

Relación suelo-vegetación en áreas de transición entre condiciones de estepa y halomorfismo en el Sur de la Provincia de Buenos Aires

Soil-vegetation relationships in transitional areas between steppe and halomorphical conditions in the South of the Province of Buenos Aires.

F. Galizzi¹, N. Peinemann² y S. Lamberto²

Recibido en mayo de 1997, aceptado en octubre de 1998.

RESUMEN

Con el objeto de relacionar las propiedades edáficas con la fisonomía vegetal, se analizaron dos toposecuencias de suelos: una depresión cerrada y un ambiente fluvial.

En la depresión cerrada, los suelos mostraron un gradual enriquecimiento de materiales coloidales, sodio intercambiable y sales hacia la parte baja de la secuencia, mientras que la vegetación cambió de una pradera de gramíneas hasta suelo desnudo en el centro de la depresión, encontrándose sólo matas aisladas de *Distichlis spicata* en los bordes externos de la misma. Fuera de la depresión, los ligeros incrementos en el contenido salino en superficie como de pH y calcáreo en el área transicional se manifestaron en la desaparición de *Centaurea* y *Carduus*, disminución de *Stipa*, *Hordeum* y *Lolium*, y aumento de *Bowlesia incana*, *Beta vulgaris* y *Distichlis scoparia*.

En el ambiente fluvial, los contenidos de arcilla, materia orgánica, calcáreo y sales aumentaron desde la parte alta hasta la planicie aluvial y estos cambios se reflejaron en la vegetación, que pasó por tres estadios bien diferenciados: arbustal xerófilo con gramíneas aisladas, un pastizal con gramíneas intermedias y bajas, y una pradera halófila.

Palabras clave: relación suelo-vegetación, ambientes fluviales, depresiones cerradas, suelos salinos.

ABSTRACT

The objective of this paper was to analyze the relationship between soil properties and vegetation types in two toposequences of soils, i.e., a fluvial environment and a closed depression.

In the closed depression the soils exhibited a gradual increase in colloidal materials, exchangeable sodium and total salts in the transect from the edge to the center of the depression. The vegetation exhibited similar changes with *Distichlis spicata* on the perimeter of the depression and no vegetation in the center of the depression. Outside the depression, in the transitional area, slight increases in the superficial salt content, pH and calcium carbonate were observed. These changes were correlated with the disappearance of *Centaurea* and *Cardus*, decreased frequencies of *Stipa*, *Hordeum* and *Lolium*, and increased numbers of *Bowlesia incana*, *Beta vulgaris* and *Distichlis scoparia*.

In the fluvial environment, there was an increase of clay, organic matter, calcium carbonate and salt contents with decreased elevation. These changes were correlated with three distinct vegetation types, i.e., xerophytical shrubs with few grasses in the drier soils (higher elevation), medium and short grasses in the medium elevation, and halophytic grass in the salt affected lower elevation.

Key words: soil-vegetation relationship, fluvial environment, closed depressions, saline soils.

¹ Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912, 4200 Santiago del Estero, Argentina.

² Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Altos de Palihue. 8000 Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

1. INTRODUCCIÓN

En el límite sur de la llanura pampeana, bajo condiciones semiáridas, se ha reconocido que la ocurrencia de suelos afectados por salinización primaria tiene lugar especialmente en dos tipos de paisajes: depresiones cerradas y ambientes fluviales (Galizzi y Peinemann, 1987). Si bien estos suelos están cubiertos por una vegetación halófila característica, las zonas de transición desde los suelos salinos a los suelos zonales tienen, en cortas distancias, notables diferencias en presencia y frecuencia de especies vegetales y en sus propiedades morfológicas, físicas y químicas que son importantes caracterizar a fin de interpretarlas en función de la posición en el paisaje, las características de los perfiles y los tipos de ambiente.

El objetivo del presente trabajo es comparar dos transectas de suelos y relacionar sus propiedades con la fisonomía vegetal y las especies presentes con la finalidad de determinar cuáles son las propiedades que más influyen sobre la presencia y frecuencia de las especies que componen la comunidad natural en cada porción del paisaje.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Áreas de estudio

En el presente trabajo se analizaron dos toposecuencias de suelos próximos a Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina) representativos de los ambientes en estudio, una depresión cerrada y un ambiente fluvial

Depresión cerrada

Es una geoforma que se presenta en toda la región como consecuencia de un relieve ligeramente deprimido, ocupando extensiones variables.

Esta transecta de suelos se localiza en la laguna "Los Manantiales", situada cerca de la estación Calderón, junto a la Ruta Nacional N° 3, a unos 20 km al este de Bahía Blanca. El área es una cuenca cerrada que cubre una superficie aproximada de 100 ha y se encuentra a unos 50m sobre el nivel del mar.

El relieve de la zona tiene una pendiente que no es uniforme a lo largo de la transecta de suelos y de acuerdo con el gradiente pueden distinguirse tres secciones. Una parte alta, donde el relieve es normal, suavemente ondulado, con un gradiente del 0,4 %. Los suelos se desarrollan sin limitaciones locales y son generalmente bien drenados. En la media loma el gradiente es del 2,6 % mientras que en la depresión el relieve es cóncavo y la superficie casi plana con una leve inclinación hacia el centro de la misma, y el gradiente es del 0,2 %. En ésta última los suelos evolucionan en condiciones halo- e hidromórficas debido a que presentan exceso de agua gran parte del año, lo cual condiciona notablemente las propiedades físicas y químicas.

Ambiente fluvial

Los distintos cursos de agua que atraviesan la región han formado a través del tiempo paisajes caracterizados por desniveles muy abruptos, especialmente en la zona de transición entre planos geomorfológicos así como también relieves muy suaves y extendidos en regiones planas

La toposecuencia denominada "Saladillo Lazaga" está localizada junto a la Ruta Nacional N° 35, a unos 30 km al oeste de Bahía Blanca. El ambiente es de origen fluvial y ha sido generado

por el Arroyo Lazaga que corre por una hondonada, entre dos cordones medanosos. El arroyo nace en la Llanura Subventánica, corre en dirección norte-sur y desagua en el Río Sauce Chico. El área de estudio se ubicó sobre la margen izquierda del Saladillo y está, aproximadamente, a unos 100 m s.n.m. El relieve de la zona es muy pronunciado.

2. Métodos

Suelos

Los suelos que integran las toposecuencias fueron descriptos según las normas dadas por Etchevehere (1976), clasificados de acuerdo con Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975) y analizados por técnicas analíticas descriptas por Page et al. (1982) y Klute (1986), poniendo especial énfasis en las propiedades relacionadas con la salinización de los suelos.

Los suelos se ubicaron en distintas alturas en el paisaje siguiendo una transecta longitudinal a favor de la pendiente natural del terreno, desde las partes más altas del relieve hasta las partes más bajas. En la depresión cerrada se analizaron cinco perfiles mientras que en el ambiente fluvial, cuatro perfiles.

Vegetación

La variación de la vegetación, a su vez, fue registrada mediante censos a lo largo de las transectas, con especial interés en aquellos sitios próximos a los suelos estudiados, en los cuales, siguiendo la técnica de cuadrados al azar, se determinó la abundancia - cobertura de las especies presentes, asignándoles valores de acuerdo a lo indicado por Braun Blanquet (1950) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala para describir la abundancia - cobertura de cada especie.

	Porcentaje					
Rango	0-5	5-10	10-25	25-50	50-75	75-100
Valor	+	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00

3. RESULTADOS

3.1. Depresión cerrada

Se muestrearon cinco suelos ubicados en diferentes posiciones del relieve (Figura 1). Los perfiles 1 y 2 se situaron en la parte alta de la transecta, que corresponde al nivel de planación de la zona mientras que los restantes perfiles se localizaron en la parte llana de la depresión.

En la parte central de esta cuenca cerrada se concentra el agua que escurre hacia ella, tanto en forma superficial como subsuperficial, debido a que los suelos tienen un drenaje natural pobre. Los perfiles 3, 4 y 5 han evolucionado bajo condiciones de halo- e hidromorfismo. En los últimos el anegamiento es periódico. El tiempo que permanecen sumergidos es variable y depende fundamentalmente de la época del año. En las partes no anegadas de la depresión, los suelos presentan costras salinas. El nivel freático está próximo a la superficie en la depresión y tiene fluctuaciones anuales importantes.

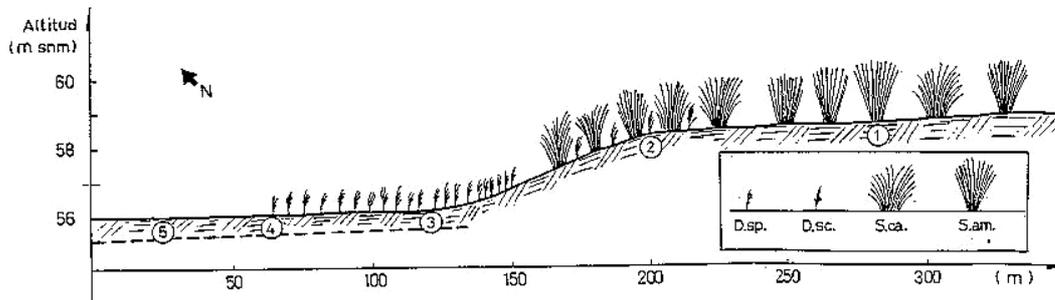


Figura 1. Toposecuencia "Los Manantiales".

La secuencia de suelos varió desde Argiustoles hasta Ustifluventes y Salortides. En la Tabla 2 se presenta un resumen de las características sobresalientes de los suelos que integran la toposecuencia. En Galizzi y Peinemann (1987) se puede consultar la descripción morfológica de los perfiles y los datos analíticos completos de cada uno de los suelos.

Tabla 2. Propiedades de los suelos que integran la toposecuencia "Los Manantiales".

Perfil 1: Argiustol típico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
A1	0 - 30	28,00	7,00	1,30	4,00	0,80	3,20
B2t	30 - 53	38,00	8,60	0,70	22,00	0,50	1,10
B3	53 - 70	28,00	9,60	4,40	46,00	0,60	0,50
C1	70 +	22,00	9,70	10,10	62,00	1,00	0,30

Perfil 2: Argiustol típico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
A1	0 - 16	19,00	8,50	3,50	3,00	1,50	2,50
B2t	16 - 34	27,00	10,00	11,40	47,00	7,00	0,50
B3ca	34 - 57	33,00	10,20	20,70	51,00	27,00	0,30
C1	57 - 78	23,00	10,10	11,30	59,00	14,00	0,10
C2	78 +	19,00	10,20	19,30	50,00	11,00	0,10

Perfil 3: Calcuiustol ácuico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
Costra	0 - 3	26,00	105,00	104,00	58,00	11,70	0,40
A1	3 - 16	18,00	8,20	2,80	3,00	3,00	2,90
C1ca	16 - 35	29,00	10,10	13,20	37,00	25,40	0,40
C2ca	35 - 60	19,00	10,10	11,80	33,00	24,60	0,10
Nivel Freático	60,00		8,80	9,20			

Tabla 2. (cont.)

Perfil 4: Ustifluvente ácuico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
Costra	0 - 3	39,00	10,40	43,50	76,00	6,20	0,70
(A)	3 - 14	44,00	9,90	40,00	30,00	5,20	0,60
C1	14 - 37	20,00	10,10	20,70	53,00	2,70	0,10
C2	37 - 55	20,00	10,10	13,60	58,00	12,50	0,20
Nivel Freático	55,00		8,80	12,00			

Perfil 5: Salorthid típico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
Costra	0 - 2	30,00	10,50	92,80	76,00	8,00	1,00
(A)sa	2 - 21	52,00	10,30	45,00	74,00	4,30	0,70
C1	21 - 57	61,00	10,00	17,10	62,00	3,40	0,80
Nivel Freático	57,00		8,90	16,10			

Se observó que aquellos suelos formados fuera de la depresión han evolucionado normalmente sin limitaciones topográficas y en equilibrio con el clima, mientras que aquéllos situados dentro de la depresión se han originado a partir de materiales transportados por el agua y han sido sometidos alternativamente a procesos de anegamiento y efectos capilares de capas freáticas elevadas, factores que condicionan su evolución y determinan sus propiedades.

En la relación salinidad-paisaje se observa que hay una variación gradual a lo largo de la transecta, siendo la capa freática la fuente de sales acumuladas. En los suelos situados fuera de la depresión, el grado de salinización aumenta en profundidad dentro del perfil mientras que en la depresión las concentraciones salinas más altas se presentan en superficie (costra salina). El grado de salinización de los suelos aumenta desde la parte alta hacia los suelos situados en las partes bajas de la toposecuencia. En el mismo sentido se observó un gradual enriquecimiento de materiales coloidales (tanto orgánicos como inorgánicos). En el último perfil aparecen cantidades apreciables de carbonato de sodio. Estas variaciones se traducen en un gradual aumento del pH a lo largo de la secuencia, desde valores próximos a la neutralidad, en los suelos fuera de la depresión, hasta valores ligeramente superiores a 10 dentro de la depresión.

Las variaciones edáficas mencionadas tienen su mayor manifestación sobre los cambios vegetacionales en los suelos zonales (perfiles 1 y 2) (Tabla 3) que están fuera de la depresión, ya que cambia de un pastizal natural de gramíneas a una pradera halófila en el perfil 3, situado en el borde de la depresión; y dentro de ésta, por las condiciones de extrema salinidad, sodicidad y pH, sólo se observan matas aisladas de *Distichlis spicata*, quedando desnudo el resto del suelo. En la zona de transición, los ligeros incrementos en el contenido salino en superficie (1,3 a 3,5 dS.m⁻¹), en el pH (7,0 a 8,5) y en el calcáreo (0,8 a 1,5 %) provocan la desaparición de *Centaurea* y *Carduus*, la disminución de *Stipa* (*S. caudata* más que *S. ambigua*), *Hordeum* y *Lolium*, y el aumento de *Bowlesia incana*, *Beta vulgaris* y *Distichlis scoparia*.

Tabla 3. Censo de vegetación de la depresión cerrada.

Perfil	Suelo	Fisonomía	Estratos y cobertura [%]	Especies y valores de abundancia - cobertura
1	Argiustol típico	Pastizal natural con gramíneas intermedias y bajas	Graminoso intermedio (20)	<i>Stipa ambigua</i> (3) <i>Stipa caudata</i> (2)
			Graminoso – herbáceo bajo (80)	<i>Hordeum leporinum</i> (4) <i>Lolium multiflorum</i> (2) <i>Centaurea sp</i> (1) <i>Bowlesia incana</i> (+) <i>Medicago minima</i> (+) <i>Carduus nutans</i> (+)
2	Argiustol típico	Pastizal natural con gramíneas intermedias y bajas	Graminoso intermedio (40)	<i>Stipa ambigua</i> (2) <i>Stipa caudata</i> (+)
			Graminoso – herbáceo bajo (60)	<i>Distichlis scoparia</i> (3) <i>Hordeum leporinum</i> (2) <i>Bowlesia incana</i> (1) <i>Lolium multiflorum</i> (1) <i>Baccharis ulicina</i> (+) <i>Medicago minima</i> (+) <i>Beta vulgaris var. perennis</i> (+)
3	Calciustol ácuico	Pradera halófila pura	Graminoso bajo (30)	<i>Distichlis spicata</i> (3)
4	Ustifluvente ácuico	Suelo desnudo		
5	Salortid típico	Suelo desnudo		

3.2. Ambiente fluvial

Está situado entre dos cordones medanosos entre los cuales corre el Arroyo Lazaga. El relieve es pronunciado y uniforme, con una pendiente media del 7 %.

Para el estudio del área se trazó una transecta en la que se eligieron cuatro suelos tratando de que reflejen las diferencias que se observaron en la vegetación y en la fisonomía del paisaje (Figura 2). Los suelos estudiados variaron desde Haplustoles hasta Fluvaquentes. En la Tabla 4 se presenta un resumen de las características sobresalientes de los suelos que integran la toposecuencia. En Galizzi y Peinemann (1987) se puede consultar la descripción morfológica de los perfiles y los datos analíticos de cada uno de los suelos.

En la ladera, el material originario está constituido por arenas finas eólicas depositadas sobre tosca, mientras que en la planicie del arroyo, por materiales arrastrados por el agua en forma de aluvio y/o coluvio. Los suelos de la parte superior de la toposecuencia han sufrido procesos erosivos como consecuencia de los cuales la tosca ha quedado a muy poca profundidad de la superficie, mientras que a medida que se desciende a lo largo de la transecta, la profundidad de los suelos aumenta. Desde las partes altas hacia las zonas bajas también aumentan los contenidos de arcilla, materia orgánica y calcáreo, así como el contenido salino, porcentaje de sodio intercambiable y pH en los suelos, los que están en relación directa con la profundidad de la capa freática y/o crecidas del arroyo.

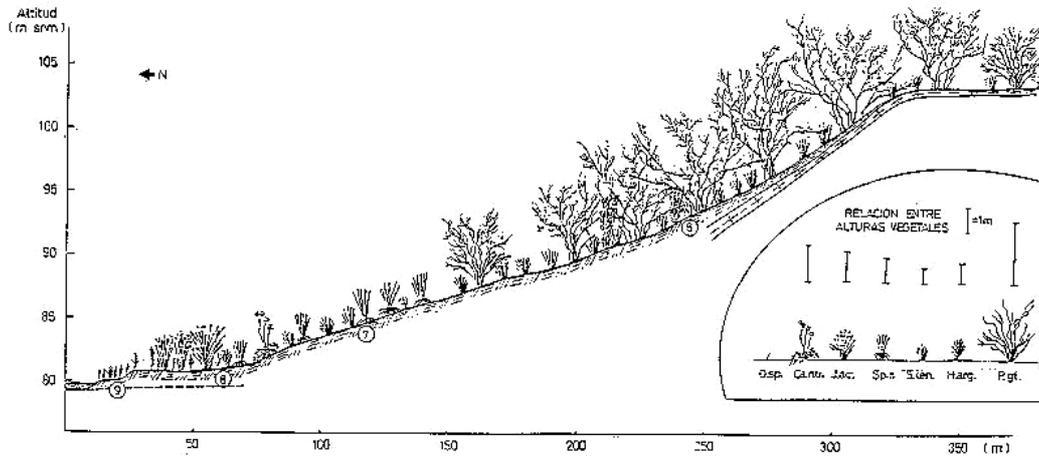


Figura 2. Toposecuencia "Arroyo Lazaga".

Tabla 4. Propiedades de los suelos que integran la toposecuencia "Arroyo Lazaga".

Perfil 6: Haplustol petrocálcico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
A1	0 - 24	2,00	8,50	0,60	1,00	2,20	2,20
AC	24 - 51	1,80	8,80	0,40	2,00	5,00	1,40
C1	51 - 102	1,50	8,70	0,50	1,00	9,30	0,60
II C2cam	102 +	-	-	-	-	-	-

Perfil 7: Haplustol éntico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
A1	0 - 20	7,00	8,30	0,70	1,00	1,20	3,80
AC	20 - 45	3,00	8,70	0,60	1,00	3,50	2,20
C1	45 - 99	2,00	8,80	0,90	4,00	6,60	1,00
C2	99 - 145	8,00	10,20	10,20	44,00	7,40	0,50

Perfil 8: Haplustol fluvaquéntico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
A1	0 - 22	20,00	9,00	1,40	7,00	4,20	5,10
AC	22 - 45	15,00	10,00	7,00	32,00	8,50	1,10
C1	45 - 84	9,00	10,00	7,50	29,00	6,00	0,60
C2	84 - 120	7,00	10,00	7,60	26,00	5,20	0,50
C3	120 - 140	6,00	10,00	5,40	32,00	5,00	0,50
Nivel freático	140,00		8,80	6,00			

Tabla 4. (cont.)

Perfil 9: Fluvaquent típico

Horizonte	Prof. [cm]	Arcilla [%]	pH	CE [dS.m ⁻¹]	PSI	Calcáreo [%]	Mat. Org. [%]
A1	0 - 9	24,00	10,30	45,00	55,00	19,80	1,70
C1	9 - 21	27,00	9,60	9,90	44,00	33,50	2,30
C2	21 - 35	15,00	9,20	4,00	18,00	30,60	1,60
C3	35 - 51	22,00	9,30	4,40	15,00	27,90	1,20
C4	51 - 62	31,00	9,10	4,10	17,00	26,90	1,10
Nivel freático	62,00		8,60	5,00			

En la relación salinidad-paisaje se advierte una variación progresiva a lo largo de la pendiente partiendo de un suelo normal ubicado en la parte superior hasta uno muy salinizado ubicado cerca del arroyo. La acumulación de sales se produce en distintas partes del perfil; primero se observa una acumulación sólo en profundidad, progresando el espesor del suelo salinizado cuando se desciende en altura hasta que el suelo ubicado al pie de la pendiente tiene todo el perfil salinizado.

En cuanto a la fisonomía de la vegetación (Tabla 5), se pueden observar tres estadios bien distintivos que son: un arbustal con gramíneas aisladas, un pastizal con predominio de gramíneas intermedias y bajas, y una pradera halófila. La presencia de arbustos xerófilos de *Prosopidastrum globosum* en las partes altas es una consecuencia de su mayor resistencia a las condiciones de sequedad edáfica reinantes en un perfil de suelo más somero a raíz de la presencia de un manto calcáreo limitante a poca profundidad y que no satisface el régimen hídrico de las especies de *Stipa* presentes en baja proporción. A medida que los suelos se hacen más profundos, la vegetación arbustiva es reemplazada gradualmente por un pastizal intermedio donde aparecen especies psamófilas como *Hyalis argentea* y *Sporobolus rigens*. En la planicie baja, con mayor humedad edáfica y contenidos crecientes de sales, la vegetación intermedia se ve dominada por *Juncus acutus*, con plantas aisladas de *Cynara cardunculus* y *Cirsium vulgare*. Dentro del estrato bajo, en las posiciones altas y medias, predomina *Medicago minima*, con elevada presencia de *Bromus brevis*, las que son reemplazados por *Distichlis scoparia* en la planicie aluvial y finalmente por *Distichlis spicata* donde las condiciones de salinidad se hacen más extremas.

En ambas toposecuencias hay un cambio vegetacional notable a lo largo de las diferentes posiciones en el paisaje, acompañando las variaciones que se presentan en los suelos. En el caso de la depresión cerrada, el grado de salinización y de sodificación que se alcanza es mayor que en el ambiente fluvial y, en consecuencia, se observan costras salinas y áreas de suelo desnudo porque no hay especies que colonizan un ambiente de salinidad tan elevado, a diferencia de lo que ocurre en el ambiente fluvial, donde, debido a la presencia de un curso de agua dulce, el grado de salinización y de sodificación no es tan elevado y la vegetación en el valle activo es más abundante en cantidad y número de especies. La conductividad eléctrica, el pH y el PSI parecen ser las propiedades que más influyen en la selección de las especies y en las cantidades en que se encuentran. En ambas situaciones, en las partes más altas de las toposecuencias, la vegetación es típica de las condiciones semiáridas: pastizal en el caso de suelos más húmedos (toposecuencia Los Manantiales) y arbustal cuando los suelos son más secos (toposecuencia Saladillo Lazaga).

Tabla 5. Censo vegetacional del ambiente fluvial.

Perfil	Suelo	Fisonomía	Estratos y cobertura (%)	Especies y valores de abundancia-cobertura
6	Haplustol petrocálcico	Arbustal mediano abierto con gramíneas intermedias y bajas	Arbustivo (30)	<i>Prosopidastrum globosum</i> (2)
			Graminoso intermedio (10)	<i>Pappophorum subbulbosum</i> (1) <i>Stipa tenuissima</i> (+)
			Graminoso herbáceo bajo (50)	<i>Medicago minima</i> (3) <i>Diptotaxis tenuifolia</i> (+) <i>Piptochaetium napostaense</i> (+) <i>Cardus nutans</i> (+) <i>Carthamus lanatus</i> (+) <i>Stipa tenuis</i> (+) <i>Bromus brevis</i> (+)
				Graminoso intermedio (10)
7	Haplustol éntico	Pastizal con predominio de gramíneas intermedias y bajas	Graminoso herbáceo bajo (70)	<i>Medicago minima</i> (3) <i>Bromus brevis</i> (2) <i>Sporobolus rigens</i> (1) <i>Hyalis argentea</i> (1) <i>Diptotaxis tenuifolia</i> (+) <i>Piptochaetium napostaense</i> (+) <i>Carduus nutans</i> (+) <i>Solanum elegnifolium</i> (+) <i>Baccharis ulicina</i> (+)
				Graminoso intermedio (30)
			Graminoso herbáceo bajo (70)	<i>Eleusine tristachya</i> (3) <i>Distichlis scoparia</i> (3) <i>Juncus acutus</i> (3) <i>Medicago minima</i> (1) <i>Cyrsium vulgare</i> (+) <i>Centaurea calcitrapa</i> (+)
				Graminoso bajo (60)
8	Haplustol fluvaquéntico	Pastizal semihálofilo de gramíneas y herbáceas intermedias y bajas		
9	Fluvaquente típico	Pradera halófila o salada de gramíneas bajas		

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Ingenieros Agrónomos Pablo Zalba y René S. Arias por la colaboración prestada en el trabajo de campo y a los Ingenieros Agrónomos Luis Sánchez y Hugo Kruger por la tarea de clasificación de los suelos. Asimismo agradecen a la Profesora M.L. S. de Villavicencio por la redacción del Abstract. El trabajo fue realizado mediante un subsidio otorgado por el CONICET.

REFERENCIAS

- Braun Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal. Editorial ACME, Buenos Aires.
- Etchevehere, P. H. 1976. Normas de Reconocimientos de Suelos, 2 ed. INTA, Buenos Aires. 211 p.
- Galizzi, F. A. y N. Peinemann. 1987. Modelos de salinización primaria en la región semiárida del sur de la Provincia de Buenos Aires. Primeras Jornadas Nacionales de Zonas Áridas y Semiáridas. Santiago del Estero, 20 - 24 de octubre de 1987. Actas, p. 45-50.
- Klute, A. (Ed.). 1986. Methods of soil analysis, Part 1. Physical and Mineralogical methods. Agronomy monograph N° 9. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. 1188 p.
- Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.). 1982. Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological properties, 2 ed. Agronomy Monograph N° 9. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. 1159 p.
- Soil Survey Staff (Eds.). 1975. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Agriculture Handbook N° 436. USDA, Washington, D.C.

