

## LOS ARBUSTOS DE LAS ESTEPAS ANDINAS DEL NOROESTE ARGENTINO Y SU USO ACTUAL

Por B. RUTHSATZ<sup>1</sup>

### SUMMARY

The present paper deals with phytogeographical distribution, physionomy, morphological structure and phenology of 115 shrub-species of the high Andes in the northwest of Argentina, their relationships with the main ecological factors and their present use by man. The forage qualities of this shrub vegetation are of great importance to the inhabitants of the region, and an attempt was made to establish the forage importance of each species. An index of the relative importance of each species as a fodder plant was obtained, based on species abundance and the degree of damage due to browsing. The result indicate that 25 % of the shrubs included in this study area are of medium to high importance as fodder plants.

Due to the lack of trees in the region, some shrubs are used as firewood, and others are considered to have medicinal properties.

Como arbusto se define comúnmente a una planta leñosa de menos de 2 (ó 5) m de altura, que no tiene un tronco preponderante porque se ramifica a partir de la base. En este concepto están incluidos también los cojines y placas leñosas que dan un aspecto muy particular a algunas comunidades de esta región, generalmente llamado "Puna". Se han considerado además los árboles silvestres, el churqui (*Prosopis ferox*) y la queñoa (*Polylepis tomentella*), que según las condiciones del ambiente pueden presentarse como árboles con un tronco definido o como arbustos. Se ha excluído a las suculentas por ser su biología tan diferente de la de los arbustos, a pesar de que se podría considerar como tales a las especies del género *Tephrocactus* y a algunas *Opuntia*.

Las especies arbustivas son los componentes más característicos de la mayor parte de las estepas andinas y constituyen un factor muy importante en la economía de la población regional. El hecho de que generalmente se subestima el papel que juegan los arbustos, y las observaciones acerca de las consecuencias destructivas de un mal manejo de este recurso

<sup>1</sup> Doctora en Ciencias Naturales del Instituto de Geobotánica de la Universidad de Göttingen, Alemania. Actualmente: Instituto de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

natural, por falta de conocimiento de su biología, han inspirado el presente trabajo.

La región estudiada abarca la Puna de Jujuy y el departamento La Poma de la provincia de Salta, tomando como límite sur la ruta de San Antonio de los Cobres al paso de Huaitiquina. Además, se consideran los arbustos de las quebradas principales de acceso, la Quebrada de Humahuaca y la Quebrada del Toro, por encima de los 2000 m sobre el nivel del mar. Se eligió este límite inferior para excluir las especies provenientes de la provincia fitogeográfica chaqueña que avanzan por las entradas de estos valles.

El trabajo considera las siguientes características biológicas de los arbustos estudiados: distribución geográfica, fisonomía general, estructura morfológica de las hojas, presencia o ausencia de espinas y fenología. La última parte resume observaciones sobre su uso actual considerando la importancia de las características anteriormente mencionadas.

#### A. PRINCIPALES AMBIENTES DONDE VIVEN ARBUSTOS EN LA REGION ESTUDIADA

La región comprende, siguiendo a Cabrera (1957), partes de tres provincias fitogeográficas: la Prepuna, la Puna y la zona altoandina, que se distinguen claramente por sus floras y características ambientales. Además, el hombre les da un uso distinto: en la Prepuna predomina la agricultura, la Puna y la zona altoandina en cambio sirven casi exclusivamente como región ganadera.

En toda la región reina un clima con veranos lluviosos y temperaturas relativamente bajas e inviernos secos con gran amplitud térmica entre el día y la noche, producido por la radiación, sumamente intensa en esa latitud y altura cuando falta la capa protectora de nubes del verano.

La Prepuna es una estepa arbustiva con gran cantidad de suculentas rastreras, pulviniformes y columniformes, y corresponde a los valles interandinos, encajonados entre cordones altos. El clima es benigno, con temperaturas altas y poco peligro de heladas durante los meses de verano. El promedio de las escasas lluvias alcanza, según el lugar, de 60 a 180 mm por año (diagramas de Tumbaya y Humahuaca en el gráfico 1). La Quebrada del Toro es el más seco de los dos valles principales.

Los suelos de las laderas son muy pedregosos, pero el hombre ha sabido elegir los lugares más aptos para la instalación de terrazas de cultivo, donde hoy se produce bajo riego toda clase de hortalizas, cereales y frutales. Estos cultivos, y en un grado creciente el turismo, son la base de la economía de las quebradas. Sin embargo, muchas familias, probablemente las más pobres, siguen teniendo pequeños rebaños de cabras y ovejas y los llevan cada día a pastorear a las laderas fuera de la parte regada del valle. Muchas de ellas tienen además "puestos" en las montañas, a donde llevan sus ani-

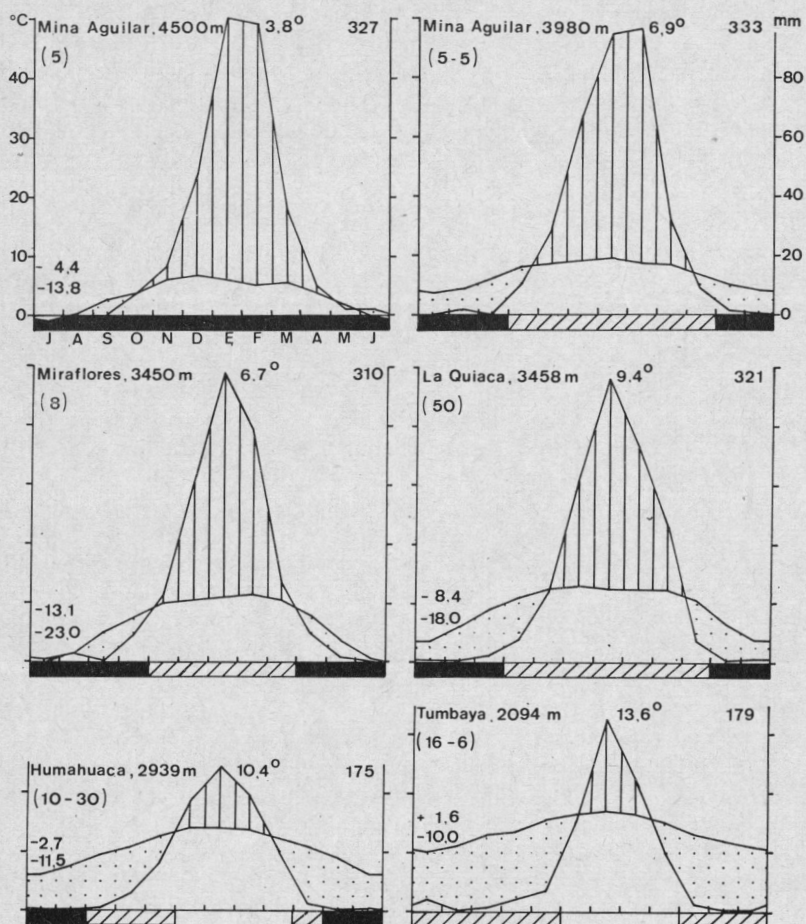


Gráfico 1. — Climatogramas de algunas estaciones meteorológicas de la región estudiada (según Walter)

Fuentes de los datos meteorológicos: *Mina Aguilar* (4500 m): 23°13' S/65°42' W; temperatura y precipitación: 1969-1973; Cátedra de Fitogeografía del Museo de La Plata. *Mina Aguilar* (3980 m): 23°12' S/65°42' W; temperatura: 1957-1961; precipitación: 1966-1973; Compañía Minera El Aguilar. *Miraflores* (3450 m): Temperatura y precipitación: 1965-1973; INTA, Salta. *La Quiaca* (3458 m): 22°06' S/65°36' W; temperatura y precipitación: 1901-1950; Servicio Meteorológico Nacional. *Humahuaca* (2939 m): 23°12' S/65°22' W; temperatura: 1902-1915; precipitación: 1931-1960; Servicio Meteorológico Nacional y Ferrocarril General Belgrano. *Tumbaya* (2094 m): 23°52' S/65°28' W; temperatura: 1903-1914; precipitación: 1921-1950; Servicio Meteorológico Nacional y Ferrocarril General Belgrano.

males durante el verano. Las vacas y los caballos están en los campos bajos, a veces sembrados con alfalfa, o en las praderas naturales a orilla de los ríos. Por la escasez de hierbas tiernas durante la mayor parte del año, son los arbustos los que sirven de alimento principal a las cabras; las ovejas, en cambio, ramonean solamente algunos arbustos y se alimentan de los pastos y las hierbas, aún en estado seco, durante el invierno.

La Puna, en su significado más estricto, corresponde a la estepa arbustiva de las llanuras extensas del altiplano por encima de los 3400 m sobre el nivel del mar. Se trata de grandes cuencas rellenadas por erosión hídrica y eólica con el material de los cordones que las rodean. El clima de la Puna es más frío y más húmedo que el de las quebradas (diagramas de Miraflores y La Quiaca del gráfico 1). Los suelos son pedregosos o arenosos a arcillosos, según la distancia de las montañas donde se originaron. Es un ambiente muy poco apto para la agricultura por las heladas, frecuentes durante todo el año, y las reducidas posibilidades de riego debido a las pocas lluvias y a la orografía plana. Dejando de lado los pequeños campos cercados en las inmediaciones de las casas, la población vive de la ganadería y del trabajo de jornalero en las minas de la zona y en la zafra. Los animales criados son: vacas, llamas, ovejas, cabras y burros. Además tienen algunos caballos y mulas. Las vacas pastorean en potreros alambrados o empircados en las orillas de lagunas y ríos. Las llamas andan libremente en manadas de 10 a 30 ejemplares eligiendo preferentemente ciénagas o vegas con abundante vegetación de pastos. A las ovejas y cabras se las lleva en rebaños desde 30 hasta cientos de animales, a los lugares menos productivos y donde comúnmente predominan los arbustos. Aquí se encuentran también los burros que se juntan en pequeños grupos familiares de 3 a 7 ejemplares. Las ovejas y cabras son encerradas cada noche en corrales, lo que determina que la vegetación cercana a las casas o puestos este siempre muy sobrepastoreada.

La zona altoandina tiene un clima más frío y algo más húmedo que las regiones ya descritas (diagramas de Mina Aguilar del gráfico 1). Los suelos son pedregosos o arenosos. La vegetación dominante es un pastizal compuesto de gramíneas con hojas duras y punzantes que únicamente en su franja inferior están entremezclados con algunas especies arbustivas. En esta zona no hay población permanente, pero existen muchos "puestos" cerca del límite entre la Puna y la zona altoandina, a los que los animales son llevados durante los meses del verano.

La zona ganadera principal es la Puna, donde las especies arbustivas representan un factor importante en la alimentación de las cabras, los burros, las ovejas y las llamas. La llanura entre Abra Pampa y La Quiaca, las cuencas de Pozuelos, Guayatayoc y de las Salinas Grandes muestran las graves consecuencias de un pastoreo excesivo. La erosión hídrica en verano y eólica en invierno son sumamente activas. Por estas razones resulta interesante reunir el mayor volumen posible de información sobre la biología y el uso actual de los arbustos ya que ello contribuirá al desarrollo de normas de manejo adecuado de estas especies y de los recursos naturales de la región en general.

TABLA 1. — Las especies arbustivas de la región estudiada

columna:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
especie	prov.	forma biológica	forma	tamaño	persist.	espinas, origen	abund.	ram.	imp.	
<u>Ephedraceae</u>										
<i>Ephedra americana</i> H. et B. ex Willd.	PP	N	arb. al.	escumif.	.	.	.			
<i>E. breana</i> Phil.	P	N	arb. me.	escumif.	.	.	.	1	1	1
<i>E. rupestris</i> Benth.	A+P	N	arb. ba.	escumif.	.	.	.	2	3	6
<u>Chenopodiaceae</u>										
<i>Atriplex</i> sp. (varias especies)	(PP+P)	H+Ch	arb. ba.	(ovalado)	(2)	(2)	.			
<i>Salicornia pulvinata</i> R.E.Fries	P	Ch	cojfn	escumif.	1	4	.	(2)	(3)	(6)
<i>Suaeda divaricata</i> Moq.	PP	N	arb. al.	lineal	2	3	.	1	0	0
<u>Nyctagineae</u>										
<i>Rouginvillea spinosa</i> (Cav.) Heimerl	P(PP)	N	arb. me.	ovalada	2	1	+	hoja	1	2 2
<u>Rosaceae</u>										
<i>Polylepis tomentella</i> Wedd.	A+P	M+N	arb./árbol	pinnada	3	3	.		2	1 2
<i>Tetraglochin cristatum</i> (Britton) Rothm.	P(A)	N	arb. ba.	ecicular	1	2	+	tallo	3	3 9
<i>T. inerme</i> (Johnst.) Rothm.	A	Ch	placa leñ.	ecicular	1	2	.		1	1 1
<u>Leguminosae</u>										
<i>Adesmia arenicola</i> (R.E.Fries) Burk.	P	N	arb. ba.	pinnada	2	1	+	tallo	1	1 1
<i>A. eytisioides</i> Griseb.	P	N	arb. al.	pinnada	2	1	+	tallo	2	1 2
<i>A. horridiuscula</i> Burk.	P	N	arb. me.	pinnada	1	1	+	tallo	3	2 6
<i>A. inflexa</i> Griseb.	PP	N	arb. al.	pinnada	2	1	+	tallo	1	1 1
<i>A. nordenskiöldii</i> (R.E.Fries) Burk.	PP(P)	N	arb. al.	pinnada	2	1	+	tallo	1	1 1
<i>A. occulta</i> (R.E.Fries) Burk.	A	Ch	placa leñ.	pinnada	1	3	+	tallo	1	1 1
<i>A. schickendanzii</i> Griseb.	A+P	Ch	placa leñ.	pinnada	2	3	+	tallo	1	0 0
<i>A. senticola</i> Phil.	P	Ch	arb. ba.	pinnada	2	1	+	tallo	2	1 2
<i>A. spinosissima</i> Meyen	A(P)	N	arb. me.	pinnada	1	2	+	tallo	1	1 1
<i>A. tucumanensis</i> Burk.	P	N	arb. al.	pinnada	2	1	+	tallo	2	2 4
<i>Caesalpinia pumila</i> Griseb.	PP	Ch	arb. ba.	pinnada	2	2	.	tallo	1	1 1
<i>Cassia crassiramea</i> Benth.	PP	N	arb. me.	pinnada	1	0	.		2	2 4
<i>C. hookeriana</i> Gillies ex Hook.	P	N	arb. me.	pinnada	3	2	.		3	3 9
<i>Cercidium andicola</i> Griseb.	PP	N	arb. me.	pinnada	2	1	.		1	1 1
<i>Prosopis alba</i> Griseb. ver.	PP	N+M	arb./árbol	pinnada	3	2	+	tallo	3	2 6
<i>P. ferox</i> Griseb.	PP+P	N	arb./árbol	pinnada	3	1	+	tallo	1	2 2
<u>Krameriaceae</u>										
<i>Krameria iluca</i> Phil.	P+PP	Ch	arb. ba.	lanceola.	2	2	.		1	3 3
<u>Zygophyllaceae</u>										
<i>Bulnesia schickendanzii</i> Hieron. ex Griseb.	PP	N	arb. al.	pinnada	3	?	.		1	1 1
<i>Lerrea divericata</i> Cav.	PP	N	arb. me.	pinnada	2	3	.		1	0 0
<u>Anacardiaceae</u>										
<i>Schinus molle</i> L.	PP	N	arb. al.	pinnada	3	3	.		2	0 0
<i>Sch. fasciculatus</i> (Griseb.) Johnst.	PP	N	arb. al.	ovalada	2	3	.		1	1 1
<u>Rhamnaceae</u>										
<i>Kentrothamnus weddellianus</i> (Miers) Tort.	P	N	arb. me.	ovalada	1	0	+	tallo	1	2 2
<u>Malvaceae</u>										
<i>Abutilon virgetum</i> (Cav.) Sw.	PP	N	arb. ba.	cordif.	3	1	.		1	1 1
<i>Herrisanthia</i> cfr. <i>crispa</i> (L.) Briz.	PP	Ch	sufrutice	cordif.	1	1	.		1	1 1
<i>Sida argentina</i> K. Schum.	PP	Ch	sufrutice	cordif.	2	1	.		1	2 2

TABLA 1. — (Continuación)

columna:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
especie	prov.	forma biológica	forma	tamaño	persist.	espinos, origen	abund.	ram.	imp.	
				foliares:						
<u>Frankeniaceae</u>										
<i>Anthobryum triandrum</i> (Remy) Surgis	P+A	Ch	cojín	escuemif.	1	4	.	2	1	2
<u>Umbelliferae</u>										
<i>Azorella compacta</i> Phil.	A+P	Ch	cojín	escuemif.	1	4	.	2	0	0
<i>Mulinum ulicinum</i> Gillies et Hook.	A+P	Ch	arb. ba.	pinnada	2	3	+ hoja	2	0	0
<u>Oleaceae</u>										
<i>Menodora pulchella</i> Markgraf	P	Ch	arb. ba.	espetul.	1	2	.	1	2	2
<u>Loganiaceae</u>										
<i>Buddleja andina</i> Britton	P	N	arb. me.	ovalada	2	2	.	1	2	2
<i>B. hieronymi</i> R.E.Fries	P	N	arb. me.	ovalada	2	2	.	2	3	6
<i>B. tucumensis</i> Griseb.	PP	N	arb. me.	lanceola.	3	3	.	1	1	1
<u>Asclepiadaceae</u>										
<i>Philibertia gilliesii</i> Hook. et Arn.	PP	Ch	sufrútice	hastada	3	1	.	1	2	2
<u>Verbenaceae</u>										
<i>Acantholippia deserticola</i> (Phil.) Moldenke	P	N	arb. me.	escuemif.	1	1	+ tallo	1	2	2
<i>A. hastulata</i> Griseb.	P	N	arb. me.	pinnatis.	1	1	+ tallo	2	3	6
<i>Lempaya castellani</i> Moldenke	P	N	arb. al.	elíptica	2	4	.	2	0	0
<i>Lantana</i> sp.	PP	Ch	arb. ba.	ovalada	2	1	.	2	2	4
<i>Lippia fissicalyx</i> Tronc.	PP	Ch	arb. ba.	ovalada	3	?	.	1	1	1
<i>L. integrifolia</i> (Griseb.) Hieron.	PP	Ch	arb. ba.	lanceol.	2	?	.	1	?	?
<i>Verbena arctioides</i> R.E.Fries	A(P)	Ch	arb. ba.	escuemif.	1	4	.	1	1	1
<i>V. asperagoides</i> Gillies et Hook.	P	N	arb. ba.	acicular	1	2	.	2	2	4
<i>V. bisulcata</i> Hayek	A+P	Ch	arb. ba.	acicular	1	2	.	1	2	2
<i>V. longidentata</i> Moldenke	PP	N	arb. me.	ovalada	3	2	.	1	?	?
<i>V. minima</i> Meyen	A(P)	Ch	cojín	escuemif.	1	4	.	1	0	0
<i>V. pygmaea</i> R.E.Fries	A	Ch	cojín	escuemif.	1	4	.	1	0	0
<i>V. seriphioides</i> Gillies et Hook.	P	N	arb. ba.	acicular	1	2	+ hoja	3	1	3
<u>Labiateae</u>										
<i>Salvia gilliesii</i> Benth.	P	N	arb. me.	ovalada	2	1	.	1	2	2
<i>Setureja parvifolia</i> (Phil.) Epling	P	N	arb. me.	elíptica	1	1	+ tallo	2	2	4
<u>Solanaceae</u>										
<i>Febiana densa</i> Remy	P	N	arb. me.	acicular	1	2	.	4	0	0
<i>F. denudata</i> Miers	P	N	arb. me.	acicular	1	0	.	3	0	0
<i>F. sp.</i>	P	N	arb. me.	acicular	1	1	.	1	0	0
<i>Lycium ciliatum</i> Schlechtendal	PP	N	arb. me.	lanceola.	2	1	.	2	1	2
<i>L. decipiens</i> Dammer	P	Ch	arb. ba.	lineal	1	1	+ tallo	1	2	2
<i>L. tenuispinosum</i> Miers	PP	N	arb. me.	espatula.	1	1	+ tallo	3	1	3
<i>L. vergarae</i> Phil.	PP	N	arb. me.	ovalada	1	1	.	1	1	1
<i>Salpichroa foetida</i> Dammer	P	N	arb. ba.	ovalada	2	1	.	1	2	2
<i>Solenum</i> cfr. <i>lyciforme</i> Dammer	PP	N	arb. el.	ovalada	2	1	+ tallo	1	1	1
<u>Bignoniaceae</u>										
<i>Tecoma garrocha</i> Hieron.	PP	N	arb. me.	pinnada	3	1	.	1	2	2
<u>Acanthaceae</u>										
<i>Justicia campestris</i> Griseb.	PP	N	arb. ba.	ovalada	2	2	.	2	2	4

TABLA 1. — (Continuación)

especie	columna:		caracteres foliares:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Compositae	prov.	forma biológica	forma	tamaño	persist.	espinas	origen	abund.	ram.	imp.		
Aphyllocladus spertioides Wedd.	pp(p)	N	arb. me.	lineal	1	0	.					
Baccharis boliviensis (Wedd.) Cabr.	p	N	arb. ba.	lineal	1	2	.	2	1	2		
B. boliviensis var. letifolia (R.E.Fries) Cabr.	p	N	arb. ba.	esnatul.	1	2	.	4	1	4		
B. grisebachii Hieron.	p	N	arb. me.	lineal	2	1	.	1	1	1		
B. incanum Wedd.	A	N	arb. me.	ovalada	2	3	.	1	0	0		
B. incanum var. lejia (Phil.) Cabr.	p	N	arb. me.	pinnatis.	1	3	.	3	0	0		
B. polifolia Griseb.	p	N	arb. me.	elíptica	2	3	.	3	0	0		
B. salicifolia (Ruiz et Pavon) Pers.	pp	N	arb. me.	lanceola.	2	3	.	2	0	0		
B. tucumanensis Hook. et Arn.	pp	N	arb. me.	lanceola.	2	3	.	2	0	0		
Chersodoma argentina Cabr.	A	N	arb. ba.	elíptica	2	?	.	1	?	?		
Chilotrichiopsis keidelii Cabr.	A	N	arb. me.	elíptica	2	2	.	2	1	2		
Chuquiraga acanthophylla Wedd.	p+pp	N	arb. me.	elíptica	2	3	.	2	0	0		
Ch. atacamensis Kuntze	p	N	arb. me.	ovalada	2	3	+	1	1	1		
Ch. erinacea Don	pp	N	arb. me.	ovalada	2	3	+	hoja	1	1		
Ch. longiflora (Griseb.) Hieron.	pp	N	arb. me.	acicular	2	3	+	hoja	2	4		
Ch. rotundifolia Wedd.	pp	N	arb. me.	lanceola.	3	3	+	hoja	1	1		
Eupetorium ernottianum Griseb.	A	N	arb. me.	ovalada	2	3	+	hoja	1	0		
E. ezangaroense Schultz Bip.	pp	Ch	sufrútice	oblonga	3	1	+	hoja	1	0		
E. patens D. Don	pp	N	sufrútice	cordifor.	2	1	.	1	0	0		
E. tecaquiriense (Hieron.) B.L. Robinson	pp	N	arb. me.	cordifor.	2	1	.	1	1	1		
Flourensia fiebrigii Blake	p	N	arb. ba.	elíptica	2	1	.	2	2	4		
F. subfrutescens (R.E.Fries) Blake	p	Ch	sufrútice	lanceola.	2	1	.	1	0	0		
Gochnatis glutinosa Don	pp	Ch	sufrútice	lanceola.	3	2	.	1	1	1		
Gutierrezia gilliesii Griseb.	pp	N	arb. me.	ecicular	2	2	.	1	1	1		
Lophopeppus cuneatus R.E.Fries	p	Ch	sufrútice	lineal	1	2	.	2	2	4		
Lophopeppus cuneatus R.E.Fries	p	N	arb. me.	ovalada	2	2	.	2	2	4		
Mutisia acuminata Ruiz et Pavon	p	N	arb. me.	ovalada	2	2	.	1	2	2		
M. friesiana Cabr.	p	Ch	arb. volub.	lanceola.	3	?	.	1	2	2		
M. hamata Reiche	p	Ch	arb. volub.	lanceola.	3	3	.	1	1	1		
M. kurtzii R.E.Fries	pp	N	arb. me.	pinnada	3	3	.	1	2	2		
M. ledifolia Wedd.	p	N	arb. me.	lanceola.	3	3	.	1	2	2		
Nardophyllum ermatum (Wedd.) Reiche	p	N	arb. me.	ovalada	2	2	.	1	0	0		
Nesseuia exiliteris (Lag.) Don	p	N	arb. me.	lineal	1	2	.	1	2	2		
Perestrepheia lepidophylla (Wedd.) Cabr.	A	N	arb. ba.	lineal	1	2	+	tallo	3	6		
P. phyllicaeformis (Meyen) Cabr.	p	N	arb. me.	escuamif.	1	2	.	hoja	2	2		
P. lucida (Meyen) Cabr.	A	N	arb. mp.	lineal	1	3	.	3	0	0		
P. quadrangularis (Meyen) Cabr.	p	N	arb. me.	lineal	1	3	.	3	0	0		
P. azia daphnoides Wedd.	A+p	N	arb. ba.	escuamif.	1	3	.	2	1	2		
Proustia cuneifolia D. Don	p	N	arb. me.	lanceola.	2	3	.	2	1	2		
Seneccio adenophylloides Schultz Bip.	p+pp	N	arb. me.	ovalada	2	2	.	1	0	0		
S. clivicolus Wedd.	A	N	arb. ba.	pinnatis.	2-3	1	+	tallo	2	4		
S. filaginoides D.C. var. lobatifolius Hook. et Arn.	p	N	arb. me.	lanceola.	2	2	.	1	0	0		
S. graveolens Wedd.	p	N	arb. me.	lineal	1	1	.	1	1	1		
S. punae Cabr.	A(p)	N	arb. ba.	lanceola.	2	2	.	2	1	2		
S. viridis Phil.	p	N	arb. ba.	pinnatis.	1	2	.	2	0	0		
S. viridis Phil.	p	N	arb. me.	pinnatis.	1	2	.	2	1	2		
S. viridis Phil.	p	N	arb. me.	pinnatis.	1	2	.	2	0	0		

B. RUTHSATZ, Los arbustos de las estepas andinas

TABLA 1. — (Conclusión)

especie	columna:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	prov.	forme biológica		forma	tamaño	persist.	espinas, origen	abund.	ram.	imp.
Werneria aretioides Wedd.	P	N	placa leñ.	espatula.	1	2	.	2	0	0
W. poposa Phil.	A	Ch	erb. ba.	lineal	1	3	.	1	0	0
W. pseudodigitata Rockh.	A	Ch	erb. ba.	pinnatis.	1	3	.	2	0	0

Columna

1 : provincia fitogeográfica (= prov.):

PP = Prepuna  
P = Puna  
A = zona altoandina

2 + 3: forme biológica:

Ch = Caméfito  
N = Nanofanerófito  
M = Microfanerófito  
erb. = arbusto  
al. = alto, más de 100 cm  
me. = mediano, de 20 a 100 cm  
ba. = bajo, menos de 20 cm  
placa leñ. = placa leñosa  
volub. = voluble

8 : abundancia (= abund.):

1 = muy escaso  
2 = escaso  
3 = frecuente  
4 = abundante

9 : grado de ramoneo (= ram.):

0 = no ramoneado  
1 = con algunos signos de ramoneo  
2 = regularmente ramoneado, provocando un cambio en la ramificación  
3 = muy ramoneado, impidiendo el crecimiento normal de la planta

10 : importancia forrajera (= imp.):

abundancia x valor de ramoneo

Columna

Caracteres foliares

4

forma:

cordifor. = cordiforme  
escuamif. = escuamiforme  
espatula. = espatulada  
lancoala. = lanceolada  
pinnatis. = pinnatisecta

5

tamaño:

. = no tiene hojas con clorofila  
1 = muy pequeña, menos de 1 cm de largo  
2 = pequeña, de 1 cm a 2,5 cm de largo  
3 = mediana, más de 2,5 cm de largo, pero rara vez superando los 6 cm

6

persistencia de las hojas en la planta (persist.):

0 = todas las hojas caen poco después de su aparición  
1 = todas las hojas caen durante el primer otoño o no más tarde que en invierno  
2 = en su mayor parte las hojas caen durante el invierno a medida que aumenta la sequía y el frío, algunas perduran envolviendo el ápice hasta el comienzo de la próxima época vegetativa  
3 = las hojas caen en parte durante el invierno pero el resto sigue viva en la planta hasta que el nuevo follaje está completamente desarrollado  
4 = las hojas persisten funcionando más de un año

## B. PRINCIPALES ARBUSTOS Y SU DISTRIBUCION EN LA REGION

En total se realizaron observaciones acerca de 115 especies arbustivas. Esta lista no pretende ser florísticamente completa, pero incluye los arbustos más frecuentes y característicos de la región.

La distribución de las especies entre las provincias fitogeográficas (tabla 1, columna 1) es la siguiente:

Provincia Altoandina	: 24 especies
Provincia de la Puna	: 61 especies
Provincia de la Prepuna	: 42 especies

En la tabla 1: columna 1, los símbolos de las provincias aparecen unidos por el signo +, cuando una especie crece con igual vitalidad en dos de ellas. Si una especie aparece más frecuentemente en una provincia, la otra se indica entre paréntesis y no se la toma en cuenta en los cálculos realizados. La Puna resulta ser la provincia más rica en especies arbustivas. Separándolas según familias, se da la distribución presentada en la tabla 2.

Las familias con la mayor cantidad total de representantes son las Compuestas, Leguminosas y Verbenáceas. Hay casi igual número de Leguminosas en la Prepuna que en la Puna, en cambio mucho menos en la zona altoandina. Las especies arbustivas de las Compuestas y Verbenáceas son más frecuentes en la Puna que en las provincias contiguas.

## C. ESTRUCTURA DE LOS ARBUSTOS DE LA REGION

La estructura de una planta, es decir su fisonomía general y su morfología externa, está dada, dentro de las posibilidades genéticas de la especie, por sus adaptaciones y modificaciones fenotípicas inducidas por los factores ambientales. En consecuencia, se podrá suponer que el conjunto de las especies de un ambiente en particular debería mostrar algunos rasgos estructurales en común, diferenciándose de especies de otro ambiente con características ecológicas distintas, como resultado de la influencia niveladora del ambiente. También el uso continuo de las especies por el hombre, p.e. a través del pastoreo de los animales domésticos, puede constituir un factor de selección de caracteres tales como: hábito rastrero, presencia de espinas, alta capacidad regenerativa, tenencia de sustancias tóxicas y otros que las protegen contra el ataque de los animales.

Para caracterizar la estructura de los arbustos estudiados se eligió su forma de vida, según la clasificación de Raunkiaer, su altura, la forma y el tamaño de sus hojas y la presencia o ausencia de espinas (tabla 1: columnas 2, 3, 4, 5, y 7).

**TABLA 2**  
**Distribución de los arbustos, agrupados según familias**  
**en las provincias fitogeográficas**

Familia	Especies/Provincia		
	PP	P	A
Ephedraceae.....	1	2	1
Chenopodiaceae.....	1	1	—
Nyctaginaceae.....	—	1	—
Rosaceae.....	—	2	2
Leguminosae.....	7	8	3
Krameriaceae.....	1	1	—
Zygophyllaceae.....	2	—	—
Anacardiaceae.....	2	—	—
Rhamnaceae.....	—	1	—
Malvaceae.....	3	—	—
Frankeniaceae.....	—	1	1
Umbelliferae.....	—	2	2
Oleaceae.....	—	1	—
Loganaceae.....	1	2	—
Asclepiadaceae.....	1	—	—
Verbenaceae.....	4	6	4
Labiatae.....	—	2	—
Solanaceae.....	4	5	—
Bignoniaceae.....	1	—	—
Acanthaceae.....	1	—	—
Compositae.....	13	26	11

En la región estudiada predominan los nanofanerofitas (75 %), sobre los caméfitas que constituye el 25 % del total de las especies mencionadas. Los arbustos, agrupados según su altura media, se distribuyen de una manera muy característica (tabla 3).

Los arbustos más frecuentes son aquellos que por lo general no alcanzan un metro de altura. La diferencia de la suma que resulta de este cuadro con el total de las especies tratadas se debe al hecho que los tres árboles se pueden considerar también como arbustos altos, según si crecen en su ambiente óptimo o en lugares menos favorables. Las demás especies varían de una manera similar pero en menor grado.

Es obvio que la altura de los arbustos disminuye subiendo desde la Prepuna a la zona altoandina. Mientras las especies altas se encuentran

TABLA 3

Distribución de los arbustos en las provincias fitogeográficas según su altura

Categoría	PP	P	A	Total
Arboles.....	2	2	—	3
Arbustos altos .....	10	4	1	14
Arbustos medianos.....	18	29	5	51
Arbustos bajos .....	8	19	11	32
Sufrútices :.....	5	3	—	8
Cojines.....	—	3	4	5
Placas leñosas.....	—	2	3	5

preferentemente en la Prepuna, hay una concentración de arbustos medianos y bajos en la Puna. No hay árboles verdaderos en la zona altoandina y no crecen ni cojines ni placas leñosas en la Prepuna.

Según el tamaño de sus hojas (tabla 1: columna 5) los arbustos se pueden agrupar en tres clases:

1 = hojas muy pequeñas	: 44 especies
2 = hojas pequeñas	: 51 especies
3 = hojas medianas	: 17 especies

En general predominan especies con hojas pequeñas y simples, lo que probablemente está relacionado con el clima seco, de temperaturas extremas y radiación intensa. Con la excepción de *Polylepis tomentella*, *Cassia bookeriana* y dos especies del género *Mutisia*, todos los arbustos con hojas de más de 2,5 cm de largo corresponden a la provincia de la Prepuna. Esto hace pensar que la reducción de las hojas podría resultar una ventaja, no sólo con respecto a la resistencia a la sequía —que se da en períodos más prolongados en la Prepuna que en la Puna— sino también a las heladas más fuertes y más frecuentes en la Puna. Naturalmente se puede tratar también de una reacción pasiva de la planta a estas condiciones adversas, a través p.e. de un menor suministro de agua para sus raíces y hojas.

Las hojas (tabla 1: columna 4) son normalmente simples con el margen entero. Las plantas de hojas compuestas pertenecen a pocas familias (Rosaceas, Leguminosas y Zigofilaceas), que tienen muchos géneros y especies con este carácter. Pero hasta en estos casos las hojas muestran una reducción de los folíolos en comparación con especies emparantadas de ambientes menos extremos.

Alrededor del 30 % de los arbustos tienen espinas, mayormente de origen caulinar (tabla 1: columna 7). La familia más rica en plantas con

espinas resulta la de las Leguminosas, dentro de la cual, en el género *Adesmia* se las interpreta como inflorescencias estériles (Burkart, 1967).

#### D. FENOLOGIA DE LOS ARBUSTOS DE LA REGIÓN

Las observaciones detalladas sobre la fenología de los arbustos podrían ayudar a descubrir el momento en que el pastoreo intenso les produce mayor daño.

Para todas las especies mencionadas se hicieron observaciones con respecto a la persistencia de las hojas en la planta (tabla 1: columna 6) o, en otras palabras, al momento de su abscisión. Se pueden distinguir cinco comportamientos, pero con varios casos intermedios. La gama va, desde el caso en que las hojas caen apenas completada su formación —p.e. las hojas de *Cassia crassiramea*, áfila durante casi todo el año— hasta el caso de algunos cojines, p.e. *Azorella compacta*, que tiene al mismo tiempo hojas vivas, formadas en varios años sucesivos. No se ha considerado como unidad aparte a las especies que pierden no solamente sus hojas sino parte de las últimas ramificaciones enteras, como la mayoría de las especies del género *Parastrephia*. Los criterios que se aplicaron para caracterizar cada comportamiento se explican al final de la tabla 1.

Agrupando las especies de cada clase según las provincias fitogeográficas correspondientes, se obtuvo el cuadro de distribución representado en la tabla 4.

**TABLA 4**  
Distribución de los arbustos, agrupados según la persistencia de sus hojas, en las provincias fitogeográficas

Clase	PP	P	A	Total
0 .....	2	2	--	4
1 .....	18	19	—	35
2 .....	7	21	7	33
3 .....	10	12	11	26
4 .....	—	4	5	7

El hecho que la cantidad total de las especies no es igual a la suma de los números parciales se explica por la aparición de algunos arbustos en dos provincias con casi la misma abundancia y vitalidad.

Predominan las especies que pierden la totalidad de sus hojas antes de que comience el ciclo subsiguiente de desarrollo. Normalmente la abs-

cisión de las hojas es un proceso paulatino que se inicia en el momento en que caen las primeras heladas fuertes de otoño y continúa mientras avanza el invierno y aumenta la sequía por la ausencia de precipitaciones invernales. Este proceso se produce cada año con distinta velocidad según las condiciones climáticas reinantes. En ninguna especie se ha podido observar la formación de verdaderas yemas protegidas por pérulas. Las hojas

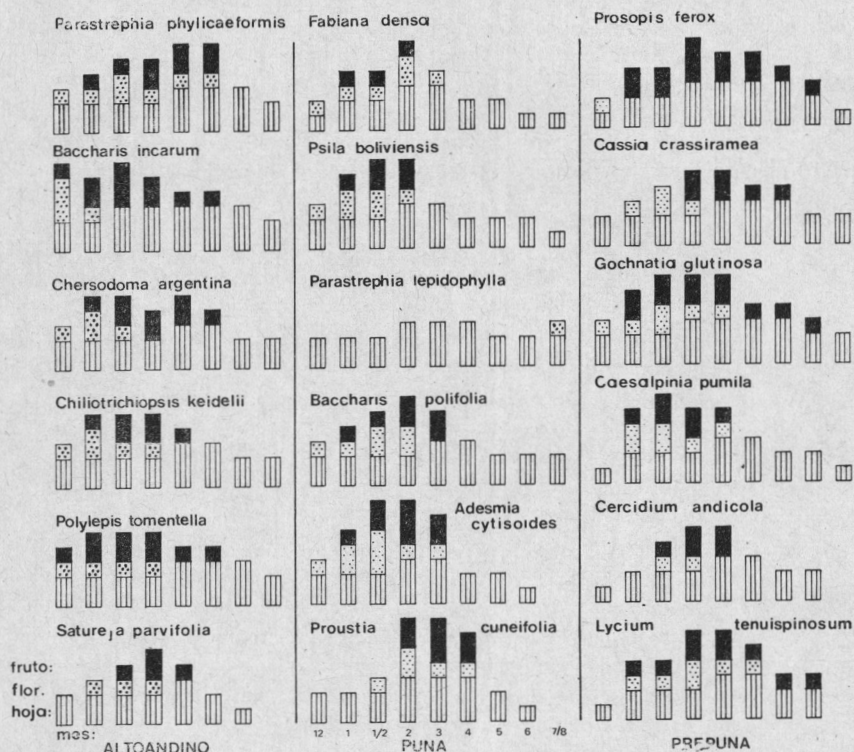


Gráfico 2. — Resultados de observaciones fenológicas en algunas especies arbustivas de las estepas andinas

que rodean al ápice se distinguen de las hojas comunes únicamente por su tamaño menor y forma más simple.

Las especies que pierden sus hojas enseguida crecen en la Prepuna y en la Puna (Clase 0 + 1). Aquellas que las pierden durante el primer invierno (Clase 2) están concentradas en la Puna, aunque la mayoría de las especies con gran abundancia en la Prepuna pertenecen a este tipo. Los arbustos de la clase 3 muestran una distribución más o menos pareja entre las provincias y los que poseen hojas perennes están restringidos a la Puna y la zona altoandina. Los últimos son casi exclusivamente cojines.

El gradiente climático que existe entre la zona altoandina y la Prepuna está caracterizado por el ascenso de la temperatura y la disminución de la humedad. Se debe reflejar en la anatomía foliar de las distintas especies, en su capacidad fotosintética y su resistencia al frío, lo que podría dar una explicación de esta distribución desigual de los arbustos con respecto a la persistencia de sus hojas.

En las principales comunidades vegetales de las tres provincias fitogeográficas se han realizado observaciones fenológicas durante la mayor parte del año. Algunos resultados referidos a arbustos están resumidos en el gráfico 2. El desarrollo de las hojas, de las flores y de los frutos se estimó según una escala de cinco etapas, dos hasta alcanzar la máxima cantidad o punto culminante de madurez, y dos etapas decrecientes con respecto al carácter referido. Los criterios utilizados fueron los siguientes:

- hoja:* + primeras hojas brotando  
 + algunas hojas ya completamente desarrolladas, pero continúa la formación de nuevas  
 = fin del crecimiento vegetativo  
 - primeras hojas caídas  
 - mayor parte de las hojas caídas
- flor:* + pimpollos bien visibles  
 + primeras flores abiertas  
 = en plena floración  
 - primeras flores marchitas  
 - floración casi terminada, pocas flores abiertas
- fruto:* + primeros frutos en formación y ya claramente distinguibles  
 + la mayor parte de los frutos en formación, pero todavía inmaduros  
 = frutos maduros, pero todavía persisten en la planta  
 - las semillas empiezan a caerse  
 - la mayor parte de las semillas se ha caído, pero algunos frutos han quedado todavía en la planta

Se ha elegido una escala simple porque se presentan dificultades para la estimación del estado medio de desarrollo de las poblaciones específicas que resultaron ser muy heterogéneas con referencia a este carácter.

Las observaciones se realizaron a mediados o fines de cada mes. La primera serie de columnas se refiere a arbustos de la zona altoandina; la segunda a ejemplares de la Puna y la tercera a especies de la Prepuna. *Polylepis tomentella* (A + P), *Satureja parvifolia* (A + P) y *Proustia cuneifolia* (P + PP) pertenecen a dos provincias; las observaciones fenológicas se realizaron en lugares de aquella que se menciona en primer lugar entre paréntesis.

La época principal del desarrollo vegetativo se extiende desde diciembre hasta marzo. La mayoría de los arbustos de la zona altoandina alcanza

su mayor desarrollo algo más tarde que los de la Puna y Prepuna y la abscisión de las hojas empieza más temprano en la Puna, donde las heladas se inician antes y son más fuertes. *Satureja parvifolia* (A), *Adesmia cytisoides* (P), *Proustia cuneifolia* (P), *Cercidium andicola* (PP) y *Lycium tenuispinosum* (PP) pertenecen a la clase 1 con respecto a la persistencia de sus hojas: En julio han perdido completamente su follaje. También *Prosopis ferox* muestra la misma característica y queda sin hojas a fines de agosto. En el caso de *Cassia crassiramea* (PP) se tomó como criterio para su desarrollo vegetativo la formación de nuevas ramificaciones, que reemplazan con su corteza verde a las hojas caedizas en su función fotosintética. La floración se extiende normalmente a través de varios meses sin un momento culminante definido; empieza en diciembre/enero y termina en marzo/abril. Excepciones representan *Parastrephia lepidophylla* (P) que florece en pleno invierno, agosto/septiembre, *Prosopis ferox* (PP) que tiene flores en noviembre/diciembre y *Proustia cuneifolia* (P) que recién en febrero abre las primeras flores.

La maduración de los frutos tampoco muestra un momento culminante definido; mientras las últimas flores se abren, los primeros frutos ya han caído. Durante los meses del verano la mayoría de los arbustos tiene al mismo tiempo flores y frutos.

Para poder evaluar con más seguridad estos datos habría que tener observaciones de varios años seguidos, aunque solo fuera de algunas especies indicadoras. Según las observaciones realizadas las etapas de desarrollo de las plantas pueden variar de un año al otro, hasta en dos semanas, según el comienzo de las primeras lluvias abundantes. Pero la vegetación alcanza pronto su ritmo normal por su capacidad de regulación interna. Por eso puede variar bastante la iniciación de la formación pero mucho menos el momento de pleno desarrollo de las hojas, flores y frutos.

#### E. UTILIZACION DE LOS ARBUSTOS

La importancia de los arbustos para la economía de la población regional reside sobre todo en su valor como plantas forrajeras. Algunas especies se usan además como combustible o planta medicinal.

Se ha hecho el intento de evaluar la importancia forrajera de cada especie, como resultado de su abundancia en la zona y del grado de ramoneo que sufre. La abundancia (tabla 1: columna 8) se considera con respecto a la provincia fitogeográfica a la cual pertenece y se ha estimado según la siguiente escala:

1. = muy escaso; 2 = escaso; 3 = frecuente; 4 = abundante

En este contexto la abundancia se puede interpretar como resultante de la amplitud ecológica de cada especie con respecto a los factores limitantes y la extensión geográfica de su habitat más frecuente. La escala elegida para la estimación del grado de ramoneo (tabla 1: columna 9) fue:

- 0 = no ramoneado  
 1 = con algunos signos de ramoneo  
 2 = regularmente ramoneado, provocando un cambio en la ramificación  
 3 = muy ramoneado, impidiendo el crecimiento normal

Probablemente no haya ningún arbusto que no sea ramoneado por el ganado en un momento de extrema escasez de alimento, sobre todo por burros y cabras. A pesar de esto se ha dado el valor 0 a las especies que no mostraban signos aparentes de ramoneo. Se ha tratado de estimar valores medios, dada la gran diferencia entre lugares cercanos y alejados de las poblaciones permanentes y puestos de verano. La distribución de las especies según el grado de ramoneo resultó ser la siguiente:

- 0 = 33 especies  
 1 = 40 especies  
 2 = 32 especies  
 3 = 7 especies

Alrededor del 65 % de los arbustos han sido poco o nada remoneados y el 35 % resultan apetecidos por el ganado. En algunos casos no se pudo diferenciar entre el daño producido por el ganado y el producido por los roedores silvestres como la viscacha y el tucu tucu, lo que puede haber alterado en cierta medida los resultados. Pero estos animales no son muy frecuentes ya que la población los suele cazar.

Para poder evaluar la importancia que puede alcanzar una especie como forrajera de la región se ha calculado el producto entre su abundancia y su grado de ramoneo, resultando la siguiente distribución por valor de importancia forrajera (tabla 1: columna 10):

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 0 = 33 especies | 4 = 12 especies |
| 1 = 25 especies | 6 = 6 especies  |
| 2 = 29 especies | 8 = 1 especies  |
| 3 = 4 especies  | 9 = 9 especies  |

Alrededor de 75 % tiene poca importancia pero el 25 % se puede considerar como de mediana o alta importancia como forrajera. Las familias con la mayor cantidad de especies forrajeras, con un valor igual o mayor a 3, son las Leguminosas, Verbenáceas y Compuestas; las últimas con un porcentaje mucho menor con respecto a la cantidad total presente en esta región. Estos arbustos de mayor valor para el ganado se reparten entre las provincias fitogeográficas de la siguiente manera:

- |                         |               |
|-------------------------|---------------|
| Provincia Altoandina    | : 3 especies  |
| Provincia de la Puna    | : 17 especies |
| Provincia de la Prepuna | : 11 especies |

La Puna no resulta únicamente la zona más rica en especies arbustivas en general sino también con respecto a la importancia de las plantas forrajeras de su flora en comparación con las otras dos provincias.

Entre los caracteres estructurales de los arbustos y su grado de ramoneo, no existe una relación muy estrecha. El tamaño y la forma de las hojas no parecen tener ninguna influencia ya que el ramoneo afecta tanto a las hojas como a las ramas más jóvenes enteras. *Prosopis ferox* y algunas especies del género *Adesmia* son una excepción, porque las cabras comen preferentemente sus hojas y frutos, evitando las espinas duras en que terminan las ramificaciones. La función protectora que cumplen las espinas en estos casos no se manifiesta en la primavera cuando son todavía tiernos e igualmente apetecidas por el ganado. Esto se puede deducir de ejemplares de especies espinosas fuertemente deformados por el ramoneo de las cabras. La composición química de las plantas es seguramente lo más importante para su palatabilidad, en particular la presencia o ausencia de resinas, taninos, aceites esenciales, alcoloides, y mucílagos.

No cabe ninguna duda sobre la gran importancia de los arbustos para la alimentación del ganado, sobre todo para las cabras y burros y en menor grado para las ovejas y llamas, pero el manejo razonable de este recurso natural es muy deficiente. En la mayoría de las grandes cuencas se está produciendo un fuerte sobrepastoreo. En una región árida donde las precipitaciones caen como lluvias torrenciales, concentradas en pocos meses, aumenta, en consecuencia, la erosión hídrica y eólica, típica en estas condiciones climáticas. Las crecidas de los ríos en verano y las tormentas de polvo y arena en invierno dejan sus marcas evidentes en el paisaje: tales como gruesas capas de barro, cantos rodados y piedras grandes en los conos de deyección, profundas cárcavas en las laderas, pavimento de piedras en el suelo y médanos vivos en todo la zona.

La época peligrosa es el invierno y la primavera temprana cuando los animales domésticos por la falta de alimento, pastorean y ramonean todo lo que encuentran, dejando al suelo seco, desprovisto de las plantas protectoras.

Los arbustos suelen ser el último recurso para los animales. Por su sistema radical muy desarrollado que puede alcanzar varios metros de profundidad (Frangi, 1973; Geyger, 1973), donde el suelo mantiene aún en invierno una cierta humedad, son capaces de mantener viva su parte aérea durante esta época y de brotar cuando las temperaturas mínimas comienzan a aumentar. Las hierbas y los pastos, en cambio, han reducido su parte aérea al máximo, tienen sus yemas de renuevo en algunos casos hasta 10 cm por debajo de la superficie del suelo y brotan recién después de las primeras lluvias abundantes en diciembre o enero.

Los arbustos pueden compensar, el intenso ramoneo por su gran capacidad regenerativa, sea por la existencia de yemas durmientes en el tallo, sea por yemas adventicias en la raíz. El porcentaje de arbustos parcial o

totalmente muertos es muy grande en las estepas arbustivas de la Puna, pero seguramente no se trata del efecto directo del ramoneo, ya que no se pudo observar relación alguna con el valor de ramoneo de las especies afectadas en general. El ramoneo reduce la superficie foliar del arbusto e indirectamente el desarrollo de las raíces, pero normalmente no determina la muerte de la planta, sino en casos extremos, en los alrededores de las viviendas y corrales.

Además del pastoreo en sí, hay otra razón por la cual los animales provocan mayores problemas de erosión: Como tienen que caminar mucho para encontrar su alimento, destruyen continuamente el pavimento de piedras que se ha formado en la superficie y que está protegiendo el suelo más fino existente debajo.

Para frenar este proceso sería indispensable la disminución del número de animales, sobre todo de cabras, un manejo del campo más controlado a través de la subdivisión en potreros, y el cultivo de plantas forrajeras, como la alfalfa, para la alimentación adicional en invierno.

La falta de combustible es notoria en la Puna y en consecuencia son muy perseguidos los árboles que pueden proveer buena leña, como son la queñoa y el churqui. Estas especies corren ya peligro de ser extinguidas en muchas partes, porque su capacidad de regeneración no es muy grande y la gente excava a veces hasta sus raíces gruesas. Estos árboles suministran además la única madera regional para construcciones, alambrados y útiles de labranza. En lugares alejados de los bosquesillos de queñoa se usa en su reemplazo el ramaje de algunos arbustos, preferentemente de las tolas (varias especies de *Parastrephia* y *Chiliotrichiopsis keidelii*). Si la escasez de combustible es grande se cortan también ramas de las tolillas (varias especies de *Fabiana*). En algunas partes de la Puna se considera buena leña a los cojines duros y resinosos de la yareta (*Azorella compacta*).

Entre las plantas medicinales de la Puna figuran también algunos arbustos. Se atribuyen virtudes curativas por ejemplo a las siguientes especies: *Ephedra americana* (N.v. = sann-sann), *Ephedra breana* (= pingo pingo), *Larrea divaricata*, (= jarilla), *Schinus molle* (= molle), *Azorella compacta* (= yareta), *Acantholippia hastulata* (= rica rica), *Lampaya medicinalis* (= lampaya), *Salvia gilliesii* (= salvia), *Satureja parvifolia* (= muña muña), *Mutisia freisiana* (= chinchircoma), *Senecio clivicolus* (= huaycha), *Chersodoma argentina* y *Werneria poposa* (= pupusa). Las aplicaciones más frecuentes son como: digestivos, estomacales, diuréticos, afrodisíacos, descongestivos, antiespasmódicos, febrífugos y desinfectantes. Se usan normalmente en forma de infusión, pero circula una gran cantidad de recetas especiales que son tradicionales en cada familia.

## AGRADECIMIENTO

Se desea agradecer al Ing. Agr. A. Soriano la sugerencia del tema y la revisión crítica del trabajo, y al Dr. A. L. Cabrera su interés y valiosos consejos. Los fondos para la presente investigación fueron proporcionados por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Argentina.

## BIBLIOGRAFIA

- BURKART, A., 1943. Acantáceas indígenas como forrajeras de emergencia. *Darwiniana*, 6 (2): 192-202.
- BURKART, A., 1967. Sinopsis del género sudamericano de Leguminosas "*Adesmia*" DC. *Darwiniana*, 14 (2-3): 463-568.
- CABRERA, A. L., 1957. La vegetación de la Puna Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, 11 (4): 317-412.
- CÁRDENAS, M., 1969. Manual de plantas económicas de Bolivia. Imprenta Ichthus, Cochabamba, Bolivia.
- FRANGI, J. L., 1973. Nota sobre el sistema radical de algunas plantas puneñas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 15 (1): 35-50.
- GEYGER, E., 1973. Wasserhaushalt und Wurzelsystem einiger charakteristischer Arten der argentinischen Puna. Informe para el Consejo de Investigaciones de Alemania (Dutsche Forschungsgemeinschaft).
- McKELL, C. M., J. P. BLAISDELL and J. R. GOODIN (Editores), 1972. Wildland Shrubs. Their Biology and Utilization. USDA Forest Service, General Report INT. Ogden, Utah, USA.
- PALMA, N. H., 1973. Estudio antropológico de la medicina popular en la Puna Argentina. Ediciones Carbagon, Buenos Aires.
- RAGONESE, A. E., 1967. Vegetación y Ganadería de la República Argentina. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, páginas 100-115.
- UNESCO, 1973. Plant Response to Climatic Factors. Proc. Uppsala symp., 1970. (Ecology and Conservations, 5). Paris.