

## FLORA DE TOCOMAR Y CAMPO AMARILLO (SALTA, ARGENTINA)

MARIELA FABBRONI<sup>1</sup>

**Resumen:** En la puna de Salta, los estudios de vegetación son puntuales, esporádicos, y a menudo carecen de una visión completa de la diversidad florística. Los objetivos de este trabajo son dar a conocer la biodiversidad florística de Tocomar y Campo Amarillo, comparar la biodiversidad del área estudiada con la documentada para Argentina, Bolivia y Chile y analizar los índices de similitud florística entre las vegas estudiadas y de otros ambientes afines. Los No Humedales incluyen a las Estepas Graminosas, las Estepas Arbustivas y los Arbustales de ladera, y en el Humedal a las vegas. Se registraron 30 familias, 72 géneros, 116 especies, 19 taxones infraespecíficos y nueve endemismos. Las familias mejor representadas son Poaceae (26 especies), Asteraceae (18) y Cyperaceae (9). Se incorporan 18 nuevos registros para la provincia, y de ellos cuatro son endemismos argentinos. La biodiversidad florística de familias, géneros y especies es mayor que la documentada para otros sitios afines y está concentrada en las vegas analizadas. Las vegas presentaron mayor similitud florística con las vegas del Norte de Chile y Jujuy, en tanto que la menor afinidad, se registró con las vegas de Catamarca, San Juan, Mendoza y Bolivia.

**Palabras clave:** Biodiversidad, Puna, Humedales, Tocomar, Campo Amarillo, Salta.

**Summary:** Flora of Tocomar and Campo Amarillo (Salta, Argentina). In Salta, the puna vegetation studies are specific, sporadic, and often lack a complete picture of the floristic diversity. The objectives of this paper are to present the floristic diversity in Tocomar and Campo Amarillo, compare the biodiversity of the area of study with what is documented for Argentina, Bolivia and Chile, and analyze the indexes of similarities between the floristic vegas studied and those of other similar environments. The Non-wetlands include the grass steppes, shrub steppes and shrub hillside, and the wetlands include vegas. 30 families, 72 genera, 116 species, 19 infraspecific taxa and nine endemic species were recorded. The main families are Poaceae (26 species), Asteraceae (18) and Cyperaceae (9). 18 new records for the province of Salta are incorporated, of which four are Argentine endemisms. The floristic biodiversity of families, genera and species is higher than that documented for other floristically related sites, are concentrated in the analyzed vegas. The vegas had higher floristic similarity to the vegas of Northern Chile and Jujuy, while the lower affinity was recorded with the vegas of Catamarca, San Juan, Mendoza and Bolivia.

**Key words:** Biodiversity, Puna, Wetlands, Tocomar, Campo Amarillo, Salta.

## INTRODUCCIÓN

La Puna es una región biogeográfica que se extiende en los Andes Centrales en las mesetas altiplánicas limitadas por la Cordillera Occidental al Oeste y la Cordillera Oriental hacia el Este desde el Sur de Perú, el altiplano de Bolivia, el Norte de Chile hasta la provincia de Mendoza en Argentina (Martínez

Carretero, 1995). Con base en las precipitaciones promedio anual, Troll (1959, 1968), diferenció tres tipos de Puna: a) Puna húmeda con más de 400 mm/año, b) Puna seca entre 100-400 mm/año y c) Puna desértica con menos de 100 mm/año. En Argentina los cordones montañosos al Este de Jujuy, la Sierra de Anta y de Santa Victoria en Salta corresponden a la Puna húmeda, la Puna seca se ubica al Este de Salta y Jujuy y la Puna desértica ocupa la superficie restante (Martínez Carretero, 1995).

Para la región de la Puna de Argentina, Martínez Carretero (1995) describe cuatro Distritos, de los cuales el Distrito Jujeño se encuentra entre los 22°-25°

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, Av. Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina, marielafabbroni@gmail.com

30 S, abarcando Jujuy, Salta y Norte de Catamarca, que se extiende hasta el Norte de Chile.

Una reciente clasificación de los biomas del mundo, divide a la Puna en tres ecoregiones (Olson *et al.*, 2001), basándose principalmente en la precipitación y las tendencias de humedad: la Puna Seca de los Andes Centrales, la Puna de los Andes Centrales y la Estepa Andina del Sur, reconocidos además, como centros regionales de endemismo y riqueza (Olson *et al.*, 2002). En Argentina, en la región Noroeste, las especies endémicas se encuentran principalmente en las ecoregiones áridas, como el Alto Monte y la Puna de los Andes Centrales (Godoy-Bürki *et al.*, 2013).

Fitogeográficamente la Puna argentina pertenece al Dominio Andino e incluye a las provincias Altoandina (por arriba de 4300 m s.n.m.) y Puneña (3300-4300 m s.n.m.) ocupando las altas montañas y mesetas. Sus límites son imprecisos, siendo la provincia Altoandina bastante discontinua, formando islotes alargados en los bordes y dentro de la provincia Puneña. Los suelos son inmaduros, rocosos, pedregosos o arenosos, el clima es riguroso, frío y seco con precipitaciones en forma de nieve, de granizo o de lluvia (Cabrera, 1957, 1971). La vegetación dominante es la estepa arbustiva o la estepa herbácea y las vegas. Las formas de vida son variadas, desde nanofanerófitos, hemisfitos, caméfitos, geófitos hasta terófitos, con diferentes grados de dominancia entre ellos (Cabrera, 1957). Para la Puna del Noroeste argentino se menciona a las Asteraceae con 207 especies, las Poaceae con 127 y las Fabaceae con 70, siendo además las familias más diversas (Novara, 2003).

En el altiplano chileno, diversos autores estudiaron la flora y la vegetación de ambientes esteparios y de vegas (Arroyo *et al.*, 1998; Teiller, 1998; Luebert & Gajardo, 2000; Marticorena *et al.*, 2004). Los estudios de afinidad florística que comparan ambientes equivalentes de Argentina, Chile y Bolivia (Villagrán *et al.*, 1983; Teiller, 1998) demuestran que a nivel de especies la similitud es mayor en la vegetación de las vegas y salares altoandinos que en los pisos prepuñeno y puneño.

La composición florística y las condiciones ecológicas de las vegas chilenas fueron estudiadas por Ruthsatz (1993, 1995, 2000) quien demostró que la riqueza específica disminuye con la altitud sobre el nivel del mar y que se incrementa a lo largo del gradiente climático de humedad desde las cadenas andinas subáridas del Sudeste chileno hacia las tierras altas semihúmedas del Nordeste boliviano. Sugiere

que los grupos de especies formadoras de bofedales (plantas en cojín) y su flora acompañante siguen un gradiente de humedad y salinidad (Ruthsatz, 2012). Alzérreca *et al.* (2001) cita para los bofedales bolivianos de La Paz y Oruro 15 familias de plantas vasculares, 40 géneros y 58-61 especies, siendo Poaceae, Asteraceae y Cyperaceae las más diversas a nivel específico.

Para Argentina, en las provincias cuyanas, se estudiaron las comunidades vegetales andinas colindantes con Chile, documentando la predominancia de las familias típicas de las estepas (Asteraceae, Poaceae y Fabaceae) y de las vegas (Poaceae, Cyperaceae y Juncaceae) (Hunziker, 1952; González Loyarte & Peralta, 2004; Teiller, 2005).

En el Noroeste argentino, los relevamientos florísticos de la puna se concentraron en el Norte y el Oeste de Jujuy y de Catamarca (Seckt, 1912; Cabrera, 1957; Ruthsatz & Movia, 1975; Castañeda & González, 1991; Bonaventura *et al.*, 1995; Braun Wilke *et al.*, 1999; Borgnia *et al.*, 2006), siendo escasos los realizados en la puna salteña (Ruthsatz, 2000, 2008; Tálamo *et al.*, 2010).

Las vegas altoandinas de Jujuy y Salta fueron estudiadas por Ruthsatz (2000, 2008), quien analizó la composición florística en 50 sitios, 36 en Jujuy y 14 en Salta, registrando 25 familias, 56 géneros y 84 especies, de las cuales 25 especies fueron colectadas en la vega Tocomar en dos campañas (1997 y 2004).

Por lo expuesto, los estudios de vegetación realizados en la puna salteña son puntuales y esporádicos, a veces restringidos a relevamientos parciales de las empresas mineras que forman parte de los estudios de impacto ambiental (Tálamo *et al.*, 2010). Los registros de especies son, en muchos casos, incompletos y sin una clara identificación de los ejemplares (Martínez Carretero, 1995). Estudios florísticos en regiones áridas son de fundamental importancia como base para generar acciones de conservación. En particular, la provincia de Salta alberga el mayor número de endemismos del país (Zuloaga *et al.*, 1999c).

Los sistemas áridos son frágiles y vulnerables a la alteración humana, tal el caso de la actividad minera; también sensibles a los usos de los pobladores locales. Los principales problemas que se mencionan son la extracción de leña, la quema de pastizales, la destrucción de la capa vegetal, la actividad minera y turística no regulada, la introducción de especies exóticas, la caza indiscriminada y el sobrepastoreo de

camélidos (Caziani & Derlindatti, 1999; Alzérreca *et al.*, 2001; Locascio de Mitrovich *et al.*, 2005; Borgnia *et al.*, 2006, 2010). En las vegas, las llamas y vicuñas pastorean todo el año y sin control, por lo que la capa orgánica está siendo destruida en forma crónica debido a una fuerte presión por pastoreo (Squeo *et al.*, 2006; Ruthsatz, 2008; Tálamo *et al.*, 2010). Constituyen además, la fuente principal de agua dulce para los pobladores locales y para las operaciones mineras (Braun Wilke *et al.*, 1999; Ruthsatz, 2012). En ellas, es escaso el conocimiento de la diversidad florística, por lo que es necesario implementar colectas nuevas y completas a fin de contar con todos los especímenes identificados científicamente y vernacularmente (Quintana, 1996; Teillier, 2005).

Por lo expuesto, el propósito de este trabajo fue realizar un relevamiento florístico de Tocomar y Campo Amarillo en la provincia de Salta, región parcialmente estudiada desde el punto de vista botánico y que reviste importancia desde lo ambiental y productivo (se extrae agua para consumo humano y para abastecer a la industria minera, además existe actividad ganadera asociada a la cría de camélidos). Los objetivos son 1) determinar la diversidad taxonómica y el número de especies endémicas, nativas y exóticas, 2) caracterizar las formas de vida, 3) comparar la diversidad del área de estudio con la documentada para Argentina, Bolivia y Chile y 4) analizar los índices de similitud florística entre las vegas estudiadas y de otros ambientes de humedales. La información generada será de suma utilidad para posteriores estudios vinculados al manejo y ordenamiento de la cuenca de Cauchari-Olaroz, de la que forma parte el área de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

Tocomar y Campo Amarillo se ubican en el Departamento Los Andes, al Oeste de la provincia de Salta, en el límite interprovincial con Jujuy, entre los 24°03'-24°12'S y 66°48'-66°32'W y abarcan 172,2 km<sup>2</sup> (Fig. 1). Pertenece a la cuenca hidrográfica Cauchari-Olaroz de 5849,8 km<sup>2</sup>, cuya porción Sur ingresa al territorio salteño donde recibe aportes de los ríos Potrero, Antuco, Olacapato y Tocomar (Paoli *et al.*, 2002, 2009). Este último nace en la vega homónima, recibe las aguas termales del complejo geotérmico Alto Tocomar,

recorre Campo Amarillo y desemboca en el Salar de Cauchari. Se encuentra dentro de la Reserva Natural de Fauna Silvestre Los Andes. Abarca planicies, conos aluviales y laderas a 4.205 m s.n.m y ocupa una zona intermedia altitudinalmente entre las provincias Altoandina y Puneña (Cabrera, 1971), dentro de ésta en el Distrito Jujeño (Martínez Carretero, 1995), y en la transición entre la Puna Seca de los Andes Centrales y de la Puna de los Andes Centrales (Olson & Dinerstein, 2002). Se trata de la región más árida de la puna salto-jujeña con un 76% de suelo desnudo y predominancia de las estepas arbustivas sobre las estepas gramíneas (Baldassini, 2010; Baldassini *et al.*, 2012). El clima es frío y seco, con una temperatura media anual de 7.1°C (Bianchi, 1996), una amplitud térmica diaria de 20°C y precipitaciones medias anuales de 65 mm (Estación Olacapato) (Bianchi & Yáñez, 1992).

Las vegas existentes en el área de estudio son cinco: Tocomar (4340 m s.n.m.), Tres Ojitos (4190 m s.n.m.), Corralito (4220 m s.n.m.), Cata (4200 m s.n.m) y Olacapato (4070 m s.n.m.) que corresponden al tipo minerotróficos (Ruthsatz, 2008) y altoandinos e hidromórficos (Alzérreca *et al.*, 2001). Nacen en las quebradas del cordón montañoso, sobre laderas de exposición Norte y Nordeste y recorren valles y planos aluviales hasta desembocar en los ríos Tocomar, Olacapato y el Salar de Cauchari.

### *Relevamientos*

Se realizaron entre los años 2009-2014, en los meses de Diciembre a Marzo. Se colectaron 276 ejemplares en ocho viajes. Las unidades de paisaje fueron definidas a priori como Humedales (vegas, cursos de agua, salares) y No Humedales (planicies y laderas secas) mediante la observación de imágenes satelitales Google Earth®. A campo se definieron subunidades y se realizaron muestreos intensivos en laderas, planicies y en las vegas Tocomar, Tres Ojitos, Corralito y Cata, siendo estas tres últimas estudiadas por primera vez. No se pudo relevar la vega Olacapato por falta de acceso. Tampoco se pudo estudiar la vegetación de los ríos Tocomar y Olacapato por su gran extensión y dificultades de accesibilidad. La metodología para la identificación de los especímenes fue la tradicional en los estudios taxonómicos con lupa binocular y uso de bibliografía específica, empleando únicamente ejemplares de colecciones realizadas para este estudio. Los

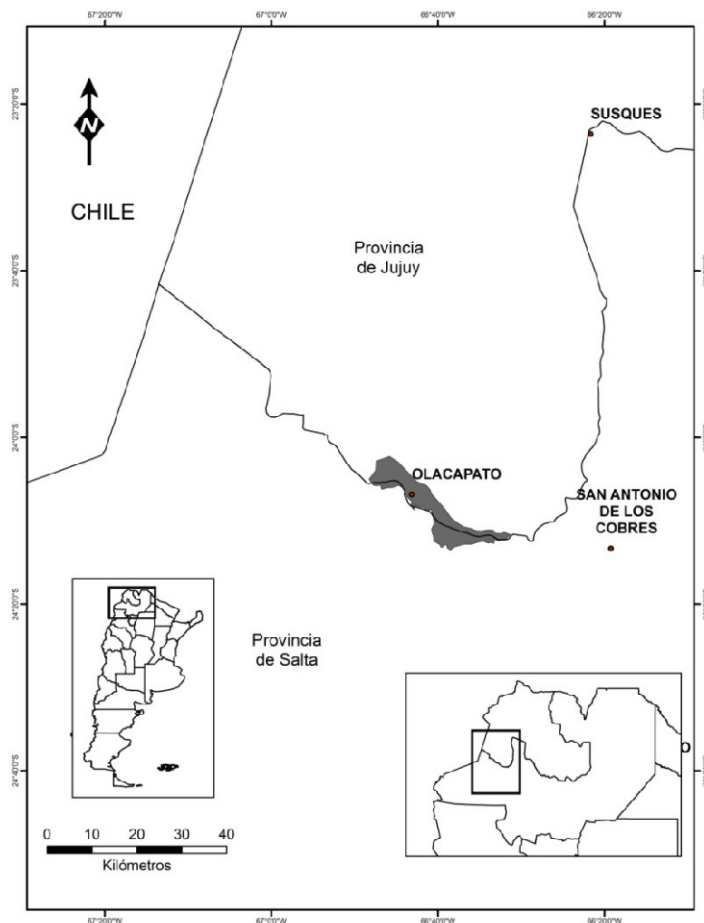


Fig. 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

ejemplares se depositaron en el Herbario del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta (MCNS). La nomenclatura botánica se ajustó a Zuloaga *et al.* (1994), Zuloaga & Morrone (1996, 1999a, 1999b) y su actualización online hasta 2014 (Flora del Conosur). Los taxones se clasificaron en nativas, exóticas, y endémicas (Zuloaga *et al.*, 2008) y por formas de vida (Raunkiaer, 1934). Para el cálculo de porcentajes a las formas de vida se incorporaron los taxones infraespecíficos. Se consideraron como especies endémicas aquellas que sólo se distribuyen en Argentina (endemismo político; Cowling, 2001).

#### Análisis de Biodiversidad

La biodiversidad a nivel de familias, géneros y especies se calculó mediante la fórmula: Biodiversidad (B) =  $n_i / \ln n_i$ , donde  $n_i$  es el número

de taxones y  $n_i$  es la superficie del área de estudio en kilómetros cuadrados (Squeo *et al.*, 1998). Se analizó la riqueza taxonómica (número de familias, géneros, especies y taxones endémicos) y se la comparó mediante este índice de biodiversidad con los determinados para la provincia de Salta y Argentina según Zuloaga *et al.* (1999c) y para otros ambientes afines como las estepas andinas de la provincia de Jujuy, la Reserva Laguna Blanca de la provincia de Catamarca y el Parque Nacional Lluillaco de Chile (Rutsatz & Movia, 1975; Marticorena *et al.* 2004; Borgnia *et al.* 2006).

#### Índice de Similitud

Se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard o índice de Jaccard ( $J_j$ ) (Krebs, 1989) que mide la similitud entre dos conjuntos de muestras a partir de matrices de presencia-ausencia. Se usó

el programa estadístico PAST (Paleontological Statistics) Versión 1.94b (Hammer *et al.*, 2001; Hammer & Harper, 2006; Harper, 1999). El método de enlace (linkage) empleado fue el tipo Enlace Sencillo (single linkage) que utiliza la mínima distancia/disimilitud entre dos individuos de cada grupo (útil para identificar atípicos). Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$J_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Jj: Índice de similitud de Jaccard ( $0 < J < 1$ )

a: número de especies en el sitio A.

b: número de especies en el sitio B.

c: número de especies presentes en ambos sitios A y B (compartidas)

Al realizar la comparación con los ambientes relevados por Ruthsatz (1993), solamente se consideraron aquellos sitios situados entre las latitudes 22° y 24°S en la Región de Antofagasta, coincidentes con la latitud del área de estudio.

#### Cálculo de áreas

Las áreas de las unidades de paisaje fueron digitalizadas usando el programa Google Earth®. Los archivos fueron guardados en la extensión nativa del programa (.kml), se trabajaron con el software Qgis (Quantum GIS Development Team, 2015) y convertidos a shape file (.shp). Fueron

proyectados a UTM zone 20S para luego proceder al cálculo de área de cada uno de los archivos (unidades de paisaje).

## RESULTADOS

### La biodiversidad taxonómica

La flora de Tocomar y Campo Amarillo está compuesta por 116 especies, 72 géneros y 30 familias botánicas distribuidas en una familia de la División Pinophyta y 29 de Magnoliophyta, de las cuales cinco familias, 20 géneros y 42 especies pertenecen a la Clase Liliopsida y 24 familias, 51 géneros y 72 especies a Magnoliopsida (Apéndice 1). El mayor porcentaje de taxones pertenece a la Clase Magnoliopsida con el 80% de familias, 71% de géneros y un 62% de especies. Las Pinophyta están representadas por una familia, un género y dos especies. Los taxones infraespecíficos son 19 y los endemismos 9.

Las familias mejor representadas son Poaceae con 26 especies, Asteraceae con 18 y Cyperaceae con 9; en las restantes familias se registraron igual o menos de ocho especies. Los géneros más ricos son *Deyeuxia* con 7 taxones, *Senecio* con 6 y *Festuca* con 5. Se identificaron 18 nuevos registros para la provincia, de los cuales 4 son endémicos.

El número de familias, géneros y especies registrados en Humedales y No Humedales se muestra en Fig. 2. En los Humedales (vegas) se

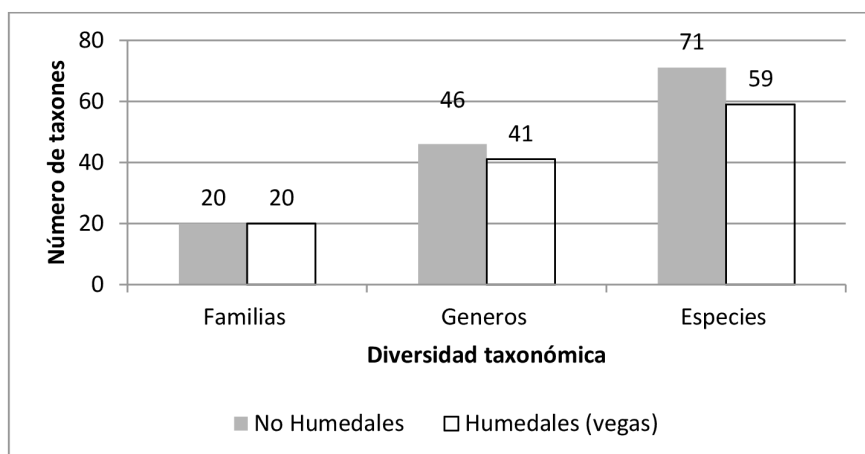


Fig. 2. Diversidad florística de Tocomar y Campo Amarillo.

relevaron 3 endémicas, 8 nuevas citas y 13 se encontraron a mayores altitudes de lo conocido. Diez de las familias presentes en las vegas son exclusivas de estos ambientes y representan el 50% de las familias que componen estos humedales. Poaceae con 15 especies y Cyperaceae con 9 son las más importantes. La mitad de las especies registradas (51%) ya fueron citadas para la provincia Puneña, el 21% para la Altoandina y el 28% vegetan en ambas.

El Índice de Biodiversidad para el área de estudio se muestra en Tabla 1.

*Las unidades de paisaje*

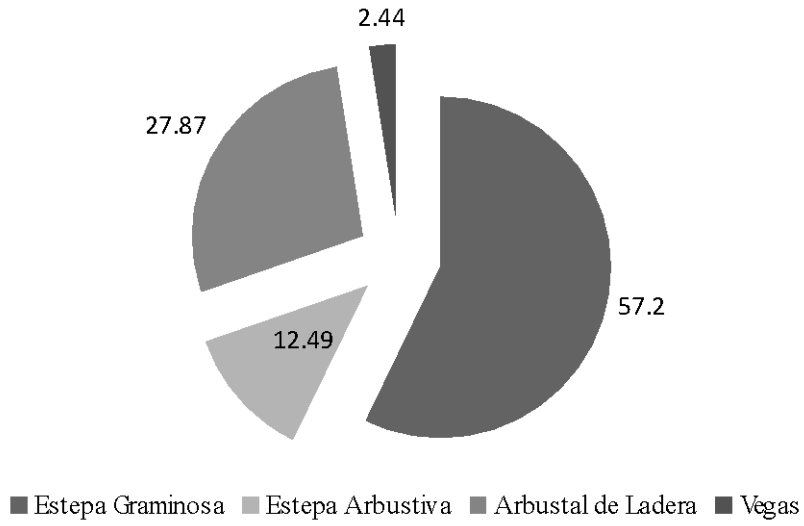
En los No Humedales se identificaron tres subunidades: Estepas Graminosas, Estepas Arbustivas y Arbustales de ladera, totalizando 168 km<sup>2</sup>, que representan el 97,6% del área de estudio. En los Humedales se identificó solo una subunidad, las Vegas (4,2 km<sup>2</sup>) que ocupan el 2,4% (Fig. 3). El resto lo constituyen los ríos Potrero, Antuco, Olacapato, Tocomar y el salar de Cauchari.

Las Estepas Graminosas ocupan los terrenos planos y pedemontes en Campo Amarillo, Olacapato y parte del cono aluvial del salar de Cauchari, a 4100 m s.n.m. y abarca 98,7 km<sup>2</sup> (Fig. 4). Hacia el extremo distal crecen Arbustales de Ladera y a veces en contacto con las vegas y los cursos de agua. Sus pendientes son variables y sin exposición definida, expuestas al viento, con un gradiente de aridez y por lo tanto de vegetación desde el contacto con los humedales hacia las partes más altas y secas. El suelo es arenoso y pedregoso con baja cobertura de

matas de gramíneas dispersas y herbáceas anuales. En algunos sectores se acumula arena formando verdaderas dunas. Las especies más conspicuas son *Festuca argentinensis*, que forma matas aisladas, unas veces compactas, circulares, otras en forma de anillo o semilunares de hasta 0,80 m alt. y *Deyeuxia curvula* de menor altura. Otras herbáceas como *Petroravenia friesii*, *Calandrinia compacta*, *Descurainia depressa*, *Chenopodium frigidum*, *Hypochaeris eremophila* son acaules, rastreras o rizomatosas. Se observaron dos variantes en esta subunidad: la altoandina y la puneña. En la primera predominan las matas gramíneas, circulares y semilunares de *Festuca argentinensis* asociada a *Deyeuxia cabreræ* en un sector del cono aluvial del Salar de Cauchari. La variante puneña la constituyen la combinación de las especies anteriores con *Festuca chrysophylla* y los tolares de *Parastrephia lucida* y *P. quadrangularis* que bordean el río Tocomar en inmediaciones del Campo Geotérmico Tocomar. Aquí se desarrollan medanales que, si bien discontinuos, son frecuentes y de dimensiones variables, que alternan con la variante altoandina. Constituyen campos de pastoreo de llamas y vicuñas en época estival, donde se queman los pastos para incentivar el rebrote de las matas. También se desarrolla un pastizal laxo con dominancia de *Deyeuxia cabreræ* en matas semilunares o circulares de 10-40 cm alt., a veces acompañado de *Festuca argentinensis* y otras especies. Las matas de *D. cabreræ* le confieren a la planicie un tono dorado que da lugar al nombre de Campo Amarillo. La riqueza registrada es de 10 familias, 18 géneros, 26

**Tabla 1.** Riqueza florística e índices de diversidad de familias, géneros y especies en Argentina, Salta, Tocomar y Campo Amarillo. Los valores entre paréntesis son los porcentajes en relación al total de la Argentina para la columna de Salta y al total de Salta para la columna del área estudiada.

	Argentina	Salta	Tocomar y Campo Amarillo
	2.791.810 km <sup>2</sup>	154.775 km <sup>2</sup>	172,2 km <sup>2</sup>
Número de familias	248	187 (75,4%)	30 (16%)
Número de géneros	1927	1067 (55,3%)	72 (6,7%)
Número de especies	9689	3136 (32,3)	116 (3,7%)
Número de endemismos	1906	552 (29%)	9 (1,6%)
Diversidad de familias	16,7	15,7 (94%)	5,8 (37%)
Diversidad de géneros	130,2	89,6 (69%)	14 (15,6%)
Diversidad de especies	654,6	263,5 (40,2)	22,5 (8,5%)



**Fig.3.** Distribución porcentual de las subunidades de paisaje de Tocomar y Campo Amarillo.



**Fig. 4.** Estepas Graminosas.

especies y 2 variedades; siendo Poaceae la familia más diversa y los géneros *Festuca* y *Deyeuxia* los más característicos.

No se registraron endemismos; pero se incorporan cinco citas nuevas para Salta y dos de otros desconocidos a estas altitudes. Predominan las hemicriptófitas (46%) y los terófitos (27%), siguiendo en orden de importancia los nanofanerófitos (11%), geófitos (8%) y los caméfitos pulvinados (8%).

Las Estepas Arbustivas se desarrollan en sectores puntuales, rodeados de Estepas Graminosas en las áreas planas y de Arbustales de Ladera en los pedemontes o en los bordes encajonados de cursos de agua, a 4000 m s.n.m (Fig. 5) y abarca 21,5 km<sup>2</sup>, adquiriendo mayor extensión en el Salar de Cauchari. Formadas por matorrales ralos de *Adesmia horrida* y matas de *Pappostipa frigida* y *Festuca argentinensis* en planicies pedregosas (tipo gravilla) cercanas al salar. Las especies se

agrupan de forma variable según el contenido de humedad y el tipo de suelo. En los sectores de peladares gravosos sin vegetación se forman los campos de deflación y la arena se acumula en las matas gramíneas con efectos abrasivos en los arbustos como por ejemplo en *Adesmia horrida*. Se encuentran ocultares (madrigueras subterráneas de roedores pequeños del género *Ctenomys*), que descalzan la vegetación al alimentarse de sus raíces. La riqueza es de 7 familias, 13 géneros y 17 especies; siendo Asteraceae la familia más diversa y el género *Senecio* el más característico. Los endemismos de esta subunidad son *Pappostipa hieronymusii* y *Senecio punae*. Las únicas especies de Cactaceae fueron colectadas en esta subunidad, por ej. *Maihueniopsis glomerata*. Las formas de vida presentes son según su importancia: terófitas (35%), nanofanerófitas (29%), geófitas (18%), hemicriptófitas (12%) y caméfitas (6%).



Fig. 5. Estepas Arbustivas.



Los Arbustales de Ladera cubren las laderas rocosas, húmedas, de exposición Norte y Sur, a altitudes superiores a 3900 m s.n.m y abarca 48 km<sup>2</sup> (Fig. 6). En general, constituyen el límite superior de las Estepas Arbustivas o están en contacto directo con las Estepas Graminosas cercanas a las vegas. Son arbustales abiertos de *Adesmia horrida*, *A. erinacea*, *Chuquiraga atacamensis* y *Acantholippia deserticola*. Las herbáceas con frecuencia crecen al abrigo de rocas o arbustos y no llegan a formar un césped. En bordes de arroyos y depresiones arenosas vegetan *Parastrephia lucida* y *P. quadrangularis*. La riqueza florística es de 41 especies, 31 géneros y 16 familias, siendo Asteraceae, Poaceae y Fabaceae las más diversas y el género *Adesmia* el más representativo. Los endemismos de esta subunidad son, *Adesmia minor* var. *riojana*, *Cardenanthus venturi*, *Fabiana punensis*, *Pappostipa hieronymusii* y *Viola flos-*

*idae*. Se incorporan tres nuevos taxones para Salta y siete nuevas menciones para esta altitud. Los cojines leñosos de *Adesmia minor* son descalzados por los pobladores para utilizarlos como combustible. Las formas de vida presentes son nanofanerófitas (44%) y terófitas (27%), siguiendo en importancia hemicriptófitas (20%), caméfitas (7%) y geófitas (2%).

Las Vegas Tocomar (Fig. 7), Tres Ojitos, Corralito y Cata ocupan una superficie total de 4,2 km<sup>2</sup> (2,1 km<sup>2</sup>, 0,04 km<sup>2</sup>, 0,4 km<sup>2</sup> y 1,65 km<sup>2</sup>, respectivamente). Están cubiertas por un estrato herbáceo bajo y muy denso, sobre una superficie plana o inclinada con pendientes variables y numerosos microrelieves, Las vegas son recorridas por cursos de agua con corriente lenta y rápida pero continua. Hacia el borde (perivega) y el interior, se desarrollan matas altas de *Deyeuxia eminens* acompañadas por otras gramíneas de menor altura.



Fig. 6. Arbustales de ladera.



Fig. 7. Vega Tocomar.

El césped higrofilo de *Zameioscirpus atacamensis* y *Oxychloë andina*, forma montículos a modo de densos cojines compactos, a veces flotantes. En las matas gramíneas crecen hierbas de escaso tamaño. En las charcas del interior con corriente continua, vegetan plantas sumergidas y cuando el agua es poco profunda, se desarrollan *Lilaeopsis macloviana* y *Halerpestes exilis*. En la vega Tocomar vegeta la única leguminosa colectada en su interior y hasta ahora solo descrita para Jujuy, la hierba enana rizomatoza, *Astragalus fabrisii* que forma un tapiz compacto asociado a las especies presentes. Hacia el extremo Oeste se desarrolla una pequeña población muy densa de *Juncus balticus* ssp. *andicola*, intensamente pastoreada y que solamente habita en este lugar, no habiéndose encontrado la especie en las otras vegas estudiadas. Bordeando las mismas se desarrolla una franja de ancho variable denominada en este estudio “perivega” donde el suelo puede encontrarse solamente cubierto por una

delgada capa salobre sin cubierta vegetal o con un césped más o menos continuo de halófitas pigmeas y rizomatosas, como *Distichlis humilis*, *Petroravenia friesii* y cojines duros de *Frankenia triandra*, alternando con arbustales de *Parastrephia lucida* y matas gramíneas. En este sitio se encuentra la única especie exótica del área, *Triglochin concinna*. Se observaron heces de camélidos sobre suelo gravoso donde crece frecuentemente *Javorosa parviflora*. La riqueza florística es de 59 especies, 41 géneros y 20 familias, siendo Poaceae y Cyperaceae las más diversas y el género *Deyeuxia* el más representativo. Los endemismos de esta subunidad son: *Arenaria pycnophylloides*, *Astragalus fabrisii* y *Nitrophila australis*. La forma de vida dominante es del tipo hemicriptófita (39%) y geófita (37%), con acompañamiento de caméfito (15%), terófita (7%) y nanofanerófita (2%). Las siglas de los nombres científicos de todas las especies mencionadas se encuentran en el Apéndice I.

En inmediaciones a estos humedales se asientan los pobladores que utilizan el agua de las vegas para consumo propio y sus rebaños de llamas que pastorean frecuentemente en estos sitios.

*La biodiversidad de las formas de vida y orígenes*

Se desarrollan cinco formas biológicas vinculadas con tres tipos de orígenes. El 99% de las plantas son especies nativas (115), de las cuales el 8% (9) son endémicas. Predominan hemicriptófitas (32%) y geófitas (22%) siguiendo en importancia las nanofanerófitas (18%) y terófitas (17%) y, en menor proporción, caméfitos (11%). Las especies endémicas se distribuyen entre hemicriptófitas con un 34% y las restantes geófitas, caméfitos y nanofanerófitas con un 22%. Solo una especie es exótica.

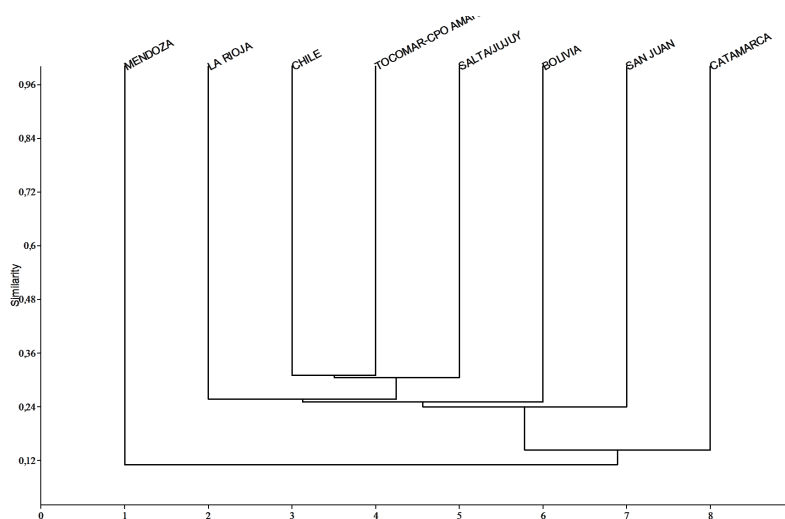
*Endemismos del área*

De las nueve especies endémicas, dos son típicas de la provincia Altoandina, dos de la Puneña y cuatro de amplia distribución dentro de la Argentina. Además, dos son exclusivas de Salta y Jujuy. Las especies endémicas son: *Adesmia minor* var. *riojana*, *Arenaria pycnophylloides*, *Astragalus fabrisii*, *Cardenathus venturi*, *Fabiana punensis*, *Nitrophila australis*, *Pappostipa hieronymusii*, *Senecio punae* y *Viola flos-idae*. Representan el 8% del total de especies nativas relevadas en Tocomar y Campo Amarillo y el 1,7% de los endemismos de la provincia.

*Similitud florística entre las vegas estudiadas con otras áreas*

El porcentaje de similitud más alto se registró entre las vegas estudiadas y el Norte de Chile en las regiones de Tarapacá y Antofagasta con un 31% de las especies compartidas (Fig. 8); mientras que con las vegas de Salta, Jujuy y La Rioja la similitud varía entre el 24 y 28%. Con Catamarca y San Juan la similitud es menor (14-16%), similar a la de Bolivia en los Departamentos de La Paz y Oruro (15%). La similitud más baja se registró con las vegas de Mendoza con las que solo comparten el 6% de las especies. La riqueza específica de la vegas de Salta y Jujuy es más afín a las vegas chilenas (30%) y los bofedales bolivianos (25%) que a las vegas de Catamarca (10%), La Rioja (17%) y San Juan (14%). También entre estas provincias los porcentajes de similitud son variables (6-20%).

Comparando las afinidades florísticas entre las vegas estudiadas, se observa en el dendrograma (Fig. 9) que se formaron dos clusters bien definidos, por un lado vega Tocomar y por otro las vegas restantes. Tocomar y Tres Ojitos comparten el 42% de las especies, mientras que Tocomar y Corralito el 34%. En el otro cluster se registraron similitudes mayores que varían entre el 50 al 57% entre las vegas Cata, Corralito y Tres Ojitos. De éstas, Cata es la vega más heterogénea compartiendo sólo el 26% de sus especies con Tocomar.



**Fig. 8.** Dendrograma del Índice de Similitud de Jaccard entre las vegas estudiadas (Tocomar y Campo Amarillo) y otros sitios.

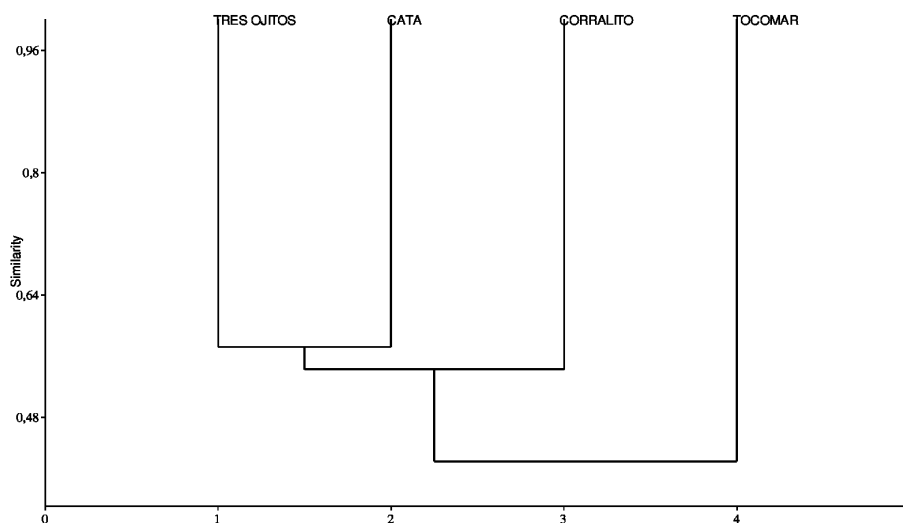


Fig. 9. Dendrograma del Índice de Similitud de Jaccard entre las vegas de Tocomar y Campo Amarillo.

## DISCUSIÓN

### *La biodiversidad taxonómica y relaciones florísticas*

La vegetación descrita corresponde a lo que Cabrera (1957, 1971) denominó Distrito Altoandino Quichua de la Provincia Altoandina y a la Provincia Puneña. En Tocomar y Campo Amarillo se desarrolla en un ecotono entre ambas provincias, con 31 especies comunes. Se corresponde con el Distrito Jujeño (Martínez Carretero, 1995) con quien comparte el 28% de las especies. Las especies registradas representan el 11% de las especies citadas por Cabrera (1957) y el 7% de las mencionadas por Novara (2003). El 83% (68 especies) de las especies documentadas en el presente estudio fueron citadas para la provincia Altoandina y Puneña por Cabrera (1957) y constituyen el 16% de las familias, el 6,7% de los géneros y el 3,7% de las especies citadas para la provincia de Salta (Zuloaga *et al.*, 1999c) decayendo los valores de forma logarítmica (Tabla 1). Este es el patrón esperado de acuerdo al modelo de Squeo *et al.* (1998).

En cuanto a las familias y géneros con mayor riqueza específica del área, hay correspondencia con lo descrito por otros autores para la puna argentina y chilena (Cabrera, 1957; Ruthsatz & Movia, 1975; Arroyo *et al.*, 1998; Teiller,

1998; Luebert & Gajardo, 2000; Novara, 2003; Marticorena *et al.*, 2004; Borgnia *et al.*, 2006; González & Würschmidt, 2008), con excepción de Cyperaceae que están bien representadas en las vegas estudiadas aproximándose a lo documentado en la cuenca del río del Pachón, San Juan (González Loyarte & Peralta, 2004). En concordancia con la disminución de la riqueza florística y de endemismos con el ascenso altitudinal (Méndez, 2009), se encontraron siete endemismos en la provincia Puneña y solo dos en la provincia Altoandina.

Al comparar los índices de biodiversidad de Tocomar y Campo Amarillo con otros sitios florísticamente afines (Tabla 2), tal el caso de las estepas andinas de la provincia de Jujuy (Ruthsatz & Movia, 1975), la Reserva Laguna Blanca de la provincia de Catamarca (Borgnia *et al.*, 2006) y el Parque Nacional Lullailaco de Chile (Marticorena *et al.*, 2004), resulta que el área de estudio es más diversa que los otros sitios en los tres niveles taxonómicos analizados. Por otra parte, esta elevada biodiversidad se concentra en las vegas cuyos índices superan en un 72%, 69% y 66,5% respectivamente a los índices de las Estepas Graminosas, Estepas arbustivas y Arbustales de ladera. Esto podría deberse a las condiciones más favorables que allí se presentan (humedad permanente, lenta descomposición,

**Tabla 2.** Índices de Biodiversidad de familias, géneros y especies en Tocomar y Campo Amarillo-Salta, Estepas andinas-Jujuy, Laguna Blanca-Catamarca y PN Lullaillaco-Chile. B: índice de Biodiversidad (Squeo et al., 1998).

	<b>Tocomar y Campo Amarillo-Salta</b>	<b>Estepas andinas-Jujuy</b>	<b>Laguna Blanca-Catamarca</b>	<b>PN Lullaillaco-Chile</b>
	<b>172,2 km<sup>2</sup></b>	<b>130.000 km<sup>2</sup></b>	<b>850 km<sup>2</sup></b>	<b>2680 km<sup>2</sup></b>
B Familia	5,8	3,7	2,8	3,9
B Género	14	11	6,8	9,4
B Especie	22,5	13,8	11,1	16

suelos orgánicos) y que posibilitan el desarrollo de una alta diversidad de plantas. Los índices más bajos obtenidos fueron para Laguna Blanca, al Sur del área de estudio, lo que confirma la disminución de la diversidad desde el Norte hacia el Sur (Villagrán *et al.*, 1983; Martínez Carretero, 1995).

El análisis de similitud de Jaccard (Fig. 8) muestra la estrecha relación florística de las vegas de las provincias de Salta, Jujuy y el Norte de Chile. Villagrán *et al.* (1983) encontró valores similares a nivel específico de 20 y 30% entre el Norte de Chile y Argentina.

La afinidad florística de las vegas en ambas vertientes de los Andes podría explicarse por la relativa homogeneidad de las condiciones ecológicas de estas comunidades en la parte superior de las laderas, asociadas probablemente a menores tasas de especiación, especies con rangos de distribución amplios (*Oxychlöe andina*, *Distichia muscoides*, entre otras) y mecanismos de dispersión más eficientes como el transporte por medio de aves, camélidos, viento y flujos humanos (Villagrán *et al.*, 1983; Ruthsatz, 2008; Méndez, 2009). La relativa uniformidad de los factores hídricos (contenido de humedad y grado de salinidad del agua de infiltración) y térmicos también condicionan la composición florística, las formas de vida y las condiciones ecológicas de estos humedales (Ruthsatz, 2008). Asimismo, la temperatura juega un papel importante en el establecimiento y distribución de las especies de plantas y sus comunidades pudiendo delimitar el ascenso o descenso altitudinal y la distribución latitudinal (Méndez, 2007).

La disimilitud florística entre las cuatro vegas estudiadas (Fig. 9), podría deberse a diversos factores (Alzérreca *et al.*, 2001; Ruthsatz, 2008), particularmente al aporte de agua, fisiográficos, altitudinales, al grado de salinidad del agua de infiltración y edáficos (pH y CE del suelo). La vega Tocomar, muy diferente a las otras, se encuentra a mayor altitud (4340 m s.n.m.), en el fondo de valle, distanciada 14 km de las otras vegas. Las vegas Cata, Corralito y Tres Ojitos se desarrollan contiguas, a menor altitud (4200 m s.n.m.), sobre laderas con diferentes grados de inclinación y exposición y en la misma cadena montañosa. Las causas de la disimilitud entre estas tres últimas vegas deberían ser estudiadas, teniendo en cuenta los cambios graduales en la composición de la flora de este tipo de humedales y que están asociados a la complejidad de los factores ecológicos (Alzérreca *et al.*, 2001; Ruthsatz, 2008, 2012).

Para la vega Tocomar, Ruthsatz (2008) registró 25 especies, en este estudio se eleva la riqueza específica a 55, incluyendo las especies que crecen en la perivega. Se aplicó el término “perivega” para sinonimizar diversas denominaciones otorgadas por distintos autores a las áreas que bordean la vega sin agua superficial, tales como “playa” (González & Würschmidt, 2008) o simplemente “borde de vega” (Ruthsatz & Movia, 1975; Borgnia *et al.*, 2006) independiente del aspecto, forma y composición.

La riqueza específica total de las vegas estudiadas (59 especies) es superior a la de las vegas de la provincia de Catamarca, donde se encontraron 22 (Borgnia *et al.*, 2006), a las de San Juan con 26-27 (González Loyarte & Peralta,

2004; Teiller, 2005) y las vegas de La Rioja con 45 especies (Hunziker, 1952), lo que corrobora el empobrecimiento florístico de Norte a Sur antes mencionado (Villagrán *et al.*, 1983; Martínez Carretero, 1995). A su vez, son más diversas que las vegas del altiplano chileno, en las que se registraron 19 especies (Teillier, 1998). Además, la riqueza específica de estas vegas que cubren una superficie de 4,2 km<sup>2</sup> es similar a la de los bofedales del Altiplano del sur de Bolivia en un área de 1023,4 km<sup>2</sup> (Alzérreca *et al.*, 2001). Por otra parte, estos autores mencionan que el número podría incrementarse si los inventarios y evaluaciones se efectuaran en la época de lluvias y con estudios detallados.

#### *Unidades de paisaje*

En las estepas gramíneas vegeta el pastizal de *Deyeuxia cabreræ* que coincide con la Faciación de *Deyeuxia cabreræ* de Cabrera (1957) en la Provincia Altoandina, en la que esta especie es la dominante y *Festuca argentinensis* la subordinada. En este estudio se agrega a la composición de este pastizal, una tercera especie con distribución aglomerada por sectores, *Frankenia triandra*, cojín muy común en otras unidades y asociada a suelos salinos, bordes de cursos de agua y vegas. La estepa gramínea de *D. cabreræ* también fue descripta en laderas de la puna riojana a mayores altitudes (4200 m s.n.m.) y con otras especies acompañantes (Hunziker, 1952).

Fisonómicamente en Tocomar y Campo Amarillo, las estepas gramíneas dominan el paisaje y ocupan mayor superficie que las estepas arbustivas, aún si se le suman los arbustales de ladera, al contrario de lo documentado por Baldassini (2010) posiblemente porque el nivel de detalle en este trabajo fue mayor.

#### *La biodiversidad de las formas de vida y orígenes*

La composición del espectro biológico de las formas de vida del área estudiada se corresponde con lo documentado por Ruthsatz & Movia (1975). La dominancia de los nanofanerófitos y terófitos sobre los caméfitos indicaría que en Tocomar y Campo Amarillo se desarrolla una transición entre las provincias Puneña y Altoandina (Cabrera, 1957). En el Salar de Coposa, Chile (Teiller, 1998), los porcentajes de los nanofanerófitos son similares a los obtenidos en el área de estudio; mientras que

en San Juan (González-Loyarte & Peralta, 2004) en la cuenca del río Pachón (Provincia Altoandina) no se registró esta forma de vida. En las vegas dominan las hemicriptófitas y geófitos. Similares resultados se registraron en las vegas de Jujuy (Ruthsatz & Movia 1975) y San Juan (González Loyarte & Peralta, 2004; Teiller, 2005). Respecto de la forma de vida de los géneros *Oxychloë* y *Zameioscirpus*, Ruthsatz (1975, 2000) los agrupó como geófitos y posteriormente como caméfitos; Teiller (2005) como hemicriptófitos, mientras que González Loyarte & Peralta (2004) los consideró como caméfito al primero y geófito al segundo. En este estudio para todas las especies presentes en las vegas se tomó el criterio de Ruthsatz (2000), aunque este último presenta varias excepciones como ocurre con *Phylloscirpus deserticola* considerado como caméfito/hemicriptófito. Sería interesante entonces, determinar el verdadero comportamiento de estas especies de Juncaceae y Cyperaceae.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los dos revisores anónimos por sus valiosos aportes y sugerencias al manuscrito. A Bárbara Rutstahz por el incentivo al estudio de la flora andina, la lectura crítica y el envío de bibliografía propia. A Lázaro Novara, a Dolores Ramallo, a Germán Roitman, a Alicia Zapater, a Aníbal Prina, a Juan Manuel Acosta, a Pablo Ortega-Baes, a Sebastian Teiller y a Jesús Sajama por atender las consultas bibliográficas, taxonómicas, cartográficas y por los valiosos aportes al manuscrito. Agradezco también el apoyo financiero del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, Proyecto de Investigación N° 1937. A José Miguel Gauffin, mi compañero, por el apoyo logístico, colecta de ejemplares y estadía en la zona de estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALZÉRRECA H., G. PRIETO, L. C. JORGE, D. LUNA & S. LAGUNA. 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano. Informe Final. Subcontrato 21.12. Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos, Autoridad Binacional Lago Titicaca y Programa de las Naciones para el Desarrollo, La Paz.

- ARROYO, M.T. K., C. CASTOR, C. MARTICORENA, M. MUÑOZ, L. CAVIERES, O. MATTHEI, F. SQUEO, M. GROSJEAN & R. RODRÍGUEZ. 1998. The flora of Lullaillaco National Park located in the transitional winter-summer rainfall area of the northern Chilean Andes. *Gayana Bot.* 55: 93-110.
- BALDASSINI, P. 2010. Caracterización fisonómica y funcional de la vegetación de la Puna mediante el uso de sensores remotos. Trabajo de Intensificación, Lic. en Ciencias Ambientales, Fac. Agronomía, UBA.
- BALDASSINI, P., J. N. VOLANTE, L. M. CALIFANO & J. M. PARUELO. 2012. Caracterización regional de la estructura y de la productividad de la vegetación de la Puna mediante el uso de imágenes MODIS. Asociación Argentina de Ecología. *Ecol. Aust.* 22: 22-32.
- BIANCHI, A. R. 1996. *Temperaturas medias estimadas para la región noroeste de Argentina*. Vol. 1, INTA, EEA Salta.
- BIANCHI, A. R. & C. E. YÁNEZ. 1992. *Las precipitaciones en el noroeste Argentino*. Vol. 1, 2ª ed., INTA, EEA Salta.
- BONAVENTURA, S. M., R. TECCHI, & D. VIGNALE. 1995. The vegetation of the puna belt at Laguna de Pozuelos Biosphere Reserve in northwest Argentina. *Vegetatio* 119: 23-31.
- BORGNIA, M., A. MAGGI, M. ARRIAGA, B. AUED, B. L. VILÁ, M. H. CASSINI. 2006. Caracterización de la vegetación en la Reserva Provincial Laguna Blanca (Catamarca, Argentina) (Characterization of the vegetation in Laguna Blanca Biosphere Reserve, Catamarca, Argentina). *Ecol. Austr.* 16: 29-45.
- BORGNIA, M., B. L. VILA, M. H. CASSINI. 2010. Foraging ecology of Vicuña, *Vicugna vicugna*, in dry Puna of Argentina. *Small Ruminant Res.* 88: 44-53.
- BRAUN WILKE, R. H., L. P. E. PICCHETTI & B. S. VILLAFañE. 1999. *Las Pasturas Montanas de Jujuy*. Fac. Cs. Agrarias, UNJu. Jujuy.
- CABRERA, A. L., 1957. La vegetación de la Puna argentina. *Revista Invest. Agríc.* 11: 316-412.
- CABRERA, A. L. 1968. Ecología Vegetal de la Puna. *Colloquium geographicum*: 91-116.
- CABRERA, A. L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14: 1-42.
- CABRERA, A. L. & A. WILLINK. 1973. *Biogeografía de América Latina*. OEA, Serie Biología, Washington.
- CASTAÑEDA, M. & A. GONZÁLEZ. 1991. La vegetación de la Cuenca de Pozuelos. En: García Fernández, J. & R. Tecchi (eds.), *La Reserva de la Biosfera Laguna de Pozuelos: un ecosistema pastoril en los Andes Centrales*, pp. 43-50. Instituto de Biología de Altura, UNJU, UNESCO-MAB, Montevideo.
- CAZIANI, S. M. & E. J. DERLINDATI. 1999. Humedales altoandinos del Noroeste de Argentina: su contribución a la biodiversidad regional. En: Malvárez, A. I. (ed.), *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*, pp. 1-13. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe, ORCYT, Montevideo.
- COWLLING, R. M. 2001. Endemism. In: Levin, S.A. (ed.), *Encyclopedia of Biodiversity*, pp. 497-507. Academic Press, San Diego.
- FLORA DEL CONOSUR. Catálogo de las Plantas Vasculares [online]. Disponible en <http://www.darwin.edu.ar>. [Acceso: 23 Julio de 2014].
- GODOY-BÜRKI, A. C., P. ORTEGA-BAES, J. M. SAJAMA & L. AAGESEN. 2013. Conservation priorities in the Southern Central Andes: mismatch between endemism and diversity hotspots in the regional flora. *Biodivers. Conserv.* 23: 81-107.
- GONZÁLEZ, J. A. & A. E. WÜRSCHMIDT. 2008. Contribución al conocimiento de la vegetación de alta montaña en la zona del volcán Ojos del Salado (Tinogasta, provincia de Catamarca, Argentina). *Lilloa* 45: 47-60.
- GONZALEZ LOYARTE, M. M. & I. E. PERALTA. 2004. Flora y vegetación de la cuenca del río Pachón (Calingasta, San Juan, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39: 283-300.
- HAMMER, O. & D. A. T. HARPER. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell.
- HAMMER, O., D. A. T. HARPER & P. D. RYAN. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1).
- HARPER, D. A. T. (ed.). 1999. *Numerical Palaeobiology*. John Wiley & Sons, Chichester.
- HUNZIKER, J. H. 1952. Las comunidades vegetales de la Cordillera de La Rioja. *Revista Invest. Agríc.* 6: 167-196.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York.
- LOCASCIO DE MITROVICH, C., A. VILLAGRA DE GAMUNDI, J. JUÁREZ & M. CERAOLO. 2005. Características limnológicas y zooplancton de cinco lagunas de la Puna-Argentina. Limnological characteristics and zooplankton in five shallow lakes, Puna-Argentina. *Ecología Bolivia* 40: 10-24.
- LUEBERT, F. & R. GAJARDO. 2000. Vegetación de los Andes áridos del norte de Chile. *Lazaroa* 21: 111-130.
- MARTICORENA, A., V. PARDO, A. PEÑALOZA, M. A. NEGRITTO, L. A. CAVIERES & M. PARADA. 2004. Adiciones y notas a la flora del parque nacional Lullaillaco, II Región, Chile. *Gayana Bot.* 61: 49-54.
- MARTINEZ CARRETERO, E. 1995. La Puna Argentina: delimitación general y división en distritos florísticos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 31: 27-40.

- MÉNDEZ, E. 2007. La vegetación de los Altos Andes I. Pisos de vegetación del flanco oriental del Cordón del Plata (Mendoza, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 42: 273-294.
- MÉNDEZ, E. 2009. Biodiversidad de la flora del Flanco Oriental del Cordón del Plata (Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina). Catálogo florístico. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 44:75-102.
- NOVARA, L. J. 2003. Catálogo de la flora de la puna en el Noroeste Argentino. *Aportes Botánicos Salta* 2 (1): 1-56.
- OLSON, D. M., E. DINERSTEIN, E. D. WIKRAMANAYAKE, N. D. BURGESS, G. V. N. POWELL, E. C. UNDERWOOD, J. A. D'AMICO, H. E. STRAND, J. C. MORRISON, C. J. LOUCKS, T. F. ALLNUTT, J. F. LAMOREUX, T. H. RICKETTS, I. ITOUA, W. W. WETTENGEL, Y. KURA, P. HEDAO & K. KASSEM. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience* 51: 933-938.
- OLSON, D. M. & E. DINERSTEIN. 2002. The Global 200: priority ecoregions for global conservation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 89: 199-224.
- PAOLI, H. P., A. R. BIANCHI, C.E. YÁÑEZ, J. N. VOLANTE, D. R. FERNÁNDEZ, M. C. MATTALIA & Y. E. NOÉ. 2002. *Recursos Hídricos de la Puna, Valles y Bolsones Áridos del Noroeste Argentino*. INTA, EEA Salta.
- PAOLI, H. P., H. ELENA, J. MOSCIARIO, F. LEDESMA & Y. E. NOÉ. 2009. Caracterización de las cuencas hídricas de las provincias de Salta y Jujuy. SIGCSSJ I. INTA, EEA Salta.
- QUINTANA, G. 1996. Informe Final del Plan de Manejo del Parque Nacional Sajama. Área Geobotánica, La Paz.
- QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM. 2015. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en <http://qgis.osgeo.org>.
- RAUNKIAER, C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford.
- RUTHSATZ, B. 1993. Flora and ecological conditions of high andean mires of Chile between 18°00' (Arica) and 40°30' (Osorno) south latitude. *Phytocoenologia* 23: 157-199.
- RUTHSATZ, B. 1995. Vegetation and ecology of tropical mires in the high Andes of northern Chile. *Phytocoenologia* 25: 185-234.
- RUTHSATZ, B. 2000. Die hartpolstermoore der hochander und ihre artenvielfalt. *Ber. D. Reinh.-Tüxen-Ges.* 12: 351-371.
- RUTHSATZ, B. 2008. Hartpolstermoore der Hochanden NW-Argentiniens als Indikatoren für Klimagradienten. In: Dengler, J., Dolnik, C. & Trepel, M. [Hrsg.]: Flora, Vegetation und Naturschutz zwischen Schleswig-Holstein und Süamerika-Festschrift für Klaus Dierßen zum 60. Geburtstag. *Kiel. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb.* 65: 209-238.
- RUTHSATZ, B. 2012. Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia. Vegetation and ecology of the high Andean peatlands of Bolivia. *Phytocoenologia* 42: 133-179.
- RUTHSATZ, B. & C. MOVIA. 1975. Relevamiento de las estepas andinas del noreste de la provincia de Jujuy. Fundación para la Educación, la Ciencia y La Cultura, Buenos Aires.
- SECKT, H. 1912. Contribución al conocimiento de la vegetación del noroeste de la República Argentina (valles de Calchaquí y Puna de Atacama). *Anales Soc. Científica Argent.* 74: 185-225.
- SQUEO, F. A., L. A. CAVIERES, G. ARANCIO, G. E. NOVOA, O. MATTHEI, C. MARTICORENA, R. RODRÍGUEZ, M. T. K. ARROYO & M. MUÑOZ. 1998. Biodiversidad de la flora vascular en la región de Antofagasta, Chile. *Revista Chil. Hist. Natural* 71: 571-591.
- SQUEO, F. A., B. WARNER, R. ARAVENA & D. ESPINOZA. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. Bofedales: turberas de alta montaña de los Andes centrales. *Revista Chil. Hist. Natural* 79: 245-255.
- TALAMO, A., J. TOLABA, C. TRUCCO & E. ACUÑA. 2010. 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. *Ecología Bolivia* 45: 4-19.
- TEILLIER, S. 1998. Flora y vegetación del área de Collaguasi-Salar de Coposa, Chile. *Revista Chil. Hist. Natural* 71: 313-329.
- TEILLIER, S. 2005. Contribución al conocimiento de la flora y la vegetación de las vegas de la cuenca del río de Las Taguas, departamento Iglesias, San Juan, Argentina. *Chloris Chilensis* 8(2). URL: <http://www.chlorischile.cl>
- TROLL, C. 1959. Die Tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische zonierung. *Bonner Geogr. Abh. Heft* 25.
- TROLL, C. 1968. The Cordilleras of the Tropical Americas. Aspects of climatic, phytogeographical and agrarian ecology. *Geo-Ecology of the Mountains Regions of the Tropical Americas*: 15-56.
- VILLAGRÁN, C., M.T.K. ARROYO & C. MARTICORENA. 1983. Efectos de la desertización en la distribución de la flora andina de Chile. *Revista Chil. Hist. Natural* 56: 137-157.



- ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE. 1996. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae). *Monogr.Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 60: 1-332.
- ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE. 1999a. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. II. Acanthaceae-Euphorbiaceae (Dycotyledoneae). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 74: 1-621.
- ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE. 1999b. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. II. Fabaceae-Zygophyllaceae (Dycotyledoneae). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 74: 1-1269.
- ZULOAGA, F.O., O. MORRONE & D. RODRÍGUEZ. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27: 17-168.
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO (eds.). 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Vol. 1. Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledoneae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107.
- ZULOAGA, F. O., E. G. NICORA, Z.E. RÚGOLO DE AGRASAR, O. MORRONE, J. F. PENSIERO & A. M CIALDELLA. 1994. Catálogo de la familia Poaceae en la República Argentina. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 47: 1-178.

Recibido el 14 de agosto de 2014, aceptado el 21 de abril de 2015.

APENDICE 1  
Listado de especies de Tocomar y Campo Amarillo (Salta, Argentina).

Taxa	Unidades de Paisaje			
	Arbustales de Ladera	Estepas Graminosas	Estepas Arbustivas	Vegas
<b>Pinophyta</b>				
<b>Gnetopsida</b>				
<b>Ephedraceae</b>				
<i>Ephedra breana</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Ephedra rupestris</i> Benth. (*)	X	-	-	-
<b>Magnoliophyta</b>				
<b>Liliopsida</b>				
<b>Alismatidae</b>				
<b>Juncaginaceae</b>				
<i>Triglochin concinna</i> Davy	-	-	-	X
<b>Potamogetonaceae</b>				
<i>Stuckenia filiformis</i> (Pers.) Boehm. ssp. <i>alpina</i> (Blytt) R. R. Haynes, Les & M. Král	-	-	-	X
<b>Liliidae</b>				
<b>Iridaceae</b>				
<i>Cardenanthus venturi</i> R.C.Foster (*) **	X			
<b>Commelinidae</b>				
<b>Cyperaceae</b>				
<i>Carex gayana</i> E. Desv. (*)	-	-	-	X
<i>Carex maritima</i> Gunn. (*)	-	-	-	X
<i>Carex macloviana</i> d'Urv.	-	-	-	X
<i>Eleocharis atacamensis</i> Phil.	-	-	-	X
<i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i> González & Guagl.	-	-	-	X
<i>Isolepis cernua</i> (Vahl.) Roem. & Schult.	-	-	-	X
<i>Phylloscirus deserticola</i> (Phil.) Dhooge y Goetgh.	-	-	-	X
<i>Schoenoplectus americanus</i> (Pers.) Volkart ex Schinz & Keller (*)	-	-	-	X
<i>Zameioscirus atacamensis</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.	-	-	-	X
<b>Poaceae</b>				
<i>Deyeuxia breviaristata</i> Wedd.	-	X	-	-
<i>Deyeuxia brevifolia</i> Presl. var. <i>brevifolia</i> (*)	-	-	-	X
<i>Deyeuxia cabreræ</i> (Parodi) Parodi var. <i>cabreræ</i>	-	X	-	-
<i>Deyeuxia cabreræ</i> (Parodi) Parodi var. <i>trichopoda</i> Parodi ex Rúgolo	-	X	-	-
<i>Deyeuxia curvula</i> Wedd.	-	-	-	X

Taxa	Unidades de Paisaje			
	Arbustales de Ladera	Estepas Graminosas	Estepas Arbustivas	Vegas
<i>Deyeuxia chrysophylla</i> Phil.	-	-	-	X
<i>Deyeuxia chrysostachya</i> Desv. (*)	-	X	-	X
<i>Deyeuxia eminens</i> J. Presl. var. <i>eminens</i>	-	-	-	X
<i>Deyeuxia eminens</i> J. Presl. var. <i>fulva</i> (Griseb.) Rúgolo	-	-	-	X
<i>Distichlis humilis</i> Phil.	-	-	-	X
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene var. <i>spicata</i>	-	-	-	X
<i>Festuca</i> aff. <i>weberbaueri</i> Pilg.	-	-	-	X
<i>Festuca argentinensis</i> (St. Yves) Túrpe	-	X	-	X
<i>Festuca chrysophylla</i> Phil.	-	X	-	-
<i>Festuca hypsophylla</i> Phil. (*)	-	X	-	-
<i>Festuca nardifolia</i> Griseb.	-	X	-	-
<i>Hordeum pubiflorum</i> Hook. ssp. <i>halophilum</i> (Griseb.) Bader & Bothmer	-	-	-	X
<i>Munroa decumbens</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Munroa andina</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Nassella nardoides</i> (Phil.) Barkworth	X	X	-	X
<i>Nassella caespitosa</i> Griseb.	X	-	-	-
<i>Pappostipa frigida</i> (Phil) Romasch. var. <i>frigida</i>	X	-	X	-
<i>Pappostipa hieronymusii</i> (Pilg.) Romasch. **	X	-	X	-
<i>Poa laetevirens</i> R. E. Fries	-	-	-	X
<i>Poa parviceps</i> Hack. (*)	-	-	X	-
<i>Puccinellia argentinensis</i> (Hack.) Parodi	-	-	-	X
<i>Puccinellia frigida</i> (Phil.) Johnston	-	-	-	X
<i>Puccinellia parvula</i> Hitchc. (*)	-	-	-	X
<b>Juncaceae</b>				
<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	-	-	-	X
<i>Juncus balticus</i> Willd. ssp. <i>andicola</i> (Hook.) Snogerup	-	-	-	X
<i>Juncus stipulatus</i> Nees & Meyen	-	-	-	X
<i>Oxychloë andina</i> Phil.	-	-	-	X
<i>Oxychloë bisexualis</i> Kuntze	-	-	-	X
<b>Magnoliopsida</b>				
<b>Magnolidae</b>				
<b>Ranunculaceae</b>				
<i>Halerpestes exilis</i> (Phil.) Tamura	-	-	-	X
<i>Halerpestes uniflorus</i> (Phil.ex Reiche) Emadzade Lehnebach, P. Lockh & Horandl	-	-	-	X

Taxa	Unidades de Paisaje			
	Arbustales de Ladera	Estepas Graminosas	Estepas Arbustivas	Vegas
<i>Halerpestes cymbalaria</i> (Pursch) Greene	-	-	-	X
<b>Caryophyllidae</b>				
<b>Amaranthaceae</b>				
<i>Gomphrena meyeniana</i> Walp. var. <i>meyeniana</i>	X	-	-	-
<i>Nitrophila australis</i> Chodat & Wilczek var. <i>australis</i> **	-	-	-	X
Cactaceae	-	-	-	-
<i>Maihueniopsis glomerata</i> (Haw.) Kiesling	X	-	X	-
<i>Cumulopuntia</i> sp.	X	-	-	-
<b>Caryophyllaceae</b>				
<i>Arenaria pycnophylloides</i> Pax **	-	-	-	X
<i>Arenaria rivularis</i> Phil.	-	-	-	X
<i>Colobanthus quitensis</i> (Kunth.) Bartl. (*)	-	-	-	X
<b>Chenopodiaceae</b>				
<i>Atriplex myriophylla</i> Phil.	-	-	-	X
<i>Chenopodium frigidum</i> Phil.	X	X	-	X
<b>Frankeniaceae</b>				
<i>Frankenia triandra</i> J. Rémy	-	X	-	x
<b>Montiaceae</b>				
<i>Calandrinia compacta</i> Barnéoud	-	X	-	X
<i>Cistanthe picta</i> (Gill. ex Arn.) Carolin ex Hershk.	-	-	X	-
<i>Montiopsis glomerata</i> (Phil.) D.I. Ford (*)	-	X	-	-
<i>Montiopsis modesta</i> (Phil.) Ford. (*)	-	X	-	-
<b>Dilleniidae</b>				
<b>Brassicaceae</b>				
<i>Descurainia depressa</i> (Phil.) Prantl ex Reiche	-	X	-	-
<i>Petroravenia friesii</i> (O. E. Schulz) Al-Shehbaz	-	X	-	X
<i>Petroravenia werdermannii</i> (O. E. Schulz) Al-Shehbaz	-	-	-	X
<i>Mancoa hispida</i> Wedd.	X	-	-	-
<b>Malvaceae</b>				
<i>Tarasa antofagastana</i> (Phil.) Krapov.	-	X	-	X
<i>Tarasa tarapacana</i> (Phil.) Krapov.	X	X	-	-
<i>Nototriche</i> sp.	-	-	-	X
<b>Loasaceae</b>				
<i>Cajophora coronata</i> (Gillies ex Arn.) Hook. & Arn.	X	-	-	-
<b>Violaceae</b>				
<i>Viola flos-idae</i> Hieron. (**)**	X	-	-	-

Taxa	Unidades de Paisaje			
	Arbustales de Ladera	Estepas Graminosas	Estepas Arbustivas	Vegas
<b>Rosidae</b>				
<b>Apiaceae</b>				
<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A. W. Hill.	-	-	-	X
<i>Mulinum ulicinum</i> Gillies ex Hook.	X	-	-	-
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Euphorbia amandi</i> Oudejans	X	-	-	-
<b>Fabaceae</b>				
<i>Adesmia erinacea</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Adesmia horrida</i> Gillies ex Hook & Arn.	X	-	X	-
<i>Adesmia minor</i> (Hook. & Arn) Burkart var. <i>caespitosa</i> (Phil.) Ulibarri & Burk.	X	X	-	-
<i>Adesmia minor</i> (Hook. & Arn) Burkart var. <i>riojana</i> (Burkart) Ulivarri (*)**	X	-	-	-
<i>Astragalus arequipensis</i> Vogel	-	X	-	-
<i>Astragalus fabrisii</i> Gómez-Sosa (*) **	-	-	-	X
<i>Astragalus micranthellus</i> Wedd.	-	-	X	-
<i>Hoffmannseggia minor</i> (Phil.) Ulibarri	X	-	X	-
<i>Lupinus subinflatus</i> C.P.Sm.	X	-	-	-
<b>Asteridae</b>				
<b>Asteraceae</b>				
<i>Artemisia copa</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Baccharis acaulis</i> (Wedd. ex R.E.Fries) Cabr.	-	-	-	X
<i>Baccharis tola</i> Phil. ssp. <i>tolá</i>	X	-	-	-
<i>Conyza deserticola</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Chuquiraga atacamensis</i> Kuntze	X	-	-	-
<i>Hypochaeris eremophila</i> Cabrera	-	X	-	X
<i>Ocyroe armata</i> (Wedd.) Banifacino	X	-	X	-
<i>Parastrephia lucida</i> (Meyen) Cabrera	X	X	-	X
<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	X	X	-	-
<i>Senecio barbarae</i> Cabrera (*)	-	X	-	-
<i>Senecio filaginoides</i> DC.	-	-	X	-
<i>Senecio helgae</i> Cabrera (*)	-	-	X	-
<i>Senecio punae</i> Cabrera **	-	-	X	-
<i>Senecio santelicensis</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Senecio viridis</i> Phil. var. <i>radiatus</i> R.E.Fries	-	-	X	-
<i>Urmenetea atacamensis</i> Phil.	-	-	X	-

Taxa	Unidades de Paisaje			
	Arbustales de Ladera	Estepas Graminosas	Estepas Arbustivas	Vegas
<i>Werneria heteroloba</i> Wedd. f. <i>heteroloba</i>	-	-	-	X
<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	-	-	-	X
<b>Calyceraceae</b>				
<i>Moschopsis monocephala</i> (Phil.) Reiche	-	-	X	-
<b>Campanulaceae</b>				
<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	-	-	-	X
<b>Phrymaceae</b>				
<i>Mimulus depressus</i> Phil. var. <i>depressus</i>	-	-	-	X
<b>Gentianaceae</b>				
<i>Gentiana prostrata</i> Haenke	-	-	-	X
<b>Boraginaceae</b>				
<i>Pectocarya boliviana</i> (Johnst) Johnst	X	-	-	-
<i>Phacelia nana</i> Wedd.	X	-	-	-
<i>Phacelia setigera</i> Phil. var. <i>setigera</i>	X	X	-	-
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Acantholippia deserticola</i> (Phil.) Moldenke	X	-	-	-
<i>Junellia seriphioides</i> (Gillies ex Hook.) Moldenke	X	-	-	-
Plantaginaceae				
<i>Plantago tubulosa</i> Decne	-	-	-	X
<b>Solanaceae</b>				
<i>Fabiana brioides</i> Phil.	X	-	-	-
<i>Fabiana densa</i> Remy	X	-	-	-
<i>Fabiana punensis</i> Arroyo**	X	-	-	-
<i>Jaborosa parviflora</i> (Phil.) Hunz. & Barboza	-	X	-	X
<i>Nicotiana petunioides</i> (Griseb.) Miltón	-	-	X	-
<i>Solanum chamaesarachidium</i> Bitter	X	-	X	X

Referencias: (\*) Nuevas citas para Salta. \*\* Endémicas.