

Unidades de vegetación y composición florística en sectores del Altiplano del noroeste de Argentina. I. Ambientes de estepas

Vegetation units and floristic composition in areas of the northwestern Altiplano, Argentina. I. Steppe environments

Andrés Tálamo^{1,2}, Julio Tolaba³, Carlos Trucco¹ & Eduardo Acuña³

¹Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO) - Facultad de Cs. Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSA). E-mail: atalamo@unsa.edu.ar

Autor para correspondencia: Carlos Trucco (cetrucco@gmail.com)

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSA), Salta, Argentina

Resumen

Se estudió la composición florística y la estructura de la vegetación con el objetivo de identificar y describir las unidades de vegetación existentes en cuatro sectores del Altiplano del noroeste de Argentina. Se registró la cobertura total, densidad y cobertura específica, pendiente, altitud y orientación en parcelas ubicadas al azar en sitios diferenciados por las características fisonómicas de la vegetación. Se contabilizaron 35 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 25 géneros de 14 familias. Las familias con mayor riqueza específica fueron Asteraceae (12 especies, 34%), Poaceae (cinco especies, 14%), Fabaceae y Solanaceae (cuatro especies, 11% cada una). Se identificaron 14 unidades de vegetación, encontrándose estepas arbustivas con una especie dominante, estepas arbustivas con dos especies dominantes y estepas herbáceas. Se discute la correspondencia de las unidades identificadas con aquellas descritas por otros autores, la necesidad de aumentar el esfuerzo de muestreo en estos ambientes para contribuir al conocimiento de su historia natural y se realizan algunas consideraciones respecto a la conservación del área estudiada.

Palabras clave: Altiplano, Composición florística, Puna, Riqueza de plantas, Unidades de vegetación.

Abstract

In order to identify and describe vegetation units, we investigated floristic composition and vegetation structure in four physiographical landscapes of the northwestern Altiplano of Argentina. We recorded total vegetation cover, density and cover by species, slopes, altitude and exposure in plots randomly placed in sites differentiated by physionomic features of the vegetation, which broadly speaking consisted of shrubby steppes with only one dominant species, shrubby steppes with two dominant species, and grassy steppes. A total 35 taxa of vascular plants belonging to 25 genera and 14 families was recorded. The families with the highest specific richness were Asteraceae (12 species, 34%), Poaceae (five species, 14%), Fabaceae, and Solanaceae (four species, 10.8% each). Over the study region as a whole we designated fourteen vegetation units in total. We compare the phytogeographic characteristics of the areas studied with those of vegetation units studied by other authors, and conclude that sampling effort in these landscapes must be

increased in order to enhance natural history knowledge of the Altiplano. Finally, we address aspects of the conservation status of the study region.

Keywords: Altiplano, Floristic composition, Plant richness, Puna, Vegetation units.

Introducción

El Altiplano de los Andes centrales se extiende a través de Argentina, Bolivia, Chile y Perú, comprendiendo una región fría y árida, expuesta a una intensa radiación solar, fuertes vientos y gran amplitud térmica diaria (Cabrera & Willink 1973, Bianchi & Yáñez 1992). Fitogeográficamente, según el esquema propuesto por Cabrera (1957, 1994), en el noroeste argentino se encuentran las provincias altoandina y puneña, las que se extienden desde el sur de Perú, Bolivia, norte de Chile y noroeste de Argentina hasta la provincia de Mendoza, ocupando una amplia faja latitudinal entre 14°-32°40'S y entre 3.500-5.000 m en el norte y 2.700-3.100 m en el extremo austral.

En ambas provincias, la vegetación dominante está constituida por estepas herbáceas y arbustivas, hallándose además vegas en sectores deprimidos en donde se acumula el agua de manera permanente o semipermanente. En la provincia puneña predominan los arbustos que suelen hallarse muy esparcidos, dejando grandes espacios de suelo con baja cobertura vegetal, en los cuales crecen hierbas de escasa estatura, aisladas o formando pequeños manchones. La cobertura es siempre reducida, llegando hasta el 20 ó 30%. En la provincia altoandina la cobertura no supera el 5-10% y el estrato superior está formado por fascículos de gramíneas xerófilas de hasta 50 cm de altura. Entre las matas y, sobre todo, al abrigo de estas, se desarrolla el estrato inferior constituido por especies herbáceas más tiernas.

El área constituye una unidad biogeográfica bastante estudiada, aunque no con la misma intensidad y criterio metodológico en toda su extensión. En cuanto a vegetación, los mayores esfuerzos se concentran en el extremo

noroeste argentino (Jujuy) y norte de Mendoza en Argentina, y sectores de Bolivia y Chile (Martínez Carretero 1995, Kalin Arroyo *et al.* 1998, Marticorena *et al.* 1998, Squeo *et al.* 1998, Alcoba & Sáez 2002, Borgnia *et al.* 2006).

La mayoría de las descripciones fisiográficas y florísticas del Altiplano del noroeste argentino pertenecen al norte y oeste de la provincia geográfica de Jujuy (Cabrera 1957, Ruthsatz & Movia 1975, Castañeda & González 1991, Tolaba 1999, 2004), siendo escasas las efectuadas para las zonas más secas de las provincias geográficas de Salta y Catamarca (Seckt 1912, Luebert & Gajardo 2000, Borgnia *et al.* 2006). De este modo, resulta fundamental realizar estudios de la vegetación de esta zona que aporten información básica para el manejo sustentable de sistemas ganaderos, control de áreas protegidas o bien para mitigar el impacto de la actividad minera sobre los sistemas acuíferos (vegas) de esa subregión, zonas con bajas densidades (susceptibles a desertificación), con especies endémicas y/o amenazadas, entre otras.

El presente estudio tuvo por objetivos identificar unidades de vegetación y describirlas fisonómica y florísticamente en los ambientes esteparios de cuatro sectores del Altiplano del noroeste argentino (Río Grande, Lindero, Arizaro y Cavi). En un trabajo posterior reportaremos las unidades de vegetación identificadas en los ambientes de vegas.

Área de estudio

Se ubica en el sector occidental de la provincia de Salta, Argentina (Fig. 1) El clima es árido, con una temperatura media anual de 7.1°C (Bianchi 1996) y una gran amplitud térmica diaria que alcanza los 20°C (Bianchi & Yáñez 1992). La precipitación media anual es de

aproximadamente 40 mm, con concentración de las lluvias en los meses estivales (Bianchi & Yáñez 1992). En los ambientes de área montañosa y escarpada se encuentran pendientes del 13-55% y suelos de incipiente desarrollo o casi nula diferenciación de horizontes (Nadir & Chafatinos 1990).

Dado que el presente trabajo formó parte de un estudio de línea de base ambiental regional desarrollado como un insumo para un futuro estudio de impacto ambiental de tres emprendimientos mineros en la zona, los sectores se seleccionaron por su relación espacial o funcional (puntos de extracción de agua) a dichos emprendimientos. Los cuatro sectores estudiados se encuentran al sur oeste del salar de Arizaro y en la actualidad corresponden a proyectos en etapas de exploración, a excepción del sector Cavi. El sector Río Grande comprende al cerro Arita y sus alrededores; el sector

Lindero está asociado a un pequeño cerro de forma cónica de aproximadamente 800 m de diámetro (llamado cerro El Medio) y a la vega Embocadero; el sector Arizaro está ubicado en un cerro sin nombre aproximadamente a siete km al suroeste del sector Lindero; y por último el sector Cavi está asociado a las estepas de la vega homónima (Fig. 1).

Diseño del estudio

El trabajo de campo se realizó entre los días 16 y 21 de abril de 2007. En primer lugar se realizaron recorridos de reconocimiento a fin de identificar unidades de vegetación *a priori* y estimar el área cubierta por cada una de ellas. Luego se caracterizó la vegetación en 24 parcelas de 2 x 10 m en las estepas herbáceas, 89 parcelas de 2 x 20 m en las estepas arbustivas bajas y en 10 parcelas de 4 x 20 m en las estepas arbustivas

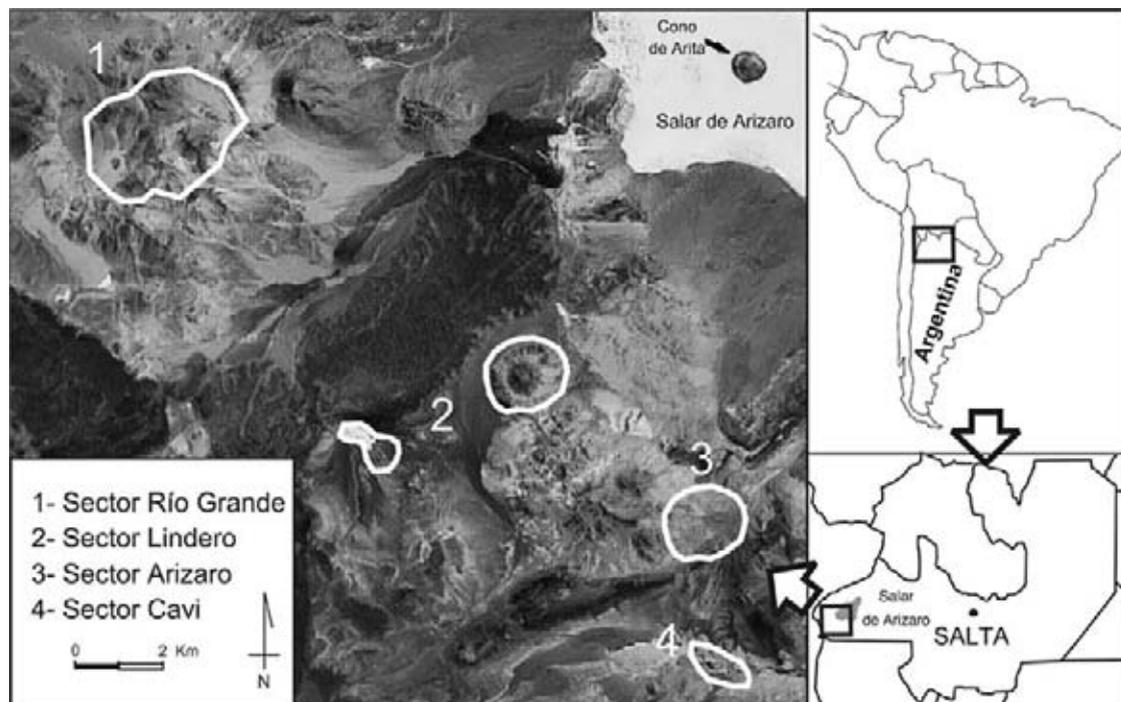


Figura 1. Ubicación del área de estudio donde se indican los cuatro sectores estudiados del Altiplano, provincia de Salta, Argentina.

altas y con individuos con diámetros de copa superiores a 1 m. Se midieron dos diámetros perpendiculares de la porción aérea de cada individuo registrándose la especie en cada caso, y se estimó la cobertura de cada individuo aproximando la superficie de cada porción aérea (o copa en los ejemplares arbustivos) a la de un elipse. Las variables de respuesta analizadas fueron: riqueza de especies (n° de especies), densidad (indiv./40 m²) y cobertura (%). La ubicación y la orientación de las parcelas fue al azar, pero se evitó incorporar áreas de transición y evitar que estas se encontraran a menos de 50 m unas de otras. Se utilizó un muestreo estratificado donde el esfuerzo de muestreo fue proporcional a la superficie de cada unidad potencial (ver Fig. 2 para conocer el número de parcelas). Los ejemplares de referencia colectados se hallan depositados en el Herbario MCNS de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta, bajo la colección particular de Julio A. Tolaba. En todos los casos las especies vegetales se mencionan y ordenan de acuerdo con Zuloaga *et al.* (2008).

Análisis de datos

Composición de especies. Para evaluar si las unidades identificadas *a priori* se diferenciaron en cuanto a su composición de especies, se utilizó la técnica de procedimientos de permutación de respuesta múltiple (MRPP), que permite saber si las diferencias en composición de especies encontradas entre los grupos comparados son mayores que las esperadas por el azar (McCune & Grace 2002). Dicho análisis se realizó mediante el programa estadístico PC-ORD (McCune & Mefford 1999) utilizando la cobertura (%) de cada especie como variable de análisis.

Diversidad de especies

Se utilizaron curvas de rango-abundancia (o curvas de Whittaker) para comparar la

diversidad de especies entre las unidades identificadas. De esta manera podemos comparar gráficamente la riqueza de especies (número de puntos), su abundancia relativa, equitatividad (forma de las curvas) y la secuencia de cada una de las especies que componen la unidad (Feinsinger 2003).

Resultados

Riqueza y diversidad de taxones

Se encontraron 35 especies de plantas herbáceas y arbustivas (Tabla 1), todas endémicas de las provincias altoandina y puneña a excepción de *Cheilanthes pruinata*, que desciende hasta los pastizales montañosos. La riqueza (número) de familias, géneros y especies fue de 14, 25 y 35, respectivamente. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Asteraceae con 12 especies (34%), Poaceae con cinco (14%) y Fabaceae y Solanaceae con cuatro (11 % cada una). Las restantes familias presentaron menos de cuatro especies.

Comparación de la composición de especies entre las unidades de vegetación

En total se encontraron 14 unidades de vegetación (Fig. 2) que identificamos en función de la/las especies dominantes. La composición de especies resultó diferente estadísticamente entre las unidades de vegetación identificadas (MRPP: $T=-33.27$, $p<0.0001$). Cuando se compararon las unidades por pares, resultó que todas se diferenciaron en cuanto a su composición específica, salvo unas pocas excepciones. El copa copal-añagual de Río Grande tuvo una composición específica similar al copa-copal de Arizaro y al tolillar-añagual de Arizaro ($p=0.56$ y $p=0.10$, respectivamente). Por último, la composición fue similar (aunque existió una tendencia a diferenciarse) entre el rical de Embocadero y el de Arizaro ($p=0.06$).

Tabla 1. Lista de especies de plantas registradas en las unidades de vegetación identificadas. Se indica la cobertura de individuos (% de la parcela cubierta por cada especie) de las especies de plantas registradas en el área de estudio. Los valores corresponden a la media aritmética y el desvío estándar entre paréntesis. Se muestra el código utilizado para identificar a cada especie. Las cruces indican las especies registradas fuera de las parcelas y los recuadros grises, las especies que exclusivamente fueron encontradas en dicha unidad. También se indica la forma de vida: A, arbustiva; AC, arbustiva en cojín; H, herbácea; SA, subarborescente.

Nombre científico (Nombre común)	Código	Forma de vida	Añagal	Tolar-tollillar	Copa copal-añagal	Pastizal Dorado	Pastizal de Ichu	Cachiyual	Añagal de Embocadero	Rica rica de Embocadero	Copa copal	Tollillar	Tollillar-añagal	Rica rica de Artzaro	Rica rica de Cavi	Tolar de Cavi
<i>Acantholippia deserticola</i> (Rica rica)	Aca des	A			X				X	1.626 (0.667)		0.012 (0.034)	0.803 (1.084)	0.984 (0.773)	5.606 (5.461)	
<i>Adesmia horrida</i> (Añagua)	Ade hor	A	1.768 (1.386)	0.289 (0.502)	2.466 (4.271)				39.782 (11.767)		X	X	1.297 (2.612)			
<i>Adesmia occulta</i> (Añagua)	Ade occ	AC	X	X												
<i>Adesmia schickendanzii</i> (Añagua)	Ade sch	AC	X	X	0.366 (0.634)			X	X	X	X		0.201 (0.413)		X	
<i>Artemisia copa</i> (Copa copa)	Art cop	A			3.176 (1.753)						2.879 (1.872)	X	X		X	
<i>Atriplex imbricata</i> (Cachiyuyo)	Atr imb	A						1.671 (1.031)								X
<i>Baccharis tola</i> (Leja)	Bac tol	A						X				0.359 (0.535)	0.277 (0.658)			
<i>Calamagrostis cabrerne</i> (Pasto dorado)	Dey cab	H		1.054 (0.896)	X	2.664 (2.192)					0.571 (0.565)	0.030 (0.047)	0.570 (0.407)	0.024 (0.050)		
<i>Chelanthes pruinata</i>	Che pru	H											X			
<i>Cistanthe picta</i>	Cis pic	H	X		X											

Nombre científico (Nombre común)	Código	Forma de vida	Añagal	Tolar-tollillar	Copa copal- añagal	Pastizal Dorado	Pastizal de Ichu	Cachiyual	Añagal de Embocadero	Rica rical de Embocadero	Copa copal	Tollillar	Tollillar-añagal	Rica rical Arizaro	Rica rical de Cavi	Tolar de Cavi
<i>Cristaria andicola</i>	Cri and	H			0.074 (0.057)			X			0.030 (0.053)	0.001 (0.005)	0.208 (0.299)	0.002 (0.006)	0.495 (1.642)	
<i>Euphorbia amandii</i> (Pasto de la tierra)	Eup ama	H	X	X	X	X	X					X	X			
<i>Fabiana bryoides</i> (Pata de perdiz)	Fab bry	A		X	X							X	X			
<i>Fabiana densa</i> (Tollilla)	Fab den	A		1.309 (2.121)	X			0.513 (0.889)	X	0.010 (0.027)		2.974 (1.487)	1.587 (1.124)	0.017 (0.058)		X
<i>Haploappus rigidus</i> (Bailabuena)	Hap rig	SA										X	X			
<i>Hoffmannseggia minor</i> (Ajicillo del campo)	Hof min	H	<0.001 (0.001)	X	X	X	<0.001 (0.000)			<0.001 (0.001)			<0.001 (0.000)	0.003 (0.008)	X	X
<i>Lycium humile</i> (Sacha uva)	Lyc hum	AC							X							
<i>Malluenuopsis bolivianum</i> (Puseayo)	Mai bol	A	X	0.082 (0.283)	X	X			X	X			X	0.006 (0.022)	X	
<i>Mulinum crassifolium</i> (Cuchicaña)	Mul cra	SA			X	X						X	X			
<i>Neonototryps tarapacana</i> (Alelia, chuchar)	Neu tar	H			0.074 (0.021)								0.003 (0.006)			
<i>Nicotiana petunioides</i> (Tabaco de zorro)	Nic pet	H													<0.001 (0.002)	X
<i>Nototriche castillonii</i> (Flor de puna)	Not cas	H		X	X	<0.001 (0.000)		X				X	X			
<i>Ocypoe armata</i> (Suriyanta)	Ocy arm	A			X										X	X

Nombre científico (Nombre común)	Código	Forma de vida	Agual	Tolar-tollillar	Copa copal- añagual	Pastizal Dorado	Pastizal de Ichu	Cachiyual	Añagual de Embocadero	Rica rical de Embocadero	Copa copal	Tollillar	Tollillar-añagual	Rica rical Arzaro	Rica rical de Cavi	Tolar de Cavi
<i>Pappostipa hieronymusii</i> (Icho)	Siti hie	H	0.391 (0.398)	X	0.953 (0.677)		1.501 (0.971)									56.525 (17.063)
<i>Parastrephia lucida</i> (Tola)	Par luc	A														
<i>Parastrephia quadriangularis</i> (Tola, Chacha tola)	Par qua	A	X	2.897 (2.697)	X		X						X			
<i>Phacelia cumingii</i> (Borraja falsa)	Pha cum	H						X				X		X		
<i>Phacelia setigera</i> var. <i>setigera</i> (Malva negra)	Pha set	H						X				X				
<i>Poa gymnantha</i> (Iro)	Poa gym	H			X							X	X			
<i>Senecio filaginoides</i> var. <i>lobulatus</i> (Mocoraca blanca)	Sen fila	SA										X	X			
<i>Senecio nutans</i> (Chachacoma)	Sen nut	SA		X	X						X	X	X			
<i>Senecio puchii</i>	Sen puc	A			X											
<i>Senecio punae</i>	Sen pun	A		X	X	X										
<i>Senecio viridis</i> (Mocoraca)	Sen vir	A			X	0.001 (0.002)										
<i>Senecio xerophilus</i>	Sen xer	A		X	X		X									
Riqueza (n° total de especies)			9	14	23	8	5	9	6	7	10	16	23	7	6	8

Sin embargo, se decidió seguir considerando a estas unidades por separado por las siguientes razones enunciadas a continuación:

Copa copal-añagual de Río Grande vs. copa copal de Arizaro: Aunque la especie dominante fue en ambas unidades la copa copa (*Artemisia copa*), la comunidad de Río Grande presentó una cobertura mucho mayor y estuvo co-dominada por añagua (*Adesmia horrida*) (Fig. 2).

Copa copal-añagual de Río Grande vs. Toliillar-añagual de Arizaro: A pesar de que la técnica multivariada utilizada no fue capaz de detectar diferencias, la especie dominante en cobertura fue diferente. Aparentemente la falta de diferencia estadística (a un nivel de significación de 0.05) se debió a la importancia que tuvo la gran cobertura de la especie co-dominante (añagua, Fig. 2) y/o a una posible baja potencia de la prueba estadística dada por el bajo número de parcelas (réplicas) en cada una de estas dos unidades de vegetación (Fig. 2).

Rica ricales: También existe poca diferencia entre estas, posiblemente debido a la dominancia en términos de cobertura de rica rica. Sin embargo, el ricarical de Arizaro fue una comunidad con una cobertura considerablemente menor que el de Embocadero y presentó un estrato herbáceo más denso.

Finalmente, las unidades fueron agrupadas de acuerdo con su fisionomía en:

- Estepa arbustiva, formada por un estrato leñoso ralo, a veces acompañado por pequeñas matas gramíneas que forman un estrato herbáceo de muy baja cobertura. Identificamos seis estepas arbustivas con una especie dominante (dos de ellas con variantes) y tres estepas arbustivas con dos especies dominantes.
- Estepa herbácea, formada por un estrato herbáceo dominado de matas gramíneas y, en ocasiones, arbustos aislados en muy baja proporción. Identificamos dos unidades con esta fisionomía.

Unidades de vegetación de ambientes esteparios

Estepas arbustivas con una especie dominante

Añaguales: Unidad típica de la puna formada por arbustos del género *Adesmia*, comúnmente llamados añaguas. Se identificaron dos variantes de este tipo de ambiente muy diferentes entre sí:

Añagual de Río Grande: Formado por tres especies de añaguas, pero con clara dominancia de *Adesmia horrida* (Fig. 2). Al menos cuatro hierbas, una cactácea y algunas tolas acompañan a esta especie (Tabla 1), siendo el ichu (*Pappostipa hieronymusii*) la hierba con mayor densidad (Fig. 2b). Fisonómicamente se trata de una estepa arbustiva rala y baja (20-25 cm de altura). Solo se encontró un parche de esta unidad ubicado cerca de la Vega Chica situada en el borde sur del sector Río Grande, entre los 4.070 y 4.090 m, sobre una ladera con muy poca pendiente y exposición variable, y suelo rojizo y pedregoso (Fig. 1).

Añagual de Embocadero: Ubicado en el borde norte de la vega sobre una ladera de roca volcánica con exposición sur, formando un pequeño arbustal semilunar compuesto casi exclusivamente por *A. horrida* (Fig. 2). En este caso la densidad de añaguas registrada fue aproximadamente la mitad que la registrada en el añagual de Río Grande (8.50 vs. 15.22 ind./40 m²). Sin embargo, la cobertura de esta especie fue significativamente mayor (39.78% vs. 1.77%), siendo incluso una de las unidades con mayor cobertura total del área estudiada (Fig. 3a). Aunque en las parcelas solo se registraron ejemplares de añagua, otras cinco especies fueron observadas en la unidad, todas ellas arbustivas (Tabla 1). La altura del estrato también fue mayor, alcanzando los 80-100 cm.

Rica ricales: Compuestos principalmente por *Acantholippia deserticola* (rica-rica), arbusto muy aromático que forma un estrato arbustivo de aproximadamente 40-70 cm de altura. Se

identificaron tres variantes de esta comunidad que difieren en sus especies acompañantes.

Rica rical de Cavi: Esta unidad se encuentra en los bordes de la vega Cavi. Se desarrolla en áreas planas o de poca pendiente sobre suelos arenosos a pedregosos. El estrato arbustivo está formado casi exclusivamente por rica-rica, que en esta unidad alcanza su mayor densidad (32.36 ind / 40

m²) y cobertura (5.61%) (Tabla 1). En el estrato herbáceo crecen *Cristaria andicola* y, en menor abundancia, *Nicotiana petunioides* (Fig. 2).

Rica rical de Embocadero: Se desarrolla sobre un cono aluvial de roca volcánica apomizada (F. Huidobro, com. pers. 2007), situado al sur de la vega Embocadero. En este caso el estrato arbustivo es mucho más ralo

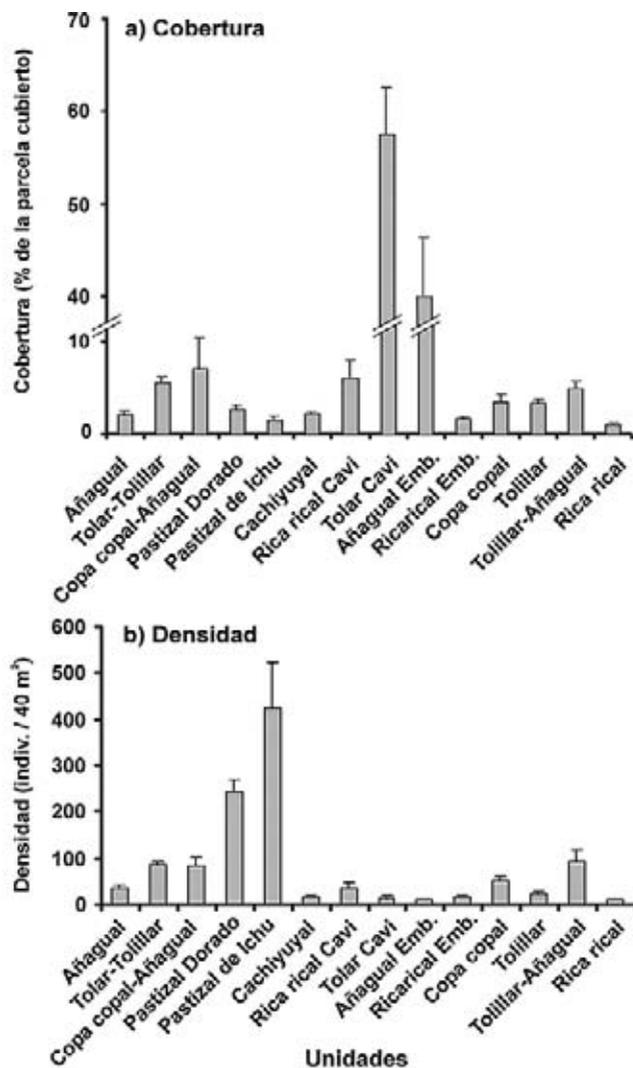


Figura 3. Cobertura promedio (a) y densidad promedio (b) + 1 error estándar para las 14 unidades de vegetación del ambiente de estepas en cuatro sectores del Altiplano, Salta, Argentina.

(14.26 ind/40 m²) y en él dominan las ricas ricas junto a algunos individuos aislados de tolilla (*Fabiana densa*) (Fig. 2) y de al menos tres especies más de arbustos erectos o en cojín, así como algunos ejemplares de puscayo (*Maihueniopsis bolivianum*) (Tabla 1). En densidades muy bajas crece también ajicillo del campo (*Hoffmannseggia minor*), pero sin llegar a formar un estrato herbáceo (Fig. 2).

Rica rical de Arizaro: Crece sobre laderas con exposición norte, formando un piso relativamente continuo con pequeñas interrupciones por afloramientos rocosos (Fig. 1). Se desarrolla entre 4.000-4.100 m y generalmente por debajo de los tolillares. Es la variante de rica rical menos densa (8.92 ind/40 m²) y de menor cobertura (1.04%). Entre las especies arbustivas, además de rica-ricas, crecen tolillas y puscayos; y en el estrato herbáceo, ajicillo del campo, pasto dorado (*Calamagrostis cabreræ*), borraja falsa (*Phacelia cumingii*) y *C. andicola* (Tabla 1). Tanto en densidad como en cobertura la especie que secunda a la rica-rica es el pasto dorado (Fig. 2), formando un estrato herbáceo ralo amarillo-dorado.

Cachiyuyal: Unidad fisonómicamente similar al añagual de Río Grande, muy rala (Fig. 3a) y baja (25 cm de altura). Esta unidad está dominada por *Atriplex imbricata*, comúnmente llamada cachiyuyo, y en menor densidad por tolillas (*Fabiana densa*) (Fig. 2). Sólo se relevaron dos sectores con este tipo de unidad, ambos sobre laderas secas, pedregosas y con exposición norte en el sector Lindero (Fig. 1). Otras dos especies arbustivas y cinco herbáceas fueron registradas fuera de las parcelas (Tabla 1); no obstante, estas últimas eran muy escasas y fueron halladas en sectores más húmedos producto de los derrames de agua laderas abajo de las perforaciones mineras en el sector Lindero.

Copa-copal: Unidad con fisonomía de estepa arbustiva con presencia de un estrato herbáceo conspicuo. Dominada en cobertura por arbustos de copa-copa (*Artemisia copa*) y en densidad por pasto dorado (*Calamagrostis cabreræ*) (Fig. 2), acompañadas por algunos arbustos aislados y

otras plantas herbáceas (Tabla 1). Al igual que en las unidades anteriores el estrato arbustivo es bajo, no superando los 50 cm de altura. Esta unidad fue identificada únicamente en una zona del sector Arizaro, sobre una ladera con exposición sur en una pequeña franja ubicada entre los 4.120 y 4.150 m, por debajo de la cual la ladera continúa sin cobertura vegetal (Fig. 1).

Tolares: Dominados por arbustos resinosos, micrófilos y siempreverdes, llamados comúnmente tolas (*Parastrephia lucida*) (Fig. 2). Esta especie fue exclusiva de este tipo de ambiente, no habiendo sido registrada en otros sitios. Se encuentran en los bordes de la vega Cavi, sobre suelos húmedos, formando franjas intermedias entre las vegas propiamente dichas y los rica ricales. No forman un continuo a ambos lados de la vega sino que en ocasiones están interrumpidos por afloramientos rocosos o zonas muy húmedas, por lo que se habla de los tolares en plural. Otras cinco especies arbustivas y dos herbáceas fueron halladas en los tolares, aunque no dentro de las parcelas (Tabla 1). Son las unidades que alcanzaron mayor cobertura (Fig. 3b) y mayor desarrollo vertical, con alturas máximas variables entre 1.50-1.80 m, aunque en una de las parcelas, las tolas variaron entre 30-50 cm de altura.

Tolillares: Estepa arbustiva dominada tanto en cobertura como en densidad por tolillas (*Fabiana densa*), que forman un estrato arbustivo laxo junto a otros arbustos como lejías (*Baccharis tola*) y rica ricas (*Acantholippia deserticola*) que no supera los 30-35 cm de altura (Fig. 2). Entre las plantas herbáceas las más importantes son el pasto dorado (*Calamagrostis cabreræ*) y *Cristaria andicola*. Otros arbustos presentes en bajas proporciones y no registrados dentro de las parcelas son la añagua (*Adesmia horrida*), copa copa (*Artemisia copa*) y tola (*Parastrephia quadrangularis*), entre otros. Asimismo, otras cuatro especies de gramíneas y herbáceas latifoliadas fueron encontradas en esta unidad. Así, esta unidad es una de las de mayor riqueza específica, aunque no presenta especies exclusivas (Tabla 1). Aunque la tolilla

fue encontrada en diferentes unidades, sólo formaría tolillares entre 4.000-4.200 m (por arriba de los ricas ricales), en las laderas con exposiciones este, noreste, norte y noroeste del sector Arizaro (Fig. 1).

Estepas arbustivas con dos especies dominantes

Se relevaron e identificaron tres unidades de este tipo:

Tolar-tolillar: Unidad co-dominada en cuanto a cobertura por tolas (*Parastrephia quadrangularis*) y tolillas (*Fabiana densa*) (Fig. 2a), formando un estrato arbustivo de 30-35 cm de altura. El estrato herbáceo está casi exclusivamente formado por pasto dorado (*Calamagrostis cabreræ*) (Fig. 2) y algunos individuos aislados de pasto de tierra (*Euphorbia amandii*), ajicillo del campo (*Hoffmannseggia minor*), flor de la puna (*Nototriche castillonii*) e ichu (*Pappostipa hieronymusii*). Entre las arbustivas, también registramos tres especies de añaguas (*Adesmia* spp.), tres de *Senecio* y algunos ejemplares de puscayos (*Maihue niopsis bolivianum*) (Tabla 1). Es una de las estepas arbustivas con mayor cobertura (Fig. 3a). Esta unidad se encuentra en el sector Río Grande sobre suelo rocoso y distribuida a lo largo de una faja comprendida entre 4.300-4.500 m, pero no de manera continua sino interrumpida por quebradas y roquedales (Fig. 1).

Tolillar-añagual: Unidad co-dominada en cobertura por tolillas (*Fabiana densa*) y añaguas (*Adesmia horrida*), y en cuanto a la densidad de individuos por pasto dorado (*Calamagrostis cabreræ*) y *Cristaria andicola* que forman un estrato herbáceo conspicuo (Fig. 2). Junto al copa copal-añagual representan las unidades con mayor riqueza de especies (23 especies), dos de las cuales solo fueron registradas aquí: La hierba geófito *Cheilanthes pruinata* y el subarbusto *Senecio filaginoides* var. *lobulatus* (Tabla 1). El estrato arbustivo es relativamente bajo, no superando los 40 cm de altura. Es la estepa arbustiva con mayor densidad de individuos (91.5 ind./40 m²) en el área de estudio (Fig. 3b).

Ubicada en laderas con exposición este en la parte alta del sector Arizaro (Fig. 1).

Copa copal-añagual: Estepa arbustiva co-dominada por copa-copa (*Artemisia copa*) y añagua (*Adesmia horrida*) en cuanto a cobertura y por ichu (*Pappostipa hieronymusii*) en cuanto a densidad de individuos (Fig. 2). El estrato arbustivo está además formado por las añaguas (*Adesmia schickendantzii* y *A. horrida*) y otras especies arbustivas o subarbustivas, sin superar los 45 cm de altura. Como citamos arriba, esta unidad es una de las más ricas en especies (23 especies) (Tabla 1). Al igual que la unidad anterior presenta un estrato herbáceo formado además por *Cristaria andicola* y *Sisymbrium philippianum*, entre otras. Esta unidad fue encontrada únicamente en el sector Río Grande, en faldas con exposición sur del cerro Arita (Fig. 1).

Estepas herbáceas

Se identificaron dos unidades con esta fisionomía:

Pastizal dorado: Estepa herbácea constituida casi en su totalidad por *Calamagrostis cabreræ*, que forma un tapiz de color amarillo-dorado (Fig. 2). Se ubica en el sector Río Grande, sobre laderas con exposición variable, entre los 4.200-4.500 m (Fig. 1). La altura del estrato varía entre 5-25 cm. A pesar de que la cobertura es mayor que en el pastizal de ichu, la densidad de individuos es significativamente menor (Fig. 3). Se hallan además especímenes arbustivos, pero en bajas proporciones (Tabla 1).

Pastizal de ichu: Estepa gramínea dominada por *Pappostipa hieronymusii* (ichu) (Fig. 2). Al igual que la unidad anterior, se registraron otras especies arbustivas pero en forma muy aislada. De las estepas estudiadas, es la que exhibe mayor densidad (424 ind./40 m²) (Fig. 3b). La altura media es similar a la de la unidad anteriormente descrita. Se encuentra mayoritariamente en laderas con exposición sur, entre 4.200-4.400 m, por debajo de la unidad pastizal dorado (Fig. 1).

Discusión

El área relevada corresponde a las provincias fitogeográficas puneña y altoandina, estando la primera relegada a los salares, vegas y sus bordes. No obstante, el dominio altoandino en el sentido descrito por Cabrera (1957) se encontraría principalmente en laderas y filos de los cerros (por ejemplo en el sector Arizaro), siendo el resto una transición con mayor presencia de elementos altoandinos.

En la provincia altoandina predominan las estepas gramíneas y las estepas de caméfitos. Cabrera (1994) reconoce para el noroeste argentino el distrito altoandino Quichua, dentro del cual se encuentra el área de estudio, y cuya vegetación predominante es la estepa gramínea, formada por matas aisladas, unas veces compactas, circulares, otras en forma de anillo o semilunares. Estas últimas suelen ser características de las laderas, a causa de la acumulación de nieve o simplemente de rocas y material suelto que se deslizan continuamente. Al abrigo de las matas de pastos, protegidas por ellos del viento desecante, del frío y de los herbívoros, vegeta una rica flora fanerogámica, en su mayoría anuales. Con frecuencia existen también arbustos rastreros o en cojín, alternando con las matas gramíneas, o bien herbáceas en roseta que desarrollan sus vástagos en el momento propicio.

Para la región bajo estudio, Cabrera (1957) y Zapater (1985) mencionan las siguientes comunidades de los ambientes esteparios: a) estepa de "iros", que es una asociación de *Festuca orthophylla*, *F. chrysophylla* y *Poa gymnantha*; b) estepa de "vizcachera", la que corresponde a una consociación de *Pappostipa hieronymusii* (Cabrera, 1994, sub. *Stipa frigida*); c) faciación de *Calamagrostis cabreræ*, donde esta especie generalmente secundaria, adquiere el carácter de dominante, pasando las *Festuca* a desempeñar un papel subordinado. En el área estudiada solo el pastizal de ichu y el pastizal dorado se corresponden con las unidades descriptas por Cabrera (1957) como estepa de

vizcachera y faciación de *Calamagrostis cabreræ*, respectivamente, mientras que la estepa de iros sólo se halla relegada a los márgenes de vegas, con la diferencia que *Poa gymnantha* faltaría por completo en tales ambientes, hallándose solamente en una oportunidad en la unidad copa copal-añagual como elemento aislado.

En el área estudiada, la provincia puneña únicamente se halla representada en bordes de salares y vegas próximas a los mismos. Siguiendo a Cabrera (1957) y Zapater (1985), las comunidades involucradas serían: faciación de *Acantholippia deserticola* (sub. *A. hastulata*), faciación de *Adesmia horrida* (sub. *A. horridiuscula*), faciación de *Baccharis tola*. Solo observamos las dos primeras. La faciación de *Acantholippia deserticola* se corresponde con las unidades denominadas rica rical de Cavi, rica rical de Embocadero y rica rical; en tanto que la faciación de *Adesmia horrida* corresponde a añagual y añagual de Embocadero; todas como variante de la asociación de *Fabiana densa*, *Baccharis boliviensis* y *Adesmia horrida* (Cabrera 1957). Dichas faciaciones aparecen con frecuencia sobre suelos más pedregosos y/o más secos, con predominio de la especie dominante que da el nombre a la variante de la asociación.

Siguiendo a los autores citados, otras comunidades observadas son la faciación de *Atriplex imbricata* (sub. *A. microphylla*), que tendría hábitats similares a los de la asociación anterior. En el presente estudio, dicha faciación se halla representada por la unidad cachiyuyal. Las especies de *Parastrephia lucida* se relacionan con las unidades de tolar de Cavi.

El resto de las unidades descriptas (tolar-tolillar, copa copal-añagual, copa copal, tolillar y tolillar-añagual) se corresponden con la estepa arbustiva puneña; no obstante, no fueron anteriormente descriptas en los trabajos citados en este estudio. Posiblemente esto se deba a que la mayor parte de los estudios fueron ejecutados a escala regional, y por lo tanto con poco nivel de detalle.

La vegetación del Altiplano es una de las menos protegidas y su conocimiento para la

provincia de Salta (Argentina) aún es escaso. La baja cobertura de vegetación que se encuentra en las zonas estudiadas es una característica natural de las provincias fitogeográficas a las que pertenecen (puneña y altoandina) en Argentina. Ello no implica que estas regiones sean menos importantes desde el punto de vista de conservación que otras regiones con mayor cobertura vegetal, sino que se debe hacer una evaluación relativa a las características naturales de estas regiones: regiones extremadamente áridas, con cobertura vegetal muy baja y riqueza de especies baja si se las compara con otras provincias fitogeográficas. El presente estudio muestra que incluso las estepas arbustivas presentan una importante riqueza específica, teniendo en cuenta la altura sobre el nivel del mar a la cual se encuentran. Asimismo, el número de unidades de vegetación identificadas en este estudio podría ser un indicador de la gran heterogeneidad ambiental del Altiplano. Siendo que generalmente nos planteamos objetivos de conservación relativos a un porcentaje de cada ecorregión a ser incluidos dentro de las áreas protegidas, las diversas unidades descritas indicarían que es necesario considerar otras escalas de análisis al momento de tomar decisiones sobre la conservación de nuestros ambientes naturales.

A excepción de *Cheilanthes pruinata*, el resto de las especies registradas son endémicas del Altiplano, y dentro de los límites políticos de Argentina, tres (*Lycium humile*, *Haplopappus rigidus* y *Senecioipunae*) tienen áreas de distribución mucho menores, estando restringidas al oeste de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca. De ellas, sólo una (sacha uva, *L. humile*) vegeta en vegas y bordes de salares, que por representar los "oasis" de una extensa matriz árida y seca, suelen concentrar los esfuerzos de conservación de estas provincias fitogeográficas, pero generalmente dirigidos a la fauna de la región (aves acuáticas, gato andino, vicuñas, entre otros). Si a esto le sumamos 1) la existencia de diferentes intensidades de presión de pastoreo por llamas, burros y caballos, posiblemente

evidenciado en este estudio por la presencia de *Cristaria andicola* y *Nicotiana petunioides*, especies que serían indicadoras de perturbaciones (Cabrera 1957, Braun Wilke 1991); 2) la presión debida a la extracción de tolas para la provisión de combustible (leña) que altera el desarrollo vertical de estos arbustos (J. Tolaba, obs. pers. 1999, Alcoba & Sáez 2002), como podría suceder con los parches de tolares de baja estatura encontrados en Cavi; y 3) el alarmante estado de desertificación (erosión hídrica, eólica y movimientos en masa) por el que atraviesa la región puneña (Vorano & Vargas Gil 2002), se destaca la imperiosa necesidad de continuar trabajando en la región a fin de incrementar el conocimiento sobre la historia natural, base fundamental para el manejo y la conservación de sus comunidades.

Agradecimientos

Agradecemos a las empresas Minera Antares Argentina SA y Mansfield Minera SA por invitarnos a participar en este estudio y por financiar el trabajo de campo, el cual es parte de la línea de base ambiental regional interdisciplinaria (comprendida por más de 10 disciplinas) que han desarrollado las empresas citadas. Por último, agradecemos a Facundo Huidobro, Iván Chávez y Javier Robeto por habernos facilitado cartografía digital, logística en el terreno y por los comentarios realizados al manuscrito, como así también a Ramiro Pablo López y a dos revisores anónimos por las observaciones realizadas al manuscrito.

Referencias

- Alcoba, M. & C. Sáez. 2002. Vegetación y flora. pp. 25-42. En: Rocha Olivio, O. (ed.) Diagnóstico de los Recursos Naturales y Culturales de los Lagos Poopó y Uru Uru, Oruro-Bolivia (para su nominación como Sitio Ramsar). Convención RAMSAR, WCS/Bolivia. La Paz.

- Bianchi, A. R. 1996. Temperaturas medias estimadas para la región noroeste de Argentina. Vol. 1, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Salta, Salta. 14 p.
- Bianchi, A. R. & C. E. Yáñez. 1992. Las precipitaciones en el noroeste argentino. Vol. 1, 2ª ed., Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Salta, Salta. 388 p.
- Borgnia, M., A. Maggi, M. Arriaga, B. Aued, B. L. Vilá & M. H. Cassini. 2006. Caracterización de la vegetación en la Reserva de Biósfera Laguna Blanca (Catamarca, Argentina). *Ecología Austral* 16: 29-45.
- Braun Wilke, R. H. 1991. Plantas de interés ganadero de Jujuy y Salta, Noroeste Argentino. Vol. 1, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy. 309 p.
- Cabrera, A. L. 1957. La vegetación de la puna argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 11 (4): 317-412.
- Cabrera, A. L. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. 2ª ed., Tomo 2, Fasc. 1, Acme, S.A., Buenos Aires. 85 p.
- Cabrera, A. L. & A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. *Monografías de la OEA, Serie de Biología*, Washington DC. 120 p.
- Castañeda, M. & A. González. 1991. La vegetación de la cuenca de Pozuelos. pp. 31-42. En: García Fernández, J. J. & R. Tecchi (compil.), *La Reserva de Biósfera de la Laguna de Pozuelos: Un Ecosistema Pastoril en los Andes Centrales*. Programa de Ecología Regional. Instituto de Biología de Altura, Universidad Nacional de Jujuy, Montevideo.
- Feinsinger, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz. 242 p.
- Kalin Arroyo, M., C. Castor, C. Marticorena, M. Muñoz, L. Cavieres, O. Matthei, F. Squeo, M. Grosjean & R. Rodríguez. 1998. La flora del Parque Nacional Lluillaco ubicada en la zona de transición de las lluvias de invierno-verano en los Andes del norte de Chile. *Gayana Bot.* 55(2): 93-110.
- Luebert, F. & R. Gajardo. 2000. Vegetación de los Andes áridos del norte de Chile. *Lazaroa* 21: 111-130.
- Marticorena, C., O. Matthei, R. Rodríguez, M. Kalin Arroyo, M. Muñoz, F. Squeo & G. Arancio. 1998. Catálogo de la flora vascular de la segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. *Gayana Bot.* 55(1): 23-83.
- Martínez Carretero, E. 1995. La puna argentina: delimitación general y división en distritos florísticos. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 31 (1-2): 27-40.
- McCune, B. & M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, Version 4 for Windows. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.
- McCune, B. & J. B. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Oregon. 300 p.
- Nadir, A. & T. Chafatinos. 1990. Los suelos del N.O.A (Salta y Jujuy). Tomos 1-2, Universidad Nacional de Salta (CIUNSA) y Dirección General Agropecuaria Salta, Salta. 584 p.
- Ruthsatz, B. & C. Movia. 1975. Relevamiento de las estepas andinas del noreste de la provincia de Jujuy. Vol. 1, Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Buenos Aires. 127 p.
- Seckt, H. 1912. Contribución al conocimiento de la vegetación del noroeste de la República Argentina (valles de Calchaquí y Puna de Atacama). *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 74: 185-225.
- Squeo, F. A., L. A. Cavieres, G. Arancio, J. E. Novoa, O. Matthei, C. Marticorena, R. Rodríguez, M. K. Arroyo & M. Muñoz. 1998. Biodiversidad de la flora vascular

- en la región de Antofagasta, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 571-591.
- Tolaba, J. A. 1999. Reconocimiento de flora y vegetación en un área del departamento Yavi (provincia de Jujuy). Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales y Fundación para el Desarrollo Agroforestal, Asociación para la Promoción Integral, Salta. Informe final no publicado. 78 p.
- Tolaba, J. A. 2004. Reconocimiento de flora y descripción de la vegetación de El Colorados y Alrededores (departamento Tumbaya, provincia de Jujuy). Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, Salta. Informe no publicado. 30 p.
- Vorano, A. E. & J. R. Vargas Gil. 2002. Evaluación de la situación actual de los procesos de desertificación de la Puna salta-jujeña. Soluciones alternativas. Vol. 1, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Salta, Salta. 108 p.
- Zapater, M. A. 1985. Esquema fitogeográfico de la provincia de Salta. Vol. 1, Secretaría de Estado de Asuntos Agrarios, Dirección General Agropecuaria, Departamento Suelo, Riego y Clima, Salta. 75 p.
- Zuloaga, F. O., O. Morrone & M. J. Belgrano (eds.). 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 107: 1-3348.

Artículo recibido en: Octubre de 2009.

Manejado por: Ramiro P. López

Aceptado en: Enero de 2010.