7.8
	Bk2	48-71	8	4.72	0.18	5.3	5.36	17.6	6.9	6.8
	Bk3	71-117	8.1	2.65	0.16	4.7	4.08	30.5	6	8
19	A	0-28	8.3	8.91	1.09	23.8	57.91	24.6	19.8	9
	Bk1	28-74	8.3	8.39	0.67	12.4	33.91	21.7	19.1	10.2
	Bk2	74-112	8.4	6.6	0.18	9.5	2.96	14.7	13.4	9.8
24	Az	0-45	8	12.32	1.02	26.4	1.68	10.5	27.8	19.8
	AB	45-93	8.5	13.9	0.45	23.9	8.92	4.5	33	19.2
	Bk	93-143	8.2	3.31	0.33	13	5.36	3.4	4.9	11.5
25	Ap	0-28	9.3	13.71	0.89	16.9	8.81	4	59.3	14.2
	Bk1	28-72	9.8	9.77	0.13	10.5	10.92	7.5	73.1	9.6
	Bk2	72-112	9.3	5.55	0.36	13.6	24.01	6.3	36	10
	BCk	112-150	8.6	7.42	0.36	12.2	11.88	10.5	16.2	12.2
30	Ay	0-30	8.3	23.1	1.94	6.1	16.17	7.3	62.4	18
	Bk	30-75	8.3	16.34	0.98	15.1	4.6	10.4	3.1	21.2
	BCk	75-100	7.8	4.46	0.54	16.2	3.92	59.1	6.4	18

CE = conductividad eléctrica, CO = carbono orgánico, CaCO<sub>3</sub> = carbonato de calcio equivalente, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/Cl<sup>-</sup> = relación entre sulfatos y cloruros, RAS = relación de adsorción de sodio, CIC = capacidad de intercambio catiónico.

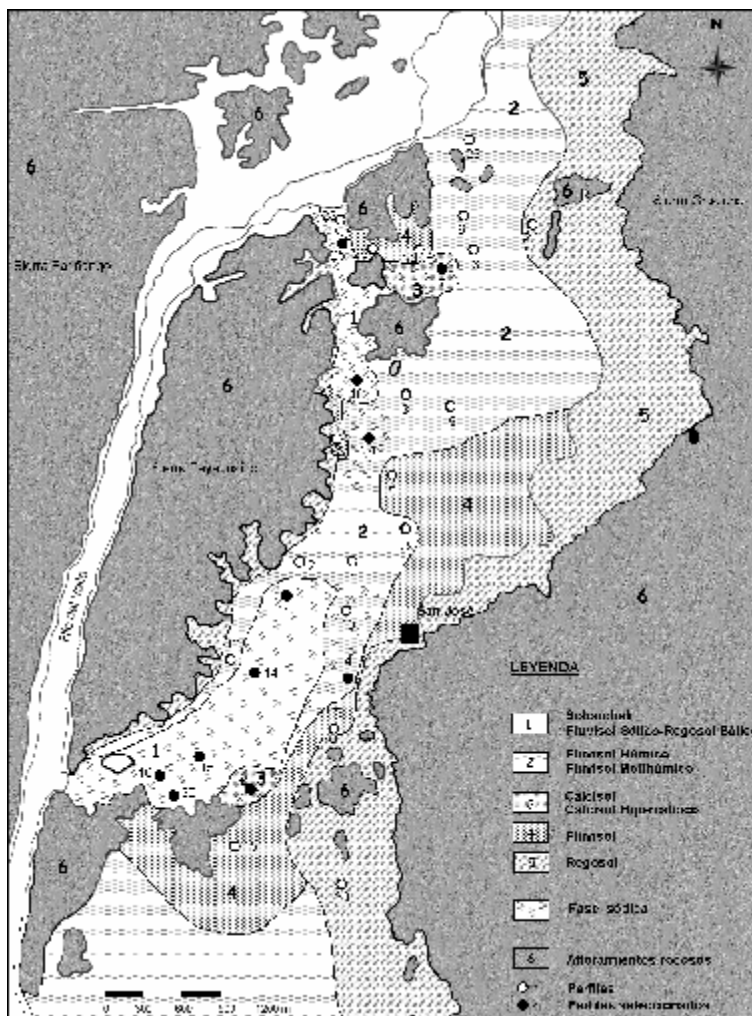


Figura 2. Mapa de suelos de Fray Mamerto Esquiú, según la WRB (ISSS-ISRIC-FAO, 1998) y situación de los puntos de muestreo.

además de los aportes de los salares colindantes junto con los materiales loésicos, tal y como describe Zinck y Sayago (1998) en la zona vecina de Tucumán. Las sales disueltas en las aguas del acuífero libre se desplazan con los movimientos de ascenso y descenso del nivel freático y se acumulan en los horizontes superficiales cuando la evapotranspiración es más intensa.

### Clasificación de los Suelos

La lentitud del drenaje de la capa freática en la zona estudiada, como consecuencia del estrechamiento del valle y los numerosos afloramientos rocosos que aparecen en el sector norte y sur del valle, modifican, a nivel local, el régimen de humedad regional. Hay un ascenso del nivel freático sin que se hayan encontrado evidencias de hidromorfismo o rasgos redoximórficos.

La proximidad del nivel freático a la superficie del suelo aporta humedad a la sección de control y le da un carácter ústico, según la TS. Por lo tanto, a pesar del régimen arídico en la mayoría de los suelos de las zonas altas del valle, en la zona deprimida, objeto del presente estudio, el régimen de humedad es ústico, como consecuencia del aporte de agua desde la capa freática.

La clasificación de suelos se indica en el Cuadro 4. En términos generales, no existe una buena correspondencia entre los niveles de subgrupo de la TS y la unidad de suelos de la WRB. Según la WRB, se pueden diferenciar tres grupos de suelo de referencia: Fluvisoles, Solonchak y Calcisoles. Los tres tipos de suelo reflejan las características salina, sódica, sulfática o carbonatada de los perfiles, de manera que en todo momento quedan expresadas en el nombre del suelo sus características geoquímicas. En el caso de la TS

**Cuadro 3. Composición química de las aguas superficiales que cruzan la cuenca de Piedra Blanca durante la estación seca (diciembre de 2000) y la estación de lluvias (marzo de 2001).**

		Río		Canal	
Fecha del muestreo		12/00	03/01	12/00	03/01
CE (dS m <sup>-1</sup> a 25 °C)		465	166	334	167
pH		7.7	7.9	8	7.8
Cationes solubles (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup>	1.6	1.25	2	1.3
	Mg <sup>2+</sup>	1.3	0.3	1.2	0.35
	Na <sup>+</sup>	2.18	0.6	1.46	0.6
	K <sup>+</sup>	0	0.45	0	0.3
Aniones solubles (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4.6	1.7	3.7	1.7
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.95	0.23	1.15	0.18
	Cl <sup>-</sup>	0.2	0.6	0.3	0.55
RAS		1.8	0.7	1.2	0.7
Relación SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / Cl <sup>-</sup>		4.75	0.38	3.83	0.33
Total de sólidos disueltos (mg L <sup>-1</sup> )		297.6	106.24	293.7	106.9
Dureza (CaCO <sub>3</sub> mg L <sup>-1</sup> )		145.5	80.21	160.5	82.7
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> residual (mmol L <sup>-1</sup> )		1.7	0.1	0.5	0.1

se diferencian Molisoles e Inceptisoles, aunque sólo en el caso de los Halacueptes se refleja el carácter salino o sódico de los suelos. En el resto de los perfiles estudiados únicamente se evidencia el mayor grado de humedad del suelo por influencia de la capa freática.

Con el presente trabajo no se pretende buscar equivalencias entre los niveles jerárquicos de subgrupo (TS) y unidad (WRB) de suelos. De hecho, las características no reflejadas en el nombre del subgrupo en la TS aparecerían condicionando los niveles inferiores de familia o serie. Sin embargo, para alcanzar estos niveles inferiores de la TS se necesitan más determinaciones de laboratorio que las realizadas en el presente, incluyendo mineralogía y distribución por

tamaño de partícula, sin las cuales ya se logró la suficiente sensibilidad al clasificar los suelos con la WRB. Álvarez *et al.* (2001) describen dificultades similares al clasificar 23 suelos de marismas saladas del sur de España. Además, denuncian la falta de una clase que indique la elevada concentración de sales en el orden de los Molisoles, independientemente de la presencia de horizontes nátricos o condiciones ácuicas.

Las diferencias expuestas entre los dos sistemas de clasificación de suelos son consecuencia del modo de influencia de la génesis en la filosofía de ambos sistemas. Bockheim y Gennadiyev (2000) plantean una jerarquización de conceptos donde los factores de formación de suelos determinan los procesos de la misma que, a su vez, se expresan en la morfología de los perfiles de suelos. Para el caso estudiado, la WRB prioriza los factores formadores: se definen Fluvisoles que pueden o no estar afectados por el proceso de melanización; en cambio, la TS da mayor importancia a la ocurrencia del proceso de mecanización. Como resultado, los suelos se clasifican como Molisoles y se pierde la información acerca del carácter aluvial, expresada por la distribución irregular de la materia orgánica con la profundidad. Al aplicar el clásico concepto de zonalidad, la WRB permite mantener los suelos aluviales de Fray Mamerto Esquiú como suelos azonales, con la presencia de horizonte mólico; por su parte, la TS, debido al epipedon mólico, los clasifica como suelos zonales.

## CONCLUSIONES

- Las características litológicas y geomorfológicas de la cuenca de Fray Mamerto Esquiú condicionan el drenaje lento de la capa freática sin provocar rasgos hidromórficos. La distribución de la salinidad en

**Cuadro 4. Clasificación de los suelos de la zona salina en Fray Mamerto Esquiú, según la WRB (ISSS-ISRIC-FAO, 1998) y la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 2003).**

WRB	n° perfil	Taxonomía de Suelos	n° perfil
Fluvisol Calcari-Húmico (Sódico)	4		
Solonchak Moli-Sódico (Hipocálcico-Sulfático)	14, 15	Haplustol Oxiácuico	4, 14
Solonchak Calci-Sódico (Sulfático)	30		
Fluvisol Calcari-Sálico (Sódico)	11	Calciustol Oxiácuico	15, 30, 11
Solonchak Moli-Sódico (Cálcico)	25		
Fluvisol Calcari-Sálico (Sódico)	10	Calciustol Típico	25, 10, 24
Fluvisol Calcari-Molihúmico (Sódico)	24		
Regosol Sodi-Hipocálcico (Calcárico)	16		
Calcisol Hipercálcico-Sódico	19	Halacuept Aérico	16, 19
Calcisol Sódico	7	Calciustept Típico	7

los perfiles de suelos está controlada por el movimiento de ascenso y descenso del nivel freático y las condiciones climáticas especialmente áridas, aunque su origen no está relacionado con las aguas del río del valle ni con las rocas cristalinas del zócalo, sino con el origen eólico de los sedimentos de relleno de la cuenca.

- La clasificación de los suelos según la Taxonomía de Suelos resulta fuertemente condicionada por la dinámica del acuífero de la cuenca, donde el ascenso del nivel freático modifica localmente el régimen de humedad del suelo de arídico a ústico. En todos los nombres de los suelos se refleja el grado de humedad, pero no las características salino-sódicas de los suelos. Por su parte, la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB) refleja de manera más precisa las características geoquímicas de estos mismos y proporciona mayor claridad de interpretación de los mapas de suelos resultantes e información más útil para los usuarios no especialistas.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo del Laboratorio de Suelos de la Dirección de Agricultura de la Provincia de Catamarca, la Cátedra de Suelos de la Universidad Nacional de Catamarca (Argentina) y la beca n° 0023 del Programa Interuniversitario del Ministerio de Asuntos Exteriores de España.

### LITERATURA CITADA

- Álvarez, J., R. Ortiz, N. Vela de Oro, and F. Alcaraz. 2001. The application of the FAO and US Soil Taxonomy systems to saline soils in relation to halophytic vegetation in SE Spain. *Catena* 45: 73-84.
- Arnold, R. W. 2002. Soil classification principles. pp. 3-8. *In*: E. Micheli, F. O. Nachtergaele, R. J. A. Jones y L. Montanarella (eds.). Soil classification 2001 European Soil Bureau Research 7. EUR 20398 EN Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, Luxembourg.
- Blasco, G., R. L. Caminos, O. Lapido, A. Lizuaín, H. Martínez, F. Nullo, J. L. Panza, L. Sacomani, E. L. Barber, M. A. Chipulina y L. V. Martínez. 1995. Hoja geológica 2996- II, San Fernando del Valle de Catamarca. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, 1:250 000. Secretaría de Minería de la Nación. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Buenos Aires, Argentina.
- Bockheim, J. G. and A. N. Gennadiyev. 2000. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Soil Reference Base. *Geoderma* 95: 53-72.
- Burkart, R., N. O. Bárbaro, R. O. Sánchez y D. A. Gómez. 1999. Eco-regiones de Argentina. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina.
- Burt, R. 2004. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report 42. Version 4.0. Washington, DC, USA. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 1974 - 1997. Colección: Cartas de Suelos de la República Argentina. Escala 1:50 000. CIRN, INTA. Buenos Aires, Argentina.
- ISSS (International Society of Soil Science), ISRIC (International Soil Reference and Information Centre), FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 84. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.
- Mermut, A. R. and H. Eswaran. 2001. Some major developments in soil science since the mid-1960s. *Geoderma* 100: 403-426.
- Morlans, M. C. 1995. Regiones naturales de Catamarca, provincias geológicas y provincias fitogeográficas. *Revista de Ciencia y Técnica* 2: 1-36.
- Pazos, M. S. 1996. Clasificación de los suelos del Partido de Azul (Provincia de Buenos Aires, Argentina) según la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (ISSS, ISRIC, FAO). *Ciencia del Suelo* 14: 116-118.
- Pazos, M. S. 2000. Cambios en los Molisoles desde la 1ª edición (1975) de la Taxonomía de Suelos hasta la 2ª edición (1999). *Actas del Taller Soil Taxonomy. INTA-AACS* 1: 72-82.
- Pazos, M. S. and G. Moscatelli. 1998. The WRB applied to Pampean soils—Argentina. *Proceedings of the XVI World Congress of Soil Science. Symp. 42. Montpellier, Francia.*
- Roca, N. and M. S. Pazos. 2002. The WRB applied to Argentinian soils: two case studies. pp. 191-198. *In*: E. Micheli, F. O. Nachtergaele, R. J. A. Jones, and L. Montanarella (eds.). Soil classification 2001 European Soil Bureau Research 7. EUR 20398 EN Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, Luxembourg.
- SAGyP-INTA (Instituto Tecnológico Agropecuario). 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Proyecto PNUD Arg-85/019. Buenos Aires, Argentina.
- Schoeneberger, P. J., D. A. Wysocki, E. C. Benham, and W. D. Broderson (eds.). 2002. Field book for describing and sampling soils. Version 2.0. National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE, USA.
- Soil Survey Staff. 2003. Keys to Soil Taxonomy. 9<sup>th</sup> ed. US Department of Agriculture. Washington, DC, USA.
- Ubal dini, M., M. Saracho, M. Flores, H. Giménez, P. Moyano, E. Serenell y J. Agüero. 2000. Cargas puntuales y multipuntuales y calidad del agua subterránea en F.M. Esquiú, Catamarca. pp. 1-9. *In*: Congreso Nacional del Agua. Santiago del Estero, Argentina.
- Van Wambeke, A. 1981. Soil moisture and temperature regimes. South America. SMSS Technical Monograph 2. Cornell University—US Department of Agriculture. Ithaca, NY, USA.
- Walkley, A. and I. A. Black. 1974. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils. *J. Soil Sci.* 63: 251-254.
- Zinck, J. A. and J. M. Sayago. 1998. Climatic periodicity during the late Pleistocene from a loess-paleosol sequence in Northwest Argentina. pp. 7. *Symp. 16, n° 117. Proceedings of the XVI World Congress of Soil Science. Montpellier, Francia.*