



CLASIFICACIÓN DE LAS COMUNIDADES HALÓFILAS DE LAS ESTEPAS SALINAS EN LA CUENCA DEL RIACHO YAKARÉ SUR, CHACO BOREAL, PARAGUAY

CHRISTIAN VOGT^{1,2,3}

¹Herbario FACEN - Laboratorio de Análisis de Recursos Vegetales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional Asunción, C.C. 1039 Campus Universitario, San Lorenzo-Paraguay. ²Departamento de Análisis de Vegetación y Fitodiversidad, Instituto Albrecht-von-Haller para Ciencias Vegetales, Universidad Georg-August de Goettingen, Alemania. ³Email: biologe.vogt@gmail.com

Resumen.- Se presenta una clasificación de la vegetación de las estepas salinas en la Cuenca del Riacho Yakaré Sur en base a 104 relevamientos fitosociológicos (según el método de Braun-Blanquet). Se describen siete comunidades halófilas: comunidad de *Ruppia maritima*, comunidad de *Setaria geminata*, comunidad de *Cynodon niemfuensis*, comunidad de *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia*, comunidad de *Sarcocornia neei*, comunidad de *Sesuvium portulacastrum-Sporobolus pyramidatus* y comunidad de *Heterostachys ritteriana*. Las comunidades están dominadas principalmente por una especie dependiendo de la longitud del régimen de inundación y la salinidad de suelo.

Palabras clave: Comunidades halófilas, clasificación, salinidad, inundación.

Abstract.- Halophytic communities of saltmarsh vegetation of the Riacho Yakaré Sur depression, Chaco Boreal, Paraguay. A classification of the saltmarsh vegetation based on phytosociological material consisting of 104 sampling periods (performed according to the Braun-Blanquet approach) is presented. Seven communities are described: *Ruppia maritima* community, *Setaria geminata* community, *Cynodon niemfuensis* community, *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* community, *Sarcocornia neei* community, *Sesuvium portulacastrum-Sporobolus pyramidatus* community and *Heterostachys ritteriana* community. The communities are mostly dominated by only one plant species and are dependent on the duration of flooding periods and soil salinity.

Key words: Halophytic communities, classification, salinity, flooding.

El Gran Chaco con sus características geológicas y climáticas especiales es muy susceptible a salinizaciones superficiales. Las escasas precipitaciones por un lado y las elevadas tasas de evaporación por el otro, impiden la lixiviación de sales solubles y favorecen la génesis de suelos salinos. Estas condiciones climáticas asociadas a un nivel freático salado y elevado en algunas zonas conduce a una salinización superficial irreversible.

La transición entre la zona de inundaciones periódicas del Chaco semihúmedo y el Chaco Central semiárido se caracteriza por ser una franja de salinización que presenta fenómenos de salinización en lagunas, riachos y cauces. Consiste en una franja que llega a alcanzar 50 a 75 km de ancho y 500 km de largo (Wiens, 1998). Estos fenómenos de salinización son en gran parte naturales y se encuentran ligados a la napa freática salada y elevada en la zona (Bender, 1961).

Los ecosistemas de saladares se caracterizan por una vegetación compuesta por especies adaptadas a la salinidad en el suelo. La vegetación de los saladares en el Chaco fue descrita por diferentes autores en una formación vegetal: “estepas halófilas” (Spichiger et al., 1991), “matorral de salinar” (Huespe et al., 1991) y “matorral de saladar” (Mereles, 2005). Estas descripciones mencionan la heterogeneidad estructural y biológica pero no presentan ninguna clasificación fitosociológica diferenciando las comunidades halófilas presentes.

En este trabajo se presenta, en una primera aproximación, una clasificación fitosociológica de siete comunidades de las estepas halófilas en la Cuenca del Riacho Yakaré Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La cuenca alta del Riacho Yakaré Sur, ubicada en el Departamento Presidente Hayes, tiene

una extensión Oeste-Este de aproximadamente 150 km y una extensión Norte-Sur de 20 km (Fast, 2004).

Los puntos de muestreo (Fig. 1) se encuentran ubicados en dirección Oeste-Este: Laguna Capitán (22°32'33"S; 59°40'15"W), Laguna Ganso (22°34'27"S; 59°35'39"W), Alrededores de Campo León (22°33'31"S; 59°28'28"W), Reserva Natural Campo María (22°34'08,58"S; 59°20'30"W), Sitio Ramsar Chaco Lodge (22°32'48"S; 59°18'30"W) y el Sitio Ramsar Laguna Rojas Silva (22°37'42"S; 59°02'44"W).

Muestreo

Los relevamientos fitosociológicos se realizaron durante los meses de verano de 2010 - 2012. En el área de estudio fueron elegidas en forma aleatoria un total de 104 parcelas (16 m²) en vegetación halófila herbácea fisionómicamente

homogénea. En cada parcela fueron estimados el porcentaje de cobertura y la altura máxima de la vegetación. Además fueron registrados los porcentajes de cobertura de la hojarasca, de la madera muerta y del suelo descubierto. De cada parcela fue elaborada una lista de las especies presentes con datos específicos de cada una de ellas: su forma de vida y el grado de cobertura según la escala ampliada de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1964; Wilmanns, 1998).

Análisis de los datos

Los muestreos fitosociológicos fueron introducidos a la base de datos TURBOVEG (Hennekens y Schaminée, 2001). Para la clasificación de las unidades de vegetación fue usada la versión modificada de TWINSPLAN (two-way indicator species analysis; Hill, 1979) propuesta por Roleček et al. (2009) e incluido en JUICE (Tichý, 2002). Para la generación de grupos en

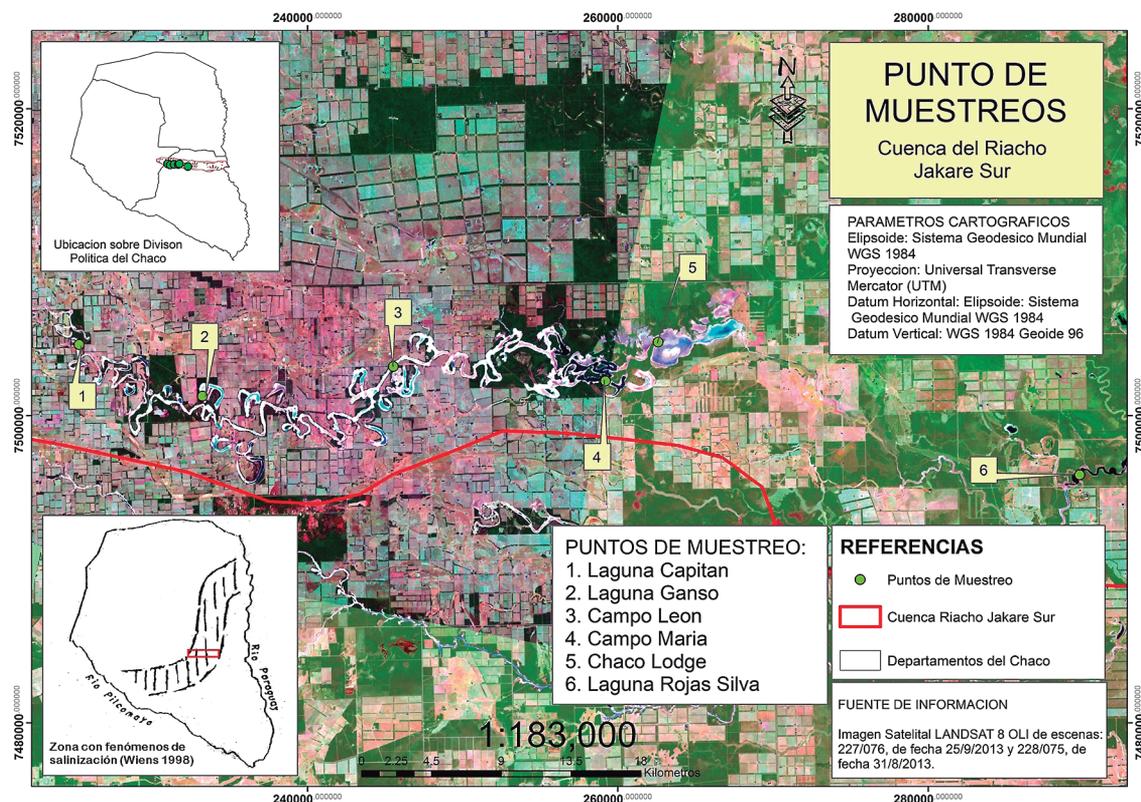


Figura 1. Puntos de muestreo en la Cuenca del Riacho Yakaré Sur.

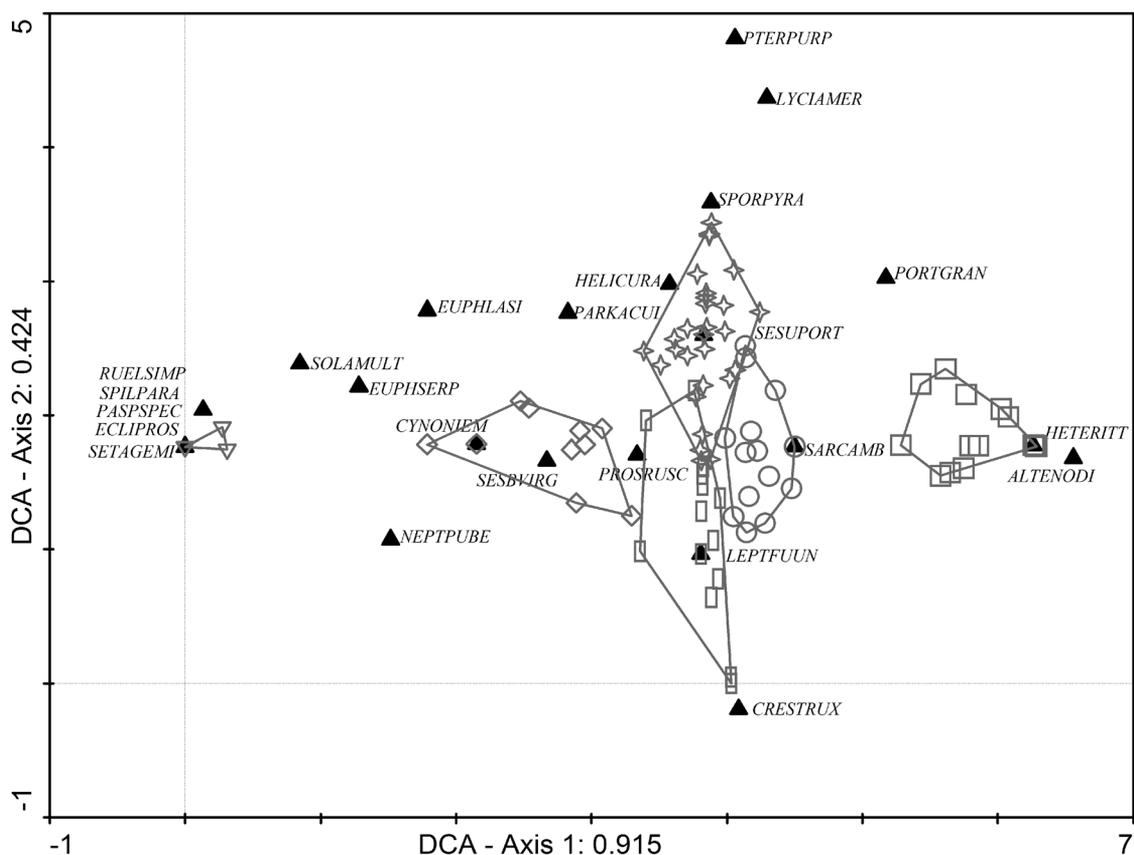


Figura 2. Ordenamiento (DCA) de las comunidades halófitas herbáceas: Longitud del gradiente sobre el primer eje: 6,284. Se representan 24 especies y las parcelas estudiadas de las comunidades: ▽ Comunidad de *Setaria geminata* (2), ◇ Comunidad de *Cynodon niemfuensis* (3), ◻ Comunidad de *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* (4), ○ Comunidad de *Sarcocornia neei* (5), ✧ Comunidad de *Sesuvium portulacastrum-Sporobolus pyramidatus* (6), ◻ Comunidad de *Heterostachys ritteriana* (7), ▲ posición respectiva de las especies.

Twinspan fueron utilizados cuatro niveles de división para las pseudoespecies: 0-5-25-50.

Para encontrar la máxima dispersión de la varianza en las especies que pueda interpretarse por alguna variable ambiental, se realizó un Análisis de Correspondencia Detendenciado – DCA (Hill y Gauch, 1980) con ponderación de especies raras y re-escalamiento mediante el programa CANOCO Version 4.5 (ter Braak y Šmilauer, 2002).

RESULTADOS

El gradiente florístico principal (Fig. 2) se encuentra relacionado a un gradiente físico desde áreas afectadas por inundaciones prolongadas

hacia zonas caracterizadas por tenores elevados de sal y prolongados períodos de sequía. En base a relevamientos fitosociológicos fueron diferenciadas siete comunidades herbáceas, que se caracterizan principalmente por una especie diferencial respectivamente. El gradiente florístico se extiende desde la comunidad acuática de *Ruppia maritima* y la comunidad húmeda de *Setaria geminata* hacia la comunidad de *Heterostachys ritteriana* que crece en suelos secos con altos tenores de sal. A lo largo de este gradiente se observa una disminución de la cobertura total de la vegetación y un aumento del porcentaje de suelo descubierto. Las comunidades pioneras y de transición presentan el mayor número de

Tabla 1. Tabla sinóptica de las comunidades halófilas herbáceas en la cuenca del Riacho Yakaré Sur. Se presenta la constancia de las especies (%) en cada unidad de vegetación. Los grados de cobertura (%) y la altura (cm) están representados por el valor medio y la desviación estándar.

Comunidad vegetal		1	2	3	4	6	5	7
Cantidad parcelas estudiadas		3	6	11	16	19	28	21
Promedio Nro. especies/parcela		1	2.3	3.2	2.7	2.5	3.6	1.9
Nro de especies		1	8	9	11	8	19	7
Cobertura vegetal (%)		70 ±27.8	88.6 ± 9.6	85.2 ± 10	78.4 ±16.6	65.4 ±20.3	64.4 ±22.2	50 ±16.1
Cobertura de hojarasca (%)		0	30 ± 8.9	31.4 ±12.3	3.1 ± 4.8	9.6 ± 8.3	5.5 ± 7.5	4.3 ± 7.9
Suelo descubierto (%)		1.6 ± 2.9	3.5 ± 5	10.8 ± 12	35.9 ±21.9	34.5 ±21.8	40.2 ±21.9	52.9 ± 17
Altura máxima (cm)		10 ±17	40 ± 9	56 ± 37	53 ± 19	49 ± 13	44 ± 14	55 ± 17
<i>Ruppia maritima</i>	RUPPMAR	100						
<i>Setaria geminata</i>	SETAGEMI		95					
<i>Euphorbia serpens</i>	EUPHSERP		43.6				0.8	
<i>Ruellia simplex</i>	RUELSIMP		38.3					
<i>Paspalum</i> sp.	PASPSPEC		38.3					
<i>Spilanthes paraguayensis</i>	SPILPARA		38.3					
<i>Euphorbia lasiocarpa</i>	EUPHLASI		33.6				1.7	
<i>Eclipta prostrata</i>	ECLIPROS		38.3					
<i>Neptunia pubescens</i>	NEPTPUBE		23.2		15.1			
<i>Cynodon niemfuensis</i>	CYNONIEM			94.2				
<i>Parkinsonia aculeata</i> (plántula)	PARKACUL			39.4			9.5	
<i>Prosopis ruscifolia</i> (plántula)	PROSRUSC			21.3			20.7	
<i>Leptochloa fusca</i> subsp. <i>uninervia</i>	LEPTFUUN			11.9	49.8	14.7	8.1	
<i>Sesbania virgata</i>	SESBVIRG				33			
<i>Cressa truxillensis</i>	CRESTRUX			7.6	24	11.2	2.7	
<i>Acacia praecox</i>	ACACPRAE				23.2			
<i>Sarcocornia neei</i>	SARCAMB			2.6		71.6	3.8	
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	SESUPPORT			18.5	9.2		51.7	
<i>Sporobolus pyramidatus</i>	SPORPYRA				16.8	0.3	47.4	
<i>Heliotropium curassavicum</i> var. <i>argentinum</i>	HELICURA			3.8		6.1	23.9	
<i>Pterocaulon purpurascens</i>	PTERPURP						17.5	
<i>Urochloa adspersa</i>	UROCADSP						17.5	
<i>Portulaca cryptopetala</i>	PORTCRYP						17.5	
<i>Lycium americanum</i>	LYCIAMER						17.5	
<i>Solanum multispinum</i>	SOLAMUL						17.5	
<i>Heterostachys ritteriana</i>	HETERITT							92
<i>Portulaca grandiflora</i>	PORTGRAN						7.3	32.9
<i>Alternanthera nodifera</i>	ALTENODI							28.8

especies y la mayor cantidad promedio de especies por parcela (Tabla 1).

Descripción de las comunidades halófilas

1) Comunidad de *Ruppia maritima* (Fig. 3A):

Ruppia maritima es una hierba acuática sumergida en aguas salobres o saladas con una distribución cosmopolita. Esta comunidad acuática monoespecífica fue encontrada en agua salada

con una conductividad eléctrica de 37 mS/cm y una profundidad de 30 cm. Normalmente, durante los períodos de sequías prolongadas, se observan únicamente los restos filiformes de estas plantas en los cauces secos del Riacho Yakaré Sur.

2) Comunidad de *Setaria geminata* (Fig. 3B):

pastizal higrohalófilo de 30 cm de altura en

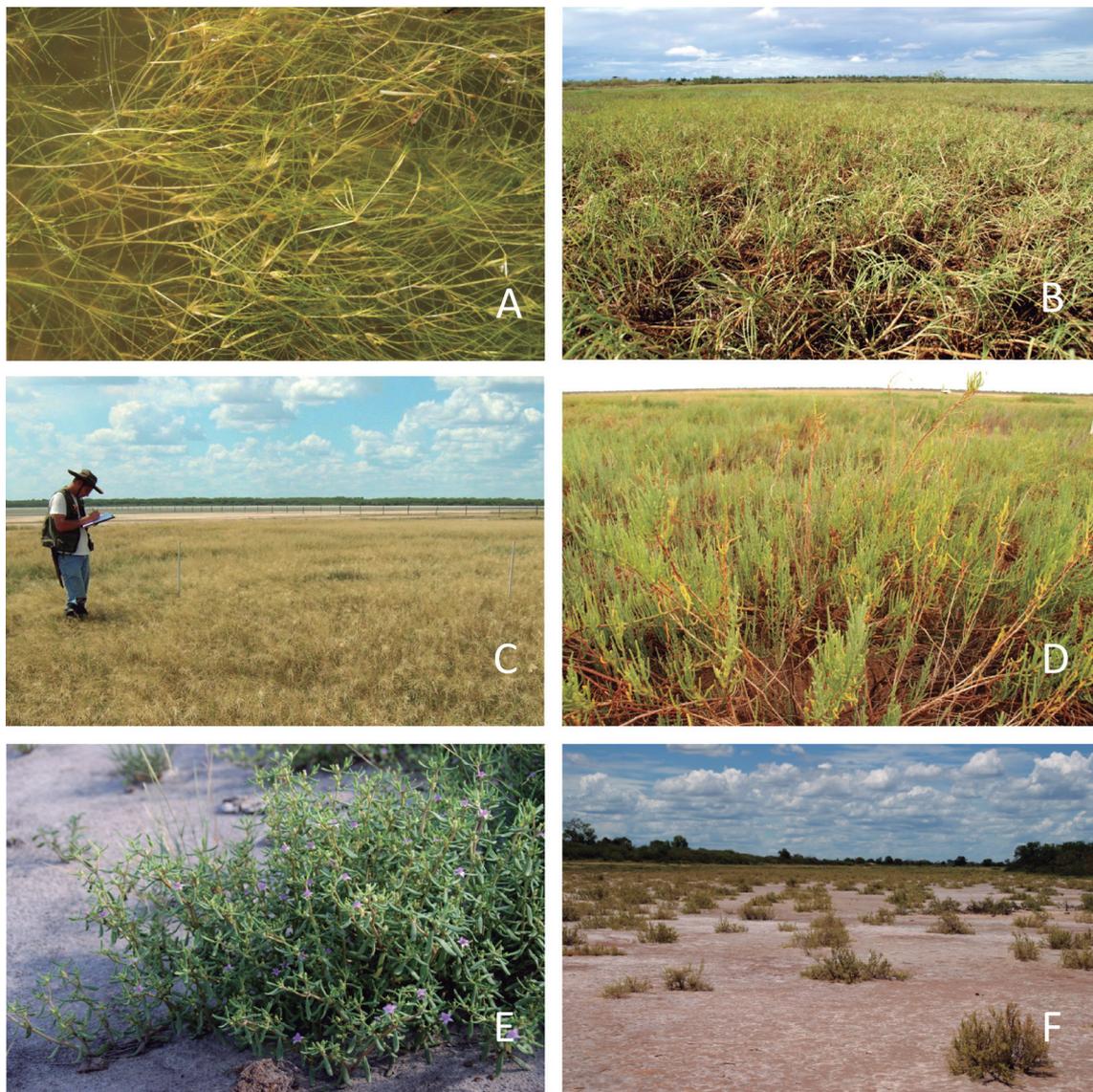


Figura 3. A) *Ruppia maritima*, B) Comunidad de *Setaria geminata*, C) Comunidad de *Leptochloa fusca* subsp. *uninnervia*, D) Comunidad de *Sarcocornia neei*, E) Comunidad de *Sesuvium portulacastrum-Sporobolus pyramidatus* y F) Comunidad de *Heterostachys ritteriana*.

zonas bajas periódicamente inundadas. *Setaria geminata* predomina con una cobertura media de 89%; en algunos casos se encuentra acompañada de unas pocas especies como *Eleocharis elegans* y *Euphorbia serpens*. La comunidad aparece en zonas bajas y zanjas inundables sobre suelos franco arcillo-arenosos, salobres y medianamente ácidos.

3) Comunidad de *Cynodon niemfuensis*: pastizal halotolerante con la predominancia de *Cynodon niemfuensis*, acompañada en menor grado de *Leptochloa fusca* ssp. *uninervia*, *Cressa truxillensis*, *Sesuvium portulacastrum* y plántulas de *Prosopis ruscifolia* y *Parkinsonia aculeata*. Con una altura máxima de 40 cm ésta comunidad alcanza una cobertura media de 85%. *C. niemfuensis* es un pasto originario de África que se cultiva en muchos paíces con fines forrajeros. En el área de estudio crece en pequeñas zonas húmedas e inundadas temporalmente.

4) Comunidad de *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* (Fig. 3C): pastizal pionero en zonas húmedas y temporalmente inundadas. *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* es una especie anual o perenne que alcanza una altura de 60 cm. En zanjas con suelo arcilloso y húmedo forma una comunidad monoespecífica.

Sobre los suelos franco-arenosos a orillas de las lagunas saladas aparece primero la geófito rizomatosa *Cressa truxillensis* y después se desarrolla *Leptochloa fusca*. Especies acompañantes en menor grado son *Sesuvium portulacastrum* y *Sporobolus pyramidatus*.

5) Comunidad de *Sarcocornia neei* (Fig. 3D): especie dominante es la caméfito suculenta *Sarcocornia neei*. Dependiendo del grado de salinidad en el suelo es una comunidad uniespecífica o se encuentra acompañada por *Cressa truxillensis*, *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia*, *Sesuvium portulacastrum* y *Sporobolus pyramidatus*.

Normalmente presenta una proporción relativamente alta de suelo descubierto (34,5

± 21,8%). *Sarcocornia neei* crece en suelos salinos, inundables y ligados a la napa freática salada y elevada. Generalmente se desarrolla en asociación con la comunidad de *Heterostachys ritteriana*, de la cual se diferencia fundamentalmente por su capacidad de soportar anegamientos prolongados.

6) Comunidad de *Sesuvium portulacastrum-Sporobolus pyramidatus* (Fig. 3E): comunidad pionera sobre acumulaciones de sedimentos fluviales y eólicos en los bordes de cauces y lagunas. Las especies dominantes son *Sesuvium portulacastrum* y *Sporobolus pyramidatus*. Otras especies diferenciales son *Heliotropium curassavicum* var. *argentinum*, *Portulaca cryptopetala*, *Pterocoaulon purpurascens* y *Atriplex eximia*.

Sequías prolongadas y varios años con precipitaciones escasas favorecen además el crecimiento de plántulas leñosas de *Prosopis ruscifolia* y *Parkinsonia aculeata*. Esta comunidad se desarrolla sobre suelos areno-arcillosos a franco-arenosos con tenores bajos de sal.

7) Comunidad de *Heterostachys ritteriana* (Fig. 3F): comunidad que llama la atención por las grandes extensiones con la presencia de costras de sal en el suelo. La única especie que se desarrolla en estos lugares es la caméfito fruticosa *Heterostachys ritteriana*, que alcanza una altura máxima de 1 m. En algunos casos puede estar acompañado de *Portulaca grandiflora*, *Leptochloa fusca* ssp. *uninervia* y *Alternanthera nodifera*.

Esta comunidad se desarrolla en suelos arcillo-arenosos a franco-arenosos con alto contenido de sal y sodio, principalmente del tipo solonchak. Se caracteriza por su alto grado de suelo descubierto (52,9 ± 17 %). En el área de estudio se encuentra ampliamente distribuida, especialmente en los bordes externos de los meandros, en los extremos de las lagunas y en cauces que presentan un rápido desagüe.

DISCUSIÓN

La vegetación de ambientes salinos tiene caracterizaciones similares, aun en diferentes regiones geográficas, por tratarse de comunidades edáficas en las que las características del suelo influyen sobre el tipo de vegetación más que cualquier otro rasgo ambiental (Nebbia et al., 2007). El gradiente de humedad-salinidad en el suelo es ampliamente reconocido como el factor ambiental determinante de la distribución espacial de las halófitas en saladares continentales (Lewis et al., 1990; Therburg, 1997; Menghi et al., 2001; Cantero, 1999).

En regiones sedimentarias como la llanura del Chaco, caracterizadas por una escasa pendiente regional, las redes de evacuación de agua superficial y sales hacia los ríos son pobres y los excesos hídricos se traducen, con frecuencia, en inundaciones y redistribución local de sales (Jobbágy et al., 2008). Inundaciones prolongadas en la Cuenca del Riacho Yakaré Sur, especialmente en los meses de verano, favorecen la expansión de los saladares e impiden el establecimiento de arbustos y árboles en las estepas halófilas.

Teniendo en cuenta la clasificación propuesta por Le Houérou (1993) para la vegetación de suelos salinos según la disponibilidad de agua, la comunidad de *Ruppia maritima* corresponde a las hidrohálfitas; las comunidades de *Setaria geminata* y *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* a las higrohálfitas y la comunidad de *Heterostachys ritteriana* a las xerohálfitas.

La comunidad de *Cynodon niemfuensis* indica el impacto de la ganadería en el área y puede ser considerada antrópica. Las comunidades de *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* y *Sesuvium portulacastrum-Sporobolus pyramidatus* son pioneras sobre suelos salinos modificados, tanto por causas naturales como antrópicos.

Las comunidades halófilas clasificadas presentan similitudes con algunas de las comunidades descritas para las regiones salinas del centro de Argentina. Lewis et al. (1990) mencionaron pastizales húmedos con domi-

nancia de *Setaria geminata* y alta constancia de *Leptochloa fusca* subsp. *uninervia* para el Chaco Santafesino. La comunidad de *Sarcocornia neei* fue descrita con características similares para la Provincia de Mendoza (Therburg, 1997) y las regiones salinas del centro de Argentina (Cantero, 1999; Menghi et al., 2001).

Según Therburg (1997) la *Heterostachys ritteriana* se encuentra distribuida desde México hasta la Patagonia, tanto en saladares continentales como costeros, donde crece sobre suelos con altos tenores de sal. La comunidad de *H. ritteriana* descrita para el área de estudio también fue citada con características similares para la Península Guajira en Colombia (Rieger, 1976), la Provincia de Mendoza en Argentina (Therburg, 1997) y el centro de la Argentina (Cantero, 1999).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por la beca para la realización de los estudios de postgrado, al Prof. Dr. Erwin Bergmeier por la tutoría en el proyecto de investigación y a la Ing. For. Clara Echeverría por la preparación del mapa satelital.

BIBLIOGRAFÍA

- Bender, F. 1961. Ergebnisse hydrogeologischer Untersuchungen im Chaco Boreal von Paraguay. *Geol. Jb.*, 78: 693–718.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde, Ed. 3. Springer, Berlin/Wien/New York. 865 pp.
- Cantero, J.J. 1999. Plant community diversity and habitat relationships in central Argentine grasslands. *Diss. Biol. Univ. Tart*, 49: 1–165.
- Fast, H. 2004. Guía ecológica de la cuenca del Riacho Yakaré Sur. Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco, Loma Plata, Paraguay. 111 pp.
- Hennekens, S.M. y Schaminée, J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data.

- J. Veg. Sci.*, 12: 589–591.
- Hill, M. 1979. TWINSpan – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way-table by classification of the individuals and attributes. Cornell University. Ithaca: Section of Ecology and Systematics.
- Hill, M. y Gauch, H. 1980. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. *Vegetatio*, 42: 47–58.
- Huespe, H.M.; Spinzi, L.A.; Curiel de Enciso, M.V. y Henninger, J. 1991. Vegetación y uso de la Tierra de la Region Occidental del Paraguay (Chaco). Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería Agronómica/ Misión Forestal Alemana (GTZ), San Lorenzo, Paraguay. 22 pp.
- Jobbágy, E.G.; Noretto, M.D.; Santoni, C.S. y Baldi, G. 2008. El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. *Ecología Austral* 18: 305–322.
- Le Houérou, H. 1993. Salt-tolerant plants for the arid regions of the Mediterranean isoclimatic zone. In Lieth, A. y Al Masoom, A. (eds) Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Proceedings of the First ASWAS Conference, December 8-15, 1990 at the United Arab Emirates University, Al Ain, United Arab Emirates, Vol 27. Springer, Dordrecht, pp. 403–422.
- Lewis, J.E.; Pire, E.F.; Prado, D.; Stofella, S.L.; Franceschi, E.A. y Carnevale, N.J. 1990. Plant communities and phytogeographical position of a large depression in the Great Chaco, Argentina. *Vegetatio* 86: 25–38.
- Menghi, M.; Del Sueldo, R. y Carelli, H. 2001. Relación entre la diversidad y biomasa en comunidades herbáceas del valle de inundación del Río Dulce (Argentina Central). Importancia para su manejo. *Pastos* 31(2): 217–232.
- Mereles, F. 2005. Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco Boreal, Paraguay. *Rojasiana*, 6(2): 5–48.
- Nebbia, A.J. y Zalba, S.M. (2007) Comunidades halófilas de la costa de la Bahía Blanca (Argentina). Caracterización, mapeo y cambios durante los últimos cincuenta años. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 42(3-4): 261–271.
- Rieger, W. 1976. Vegetationskundliche Untersuchungen auf der Guajira-Halbinsel (Nordost-Kolumbien), Giessen. 142 pp.
- Roleček, J.; Tichý, L.; Zelený, D. y Chytrý, M. 2009. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *J. Veg. Sci.*, 20: 596–602.
- Spichiger, R.; Ramella, L.; Palese, R. y Mereles, F. 1991. Proposición de leyenda para la Proposición de leyenda para la cartografía de las formaciones vegetales del Chaco paraguayo. Contribución al estudio de la flora y la vegetación del Chaco III. *Candollea*, 46(2): 541–564.
- ter Braak, C. y Šmilauer P. 2002 CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide. Biometrics, Wageningen/České Budějovice. 500 pp.
- Therburg, A. 1997. Ökologie der Halophytenvegetation in der Provinz Mendoza, Argentinien (Monte-Formation), *Dissertationes Botanicae* 273. Cramer in der Gebr.-Borntraeger-Verl.-Buchh., Berlin. 181 pp. + anexo.
- Tichý, L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13: 451–453.
- Wiebe, S. 2003 Abhängigkeiten der Bodenversalzung von pedologischen, klimatischen, hydrologischen und anthropogenen Faktoren im semiariden Klima des Chaco Boreal, Paraguay. Der Andere Verlag, Osnabrück. 238 pp.
- Wiens, F. 1998. Evaluación económica del uso de la tierra al este de Loma Plata, Chaco Central – Oriental, Problemas de salini-

zación en suelos de monte en una zona de transición. In: Kruck, W. (ed) Proyecto Sistema Ambiental del Chaco. Inventario, evaluación y recomendaciones para la protección de los espacios naturales en la Región Occidental del Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG),

Dirección de Ordenamiento Ambiental (DOA) & Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), San Lorenzo, Paraguay, pp. 103–137.

Wilmanns, O. 1998. Ökologische Pflanzensoziologie. 6. Ed. Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden. 479 pp.