



# VEGETACIÓN DEL VALLE LA INVERNADA (RESERVA PRIVADA DON CARMELO) EN EL CENTRO OESTE DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN (ARGENTINA)

VEGETATION OF THE LA INVERNADA VALLEY (DON CARMELO PRIVATE RESERVE) IN THE CENTRAL-WEST OF SAN JUAN PROVINCE (ARGENTINA)

Yanina Ripoll<sup>1\*</sup>  y Eduardo Martínez Carretero<sup>1,2</sup> 


1. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Av. José Ignacio de la Roza Oeste 590, CP 5400 San Juan, Argentina.

2. Grupo de investigación: Geobotánica y Fitogeografía, Instituto Argentino de Investigaciones de la Zonas Áridas (IADIZA-CONICET), Av. Ruíz Leal s/n, Parque General San Martín, CC 507, 5500 Mendoza, Argentina.


\*yaniripoll@yahoo.com.ar

## Citar este artículo

RIPOLL, Y. & E. MARTÍNEZ CARRETERO. 2019. Vegetación del Valle La Invernada (Reserva Privada Don Carmelo) en el centro oeste de la Provincia de San Juan (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 405-419.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n2.25370>



Recibido: 20 Noviembre 2018  
Aceptado: 4 Junio 2019  
Publicado: 30 Septiembre 2019  
Editor: Diego Gutierrez 

ISSN versión impresa 0373-580X  
ISSN versión on-line 1851-2372

## SUMMARY

**Background and aims:** Studies of plant communities in the Andean sector of San Juan province (Argentina) are scarce. In the provincial Precordillera, La Invernada valley was declared a protected area in 1993 with the name of Private Reserve of Multiple Uses Don Carmelo. Despite being an area of interest from the phytogeographical point of view, it lacks studies of its vegetation. The objective of this work was to determine floristically the plant communities, the vegetation floors and the phytogeographical units of the reserve.

**M&M:** A total of 146 floristic relevés were made, and environmental variables as slope, geomorphologic unit, altitude, plant cover were recorded, and physico-chemical analyses of soils were carried out. The biologic and chorologic spectra for each community were performed. Obtained data were analyzed using multivariate methods.

**Results:** In total, 143 vascular plant species were recorded, and ten plant communities determined. Dominant life forms were chamaephytes and hemicriptophytes. Chorologically the studied area belongs to the Cuyano District of the phytogeographical province of Puna, while below 2600 m a.s.l. elements of Cardonal and Monte are found.

**Conclusions:** The plant community diversity indicates the geomorphological diversity and complexity in the studied area. The higher surface phytogeographically belongs to the Puna region. The altitude, slope and type of substrate result the determinant environmental parameters respect to the plant communities.

## KEY WORDS

Chorology, High Andes, phytosociology, plant communities.

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** Los estudios de las comunidades vegetales en el sector andino de la provincia de San Juan (Argentina) son escasos. En la precordillera provincial, el valle La Invernada fue declarado área protegida en 1993 con la denominación de Reserva Privada de Usos Múltiples Don Carmelo. A pesar de ser un área de interés desde el punto de vista fitogeográfico, carece de estudios de su vegetación. El objetivo de este trabajo fue determinar florísticamente las comunidades vegetales, los pisos de vegetación y las unidades fitogeográficas de la reserva.

**M&M:** Se realizaron 146 relevamientos florísticos y se registraron variables ambientales como la pendiente, unidad geomorfológica, altitud y cobertura vegetal y datos físico-químicos de los suelos. Se determinaron los espectros biológicos y corológicos para cada comunidad. Los datos se analizaron mediante métodos multivariados.

**Resultados:** En total se registraron 143 especies de plantas vasculares y se determinaron 10 comunidades vegetales. Las caméfitas y las hemicriptófitas fueron las formas de vida dominantes. Corológicamente el área se ubica en el Distrito Cuyano de la provincia fitogeográfica de la Puna, mientras que por debajo de los 2600 m s.n.m. se encuentran elementos del Cardonal y del Monte.

**Conclusiones:** La diversidad de comunidades vegetales indica la diversidad y complejidad geomorfológica del área estudiada, cuya mayor superficie fitogeográficamente pertenece a la Puna. La altitud, la pendiente y el tipo de sustrato resultaron los parámetros ambientales determinantes respecto de las comunidades.

## PALABRAS CLAVE

Altos Andes, comunidades vegetales, corología, fitosociología.

## INTRODUCCIÓN

La vegetación es uno de los elementos más perceptibles del medio físico y también más significativo debido a las múltiples relaciones que mantiene con otros componentes del medio; influye en los procesos morfogénéticos y en los flujos hídricos y por lo tanto en el modelado del relieve, es uno de los elementos más diferenciados del paisaje como indicador expresivo, y nudo de las interacciones (Martínez de Pisón, 1983); además, refleja los cambios de las condiciones climáticas, crea microclimas locales y constituye un recurso económico y ecológico que debe tenerse en cuenta en la planificación del territorio.

Los estudios de las comunidades vegetales en el sector andino de San Juan son escasos: Haene *et al.* (1994) realizaron una breve descripción fisonómica de la vegetación del área de estudio; Martínez Carretero *et al.* (2008) estudiaron florísticamente la Reserva de San Guillermo; Martínez Carretero & Ontivero (2017) analizaron florística e hidrológicamente las vegas altoandinas; Márquez & Dalmaso (2003) relevaron la vegetación en el Parque Nacional El Leoncito; Márquez *et al.* (2011) la del Área Natural Protegida La Ciénaga; y Almirón (2018) la de Loma de las Tapias.

La Invernada constituye un valle elevado entre la sierra La Invernada y la de El Tigre con orientación norte-sur, disectado por el río seco La Invernada. Geológicamente se sitúa en la zona occidental de la Precordillera Central de los Andes, siendo una unidad morfotectónica de primer orden elevada durante la tectónica cenozoica (Ortiz & Zambrano, 1981; Baldis *et al.*, 1982). Ambas sierras están integradas por sedimentitas del Ordovícico y rocas básicas asociadas (Furque & Caballé, 1988). El piedemonte está compuesto por conglomerados y areniscas del Cuaternario y en la parte sur por areniscas y lutitas del Devónico (Ortiz & Zambrano, 1981; Baldis *et al.*, 1982; Furque, 1983; Furque & Caballé, 1988; Bastías *et al.*, 1990).

El piedemonte del valle es asimétrico en sentido norte-sur, con un ancho aproximado de 3 km en el sector norte el cual se angosta considerablemente hacia el sur, donde no supera los 0,4 km. En esta unidad se destacan formas de acumulación tales como abanicos y conos aluviales, en algunos casos afectados por la tectónica cuaternaria, siendo el principal agente exógeno actuante el fluvial.

El valle La Invernada fue declarado área protegida en junio de 1993 por Decreto Provincial 1220/93 con la denominación de Reserva Privada de Usos Múltiples Don Carmelo, ocupando una superficie de 35.000 ha (Márquez & Pastrán, 2017). Es un área de interés desde el punto de vista fitogeográfico, pues en sentido oeste-este pasa del piso Altoandino al de Puna, y en el norte-sur del puneño al de Monte y Cardonal.

El objetivo de este trabajo fue determinar florísticamente las comunidades vegetales, los pisos de vegetación y las unidades fitogeográficas en el valle La Invernada (Reserva Privada Don Carmelo).

## MATERIALES Y MÉTODOS

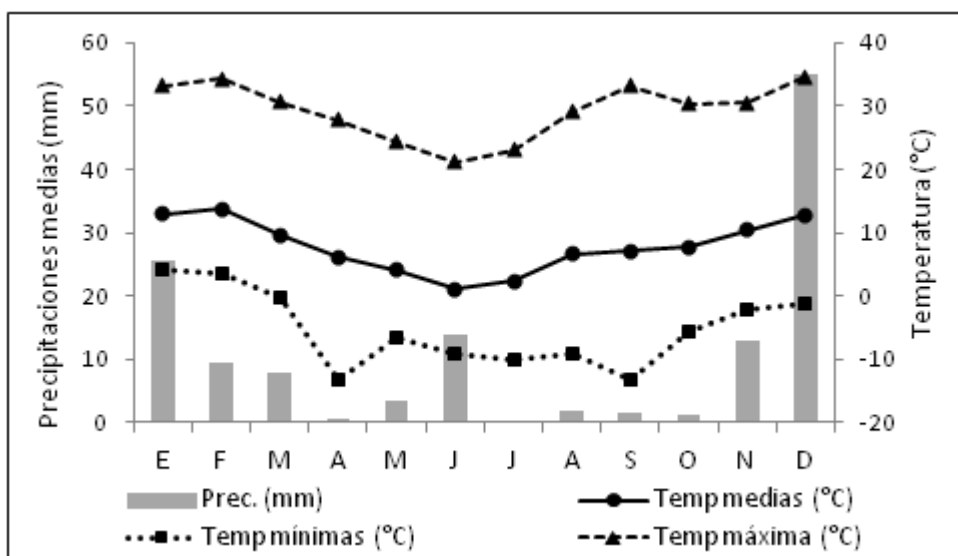
### *Área de estudio*

El área de estudio comprende 350 km<sup>2</sup> y se localiza en el centro-oeste de la provincia de San Juan (coordenadas del centro de dicha área: 30° 25' 23,74" S-69° 1' 22,30" W). De acuerdo con el modelo climático de Köeppen (1931), el clima del área es del subtipo BWwkb, desértico hiperárido, siendo frío (temperaturas nocturnas bajo cero la mayor parte del año) y seco, con lluvias concentradas en el período estival y nevadas en invierno (Cabrera, 1976). En el año 2016 (único con registros) precipitaron 134 mm, concentrados principalmente entre diciembre y febrero cuando ocurre el 77% de las lluvias (Fig. 1). Las amplitudes térmicas diarias son superiores a los 20 °C, las temperaturas medias no superan los 10 °C, con mínimas absolutas de hasta -13 °C y las máximas absolutas alcanzan los 35 °C. Las nevadas se producen desde mayo a octubre (datos de estación meteorológica ubicada en valle de La Invernada).

El cauce principal del río seco La Invernada es de 41 km de longitud y desemboca en el río San Juan, con un desnivel de 2280 m desde el nacimiento hasta su desembocadura, donde eroga en promedio 59 m<sup>3</sup>/s (Vich *et al.*, 2017).

### *Análisis de la vegetación*

Se realizó la interpretación de imágenes satelitales a escala 1:30.000, definiendo las unidades fisiográficamente homogéneas. Considerando las unidades homogéneas se realizaron 146 relevamientos florísticos (Braun-Blanquet, 1979) que se volcaron a la matriz de datos. A cada especie



**Fig. 1.** Diagrama ombrotérmico de la Reserva Privada Don Carmelo durante el año 2016. Abreviaturas: Prec.: precipitación media mensual; Temp mínimas: temperatura mínima absoluta; Temp medias: temperatura media mensual; Temp máximas: temperatura máxima absoluta.

se le determinó la forma biológica (Raunkiaer, 1934) y su tipo corológico considerando la distribución hasta ahora conocida. En cada comunidad vegetal determinada se elaboró el espectro biológico-fisonómico-estructural (Martínez Carretero, 1985; 2000). El espectro biológico expresa la distribución de los grupos funcionales, a partir del cual es factible inferir el fitoclima del área.

Para determinar la similitud entre comunidades, en función de las coberturas específicas, se empleó el análisis multivariado de conglomerados aplicando como algoritmo de agrupamiento el método de Ward y como media de similitud la correlación de Pearson. Se calculó el Índice de diversidad de Shannon-Weaver (Magurran, 1988) para evaluar la similitud florística entre las unidades de vegetación considerando los datos de cobertura. En ambos casos se empleó como valor de cada variable el valor medio de cobertura de la escala florística. La nomenclatura de las plantas siguió a Zuloaga *et al.* (2008) y la Base de Datos de la Flora Argentina (IBODA).

En cada comunidad se tomaron muestras de suelo en las que se determinaron conductividad eléctrica (micro siemens/cm), pH, N (método Kjeldahl), K (por fotometría de llama) y P (complexometría con EDTA). Con los datos se elaboró una matriz de datos ambientales por comunidad y se la analizó

mediante componentes principales. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Infostat versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2015). Las comunidades vegetales se cartografiaron a escala 1: 60.000.

## RESULTADOS

Se registraron 143 taxones, entre especies, subespecies y variedades, pertenecientes a 37 familias botánicas, siendo mejor representadas las Asteraceae (29 especies), Poaceae (27), Cactaceae (13), Fabaceae (12) y Solanaceae (9).

A partir del análisis florístico (Tabla 1) y de agrupamiento (Fig. 2) se determinaron las siguientes diez comunidades vegetales: (1) *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*, (2) *Senecio subulatus* var. *salsus-Adesmia pinifolia*, (3) *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii*, (4) *Baccharis tola* ssp. *tola*, (5) *Artemisia mendozaana* var. *paramilloensis*, (6) *Larrea nitida*, (7) *L. divaricata*, (8) *L. cuneifolia*, (9) *Bulnesia retama* y (10) *Deuterocohnia longipetala*.

La comunidad de *Larrea nitida* fue la más diversa (con 54 especies), la de *Baccharis tola* ssp. *tola* la de mayor riqueza (con 57 especies), y la de *Deuterocohnia longipetala* la de menor diversidad y riqueza (11 especies).

**Tabla 1.** Cuadro comparativo sintético de las comunidades vegetales. 1: *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. 2: *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. 3: *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. 4: *Baccharis tola* ssp. *tola*. 5: *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. 6: *Larrea nitida*. 7: *Larrea divaricata*. 8: *Larrea cuneifolia*. 9: *Bulnesia retama*. 10: *Deuterocohnia longipetala*. Abreviaturas: FB: forma biológica, Ca: caméfito, G: geófito, H: hemicitófito, N: nanofanerófito, S: suculento, T: terófito, TC: tipo corológico, AA: Altoandino, C: Cardonal, M: Monte, P: Puna, ad: adventicia.

Comunidad N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Altitud m s.n.m. (x100)	43-34	36-33	34-30	34-24	32-30	32-26	31-23	28-21	26-22	22-13	>13	
Diversidad (Ind. Shanon)	1.61	2.09	2.49	2.44	2.61	2.37	2.94	2.34	1.85	1.31	0.43	
Riqueza de especies	26	28	54	30	57	51	34	50	29	30	11	
Cobertura a campo (%)	40	60	46	40	65	60	30	80	45	40	55	FB TC
<i>Nototriche compacta</i>	I											H AA
<i>Pseudognaphalium viravira</i>	I											T AA
<i>Menonvillea cuneata</i>	I											H AA
<i>Adesmia echinus</i>	I											Ca AA
<i>Oriastrum sphaeroidale</i>	I											H AA
<i>Jaborosa laciniata</i>	I											T AA
<i>Adesmia nanoligneá</i>	I											Ca AA
<i>Adesmia subterranea</i>	II											Ca AA
<i>Cheilanthes pruinata</i>	II	I										G AA
<b><i>Pappostipa chrysophylla</i></b>												
<b>var. <i>chrysophylla</i></b>		V	II		I							H P
<i>Maihue niopsis glomerata</i>	III	IV	II		III	I		I				S P
<i>Adesmia aegiceras</i>	II	III	II		II	I						Ca P
<i>Pappostipa vaginata</i>		III	II		I	I		I	II	I		H AA
<i>Glandularia araucana</i>		III	I		I	II	II					H P
<i>Elymus angulatus</i>	I	II										H P
<i>Lecanophora ameghinoi</i>		I										H P
<i>Azorella cryptantha</i>	I	I										Ca AA
<b><i>Senecio subulatus</i></b>												
<b>var. <i>salsus</i></b>	II	III	IV	I	II	I	I			I		Ca P
<i>Adesmia pinifolia</i>			III		III							N AA
<i>Melica chilensis</i>			II		I							H P
<i>Clinopodium gilliesii</i>			I									Ca P/M
<i>Erioneuron pilosum</i>			I									H M
<i>Tagetes perezii</i>			I									T P
<i>Cerastium arvense</i>			I									H C
<i>Phacelia artemisioides</i>			I									T P/M
<b><i>Fabiana denudata</i></b>	II	II	IV	V	III	III	II	II				Ca P
<i>Baccharis grisebachii</i>			I	IV	II	I	I	I				Ca P
<i>Baccharis calliprinos</i>			I							I		N P
<i>Taraxacum gilliesii</i>			I									T P
<i>Proustia cuneifolia</i>			I									N P/M
<i>Baccharis salicifolia</i>			I									N M
<i>Nama undulatum</i>			I									Ca M
<b><i>Baccharis tola</i> ssp. <i>tola</i></b>		IV	II	I	V	I						Ca P
<i>Tetraglochin alata</i> var. <i>alata</i>	II	II	II		IV							Ca C
<i>Nassauvia axillaris</i>	II		II		III							Ca P
<i>Baccharis boliviensis</i>			I		III							Ca P
<i>Mulinum ulicinum</i>	I		I		III	I						Ca P
<i>Lobivia formosa</i>			I		II	I						S C
<i>Astragalus garbancillo</i>	I		I	I	II		I	I				T P
<i>Gomphrena pumila</i>		I	I		II	I	I					T P

Y. Ripoll y E. Martínez Carretero - Vegetación del Valle La Invernada en San Juan

Continuación de Tabla 1.

Comunidad N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	FB	TC
Altitud m s.n.m. (x100)	43-34	36-33	34-30	34-24	32-30	32-26	31-23	28-21	26-22	22-13	>13	
Diversidad (Ind. Shanon)	1.61	2.09	2.49	2.44	2.61	2.37	2.94	2.34	1.85	1.31	0.43	
Riqueza de especies	26	28	54	30	57	51	34	50	29	30	11	
Cobertura a campo (%)	40	60	46	40	65	60	30	80	45	40	55	
<i>Deyeuxia deserticola</i>												
var. <i>deserticola</i>			I	I	II							H P
<i>Fabiana punensis</i>					III							Ca P
<i>Caiophora coronata</i>					I							Ca P
<i>Menodora decemfilia</i>					I							Ca C
<i>Nothoscordum nudicaule</i>					I							G AA
<i>Nassella sanluisensis</i>					I							H M
<i>Denmoza rodacantha</i>					I							S M
<i>Tunilla corrugata</i>			I		I							S P
<i>Bowlesia tropaeolifolia</i>					I							T M
<i>Calceolaria brunellifolia</i>					I							T P
<b><i>Artemisia mendozaana</i></b>												
var. <i>paramilloensis</i>		II	IV	I	III	V	II	III	I	I		Ca P
<i>Lycium chanar</i>		II	II		I	IV	II	III				Ca P
<i>Lycium chilense</i> var. <i>vergarae</i>	II	II	II		I	III		II	I			Ca P
<i>Bougainvillea spinosa</i>			I	I	I	III		I	II			Ca M
<i>Erodium cicutarium</i>			I	I		II		I				T ad
<i>Hoffmannseggia glauca</i>			I			II	I	I				G P/M
<i>Chuquiraga echegarayi</i>			I	I	I	II						Ca P
<i>Sisyrinchium macrocarpum</i>					I	I						G M
<i>Pterocactus reticulatus</i>					I	I						S P
<i>Mulguraea echegarayi</i>					I							Ca P
<b><i>Larrea nitida</i></b>				III		I	V	I	I	II		N P/M
<i>Schinus fasciculatus</i>						I						N M
<i>Argyria uspallatensis</i>						I						T P
<b><i>Larrea divaricata</i></b>						II	I	V	IV	III		N M
<i>Thymophylla pentachaeta</i>						I	I	II	I	I		T M
<i>Hyalis argentea</i>							I	II				Ca M
<i>Artemisia echegarayi</i>							I	I				H P
<i>Tweedia brunonis</i>								I				H M
<i>Echinopsis leucantha</i>								I				S M
<b><i>Larrea cuneifolia</i></b>				I			III	II	V	III	III	N M
<i>Mulguraea aspera</i>						I	II	II	IV	I		Ca M
<i>Lycium chilense</i>		I			I	I		I	II			Ca M
<i>Diplachne dubia</i>									III	I		H M
<i>Eragrosti lugens</i>								I	II			H M
<i>Bredemeyera microphylla</i>								I	I			Ca M
<i>Pappophorum caespitosum</i>								I	I			H M
<i>Cottea pappophoroides</i>									I			H M
<b><i>Bulnesia retama</i></b>							I	I	III	V	II	N M
<i>Nassella tenuissima</i>						I		I		II		H M
<i>Tessaria absinthioides</i>							I			II		N M
<i>Austrobrickellia patens</i>										II		N M
<i>Gymnophyton polycephalum</i>								I		I		T C
<i>Parkinsonia praecox</i>								I		I	I	N M
<i>Philibertia gilliesii</i>						I				I		Ca M
<i>Aloysia gratissima</i>										II		N M

Continuación de Tabla 1.

Comunidad N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Altitud m s.n.m. (x100)	43-34	36-33	34-30	34-24	32-30	32-26	31-23	28-21	26-22	22-13	>13			
Diversidad (Ind. Shanon)	1.61	2.09	2.49	2.44	2.61	2.37	2.94	2.34	1.85	1.31	0.43			
Riqueza de especies	26	28	54	30	57	51	34	50	29	30	11			
Cobertura a campo (%)	40	60	46	40	65	60	30	80	45	40	55	FB	TC	
<i>Senecio pinnatus</i> var. <i>pinnatus</i>										I		Ca	M	
<i>Baccharis spartioides</i>											I	Ca	M	
<i>Atriplex crenatifolia</i>											I	N	M	
<i>Mirabilis ovata</i>											I	Ca	M	
<i>Aristida mendocina</i>											I	H	M	
<i>Opuntia sulphurea</i>											I	S	M	
<b><i>Deuterocohnia longipetala</i></b>												V	Ca	C
<i>Trichocereus strigosus</i>												III	S	C
<i>Aristida adscencionis</i>								I	I			II	T	M
<i>Denmoza rhodacantha</i>								I				II	S	M
<i>Mentzelia albescens</i>								I	I			I	T	C
<i>Maihueiopsis recurvata</i>												I	S	C
<i>Pyrrhocactus</i> sp.												I	S	C
<i>Tephrocactus aoracanthus</i>												I	S	M

**Acompañantes:** *Ephedra chilensis* (6=I, 1=II, 2,3, 4=III Ca,P); *Senecio oreophyton* (4=I, 1,2=II, 3,5=III Ca,P); *Cistanthe picta* (2,4,5,6=I, 1,3=II Ca,AA); *Trichocline boecheri* (3,6,7=I, 1,5=II H,P); *Phacelia nana* (1,2,4=I T,AA); *Oxalis compacta* (1,2,5,6=I H,AA); *Adesmia horrida* (2,3,5=I N,AA); *Sphaeralcea philippiana* (3,4,6=I Ca,P); *Viola flos-idea* (3,4,5,6=I Ca,AA); *Tarasa tenella* (3,6=I Ca,P); *Chuquiraga erinacea* subsp. *hystrix* (5=I, 3,6=II N,P); *Schkhria pinnata* (5,6,8=I T,M); *Plagiobothrys* sp (5,6,8=I H); *Bouteloua barbata* (8=I, 6=II, 5,9=III H,M); *Salvia cuspidata* ssp. *gilliesii* (6,7=I, 8,9,10=II N,M); *Gochnatia glutinosa* (6,7,8=I N,C); *Eremium erianthum* (6,7,8,9=I H,P); *Oxytheca dendroidea* subsp. *chilensis* (6,7,8=I T,P); *Pappophorum philippianum* (6,7,8,10=I H,M); *Munroa decumbens* (7,8,9=I H,C); *Digitaria californica* (7,9,10=I H,C); *Prosopis flexuosa* var. *depressa* (8,10=I N,M); *Jarava leptostachya* (2=I, 3,4,5,6,8,9,10=II H,M); *Junellia seriphioides* (5,8=I 2,3,6=II Ca,M); *Lycium fuscum* (6,7,8=I 2,3=III N,P); *Senecio filaginoides* (2,4,7=I 9,10=II Ca,P); *Euphorbia amandi* (2,3,4,6=I 8,9=II T,P); *Scleropogon brevifolium* (3,7=I 4,9=II 5,6,8=III G,M); *Acantholippia seriphioides* (3,4,5=I 6,8=II Ca,M); *Nierembergia pulchella* (3,4,5,6,7,9=I Ca,M); *Senecio calingastensis* (3,5=II Ca,M); *Jarava scirpea* (3,5,6,7,9=I H,P); *Nicotiana petunioides* (3,4,7=I T,M); *Astragalus cuyanus* (4,6,8=I T,P).

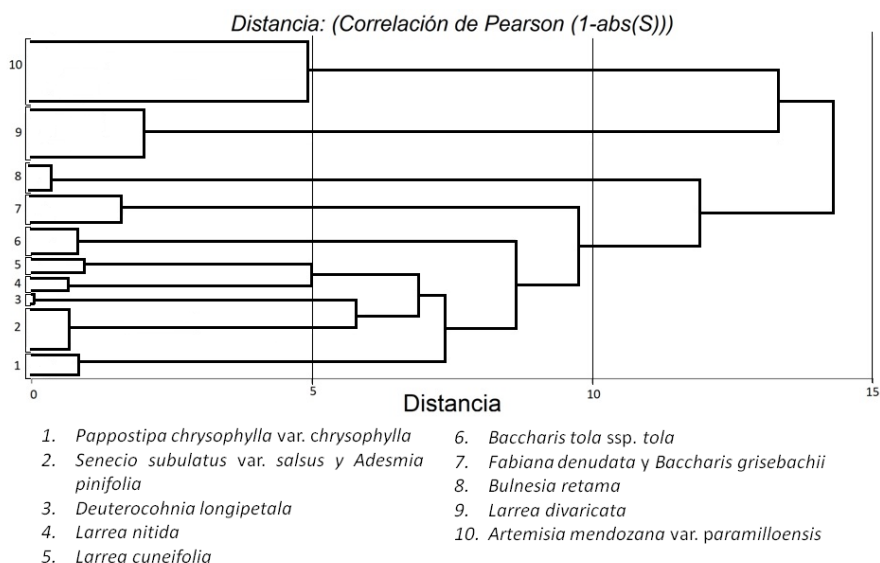


Fig. 2. Análisis de agrupamiento de los relevamientos florísticos.

*Comunidades vegetales*

Las comunidades vegetales se cartografiaron (Fig. 3) y se esquematizaron dos perfiles de relieve-vegetación, al norte (30° 55' S) (Fig. 4) y sur (31° 13' S) (Fig. 5).

En la cima de la sierra El Tigre, sobre los 3600 m s.n.m., se destaca un matorral en cojín de baja cobertura (30%) con predominio de *Adesmia subterranea* Clos, *A. aegiceras* Phil., *A. echinus* C. Presl y *Senecio oreophyton* J. Rémy. Acompañadas

por *Nassauvia axillaris* (Lag. ex Lindl.) D. Don, *Senecio subulatus* D. Don ex Hook. & Arn. var. *salsus* (Griseb.) Cabrera, *Nototriche compacta* (A. Gray) A. W. Hill, *Adesmia nanolignea* Burkart y *Azorella cryptantha* (Clos) Reiche, entre otras. En este matorral dominan las formas camefíticas y hemicriptofíticas, altamente adaptadas a los procesos criogénicos. Esta comunidad de contacto no fue incluida en los análisis ya que se encuentra fuera del área del estudio.

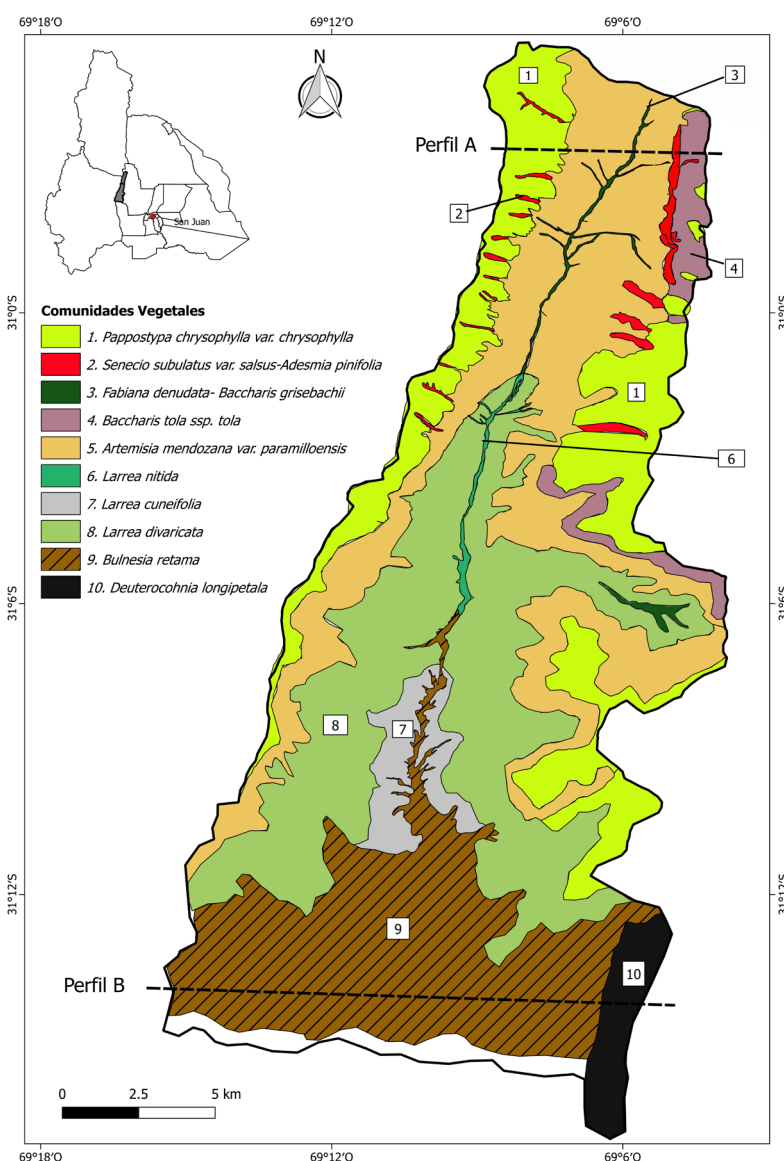
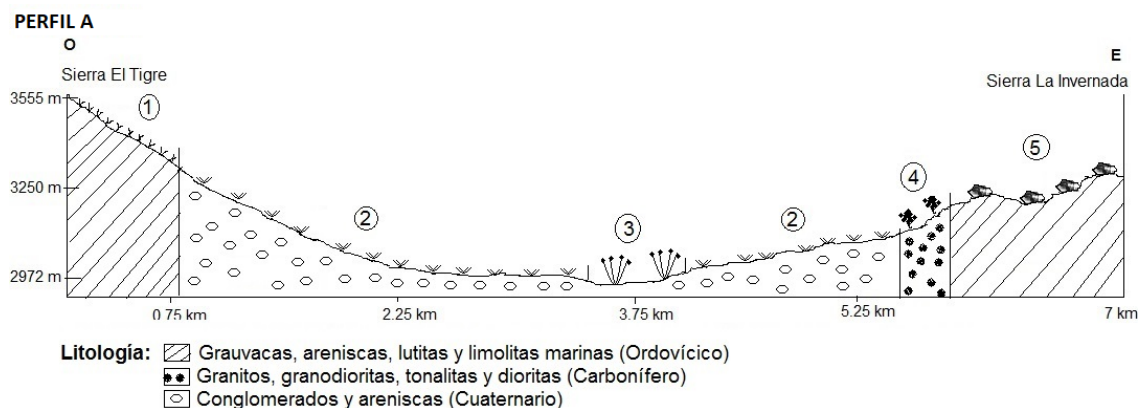
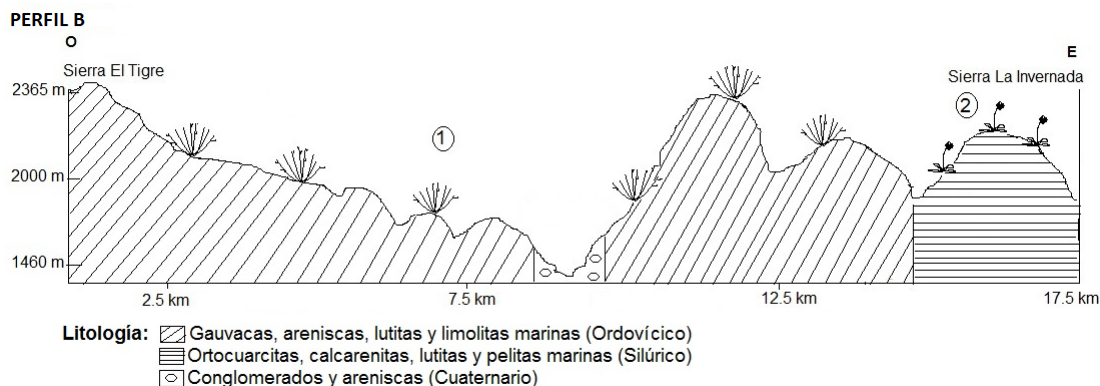


Fig. 3. Mapa de las comunidades vegetales del valle La Invernada.



**Fig. 4.** Perfil norte de las comunidades vegetales (Perfil A). Piso de Puna. **1:** *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. **2:** *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. **3:** *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. **4:** *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. **5:** *Baccharis tola* ssp. *tola*.



**Fig. 5.** Perfil sur de las comunidades vegetales (Perfil B). Piso de Monte. **1:** *Bulnesia retama*, y Cardonal **2:** *Deuterocohnia longipetala*.

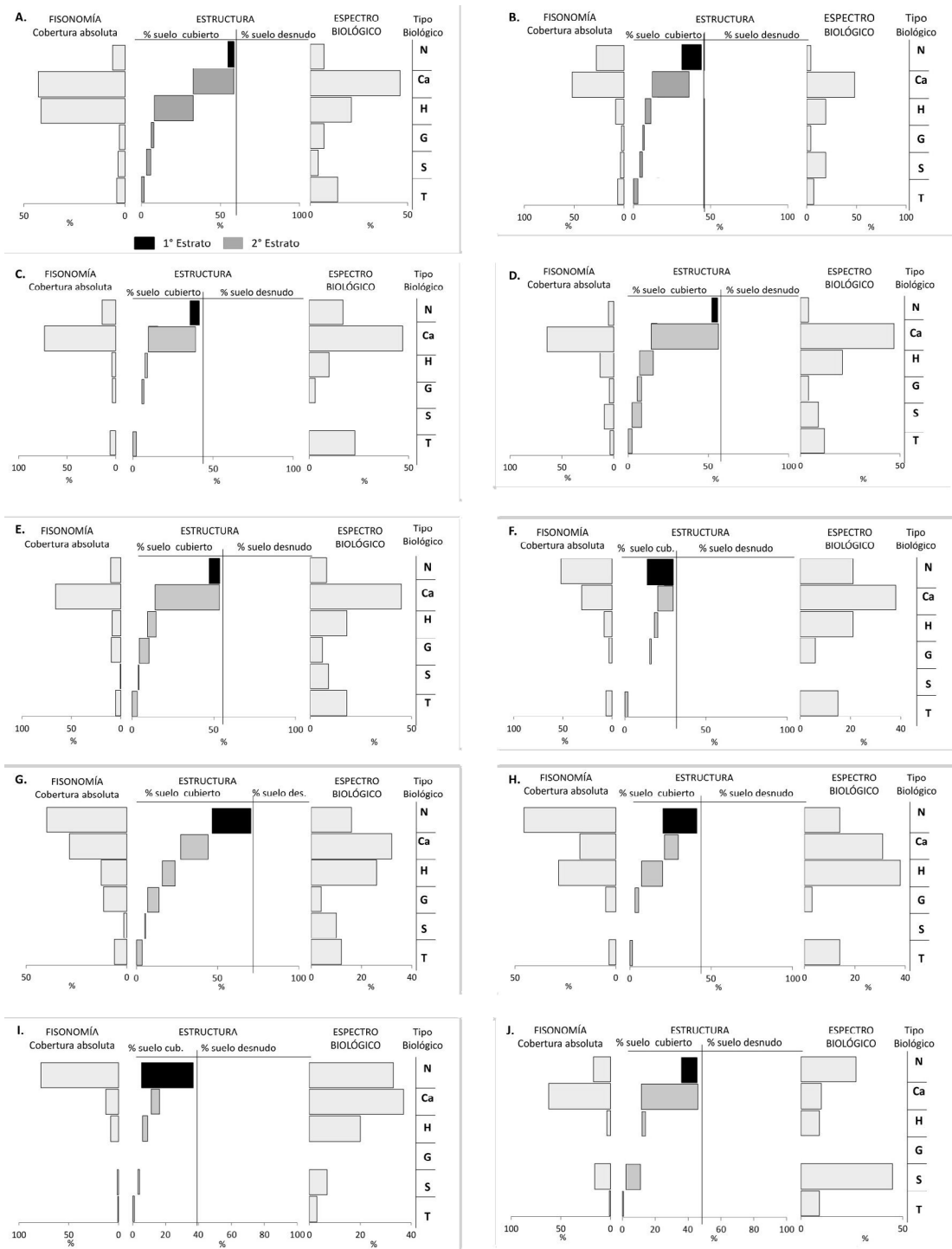
(1) Comunidad de *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*: Fisonómicamente es un pastizal abierto. Se localiza en lugares expuestos a la acción mecánica de los vientos como las cimas o mitad superior de laderas, donde hay una fuerte selección de clastos por hielo dominando los procesos criogénicos (vegetación en borlas y en suelos afectados por agujas de hielo o pipkrake). La cobertura vegetal es menor al 60%. Se extiende entre los 3300 y 3600 m s.n.m. Las especies dominantes son *Pappostipa chrysophylla* (E. Desv.) Romasch. var. *chrysophylla*, *Pappostipa vaginata* (Phil.) Romasch., *Maihueiopsis glomerata* (Haw.) Kiesling, *Adesmia aegiceras*, *Glandularia araucana* (Phil.) Botta, *Elymus angulatus* J. Presl y

*Lecanophora ameghinoi* (Speg.) Speg. Por la ribera de los cauces que atraviesan el pastizal asciende *Fabiana denudata* Miers con ejemplares de hasta 0,4 m de alto.

El espectro biológico-fisonómico-estructural (Fig. 6A) muestra el dominio de las caméfitas (46%) y hemicriptófitas (21%), en una estructura baja y abierta.

(2) Comunidad de *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*: Es un matorral de hasta 3 m de alto dominado por *Senecio subulatus* var. *salsus* y *Adesmia pinifolia* Gillies ex Hook. & Arn. Ocupa las quebradas y base de las laderas de solanas entre 3000-3400 m s.n.m. Presenta 54 especies distribuidas en dos estratos: el superior





**Fig. 6.** Espectros biológico-fisonómico-estructural por comunidad. **A:** *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. **B:** *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. **C:** *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. **D:** *Baccharis tola* ssp. *tola*. **E:** *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. **F:** *Larrea nitida*. **G:** *Larrea divaricata*. **H:** *Larrea cuneifolia*. **I:** *Bulnesia retama*. **J:** *Deuterocohnia longipetala*. Abreviaturas: Ca: caméfito, G: geófito, H: hemicriptófito, N: nanofanerófito, S: suculento, T: terófito.

de *Adesmia pinifolia* y *Lycium fuscum* Miers con ejemplares de hasta 3 m de alto, y el inferior entre 0,2-0,4 m. Domina *Senecio subulatus* var. *salsus* acompañado por *Melica chilensis*, *Clinopodium gilliesii*, *Erioneuron pilosum*, *Tagetes perezii* Cabrera, *Cerastium arvense* L., *Tunilla corrugata* (Salm-Dyck) D. R. Hunt & Iliff y *Phacelia artemisioides* Griseb., que caracterizan a la comunidad. Por el fondo de las quebradas, siguiendo los escurrimientos, ingresan individuos aislados de *Fabiana denudata* y de *Baccharis grisebachii* Hieron.

Porcentualmente dominan las caméfitas (48%) seguidas de las hemicriptófitas (19%) y por cobertura las caméfitas (52%) y las nanofanerófitas (28%) (Fig. 6B).

(3) Comunidad de *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*: Se ubica entre los 2400-3400 m s.n.m., es una comunidad riparia que sigue los cauces de erosión en el sector norte del río seco de La Invernada y sus tributarios.

Las especies dominantes son *Fabiana denudata* y *Baccharis grisebachii* con una cobertura del 5%; como especie característica de esta comunidad se puede mencionar a *Baccharis calliprinus* Griseb. Acompañantes propias de este piso de vegetación son: *Ephedra chilensis* C. Presl, *Senecio oreophyton* y *Cistanthe picta* (Gill. ex Arn.) Carolin ex Hershkovitz. Hasta los 2800 m s.n.m., aproximadamente, se encuentran elementos del piso inferior más cálido como *Larrea cuneifolia* Cav., *L. nitida* Cav., *L. divaricata* Cav., *Senecio filaginoides* DC. y *Proustia cuneifolia* D. Don.

Las formas biológicas dominantes son las caméfitas (47%), seguidas por las terófitas (23%), mientras que por cobertura codominan las nanofanerófitas (14%) que aumentan su valor en los escurrimientos de menor altura (Fig. 6C).

(4) Comunidad de *Baccharis tola* ssp. *tola*: Es una comunidad saxícola que ocupa principalmente los roquedales de granito básico de la sierra La Invernada con exposición noroeste entre los 3000-3200 m s.n.m. Posee 57 especies siendo la comunidad con mayor riqueza del área de estudio. Fisionómicamente corresponde a un matorral bajo de 0,4 m de alto con dominio de *Baccharis tola* Phil. ssp. *tola*, *Tetraglochin alata* (Gill. ex Hook. & Arn.) Kuntze var. *alata*, *Nassauvia axillaris*,

*Baccharis boliviensis* (Wedd.) Cabrera, *Mulinum ulicinum* Gill. & Hook., *Caiophora coronata* (Gill. ex Arn.) Hook. & Arn., *Fabiana punensis* S. C. Arroyo, entre otras; acompañadas de cactáceas como *Lobivia formosa* (Pfeiff.) Dodds, *Denmoza rodacantha* (Salm-Dyck) Britton & Rose y *Tunilla corrugata*. La cobertura no supera el 60%.

Las formas biológicas dominantes son las caméfitas (47%) y las hemicriptófitas (21%) (Fig. 6D).

(5) Comunidad de *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*: Se presenta como un matorral bajo y muy abierto que ocupa los abanicos y conos aluviales del valle. Se extiende entre los 2600-3200 m s.n.m.

La especie dominante es *Artemisia mendozana* DC. var. *paramilloensis* Roig & Ambrosetti (de 0,3 m de alto, y cobertura del 50%) junto con *Lycium chanar* Phil., *Ptephrocactus reticulatus* Kiesling y *Mulguraea echegarayii* (Hieron.) N. O'Leary & P. Peralta se comportan como características. Como acompañantes se presentan *Lycium chilense* Miers ex Bertero var. *vergarae* (Phil.) Bernardello, *Bougainvillea spinosa* (Cav.) Heimerl, *Chuquiraga echegarayi* Hieron., *Sisyrinchium macrocarpum* Hieron. y *Philibertia candolleana* (Hook. & Arn.) Decne, entre otras.

Las formas dominantes en presencia son las caméfitas (45%) seguidas por las hemicriptófitas (18%) y terófitas (18%), y en cobertura las caméfitas (66%) seguidas por las nanofanerófitas (10%) y geófitas (10%) (Fig. 6E).

Se destaca una facies de *Scleropogon brevifolium* Phil. en los abanicos aluviales entre los 2700-2900 m s.n.m. en sectores bajos donde se acumula material arcillo-limoso por los escurrimientos superficiales.

(6) Comunidad de *Larrea nitida*: Es la continuidad de la comunidad riparia de *Fabiana denudata* por debajo de los 2600 m s.n.m. Constituye un matorral alto y abierto en los escurrimientos entre los 2300-3100 m. Presenta un estrato arbustivo de hasta 1 m de alto y un estrato herbáceo de 0,3 m. Domina *Larrea nitida* que puede alcanzar una cobertura superior al 30% y como especies características se indican *Schinus fasciculata* (Griseb.) I. M. Johnst., *Jarava scirpea* (Speg.) Peñailillo y *Argylia uspallatensis* DC. y entre las acompañantes *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*,

*Baccharis grisebachii*, *Larrea cuneifolia*, *Hyalis argentea* Hook. & Arn., *Scleropogon brevifolium* y *Pappophorum phillippianum* Parodi, entre otras.

Las caméfitas (38%) dominan el espectro biológico en cuanto a presencia, seguidos por hemicitófitas (21%) y nanofanerófitas (21%); estas últimas dominan en cobertura (52%) y las caméfitas ocupan el segundo lugar (31%) (Fig. 6F).

(7) Comunidad de *Larrea divaricata*: Este matorral, distribuido en los abanicos aluviales, ocupa el piso inmediato inferior al de *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*. A partir de los 2900 m s.n.m. aproximadamente este taxón comienza a ser reemplazado por *Larrea divaricata*, inicialmente como un matorral muy achaparrado que va aumentando su altura hasta superar el 1,2 m a los 2100 m. Hasta los 2700 m *L. divaricata* está acompañada por *Fabiana denudata* y *Artemisia echegarayii* Hieron. con cobertura del 60%. Por debajo de los 2600-2700 m *Hyalis argentea*, *Salvia cuspidata* Benth. ssp. *gilliesii* (Benth.) J.R.I. Wood, *Lycium chilense*, *Senecio filaginoides* y *Acantholippia seriphoides* (A. Gray) Mold., etc., se comportan como acompañantes. Sobre los surcos de erosión y por debajo de los 2100 m comienza la presencia de *Bulnesia retama* (Gill. ex Hook. & Arn.) Griseb.

En las laderas más frías y erosionadas de exposición sur se presenta una facies de *Hyalis argentea* acompañada principalmente por *Salvia cuspidata* ssp. *gilliesii* y *Nassella tenuissima* (Trin.) Barkworth.

Por presencia dominan las caméfitas (32%) y las hemicitófitas (26%), mientras que por cobertura las nanofanerófitas (40%) son más importantes determinando la fisonomía de la comunidad (Fig. 6G).

(8) Comunidad de *Larrea cuneifolia*: Matorral que ocupa los piedemontes entre los 2200-2600 m s.n.m. *Larrea cuneifolia* está acompañada por *Mulguraea aspera* (Gill. & Hook.) Mold., *Lycium chilense*, *Diplachne dubia* (Kunth) Scribn., *Eragrostis lugens* Nees, *Bredemeyera microphylla* (Griseb.) Hieron., *Pappophorum caespitosum* R.E. Fr. y *Cottea pappophoroides* Kunth. Posee dos estratos, uno arbustivo de 1 m de alto y uno herbáceo de 0,3-0,5 m, con una cobertura media del 60%.

Dominan en presencia las hemicitófitas (38%) y las caméfitas (31%), pero en cuanto a cobertura las nanofanerófitas (46%) son más importantes (Fig. 6H).

(9) Comunidad de *Bulnesia retama*: *B. retama* aparece inicialmente de manera esporádica en los cauces de escurrimiento y es especie dominante a partir de los 2200 m s.n.m.

Fisionómicamente se presenta como una estepa arbustiva alta con dos estratos, el superior de 1 m de alto y otro herbáceo de 0,6 m. La cobertura vegetal media de la comunidad es del 45%. Se extiende sobre los abanicos aluviales y luego va ascendiendo por las laderas hasta dominar todos los ambientes en la parte sur del área de estudio. Son características de esta comunidad *Aristida mendocina* Phil., *Mirabilis ovata* (Ruiz & Pav.) Meigen, *Opuntia sulphurea* Gill. ex Salm-Dyck, *Philibertia gilliesii* Hook. & Arn., *Senecio pinnatus* Poir. var. *pinnatus*, *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins, *Atriplex crenatifolia* Chodat & Wilczek y *Baccharis spartioides* (Hook. & Arn. ex DC.) J. Rémy.

En presencia dominan las caméfitas (37%) seguidas de las nanofanerófitas (33%), mientras que por cobertura son más importantes estas últimas (N = 78%) evidenciando condiciones más cálidas (Fig. 6I).

(10) Comunidad de *Deuterocohnia longipetala*: Es un matorral bajo de 0,50 m de alto, que ocupa laderas y afloramientos rocosos calcáreos del sur del valle. *Deuterocohnia longipetala* (Baker) Mez está acompañada por *Aristida adscencionis* L., *Denmoza rhodacantha*, *Mentzelia albescens* (Gill. ex Arn.) Griseb. y las cactáceas *Trichocereus strigosus* (Salm-Dyck) Britton & Rose, *Maihueniopsis recurvata* (Gilmer & H. P. Thomas) Kiesling, *Pyrrhocactus bulbocalyx* (Wederman.) Backeb. y *Tephrocactus aoracanthus* (Lem.) Lem.

Las suculentas (45%) dominan en presencia seguidas por las nanofanerófitas (27%). En cuanto a cobertura las caméfitas (62%) y las nanofanerófitas (17%) tienen mayor importancia (Fig. 6J).

#### Consideraciones edáficas

Los suelos en general son poco desarrollados y neutros a alcalinos (Tabla 2). La textura arenosa corresponde a suelos de origen fluvial, sueltos

Tabla 2. Características edáficas por comunidad.

Comunidad	IDShannon	LI-LS	CE (µS/cm)	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Textura
<i>Pappostipa chrysophylla</i> var. <i>chrysophylla</i>	2.09	1,44-2,24	426	7.87	588	7.26	235	franco arenoso
<i>Senecio subulatus</i> var. <i>salsus</i> y <i>A. pinifolia</i>	2.49	2,07-2,61	519	6.73	1036	7.08	156	arenoso
<i>F. denudata</i> y <i>Baccharis grisebachii</i>	2.44	1,92-2,70	498	7.89	252	3.4	117	franco arenoso
<i>Baccharis tola</i> ssp. <i>tola</i>	2.61	2,13-1,76	526	7.87	448	6.68	507	franco arenoso
<i>Artemisia mendozana</i> var. <i>paramilloensis</i>	2.37	2,04-2,46	157	9.04	448	9.4	310	franco arenoso
<i>Larrea nitida</i>	2.94	1,97-3,21	163	9.35	672	9.64	547	arenoso
<i>Larrea divaricata</i>	2.34	1,83-2,52	388	9.21	418	8.84	418	arenoso
<i>Larrea cuneifolia</i>	1.85	1,51-1,98	459	8.22	560	6.8	156	franco arenoso
<i>Bulnesia retama</i>	1.31	0,69-1,56	295	8.46	518	4.4	156.5	arenoso
<i>Deuterocohnia longipetala</i>	0.43	0,22-0,62	408	7.48	1204	3.36	160	franco arenoso

y profundos. Las bajas conductividades eléctricas están asociadas a la textura que facilita el drenado en profundidad de las sales, como a la ausencia en superficie de material rocoso rico en sales solubles. El contenido de nitrógeno es bajo con incremento en la comunidad de *Senecio subulatus-Adesmia pinifolia* que presenta abundante mantillo y en la *Deuterocohnia longipetala* que en las grietas de los afloramientos acumula mantillo por arrastre en cada lluvia.

El análisis de componentes principales considerando los datos físico-químicos de los suelos y las comunidades vegetales se muestra en la Fig. 7. Los contenidos de fósforo y potasio muestran mayor relación con la comunidad riparia de *Larrea nitida*, donde el estrato herbáceo, el de musgos y cianofíceas juega un papel importante en la riqueza específica, estabilidad de los suelos y la cobertura total de la comunidad. En las comunidades saxícolas como las de *D. longipetala*, *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii* y de *S. subulatus-A. pinifolia*, en las grietas de las rocas o en los depósitos entre rocas se concentran las sales y el nitrógeno, por ello es mayor la relación con el contenido de éste y la conductividad eléctrica.

#### Consideraciones fitoclimáticas

A partir de los espectros biológicos se caracterizó fitoclimáticamente el valle en estudio. Dominan las caméfitas (n = 47; 33%) y las hemicriptófitas (n = 36; 25%), abundantes en las comunidades más

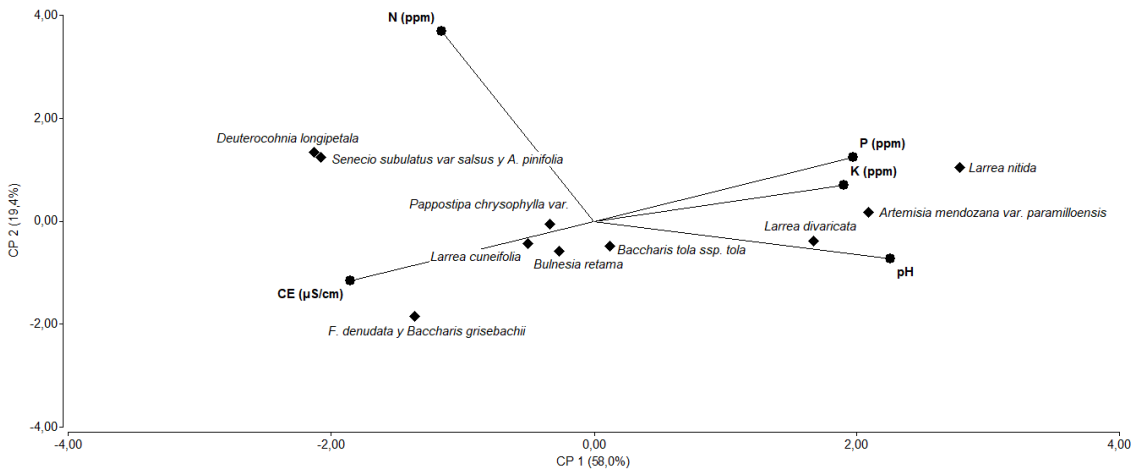
frías corroborando situaciones análogas a la de otras áreas de alta montaña (Martínez Carretero, 1985; Méndez, 2004; Roig *et al.*, 2007). Mientras que las nanofanerófitas (n = 20; 14%) se incrementan en las riberas de los cauces de escorrentía con mayor disponibilidad de humedad, y las suculentas (n = 14; 10%) en las laderas más luminosas y cálidas de solana. Las terófitas (n = 21; 15%) y las geófitas (n = 3; 5%) abundan en laderas de exposición sur. Esto permite concluir que el fitoclima del área es camefítico-hemicriptófitico.

#### Espectro corológico

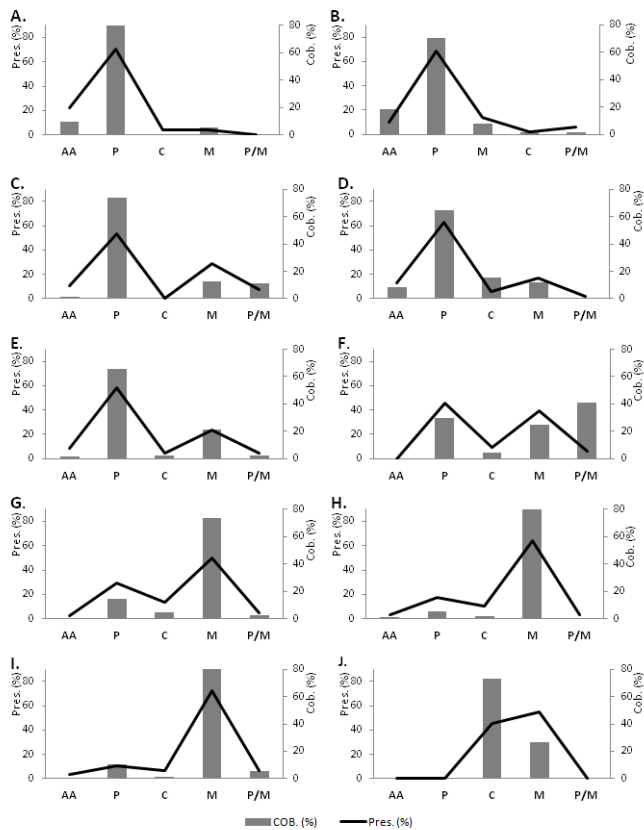
El espectro biológico por comunidad, expresado en porcentaje, se muestra en la Fig. 8.

De las especies relevadas, el 43% posee distribución puneña y dominan en las comunidades de *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*, *Senecio subulatus* var. *salsus-Adesmia pinifolia*, *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii*, *Baccharis tola* ssp. *tola*, y *Artemisia mendozana* var. *paramilloensis*, (Fig. 8A-E), extendiéndose entre los 2600-3600 m s.n.m.. En la comunidad de *A. mendozana* var. *paramilloensis*, las especies *Scleropogon brevifolium*, *Jarava leptostachya* (Griseb.) F. Rojas, *Acantholippia seriphioides* y *Bouteloua barbata* Lag. marcan el contacto con el Monte.

Entre las comunidades riparias, la de *Larrea nitida* presenta similares porcentajes tanto en presencia como en cobertura de especies puneñas y del monte, siendo ecotono entre ambas unidades fitogeográficas.



**Fig. 7.** Análisis de componentes principales entre las características fisicoquímicas de los suelos y las comunidades vegetales.



**Fig. 8.** Espectros corológicos compensados por comunidad. **A:** *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla*. **B:** *Senecio subulatus* var. *salsus*-*Adesmia pinifolia*. **C:** *Fabiana denudata*-*Baccharis grisebachii*. **D:** *Baccharis tola* ssp. *tola*. **E:** *Artemisia mendozaana* var. *paramilloensis*. **F:** *Larrea nitida*. **G:** *Larrea divaricata*. **H:** *Larrea cuneifolia*. **I:** *Bulnesia retama*. **J:** *Deuterocohnia longipetala*. Abreviaturas: AA: Altoandino, C: Cardonal, M: Monte, P: Puna, P/M: Puna-Monte.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las comunidades vegetales determinadas evidencian la diversidad geomorfológica del área estudiada. La altitud, la pendiente y el tipo de sustrato son determinantes respecto de las comunidades.

La comunidad de *Pappostipa chrysophylla* var. *chrysophylla* se encuentra en suelos sometidos a procesos criogénicos. Este pastizal también fue estudiado para la provincia de Mendoza pero a menor altitud (Martínez Carretero, 2004; Méndez *et al.*, 2006; Morici *et al.*, 2010); la especie que define a esta unidad de vegetación se presenta como acompañante en la mayoría de las comunidades lo que denota su plasticidad ecológica.

En las laderas de las sierras de exposición norte se ubica la comunidad de *Senecio subulatus* var. *salsus-Adesmia pinifolia* en suelos rocosos con matriz franco-arenosa. A una altitud similar fue descrita en la provincia de Mendoza en el flanco oriental del Cordón del Plata (Méndez, 2004) y en el Parque Nacional Aconcagua (Méndez *et al.*, 2006).

En los cauces de erosión con suelos arenosos a franco-arenosos, sueltos de riberas los matorrales de *Fabiana denudata-Baccharis grisebachii* que es reemplaza a menor altura por la comunidad de *Larrea nitida*.

El matorral bajo de *Baccharis tola* ssp. *tolá* se desarrolla en suelos rocosos de granitos básicos.

El matorral de *Artemisia mendozaana* var. *paramilloensis* ocupa suelos medianamente profundos, arenosos, con clastos. En el sector sur de la Precordillera, en el valle de Uspallata (32° 35' S), se extiende hasta los 2400 m s.n.m. (Martínez Carretero, 2000).

Las comunidades de *L. divaricata*, *L. cuneifolia* y *B. retama* se desarrollan en suelos arenosos, con clastos rodados heterométricos y la de *D. longipetala* en suelos rocosos calcáreos, de exposición norte. La disminución en la riqueza específica se asocia al incremento de la erosión hídrica en las comunidades por debajo de los 2600 m s.n.m. A partir de los 2600 m de altitud el área de estudio florísticamente se enmarca dentro del distrito Cuyano de la Provincia Fitogeográfica de la Puna. El piso Altoandino se presenta sobre los 3600 m s.n.m. El Cardonal se extiende hacia el sur siguiendo las laderas de solana, principalmente como vegetación de grietas o pequeños depósitos de

sustrato arenoso sobre roca consolidada, dominado por bromeliáceas terrestres y cactáceas.

Según Martínez Carretero (1995), taxones como *Baccharis tola* ssp. *tolá*, *Baccharis boliviensis*, *Euphorbia amandi* Oudejans, *Jarava leptostachya*, etc. poseen alto valor fitogeográfico pues se distribuyen desde Perú, Bolivia y el norte de Chile hasta los 32° 40' S en Uspallata (provincia de Mendoza, Argentina), evidenciando la distribución de la Puna por el flanco andino oriental. En el valle La Invernada, los elementos del Monte entran en contacto con los puneños entre los 2500-2700 m s.n.m., coincidiendo con lo propuesto por Bárcena & Roig (1982) y Martínez Carretero (1995, 2000) para la Puna argentina.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

YR confección de cartografía de base, clasificación visual, mapa de vegetación, censos de vegetación, identificación de especies, análisis estadísticos, elaboración del manuscrito. EMC relevamientos florísticos, identificación de especies, definición de unidades de vegetación, redacción y revisión general del manuscrito.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al propietario de la Reserva Privada Don Carmelo, Sr. Arturo Curatola, por su buena predisposición para la realización de este trabajo y al personal de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de San Juan por el apoyo logístico en las tareas de campo. Este trabajo fue parcialmente financiado por el Proyecto 10120180300135SJ, CICITCA, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALMIRÓN, M. 2018. Vegetación del Monumento Natural y Paisaje Protegido Loma de Las Tapias. Departamentos Ullum y Albardón, San Juan (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 53: 385-403.
- BARCENA, J. R. & F. A. ROIG. 1982. Investigaciones arqueológicas en el área puneña de Mendoza, con especial referencia a *Tephrocactus andicola* (Cactaceae) como nuevo recurso alimentario. *Relaciones* 14: 85-107.

## Y. Ripoll y E. Martínez Carretero - Vegetación del Valle La Invernada en San Juan

- BALDIS, B. A., M. BERESI, L. O. BORDONARO & A. VACA. 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. *Actas del V Congreso Latinoamericano de Geología Argentina* 4: 399-445.
- BASTÍAS, H. E., E. ULIARTE, J. de D. PAREDES, A. SÁNCHEZ, J. A. BASTÍAS, L. RUZYCKI & P. PERUCCA. 1990. Neotectónica de la provincia de San Juan. *Relatorio de geología y recursos naturales de la Provincia de San Juan*, 11º Congreso Geológico Argentino: 228-244.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. 3ª ed. H. Blume Ediciones, Barcelona.
- CABRERA, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: KUGLER, W. (ed.). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, pp. 1-85. 2ª ed. Editorial ACME, Buenos Aires.
- DI RIENZO, J., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZÁLEZ, M. TABLADA & C. W. ROBLEDO. 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.
- FURQUE, G. 1983. Descripción geológica de la Hoja 19c, Ciénaga de Gualilán, San Juan. *Boletín de la Subsecretaría de Minería (Buenos Aires)*, 193: 1-106.
- FURQUE, G. & M. F. CABALLÉ. 1988. Descripción geológica de la sierra de La Invernada, San Juan. *Boletín de la Dirección Nacional de Minería y Geología*, 1-76.
- HAENE, E., A. MONTAÑEZ & G. NUÑEZ. 1994. Recomendaciones para el uso del plan de manejo de la Reserva Privada de Usos Múltiples Don Carmelo (Departamento Ullúm, Provincia de San Juan). *Informe de la Administración de Parques Nacionales*, pp. 1-14, Buenos Aires.
- IBODA (Instituto de Botánica Darwinion). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. Disponible en: <http://www2.darwin.edu.ar> [Acceso: 29 Octubre 2018].
- KÖPPEN, W. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. De Gruite, Berlin.
- MAGURRAN, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- MÁRQUEZ, J. & A. DALMASSO. 2003. Las comunidades vegetales de los ambientes húmedos del Parque Nacional El Leoncito, San Juan, Argentina. *Multequina* 12: 55-67.
- MÁRQUEZ J. & G. PASTRÁN. 2017. Las áreas naturales protegidas de la provincia de San Juan. En: MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A. GARCÍA (eds.), *San Juan Ambiental*, pp. 187-197. Ed. UNSJ, San Juan.
- MÁRQUEZ, J., Y. RIPOLL, M. ARIZA, E. MARTÍNEZ CARRETERO & A. DALMASSO. 2011. *Naturaleza y cultura de La Ciénaga*. Ed. UNSJ, San Juan.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 1985. La vegetación de la Reserva Natural Divisadero Largo (Mendoza, Argentina). *Documents Phytosociologiques* N.S. 9: 25-49.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 1995. La puna argentina: delimitación general y división en distritos florísticos. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 31: 27-40.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 2000. Vegetación de los Andes Centrales de la Argentina. El Valle de Uspallata, Mendoza. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 34: 127-148.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 2004. La provincia fitogeográfica de la Payunia. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39: 195-226.
- MARTÍNEZ CARRETERO E. & M. ONTIVERO. 2017. Vegas. Ecosistema altoandino de importancia biológica, ecológica y socio-económica. En: MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A. GARCÍA (eds.), *San Juan Ambiental*, pp. 200-213. Ed. UNSJ, San Juan.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., A. DALMASSO, J. MÁRQUEZ & G. PASTRÁN. 2008. Comunidades Vegetales y Unidades Fitogeográficas. En: Martínez Carretero, E. (ed.) *Diversidad biológica y cultural de los altos andes centrales de Argentina. Línea de base de la reserva de biosfera San Guillermo-San Juan*, pp. 113-152. Ed. UNSJ, San Juan.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. 1983. Cultura y ciencia del paisaje. *Revista Agricultura y Sociedad* 27. 9-32.
- MÉNDEZ, E. 2004. La vegetación de los Altos Andes I. Pisos de vegetación del flanco oriental del Cordón del Plata (Mendoza, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39: 227-253.
- MÉNDEZ, E., E. MARTÍNEZ CARRETERO & I. PERALTA. 2006. La vegetación del Parque Provincial Aconcagua (Altos Andes centrales de Mendoza, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41: 41-69.
- MORICI, E. F., A. PRINA, G. ALFONSO & W. MUIÑO. 2010. Flora y vegetación del valle superior del río Atuel (Mendoza-Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 109-118.
- ORTIZ, A. & J. ZAMBRANO. 1981. La provincia geológica de Precordillera Oriental. *Actas del 8º Congreso Geológico Argentino* 3: 59-74.
- RAUNKIAER, C. 1934. *Life forms and terrestrial plant geography*. Clarendon Press, London.
- ROIG, F. A., M. E. ABRAHAM & E. MÉNDEZ. 2007. Vegetation belts, cold soil freezing in the Central Andes of Mendoza, Argentina. *Phytocoenologia* 37: 99-114.
- VICH, A. J. I., C. LAURO, F. BIZZOTTO, E. VACCARINO & F. MANDUCA. 2017. Recursos hídricos superficiales. En: MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A. GARCÍA (eds.), *San Juan Ambiental*, pp. 141-167. Ed. UNSJ, San Juan.
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO. 2008. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107: 1-3348.

