

## LA PUNA ARGENTINA: DELIMITACION GENERAL Y DIVISION EN DISTRITOS FLORISTICOS

Por EDUARDO MARTINEZ CARRETERO\*

**Summary** *Argentine puna: general delimitation and division in floristic districts.* The search for floristic information and its analysis for this study was focused from two viewpoints: chorologic and phytosociologic. The sites of 107 species regarded as puneñas were distributed and marked through literature search, *exsiccatae*, herbarium material and the author's own material, on a 1:1.000.000 scale map. This resulted in a map where there were drawn mountain ranges, salines and covered and uncovered ice. The chorologic information permitted to make a comparative chorologic table. The numerical analysis (clustering and correspondence analysis) of this matrix allowed to define 4 groups of sites: 1- Southern sector: 29° -32° 40' S, NW of Mendoza and SW of San Juan (Cuyano District); 2-Middle sector: 25° 30'-29° S, west part of La Rioja and Catamarca (transition sector or central subdistrict); 3- Argentine northern sector: 22°-25°30' S, Salta and Jujuy (linked to the Chilean north: Calama, Toconce, Socaine) (Jujeño District) and 4- northern sector: South of Perú and Southwest of Bolivia (linked to the Tucumán puna) (Boliviano prov. District); this district would allow the extension of this sector in Argentina. Thirteen groups came forth from the species analysis that permit to establish each district characteristic species. The phytosociological literature search was likely performed. A comparative survey table was made with the scarce available information and the author's own data. In this comparative table the species were arranged according to a phytogeographic criteria. From the analysis of this table it comes forth the presence of four groups, linked to four geographical sectors, that correspond to the four proposed districts.

### INTRODUCCION

La región biogeográfica de la Puna se extiende en los Andes Centrales por los bolsones andinos, enmarcados por la Cordillera Occidental al W y la Cordillera Oriental al E, desde el S de Perú, altiplano de Bolivia, N de Chile y NW de Argentina, hasta la provincia de Mendoza en este último país. Ocupa una amplia faja latitudinal entre los 14° y los 32° 40' latitud sur y entre los 4200 - 3500 msm, en el norte, y los 3100-2700 msm en el extremo austral. La mayoría de estos bolsones poseen una red de drenaje interna, por lo que constituyen cuencas endorreicas donde la acumulación del agua forma extensas lagunas o áreas salinas, situación que se repite en la Puna de Mendoza.

El frío, la sequía y las heladas estivales e invernales caracterizan a esta extensa región. Troll (1959 y 1968) indicó tres tipos de Puna según la precipitación: 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 la Argentina (s/Cabrera, 1968) los sectores al este de Salta y Jujuy corresponden a la Puna seca, los cor-

dones montañosos al E de Jujuy, Sa. de Anta y de Sta. Victoria, a la Puna húmeda, y el resto, la mayor parte, a la Puna desértica. Para Cabrera (1968) y Cabrera y Willink (1973) las comunidades vegetales serían las mismas en la Puna seca y desértica, aunque notoriamente empobrecidas en la última.

La Puna constituye una unidad biogeográfica bastante estudiada, aunque no con la misma intensidad y criterio metodológico en toda su extensión. En vegetación los mayores esfuerzos se concentran en el NW de Argentina, S de Bolivia y N de Mendoza, a partir de Salta hacia el S los estudios son esporádicos y puntuales, lo que se refleja en los vacíos de información sobre la distribución de los diferentes *taxa*.

En este trabajo se busca establecer a través de la distribución geográfica de un importante número de especies consideradas puneñas, los posibles límites de esta provincia fitogeográfica en la Argentina, además mediante el análisis fitosociológico y corológico fijar los distritos florísticos en que se dividiría esta región.

### Consideraciones geológicas

Aproximadamente a los 14° de latitud S los Andes divergen en dos cadenas montañosas principales: la Cordillera Oriental y la C. Occidental, que

\* UID Botánica y Fitosociología. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA -CRICYT-) CONICET. CC 507, 5500. Mendoza, Argentina.

encierran al altiplano de Bolivia-Peru-N de Chile y NW de Argentina. Este vasto territorio constituye una provincia geológica que se caracteriza por una estructura de fallamiento de bloque, con desplazamiento vertical (Turner y Méndez, 1984). El límite geológico de la Puna se ubica entre las ciudades de Antofagasta (Chile) y de Catamarca (Argentina) (Turner y Méndez, 1984, Allmendinger, 1986). La Sa. de Quilmes, Las Cuevas, Hualfin, C° Durazno y Cordillera de San Buenaventura, al sur, en Catamarca, son considerados como los límites geológicos orientales de la Puna.

A causa de los plegamientos y del fallamiento se crearon cuencas de magnitud, en una de ellas durante el Pleistoceno inferior se originó un lago de considerable extensión, el cual durante el levantamiento final, drenó, dejando al lago Titicaca como su testigo actual (James, 1973), la mayoría de estas cuencas constituyen el origen de los actuales salares y barreales.

La actividad volcánica que se inició durante el Cenozoico y alcanzó hasta el Cuaternario, es otro factor que contribuyó a la fisonomía actual de la Puna. Llevó al predominio de vulcanitas (hacia al W) y andesitas sobre la cubierta sedimentaria (Turner y Méndez, 1984).

El bioma puneño ocupa, sin embargo, una extensión mayor, prolongándose, desde su límite geológico austral en Catamarca, hasta Mendoza.

#### Consideraciones edáficas

Establecer una tipología de los suelos a nivel regional resulta especialmente difícil por la gran variación latitudinal de la región de la Puna. La topografía, el clima frío y seco, la baja cobertura vegetal y la importante actividad criogénica condicionan la existencia de suelos superficiales e inmaduros. En general los suelos son típicos de desierto, Entisoles y Aridisoles. En Salta se indican subórdenes como Torriortentes acucos asociados a bajos, Criortentes líticos y Típicos, Salortides asociados a ríos, Cambortides en laderas de montaña, etc. (Moscattelli *et al.*, 1990).

Es posible encontrar numerosas formaciones superficiales por geliturbación, que en todos los casos se desarrollan sobre suelos terrosos con alta capacidad de retención de agua. Cuando estas formas se desarrollan en el fondo de cuencas cerradas se manifiestan procesos de geliturbación y expansión por cristalización de sales (Igarzábal, 1983). Según este autor se pueden citar las siguientes formas: —suelos almohadillados, al fondo de cuencas cerradas de la Puna a 3500 msm, responden a congelamiento estacional; —túmulos, idem a la anterior pero hasta de 60 cm de altura, permiten la

diferenciación interna de sus materiales; —conos de gelifluxión, resultan las formas más llamativas y menos frecuentes, aparecen a 3800 msm en Salinas Grandes (Jujuy); y —congelamiento de piso de laguna, evidenciada por gruesas arrugas superficiales debidas a que el limo de los lechos de los lagos ha permanecido embebido durante la época de sequía. Al congelarse el suelo, a la expansión por crioturbación se agrega la precipitación de las sales solubles que cristalizan y aumentan la alteración del sustrato.

#### Consideraciones climáticas

El clima de los Andes está influenciado principalmente por la circulación general de la atmósfera, debido a varias células de alta y baja presión, la zona de convergencia intertropical (ITZC) y los vientos Alisios que convergen hacia la ITZC. El desplazamiento estacional de la ITZC hacia el N en junio-julio y hacia el S en diciembre-enero marca los patrones de lluvias estacionales en los Andes Centrales. Durante el solsticio de verano la ITZC desciende al S en el continente y aumenta la incidencia del centro de alta presión del Atlántico que aporta las precipitaciones en los meses de verano. En la época estival, en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental, se descarga el agua precipitable al ascender las masas de aire. Hacia el occidente de este cordón montañoso los vientos son cálidos y secos al aumentar la temperatura con el descenso. Durante el solsticio de invierno la ITZC se desplaza hacia el N, el anticiclón semipermanente del Atlántico ejerce escasa influencia y el del Pacífico descarga las lluvias en la Cordillera Occidental, ocurriendo un área de sombra de precipitaciones al oriente de este cordón. A este efecto debe sumársele la influencia de la corriente fría de Humboldt que enfría más a las masas de aire del Pacífico produciendo una inversión térmica muy estable y casi sin lluvias (Edit, 1968). Durante el levantamiento andino varios ciclos de húmedo-frío y cálido-seco ocurrieron en el Pleistoceno y la diferencia E-W debió haberse incrementado en este período (Arroyo *et al.*, 1988). Hastenrath (1967) sugiere la existencia de períodos glaciales húmedos en el lado W de los Andes Centrales, pues durante el Pleistoceno la línea de nieve estuvo mucho más baja y extendida. También durante este período pareció existir una marcada diferencia entre ambas vertientes andinas, Graf (1981) indica la aparición en el Holoceno de taxa tolerantes a la sequía, en el flanco E, en áreas próximas al límite Perú-Bolivia. Frenguelli (1928) a través del estudio de los tripolis de salares de la Puna de Atacama, señala la existencia reciente de una época más húmeda y templada en la Puna

seca, en la cual los salares fueron cuencas lacustres extensas y de escasa profundidad.

El clima actual de la Puna es frío y seco con precipitaciones estivales y sequía invernal. Según Proshaska (1961, 1962) la radiación es el factor más importante que determina la marcha diaria y anual de la temperatura en la Puna, pues al ser la humedad relativa del aire sólo un 10-15% del valor normal de regiones más bajas, el factor moderador de la atmósfera es muy bajo habiendo así una amplitud térmica diaria de 16-20°C; el aire adquiere un alto poder evaporante determinando el clima desértico. Martínez C. y Diblassi (inéd.) analizaron para 21 localidades Argentinas, ubicadas dentro y fuera del área puneña, 13 variables ambientales (12 climáticas y 1 topográfica) y seleccionaron matemática y estadísticamente tres: temperatura media del trimestre más cálido, frecuencia de días con heladas en el trimestre más cálido y altura sobre el nivel del mar, como las que mejor caracterizan al área y justifican la presencia de elementos florísticos de amplia distribución en la Puna (o su ausencia fuera de la misma). Considerando las dos regiones extremas de la Puna Argentina: La Quiaca (Jujuy) y Paramillos de Uspallata (Mendoza), y de acuerdo con la evapotranspiración potencial ajustada calculada según Thornwaite, en La Quiaca en los meses de enero y febrero, cuando ocurre el 69% de las precipitaciones, hay un leve exceso de agua acumulada en los suelos (25,21 y 22,48 mm respectivamente). En la región austral, en Paramillos, la acumulación de agua ocurre en invierno (junio-agosto: 60,24, 48,75 y 40,76 mm respectivamente) cuando es mayor el aporte de nieve. En este sector sólo el 60% de las precipitaciones ocurren en verano, momento de mayor evapotranspiración potencial.

### Metodología

La información florística se recabó corológica y fitosociológicamente. En el primer caso, sobre la base de las floras, de las revisiones de familias y géneros considerados en este trabajo, de estudios florísticos regionales como Holmberg (1898), Fries (1905), Kuhn (1930), Hauman (1931, 1947), Frenguelli (1941), Castellanos y Pérez Moreau (1944), Weberbauer (1922, 1945), Cabrera (1948, 1951, 1953, 1957, 1958, 1968, 1971, 1976), Cabrera y Abiatti (1945), Czajka y Vervoorst (1956), Ruthsatz (1977), Roig y Martínez C. (inédito), etc., y de estudios fitogeográficos (Smith y Cleef, 1988; Rivas Martínez y Tovar 1982; Baumann, 1992; etc.), además de la revisión de materiales de herbarios (MERL, BAB, BABA, SI), se dispuso de datos precisos sobre la localidad de 107 taxa puneños, exclu-

yéndose las especies que integran las comunidades edáficas de salinas y vegas. Con esta información se construyó una matriz corológica (cuadro comparativo corológico) de datos (Tabla 1).

Por razones de espacio y de claridad cartográfica sólo se registraron en el mapa 64 de los 107 taxa, a escala 1x10<sup>6</sup> (CAA n° 7,9,10,13; D.T.A.C. R.F.A.A.). Paralelamente se cartografiaron los cordones montañosos que conforman la Cordillera Oriental y C. Occidental, los salares y barreales que estas montañas encierran y la presencia de hielo descubierto (posible de ser mapeado).

Desde el punto de vista fitosociológico la información disponible es menor aún y no para toda la región. La misma se seleccionó de los trabajos publicados por Villagran *et al.* (1981) para el norte de Chile, Ruthsatz (1977) para Jujuy, Liberman (1986) para Bolivia y por Roig (1985), Martínez C. (inédito) y Roig y Martínez C. (1991) para Mendoza. Con esta información se construyó el cuadro comparativo de relevamientos (Tabla 2), en el que se reunieron 50 relevamientos fitosociológicos. En este cuadro las especies se ordenaron según su ubicación fitogeográfica hasta ahora conocida.

La matriz corológica de datos (cuadro comparativo corológico), previamente estandarizada por columnas (localidades) y por filas (especies), se analizó mediante análisis de agrupamiento, empleando como medida de semejanza la distancia a la cuerda y el agrupamiento por ligamiento completo (prog. Wildi y Orloci, 1983). Esta misma matriz se analizó mediante análisis de correspondencia, de manera de ordenar las localidades y definir el gradiente ambiental con el cual se relacionan (Orloci & Kenkel, 1985).

A partir del cuadro comparativo fitosociológico se calculó la similitud entre las localidades, mediante el índice de similaridad de Sørensen.

### RESULTADOS

#### 1. Análisis corológico

A pesar de la heterogénea y, en general, escasa información florística que se dispone para gran parte de la región andina argentina, se ha logrado reunir datos para casi toda el área puneña. En la Tabla 1 se ha reunido 107 taxa según su distribución geográfica, que representan el 16,5% de las 648 especies dadas por Cabrera (1957) para la Puna. El análisis de agrupamiento realizado a partir de esta matriz de datos muestra cuatro grupos de localidades (Fig. 1). Un grupo corresponde al sector sur del área: NW de Mendoza y SW de San Juan, denominado Distrito Cuyano (Bárcena y Roig, 1982), otro grupo, norte, que abarca sectores al W de las pro-

## Grupos de especies

El análisis de agrupamiento realizado con las especies del cuadro comparativo corológico (Tabla 1) permite obtener 13 grupos de especies a un valor de 22 de similitud (Distancia de la cuerda) (Fig. 2).

Grupo 1 de especies, reúne a taxa que corológicamente se distribuyen en el sur de Perú y Bolivia hasta aproximadamente los 22° Lat. S, como *Puya raimondii*, *Mutisia viciaefolia*, *Diplostephium haenckei*, etc., y a algunas que alcanzan el N de Argentina en Jujuy: *Baccharis phyllicoides*, *Mutisia friesiana*, *Perezia virens*, *Balbisia peduncularis*, *Senecio bangii*, *Liabum ovatum*, etc.

Grupos 2 y 3, algunas de sus especies como *Astragalus uniflorus* y *Nototriche pusilla* denotan la relación de la puna tucumana con el sector peruano-boliviano semiárido (300-400 mm); estos elementos integran las comunidades vegetales seminaturales de la puna semiárida boliviana (Fisel, 1989).

Grupos 4 y 5, incluyen a especies de mayor distribución latitudinal (hasta los 29° Lat.S) que el grupo 1, alcanzando la distribución de algunas de ellas desde Bolivia y Perú hasta Catamarca (Argentina), como *Tetraglochin cristatum*, *Portulaca rotundifolia*, *Parastrephia lepidophylla*, etc. Un subgrupo 5a reúne a tres especies endémicas de Jujuy: *Stipa arcuata*, *Chersodoma argentina* y *Opuntia* cfr. *tilcarensis*, cuya distribución coincide en parte con las del grupo 6.

Grupos 6 y 7, las especies de ambos grupos se distribuyen casi exclusivamente en Jujuy y N de Chile, alcanzando algunas de ellas el N de Salta (hasta aproximadamente los 24° Lat.S). Entre otras se pueden citar: *Artemisia copa*, *Senecio catamarcensis*, *Mutisia saltensis*, *Atriplex nitrophiloides*, etc.

Grupo 8, incluye a especies de distribución restringida al S de la provincia puneña (entre 29° - 32° 40' Lat. S), algunas endémicas del sector:

*Wedermannia mendocina*, *Gaillardia tontalensis*, *Aphyllocladus sanmartinianus*, *Stipa nicorae*, *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*, *Mutisia linifolia*, etc.

Grupos 9 y 10, las especies de estos dos grupos también pertenecen al sector S, aunque con una distribución algo mayor, alcanzando la parte sur del sector central o de transición a los 29° Lat. S., marcando el contacto con los elementos de distribución norte. Entre otras se mencionan: *Lycium fuscum*, *Chuquiraga erinacea* ssp. *hystrix*, *Stipa chrysophylla* var. *crispula*, *Gilia foetida*, etc.

Grupo 11, reúne a especies de alto valor fitogeográfico pues se distribuyen desde Perú-Bolivia, N de Chile y Argentina, hasta los 32° 40' Lat. S. en Uspallata (Mendoza). Estas especies podrían ser consideradas como integrantes de una unidad fitosociológica mayor, endémica de la provincia fitogeográfica. Entre otras: *Baccharis incarum*, *Baccharis boliviensis* var. *latifolia*, *Ipomopsis gossipyfera*, *Tarasa antofagastana*, *Euphorbia minuta*, *Stipa leptostachya*, etc.

Grupos 12 y 13, comprenden especies que desde el sector sur y centro alcanzan Chile, sur de Perú y Bolivia. Entre ellas *Portulaca rotundifolia*, *Stipa nardoides*, *Maihue niopsis boliviana*, etc.

El ordenamiento de los datos de la matriz corológica mediante el análisis de correspondencia, permite separar los cuatro grupos de áreas determinadas (Figura 3). Los dos primeros ejes explican el 53% del total de la varianza. El eje II (30% del total de la varianza) de variación separa los grupos de distribución norte, hasta 24° Lat. S y los de distribución sur, entre 29°-32° Lat.S.; entre ambos grupos se ubica el grupo de transición (subdistrito central) integrado por Catamarca y La Rioja y que comparte parte de elementos de los otros dos grupos. El factor discriminante en este eje (II) de variación es la altitud y en el eje I (23% del total de la varianza) la latitud, por lo que la ubicación de los grupos en el sistema de coordenadas resulta en

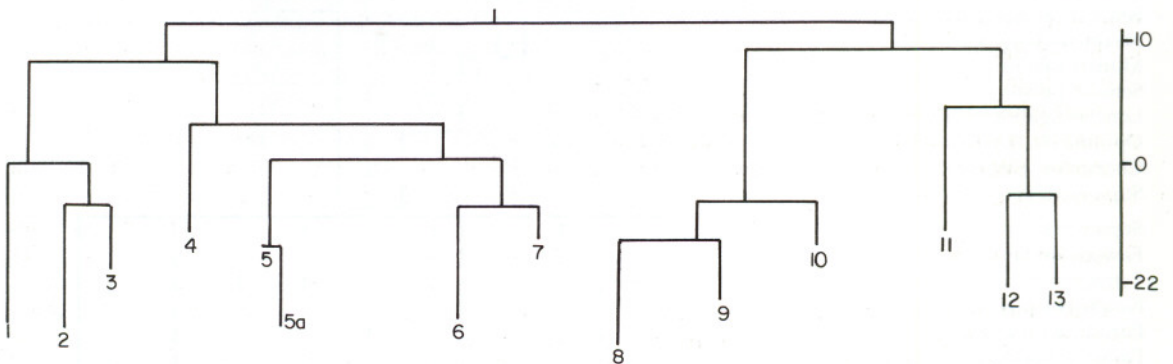


Fig. 2.— Grupos de especies, a partir de la matriz corológica (Tabla 1) (nivel de fusión indicado en el dendrograma).

Tabla 1.— Cuadro comparativo corológico

Localidad	D.C.		s.c.		D.J.			D.B.		
	M	SJ	LR	C	S	J	CH	T	B	P
<i>Lycium fuscum</i>	1	1	1	1						
<i>Chuquiraga ruscifolia</i>	1	1	1							
<i>Hysterionica cabreræ</i>	1	1	1							
<i>Chenopodium frigidum</i>	1	1	1							
<i>Calandrinia gilliesii</i>	1	1	1							
<i>Gilia foetida</i>	1	1		1						
<i>Ephedra multiflora</i>	1	1		1						
<i>Bredemeyera microphylla</i>	1			1						
<i>Stipa chrysophylla</i> var. <i>crispula</i>	1			1						
<i>Phacelia sinuata</i>	1	1								
<i>Sphaeralcea philippiana</i>	1	1								
<i>Junellia erinacea</i>	1	1								
<i>Artemisia mendozana</i> var. <i>paramilloensis</i>	1	1								
<i>Stipa nicoræ</i>	1	1								
<i>Puna clavarioides</i>	1	1								
<i>Aphyllocladus sanmartinianus</i>	1	1								
<i>Chuquiraga echegarayii</i>	1	1								
<i>Gallardia tontalensis</i>	1									
<i>Wedermannia mendocina</i>	1									
<i>Stipa humilis</i> var. <i>ruiziana</i>	1									
<i>Mutisia linifolia</i>	1									
<i>Senecio uspallatensis</i>	1									
<i>Stipa frigida</i>	1	1	1	1	1		1			
<i>Lycium chanar</i>	1	1	1	1		1				
<i>Lycium vergaræ</i>	1	1	1	1		1				
<i>Baccharis grisebachii</i>	1		1	1	1	1				
<i>Chaptalia similis</i>	1				1	1				
<i>Senecio filaginoides</i>	1	1			1	1				
<i>Mulinum ulicinum</i>	1	1		1		1				
<i>Maihueniopsis boliviana</i>	1	1	1	1	1	1				
<i>Senecio santelecis</i>		1	1	1	1	1				
<i>Aristida adscencionis</i> var. <i>bromoides</i>		1	1		1	1				
<i>Neocracca heterantha</i>			1		1	1				
<i>Perezia atacamensis</i>		1				1	1			
<i>Acantholippia punensis</i>		1		1	1	1	1			
<i>Fabiana bryoides</i>			1	1	1	1	1			
<i>Nototriche sarmentosa</i>			1				1	1		
<i>Trechonaetes floribunda</i>			1	1						
<i>Atriplex nitrophiloides</i>					1				1	
<i>Artemisia copa</i>				1	1	1				
<i>Senecio catamarcensis</i>				1		1				
<i>Nicotiana longibracteata</i>				1	1					
<i>Mutisia saltensis</i>					1	1				
<i>Senecio punae</i>					1	1				
<i>Lonchostigma parviflorum</i>					1	1				
<i>Opuntia</i> cfr. <i>tilcarensis</i>						1				
<i>Chersodoma argentina</i>						1				
<i>Stipa arcuata</i>						1				
<i>Stipa nardoides</i>	1	1			1	1	1		1	1
<i>Festuca scirpifolia</i>	1	1	1		1	1			1	1
<i>Tetraglochin cristatum</i>			1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nototriche pusilla</i>			1					1	1	
<i>Portulaca rotundifolia</i>			1		1	1			1	
<i>Parastrephia lepidophylla</i>			1	1	1	1	1		1	1
<i>Parastrephia lucida</i>				1	1	1	1	1	1	1

Festuca orthophylla	1	1	1	1	1	1	1	1
Portulaca perennis	1	1	1	1	1	1	1	1
Fabiana densa	1	1	1	1	1	1	1	1
Chuiraga atacamensis	1	1	1	1	1	1	1	1
Acantholippia salsoloides	1	1	1	1	1	1	1	1
Lecanophora jarae	1	1	1	1	1	1	1	1
Belloa punae	1	1	1	1	1	1	1	1
Tarasa tarapacana	1	1	1	1	1	1	1	1
Astragalus uniflorus	1	1	1	1	1	1	1	1
Gnaphalium lacteum	1	1	1	1	1	1	1	1
Senecio bengii	1	1	1	1	1	1	1	1
Belloa piptolepis	1	1	1	1	1	1	1	1
Mutisia hamata	1	1	1	1	1	1	1	1
Chuiraga rotundifolia	1	1	1	1	1	1	1	1
Senecio adenophyllus	1	1	1	1	1	1	1	1
Grindelia boliviana	1	1	1	1	1	1	1	1
Hypochoeris meyenianus	1	1	1	1	1	1	1	1
Senecio clivicolus	1	1	1	1	1	1	1	1
Gnaphalium frigidum	1	1	1	1	1	1	1	1
Aphyllocladus spartioides	1	1	1	1	1	1	1	1
Puna subterranea	1	1	1	1	1	1	1	1
Salpichroa foetida	1	1	1	1	1	1	1	1
Mutisia friesiana	1	1	1	1	1	1	1	1
Gomphrena meyeniana	1	1	1	1	1	1	1	1
Hypochoeris taraxacoides	1	1	1	1	1	1	1	1
Chuiraga oppositifolia	1	1	1	1	1	1	1	1
Balbisia peduncularis	1	1	1	1	1	1	1	1
Baccharis phylloides	1	1	1	1	1	1	1	1
Werneria cespitosa	1	1	1	1	1	1	1	1
Perezia virens	1	1	1	1	1	1	1	1
Mutisia viciaefolia	1	1	1	1	1	1	1	1
Callonia gracilis	1	1	1	1	1	1	1	1
Diplostephium haenkei	1	1	1	1	1	1	1	1
Liabum ovatus	1	1	1	1	1	1	1	1
Puya raimondii	1	1	1	1	1	1	1	1
Ephedra breana	1	1	1	1	1	1	1	1
Junelia seriphoides	1	1	1	1	1	1	1	1
Stipa leptostachya	1	1	1	1	1	1	1	1
Tarasa tenella	1	1	1	1	1	1	1	1
Plazia daphnoides	1	1	1	1	1	1	1	1
Baccharis boliviensis var. latifolia	1	1	1	1	1	1	1	1
Tarasa antofagastana	1	1	1	1	1	1	1	1
Junellia asparagoides	1	1	1	1	1	1	1	1
Maihueniopsis glomerata	1	1	1	1	1	1	1	1
Euphorbia minuta	1	1	1	1	1	1	1	1
Argylia uspallatensis	1	1	1	1	1	1	1	1
Hoffmanseggia eremophylla	1	1	1	1	1	1	1	1
Atriplex deserticola	1	1	1	1	1	1	1	1
Ipomopsis gossipyfera	1	1	1	1	1	1	1	1
Baccharis incarum	1	1	1	1	1	1	1	1
Verbena bisulcata	1	1	1	1	1	1	1	1
Astragalus arequipensis	1	1	1	1	1	1	1	1

D.C. Distrito Cuyano

D. J. Distrito Jujeno

D. B. Distrito Boliviano prov.

s.c. subdistrito central

M: Mendoza, SJ: San Juan, LR: La Rioja, C: Catamarca

S: Salta, J: Jujuy, CH: Chile, T: Tucumán,

B: Bolivia, P: Perú. El número 1 indica la presencia de la especie en el sector puneño de cada área considerada

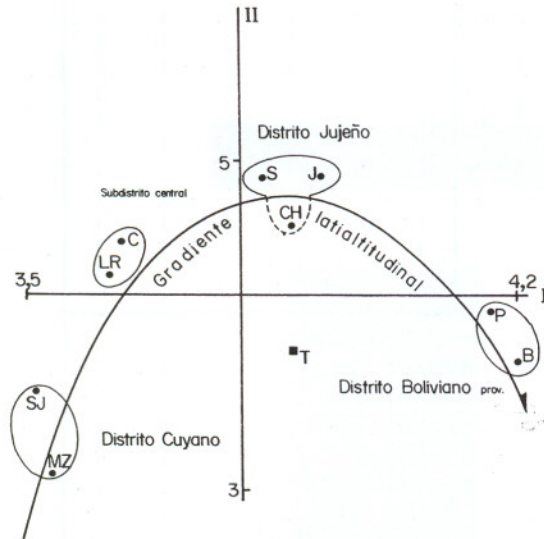


Fig. 3.— Ordenamiento por Análisis de Correspondencia de los sectores puneños correspondientes a: Mz: Mendoza, SJ: San Juan, LR: La Rioja, C: Catamarca, S: Salta, J: Jujuy, P: Perú, B: Bolivia, CH: Chile, T: Tucumán

función de la variación latialtitudinal de cada área considerada.

## 2. Análisis fitosociológico

La información fitosociológica disponible para la mayoría de la región puneña es sumamente escasa y la existente es muy puntual, entre ella Bárcena y Roig (1982), Martínez C. (1990), Roig y Martínez C. (1991), para el sector sur; Ruthsatz (1977) para Jujuy; Villagran *et al.* (1981), para el N de Chile y Liberman (1986) para el suroeste de Bolivia. Esta información se reunió en el cuadro comparativo de relevamientos (Tabla 2), el cual se ordenó primero florísticamente y luego geográficamente (latitudinalmente), que dió como resultado coincidencias con los límites políticos (límites que se agregan para una necesaria referencia de ubicación). A partir de este ordenamiento se puede intentar algunas consideraciones sintaxonómicas provisionarias. Especies de amplia distribución en toda la región puneña podrían considerarse características de una clase edáfica, entre otras *Stipa leptostachya*, *Plazia daphnoides*, *Baccharis incarum*, *Argylia usspallensis*, *Baccharis boliviensis* var. *latifolia*, etc. Dentro de esta clase puede distinguirse, hasta ahora, en Argentina, dos alianzas presumiblemente pertenecientes a dos órdenes vicariantes, una *Lycion fuscus* Roig y Martínez C. (inédito) que reúne a elementos de distribución sur (de 29° a 32° Lat. S) y otra *Fabianion densae* Ruthsatz que reúne a elementos con distri-

bución norte. Numerosas asociaciones y subasociaciones, algunas edáficas, otras por variación altitudinal, pueden indicarse en cada alianza. Para Jujuy, Ruthsatz (1977) menciona las asociaciones de *Junellia asparagoides*-*Proustia cuneifolia* sobre laderas, de *Fabiana densa*-*Baccharis boliviensis* en los llanos, *Hypseocharis-Portulaca perennis* en praderas salinas; de *Parasthrepia lepidophylla* en suelos arenosos profundos de cauces y de *Fabiana denudata*-*Baccharis boliviensis* var. *latifolia* en suelos pedregosos, entre otras. Además hizo una diferenciación a nivel de subalianzas entre el NE más húmedo y el SW más seco de la puna de Jujuy. Para la Puna chilena Villagran *et al.* (1981) mencionan las de *Fabiana densa*-*Baccharis boliviensis*, entre 3200-3600 msm) y de *Baccharis incarum*-*Junellia seriphioides*-*Lampaya medicinalis*, entre 3680-3850 msm. Esta unidad de vegetación es la que domina en la puna del sur de Bolivia (puna seca) en suelos arenosos (Cárdenas, 1968). Esta última asociación conecta la Puna con el sector Altoandino. Para Mendoza, Argentina, Roig y Martínez C. (inédito) indican las asociaciones de *Chuquiraga-Lycium fuscum* en suelos de rellenos cuaternarios, entre 2600-2850 msm; de *Baccharis incarum* en laderas de elevada pendiente y con clastos aflorantes; de *Senecio grindeliaefolius* en sectores de extrema aridez; de *Glandularia-Phacelia sinuata* en valles de suave pendiente, entre 2550-2840 msm; de *Astragalus-Ephedra breana* y de *Stipa-Junellia uniflora* en pampas de altura con fuerte erosión eólica entre 2850-3200 msm. *Plazia daphnoides* constituye una asociación restringida a la base de bardas rocosas, mientras que en Bolivia ocupa laderas rocosas expuestas a vientos esporádicamente húmedos (Beck, in litt.). *Argylia usspallensis* posiblemente forme parte de otra unidad edáfica.

El análisis de similaridad, según Sørensen, realizado con la matriz fitosociológica de datos (Figura 4) muestra la estrecha relación florística (56%) entre Mendoza y San Juan por un lado, y entre el norte de Argentina (Jujuy) y norte de Chile (25%), por el otro. Bolivia, a pesar de su bajo valor de similaridad, tiende a asemejarse con este grupo. Villagran *et al.* (1983) encontraron valores similares a nivel específico, entre 20 y 30%, para el N de Chile y de Argentina. Estos valores estarían indicando la influencia del levantamiento andino en la distribución latitudinal de la flora puneña.

En la medida que se logre mayor información fitosociológica de toda el área puneña argentina surgirá la presencia de más de una clase de vegetación, más aún si se tienen en cuenta las numerosas comunidades edáficas: de afloramientos rocosos, de suelos salinos, de vegas, etc. que ocurren a lo largo de toda la región.

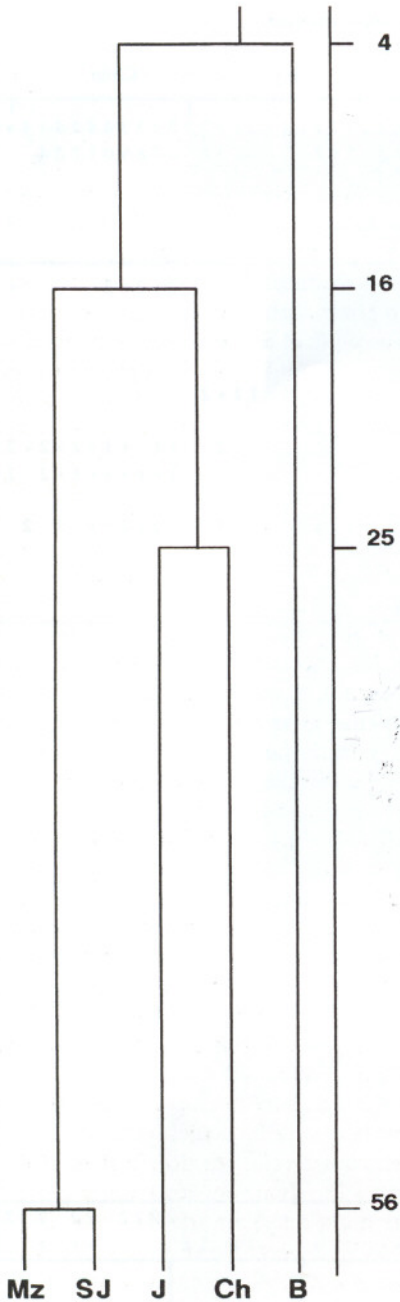


Fig. 4.— Agrupamiento de localidades (nivel de fusión indicado en el dendrograma), según índice de similaridad de Sørensen para datos de la Tabla 2. Mz: Mendoza, SJ: San Juan, J: Jujuy, CH: Chile, B. Bolivia (para sectores indicados en el texto)

Ambos tipos de análisis, corológico y fitosociológico, llevan a pensar que la Puna constituye un círculo de vegetación, que se caracteriza por un conjunto de formas de vida que definen su

fisonomía y evidencian una ecología particular general; y por otro lado, está integrado por un complejo de alianzas, órdenes y clases de vegetación que le son propias. En principio surge la presencia de una clase clímax dominante junto a varias edáficas. La distribución de las clases clímax no sale de los límites del círculo, pero hay clases edáficas transgresivas que aparecen en otros círculos; éste quizás sea el caso de la vegetación de las vegas o turberas, que en el páramo constituye la clase *Plantagini rigidae-Distichietea muscoidis* Riv. Martínez et Tovar 1982 (*Wernerietea* Cleef (prov.)). Numerosas comunidades de esta clase existen a lo largo de los Andes desde Venezuela a Argentina, siempre caracterizadas por la presencia de *Werneria pygmaea* (Smith y Cleef, 1988); según Cleef (1981) en el sur (Andes de Argentina y Chile) constituirían unidades vicariantes del Orden *Oritrophio-Wernerietalia*. Esta unidad edáfica presenta diferentes comunidades en la puna argentina, en Jujuy: *Wernerion pygmaeae* Ruthsatz 1977 (prov.), *Hypsetum oligophyllae* Ruthsatz 1977 (prov) y *Alchemillo pinnatae-Eleocharidetum albibracteatae* Ruthastz 1977 (prov.).

#### CONCLUSIONES

La importante extensión latitudinal de la región de la Puna, siguiendo la franja árida andina que se extiende por los valles determinados por ambas cordilleras: Oriental y Occidental, permite la presencia de elementos con diferentes distribuciones, debidas a condicionantes edáficas, climáticas, altitudinales, etc. Del análisis corológico y cartográfico de las distribuciones conocidas para 107 taxa puneños, surge la posibilidad cierta de establecer límites territoriales. En el Mapa corológico (Mapa 1) se han demarcado con línea continua los sectores que, por la información disponible y según diversos autores, se consideran Puna. Para ello resultan muy valiosas las contribuciones de Vervoort (1951) sobre Laguna Verde (Catamarca), Hunziker (1952) sobre la Sa. de Famatina en La Rioja, de Cajal *et al.* (1981) para San Guillermo en San Juan y de Vuilleumier *et al.* (1980), entre otras. En los otros sectores teniendo en cuenta la altura, la exposición de cada localidad y la distribución de las especies consideradas, se trazaron límites provisionarios (en línea punteada), los que se irán confirmando a medida que se realice una mejor prospección de campo.

En el sur de Perú, sur de Bolivia y N de Argentina, la mayoría de las especies tienden a ocupar ampliamente diferentes situaciones topográficas, pero a medida que se avanza en latitud, hacia el sur, en Argentina, el piso puneño se va restringiendo a



Tabla 2.— Cuadro comparativo de relevamientos

Rel. n°	Mendoza									S.J.									Jujuy									Chile									Bol.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Elementos característicos de la Puna																																																
<i>Ephedra breana</i>	+									+ 2 1 +																		2 + 2 + 2									+											
<i>Junellia asparagoides</i>	+ +									1 +									+ 2																													
<i>Lycium chñar</i>	+ 1 ++									+ 1									++									+ +																				
<i>Baccharis grisebachii</i>										+									1																													
<i>Bouteloua simplex</i>										4									+									1 1 1 + 2																				
<i>Chaptalia similis</i>										+									++ +																													
<i>Junellia seriphioides</i>	+ +									+																		2 ++ + 1 + 2 + 2 + 2																				
<i>Baccharis incarum</i>	+ 1									2									1									+ 1 1									1 + r + + + 1 + 2 2 1 1 2											
<i>Baccharis boliviensis</i> var. <i>latifolia</i>	1 +									+									++++ 1 2 2 +									1 1									1 2 2 2 + + 1 2											
<i>Ipomopsis gossipifera</i>	+																		+																													
<i>Maihue niopsis glomerata</i>	+ 2 + 1 +									+ +									+++ + 1 +									1 1																				
<i>Mulinum ulicinum</i>	+																		+ + 1																													
<i>Lycium fuscum</i>	3 3 + 3 1									++ 2 + 1 +																																						
<i>Artemisia mendozana</i> var. <i>paramilloensis</i>	+ 1 + + +									+ +																																						
<i>Argylia uspallatensis</i>										( + )									+																													
<i>Phacelia sinuata</i>										+									+																													
<i>Aphylloclados sanmartinianus</i>										( + )									+																													
<i>Ephedra multiflora</i>																			+																													
<i>Calandrinia picta</i>																			+																													
<i>Junellia erinacea</i>	+ ++									+																																						
<i>Stipa chrysophylla</i> var. <i>crispula</i>	+ 3 +																																															
<i>Wedermannia mendocina</i>	+									+																																						
<i>Gilia foetida</i>	+ + +																																															
<i>Senecio uspallatensis</i>	+++																																															
<i>Stipa uspallatensis</i>	1 2 3																																															
<i>Chenopodium frigidum</i>										+																																						
<i>Sphaeralcea philippiana</i>										+																																						
<i>Oxalis echegarayii</i>										+																																						
<i>Stipa paramilloensis</i>										+																																						
<i>Adesmia uspallatensis</i>										1																																						
<i>Fabiana densa</i>	+ + + + +									3 2 +									2 2 2 2									2 2 2 2																				
<i>Pentacaena polycnemoides</i>	+									+ + 1 1 1 1																		++ +																				
<i>Gomphrena meyeniana</i>	+									+																																						
<i>Cheilanthes pruinata</i>	+									+																																						
<i>Tetraglochin cristatum</i>	+									+ 1 1 ++																											++											
<i>Verbena bisulcata</i>	+																																															
<i>Aphanostelma micranthum</i>	+									+ 1																																						
<i>Belloa punae</i>	+																																															
<i>Chuquiraga rotundifolia</i>	+																																															
<i>Adesmia cytisoides</i>										+																																						
<i>Stipa arcuata</i>	+									++ 1 1 1																																						
<i>Neocracca heterantha</i>	+									+																																						
<i>Prosopis ferox</i>	+																																															
<i>Opuntia</i> cfr. <i>tilcarensis</i>										+ + +																																						
<i>Portulaca rotundifolia</i>										+									1 1																													

Stipa leptostachya	+	1 1			+	+	1
Portulaca perennis		+		+			
Nasella mayeniana				1			
Tarasa tarapacana				1+			
Calandrinia modesta				+			
Baccharis incarum var. leja							1
Hoffmannseggia gracilis							1
Astragalus garbancillo				+			
Guilleminea densa							1
Heterosperma nana		+	+				
Stipa caespitosa				1 1			
Stevia minor				+			
Adesmia spinosissima				++			
Alternanthera microphylla				1 1+			
Chuireira atacamensis							1
Conyza deserticola				+			
Hypochoeris meyeniana				+			
Opuntia ignescens					+++++	r	+
Lampaya medicinalis						1	2
Acantholippia punensis							1
Gnaphalium lacteum		+		+			1
Adesmia atacamensis						++	
Diplostephium meyenii						+	+
Chersodoma arequipensis							1
Pycnophyllum bryoides							r
Bouteloua rahmeri						1	
Parastrephia lepidophylla		+	3 2				4 2 1
Festuca orthophylla		+	2				1 2 3 3
Werneria cfr. aretioides							+
Luzula macusaniensis							+
Adesmia cfr. vicina							+
Parastrephia quadrangularis							+
Senecio graveolens		+					+
Nototriche turritella							+

*Elementos acompañantes del Dominio Andino-Patagónico:*

Stipa chrysophylla var. chrysophylla (rel.2:3); Tetraglochin alatum (rel.7:+,10:+); Bromus setifolius (rel.5:+); Stipa speciosa var. parva (rel.6:+); Adesmia aff. horrida (rel.6:+); Ephedra chilensis (rel.6:+,8:+,47:+,48:+); Bredemeyera microphylla (rel.13:+); Cajophora coronata (rel.22:+); Adesmia horrida (rel.36:1,37:+,45:+,46:+); Heliothropium microstachyum (rel.35:+); Deyeuxia curvula (rel.49:1,50:1); Deyeuxia antoniana (rel.50:1); Senecio filaginoides (rel.5:2,8:+,12:+,15:+,21:+); Chuquiraga erinacea ssp. hystrix (rel.15:+,16:+,21:+); Calandrinia gilliesii (rel.20:+,21:+); Elymus erianthus (rel.1:+,3:+,5:+,6:+,9:+,12:+,13:+,14:+,15:+); Tephrocactus cfr. malanacanthus (rel.27:+,34:+,48:+)

*Elementos acompañantes del Dominio Chaqueño:*

Bowlesia tropaeolifolia (rel.34:+); Hoffmannseggia eremophylla (rel.11:+,17:+,19:+); Dolichlasium lagascae (rel.7:+,10:+,14:2,17:+); Larrea nitida (rel.1:+,2:+,3:+,4:+,5:+,12:+,16:+,19:+); Euphorbia ovalifolia (rel.18:+,37:+); Hyalis argentea var. argentea (rel.18:+); Lycium tenuispinosum (rel.19:+); Stipa scirpea (rel.7:+,10:+); Melica chilensis (rel.7:+); Denmoza rhodacantha (rel. 7:+); Lycium chilense var. minutifolium (rel. 8:+); Aphanostelma candolleianum (rel.13:+); Gutierrezia gilliesii (rel.22:+,27:+,28:1); Bougainvillea spinosa (rel.33:+)

*Otros elementos acompañantes:*

Scleropogon brevifolius (rel.11:+); Relbunium richardianum (rel.22:+); Stipa plumosa (rel.23:+,29:+); Stipa ichu (rel.47:1); Poa asperifolia (rel.47:+,48:+,49:2,50:+); Stipa aff. neesiana (rel.23:+,29:+,31:1); Aristida humilis (rel.29:+,33:+,35:2); Hypseocharis tridentata (rel.31:+); Oenothera nan (rel.31:+); Senecio phylloleptus (rel.34:+); Mancoa hispida (rel.34:1); Tagetes multiflora (rel.34:+); Franseria meyeniana (rel.42:+); Amaryllidaceae (rel.38:1) Rel.1 Paramillos de Uspallata 20-XII-90, 2800 m s.m., Rel.2 idem, 22-XII-90, 2900 m s.m., Rel. 3 Paramillos, 2940 m s.m., hacia Pampa Fria, Rel.4,5,6 acarr muy suelto ca. Mto. Darwin, 2850 m s.m., Rel.7,8,9 idem, laderas rocosas, 282 w.m., Rel.10,11,12 suelos superficiales, esqueléticos, 3-I-91, 2780 m s.m., c minas de oro, Rel.13,14,15 afloramientos rocosos, exp. N, 2760 m s.m., Rel.16,17,18,19,20,21 Sa. de Ansilta, San Juan, 3050 m s.m., suelos sueltos, superficiales, I-90. Rel. 22-35 de Ruthsatz (1977), Rel. 36-46 de Villagrán et al. (1981) y Rel. 47-50 de Liberman (1986)

las laderas más secas entre 2700 y 3000 msm, límites que alcanza en su extremo austral. Algo similar ocurre con las salinas que van disminuyendo su

superficie y número hacia el sur, siendo las de Yalguaraz y Barreal de la Pampa Seca las últimas puneñas a los 32° 40' Lat.S, en Mendoza. Paralela-

mente ocurre lo inverso con los glaciares, en el norte los hielos descubiertos son escasos en la Puna, sólo sobre los 4500-5000 msm adquieren cierta importancia, hacia el sur, y a partir de los 29° de Lat. S, van incrementando su ocurrencia (Mapa) denotando ambientes más húmedos y fríos. También se relaciona con esto el cambio climático que ocurre aproximadamente a los 30° de Lat.S que determina mayor influencia pacífica con aporte níveo sobre las altas cumbres. En el sector chileno la presencia del desierto de Atacama, que penetra como una cuña hacia el sur y que alcanza los 3000 msm a los 25° Lat.S (Arroyo *et al.*, 1988), constituye una barrera biogeográfica que determina la restricción altitudinal del área puneña (entre 3000-4000 msm),

presentándose otras unidades fitogeográficas (Figura 5 perfiles topográficos y de vegetación) que limitan el intercambio de taxa puneños desde el norte con los matorrales de Chile central (Villagran *et al.*, 1981, 1983). En Argentina ocurre algo similar con el valle de Uspallata-Calingasta-Rodeo que alcanza, a manera de cuña extremadamente árida, los 30° Lat.S y hasta los 2500 msm ocupado con elementos del Monte. La Puna queda así en el sector sur limitada inferiormente por el Monte, con el cual tiene un ecotono de aproximadamente 200-250 m y por encima de los 3000 msm con el piso Altoandino. Esto permite concluir que la Puna está limitada inferiormente por dos cuñas muy áridas, una que penetra desde el norte, en Chile, y otra desde el sur,

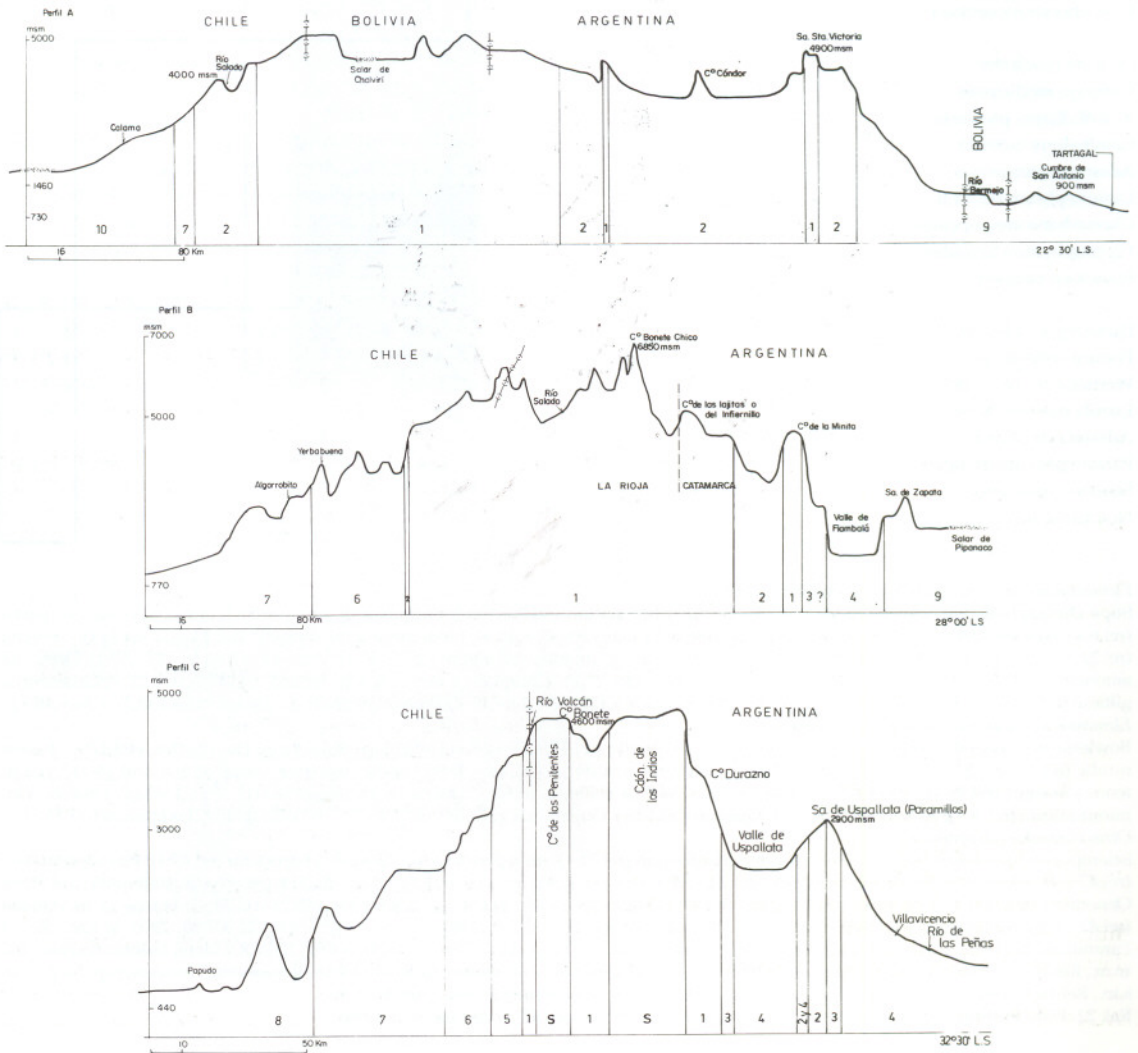


Fig. 5.— Perfiles topográficos y de vegetación a diferentes latitudes. 1: Altoandino, 2: Puna, 3: Prepuna, 4: Monte, 5: Desierto altoandino, 6: Matorral desértico subandino, 7: Matorral desértico preandino, 8: Bosque esclerófilo, 9: Chaco, 10: Desierto de Atacama, S: sin vegetación (en parte de Villagrán *et al.*, 1983) Perfiles indicados en el mapa de vegetación.

en Argentina, que determinan la restricción altitudinal y hacia las laderas y valles xéricos de esta unidad, en su extremo austral. De esta manera se produce una disminución de la diversidad específica (número de especies) desde el norte hacia el sur de esta unidad biogeográfica, en Chile sólo el 30% de las especies alcanzan los 30° Lat.S (Arroyo *et. al.*, 1980); en Argentina Ruthsatz (1977) indica 119 especies para la puna de Jujuy y Roig y Martínez C. (inéd.) sólo 89 especies para el extremo austral puneño, en Paramillos (Mendoza). Esta disminución en el número de especies se debería, en parte, a la restricción altitudinal mencionada, sumada al cambio climático que ocurre a aproximadamente los 30° S; conclusiones similares alcanzó Villagran *et al.* (1983) para la vertiente occidental de los Andes.

En síntesis, si se suma a las distribuciones de las diversas especies consideradas, la información geológica, de distribución de salinas y barreales, y climática, es posible definir cuatro áreas dentro de la Puna: una que comprende el NW de Argentina, y NE de Chile. Otra que abarca una pequeña cuña en el NW de Mendoza y SW de San Juan. Ambas constituyen dos Distritos florísticos: Jujeño (entre 22° -25°30' S: Jujuy, Salta, N de Catamarca y N de Chile) y Cuyano (29° -32° 40' S: Noroeste de Mendoza y suroeste de San Juan) respectivamente. Un área de transición, o Subdistrito Central, que comprende gran parte de Catamarca y La Rioja, entre los 25°30' y 29° Lat. S, y finalmente un área con menor información, pero evidentemente distinta, que constituiría un tercer distrito, Distrito Boliviano prov. (S de Peru, SW de Bolivia y montañas al este de Tucumán). Dentro del altiplano boliviano evidentemente hay más de un distrito florístico, teniendo en cuenta la marcada variación vegetacional E - W y N - S respectivamente, de los cuales el que se menciona en este trabajo corresponde al sector más húmedo. Fitosociológicamente, y a pesar de los pocos relevamientos disponibles, se llega a similares resultados. El Distrito Jujeño y el Cuyano se corresponden con la Puna seca y Puna desértica de Troll (1959) respectivamente. Tucumán (y climáticamente el sector este de Jujuy) surge diferente en el análisis de agrupamiento y de ordenamiento de datos, asemejándose a sectores algo más húmedos (más de 300-400 mm anuales) del S del Peru y SW de Bolivia (Puna húmeda de Troll, 1959).

#### AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Fidel Roig del IADIZA por sus comentarios, discusión del trabajo y lectura del texto, y al Dr. J. Crisci del Museo de La Plata, a la Dra. B. Ruthsatz de la Universität Trier, por las valiosas sugerencias y lectura del texto y a la Prof. C. Scoones por el dibujo original del mapa.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALLMENDIGER, R. W., 1986. Tectonic development, Southeastern border of the Puna plateau, northwestern Argentine Andes. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 97: 1070-1082.
- ARROYO, M.T.K., F. SQUEO, J. ARMESTO and C. VILLAGRAN, 1988. Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: results of a natural experiment: *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 55-78.
- BARCENA, R. y F. ROIG, 1981-1982. Investigaciones arqueológicas en el área puneña de Mendoza con especial referencia a *Tephrocactus andicola* (Cactaceae) como nuevo recurso alimentario. *Relaciones Soc. Arg. Antropología* 14: 85-107.
- BAUMANN, F., 1988. Geographische Verbreitung und Ökologie Südamerikanischer Hochgebirgspflanzen. Beitrag zur Rekonstruktion der Quartären Vegetationsgeschichte der Anden. *Physische Geographie*. vol. 28, 206 pág.
- CABRERA, A. L., 1948. Notas sobre la vegetación de la Puna Argentina *Anales Acad. Nac. Ci. Exact. Buenos Aires.* 12: 15-38.
- 1951. Territorios fitogeográficos de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 4: 21-65.
- 1953. Esquema fitogeográfico de la República Argentina. *Revista Mus. La Plata Secc., Bot.* 8:87-168.
- 1957. La vegetación de la Puna Argentina. *Revista Invest. Agric.* 11 (4): 317-512.
- 1958. Fitogeografía, en: *La Argentina Suma de Geografía*, F. De Aparicio y H. Difrieri eds. 3: 101-207.
- 1968. *Ecología Vegetal de la Puna*. Geo-Ecology of the Mountains Regions of the Tropical Americas: 91-116.
- 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14 (1-2): 1-42, 15 fot.
- 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Arg. de Agr. y Gard.* 2° ed. Tomo II, Fasc 1 85 pág.
- y D. ABBIATTI, 1945. Excursión botánica a las provincias de Salta y Jujuy. *Revista Mus. La Plata (N.S.) Sec. Oficial:* 142-153.
- y A. WILLINK, 1973. *Biogeografía de América Latina*. OEA Serie de Biología, 120 pág.
- CAJAL, L., A. RECA y J. PUJALTE, 1981. *La Reserva Provincial San Guillermo y sus Asociaciones Ambientales*. SECYT-SUBCYT, 59 p.
- CARDENAS, M., 1968. La Puna Boliviana. 37 *Congreso Internacional de Americanistas*. II: 2-9, 1966 Bs. As.
- CASTELLANOS, A. y R. PEREZ MOREAU, 1945. Los tipos de vegetación de la República Argentina. *Inst. Est. Geogr. Univ. Nac. Tucumán* 4: 1-154.
- CLEEF, A.M., 1981. The vegetation of the Paramos of Colombian Cordillera Oriental. *Diss. Bot.* Band 61.
- CZAJKA, W. y F. VERVOORST, 1956. Die naturräumliche Gliederung Nordwestargentinens. *Petermanns Geogr. Mitt.* 2: 89-102, 3: 196-208.
- EDIT, R. C., 1968. The Climatology of South America in: Fittkau, E.J. *et al.* (eds.) *Biogeography and Ecology in South America* 1: 54-81.
- FISEL, U., 1989. Huaraco: Una comunidad campesina en el altiplano central de Bolivia. Observaciones sobre plantas, tierra y vida de la gente. *Ecol. Bolivia* 14: 35-72.
- FRENGUELLI, J. 1928. Acerca del origen de los salares de la Región de los Desiertos de la Puna y de Atacama.

- Anales de la Soc. Arg. de Geografía GAEA* 3 (1): 167-186.
- 1941. Rasgos principales de fitogeografía Argentina. *Revista Mus. La Plata Secc. Bot.* 3: 65-181.
- FRIES, R., 1905. Zur Kenntnis der Alpen Flora in Nördlichen Argentinien. *Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal. Ser. IV*, I n° 1, 205 pág.
- GRAF, K., 1981. Palynological investigations of two postglacial peat bogs near boundary of Bolivia and Peru. *J. Biogeogr.* 8: 353-368.
- HASTENRAT, S.L. 1967. Observation on the snow line in the Peruvian Andes. *J. Glacial* 6: 541-550.
- HAUMMAN-MERCK, L., 1931. Esquisse phytogéographique de l'Argentine subtropicale et de ses relations avec la Géobotanique sudaméricaine. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 64: 20-80.
- 1947. Dominio Andino, en La Vegetación de la Argentina, *Geografía de la República Argentina*, GAEA VIII: 305-339.
- HOLMBERG, E. L., 1898. *La flora de la República Argentina*. en: Segundo Censo de la Rep. Arg. (1895), 1: 385-474.
- HUNZIKER, J., 1949. Sinopsis de las especies Argentinas del género «*Ephedra*». *Lilloa* XVII: 147-174.
- 1952. Las Comunidades Vegetales de la Cordillera de La Rioja. *Rev. Invest. Agr.* 6 (2): 176-196.
- IGARZABAL, A., 1983. Aspecto geocriogénico de Puna y Cordillera Oriental. Actas 1° Reunión Grupo Periglacial Argentino. IANIGLIA (CRICYT) *Anales/83* 5: 133-140.
- JAMES, D.E., 1973. The evolution of the Andes. *Sci. Amer.* 229: 60-69.
- KIESLING, R., 1984. Estudios en *Cactaceae* de Argentina: *Maihueniopsis*, *Tephrocactus* y géneros afines (*Opuntioideae*) *Darwiniana* 25 (1-4): 171-213.
- KRAPOVICKAS, A. 1954. Sinopsis del género *Tarasa* (*Malvaceae*). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 5(3): 113-143.
- KÜHN, F., 1930. *Geografía de la Argentina*. 202 pág.
- LIBERMAN, M., 1986. Microclima y distribución de *Polylepis tarapacana*, en el Parque Nacional del Nevado de Sajama, Bolivia. *Doc. Phytosoc. N. S.* 10 (II): 235-272. Coloquio de la Flora y la Vegetación de América Latina, 1985.
- MARTINEZ C., E. and A. DIBLASSI. The Argentine Puna: selection of the environmental variables which have influence on the presence of characteristic species. inéd.
- La vegetación de los Andes Centrales de Argentina. El valle de Uspallata (Mendoza). *Braun-Blanquetia* (en prensa).
- MOSCATELLI, G., E. MURO, J. S. LEA PLAZA, J. GORGAS, J. VARGAS GIL, V. NAKAMA, R. SOBRAL y J. MUSTO, 1990. *Atlas de Suelos de la República Argentina* escala 1:500000 y 1:1000000. Tomos I y II. SAG-PNUD-INTA-CIREN
- ORLOCI, L. and N. C. KENKEL, 1985. *Introduction to data analysis*. International Co-operative Publishing House, Fairland, pág. 329.
- PROSHASKA, F. J., 1961. Algunos aspectos de la alta Cordillera y de la Puna argentina. *Bol. Est. Geogr.* 8 (30): 21-30.
- 1962. Factores advectivos en el clima de la Puna Argentina. *Bol. Est. Geogr.* 9(34): 43-55.
- RICARDI, M., 1962. Notas Botánicas 2. Dos compuestas peruanas nuevas para Chile. *Gayana* 4: 14-18.
- RIVAS MARTINEZ, S. y O. TOVAR, 1982. Vegetatio Andinae, I. Datos sobre las comunidades vegetales altoandinas de los Andes Centrales del Perú. *Lazaroa* 4: 167-187.
- ROIG, F., 1985. La Puna en Mendoza. *Comunicaciones Biológicas* 4: 98.
- 1987. Nuevas entidades del género *Stipa* L. (*Gramineae*) para la Puna argentina. *Giorn. Bot. Ital.* 121: 41-46.
- y E. MARTINEZ C., 1991. La vegetación del valle de Uspallata (Mendoza, Argentina) durante los últimos 4500 años a través de restos botánicos arqueológicos. *Bamberger Geogr. Schriften* Bd. 11: 283-294.
- RUTHSATZ, B., 1977. Pflanzengesellschaften und ihre Lebensbedingungen in den Andinen Halbwüsten Nordwest Argentiniens. *Diss. Bot.* 39: 1-163.
- and U. FISEL, 1984. The Utilization of Natural Resources by a Small Community on the Highlands of Bolivia and its Effects on Vegetation Cover and Site Conditions *Erdwiss. Forschung.*, Bd. XVIII: 211-234. Franz Steiner Verlag Wiesbaden GmbH Stuttgart.
- SMITH, J. M. and A. M. CLEEF, 1988. Composition and origins of the world's tropicalpine floras. *J. Biogeogr.* 15: 631-645.
- TROLL, C., 1959. Die Tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische zonierung. *Bonner Geogr. Abh.* Heft 25, 23 pág.
- 1968. *The Cordilleras of the Tropical Americas*. Aspects of climatic, phytogeographical and agrarian ecology. *Geology of the Mountains Regions of the Tropical Americas*: 15-56.
- TURNER J. C. y V. MENDEZ, 1979. Puna. en: *Geología Regional Argentina 2° Simposio*. Acad. Nac. Ci., Córdoba, vol. I: 13-56.
- VERVOORST, F., 1951. Resultados de un viaje a la cuenca de Laguna Verde (Tinogasta-Catamarca). *Actas de la XV Semana de Geografía*. GAEA 61-67.
- VILLAGRAN, C., J. ARMESTO and M.T.K. de ARROYO, 1981. Vegetation in a high Andean transect between Turi and Cerro León in northern Chile. *Vegetatio* 48 (16): 3-16.
- , M.T.K. de ARROYO y C. MARTICORENA, 1983. Efectos de desertización en la distribución de la flora andina de Chile *Revista Chilena Hist. Nat.* 56: 137-157.
- VUILLEUMIER F. R. and D. SIMBERLOFF, 1980. Ecology versus history as determinants of patchy and insular distributions in high Andean birds pag.: 235-379 in: M.K. Hechy, W.C. Stere & B. Wallace (eds.) *Evol. Biol.* vol. 12 Plenum Publ.
- WEBERBAUER, A., 1922. Die Vegetationskarte der peruanischen Anden zwischen 5° und 17° S. *Peterm. Geogr. Mittel.* 68: 89-91, 120-122.
- 1945. *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Estudio fitogeográfico. Dirección de Agricultura, Ministerio de Agricultura. Lima, Perú 776 pág.
- WILDI, O. and L. ORLOCI, 1983. *Management and Multivariate Analysis of Vegetation Data*. Swiss Federal Institute of Forestry Research, Birmensdorf, Switzerland, p. 139.