

# Contribución al conocimiento de la vegetación de alta montaña en la zona del volcán Ojos del Salado (Tinogasta, provincia de Catamarca, Argentina)\*

González, J. A.<sup>1</sup> y A. E. Würschmidt

<sup>1</sup> Instituto de Ecología, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, (4000) Tucumán, Argentina.

**RESUMEN** — González, J. A. y A. E. Würschmidt. "Contribución al conocimiento de la vegetación de alta montaña en la zona del volcán Ojos del Salado (Tinogasta, provincia de Catamarca, Argentina)". 2008. *Lilloa* 45 (1-2). En este trabajo se describe la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal desde Cazadero Grande (3.368 msnm) hasta el Volcán Ojos del Salado (7.084 msnm) en la provincia de Catamarca (Departamento Tinogasta), en el Noroeste Argentino. La descripción de vegetación más exhaustiva se realizó en la zona de Aguas Calientes (4.050 msnm), Laguna Negra (5.550 msnm) y Volcán Negro (4.500 msnm). De acuerdo a Cabrera se reconocieron las siguientes zonas a lo largo de la transecta: 1) Prepuna, en la zona de Cazadero Grande; 2) Puna, entre El Chorro (3.706 msnm) y Aguas Calientes (4.050 msnm); 3) una zona de transición entre la Puna y Altoandino entre El Chorro y Laguna Negra (5.550 msnm) y la vegetación del Cerro Negro. En este lugar se reconocieron dos etapas diferentes de colonización: una sobre la lava volcánica y otra por fuera de ella. De acuerdo a registros previos se detectó un desplazamiento altitudinal de la vegetación probablemente relacionado al cambio climático regional.

**ABSTRACT** — González, J. A. and A. E. Würschmidt. "Contribution to the knowledge of the high mountain vegetation in the area of the volcano Ojos del Salado (Tinogasta, Catamarca Province, Argentina)". 2008. *Lilloa* 45 (1-2). This paper reports description of vegetation along an altitudinal gradient running from Cazadero Grande (3,368 m above sea level) to Ojos del Salado volcano (7,084 m above sea level) in the province of Catamarca (Departamento Tinogasta), northwest of Argentina. The main description of vegetation was focused in the locality of Aguas Calientes (4,050 m asl) and other areas as Laguna Negra (5,550 m asl), and volcano Negro area (4,500 m asl). According to Cabrera (1976) we recognized the following zones along the transect: 1) The "Prepuna belt", around Cazadero Grande; 2) The "Puna belt" between El Chorro (3,706 m asl) and Aguas Calientes (4,050 m asl); 3) A transition zone between Puna and "High Andean belt" between El Chorro and Laguna Negra (5,550 m asl) and the vegetation of Cerro Negro area. In the last place we recognized two different steps of plant colonization: One over the volcano lava and other out of this area. According to previous data it was detected and altitudinal vegetation displacement probably linked to regional climatic change.

## INTRODUCCIÓN

Los aspectos florísticos de las regiones de alta y media montaña de Argentina han sido poco estudiados a pesar de tratarse de formaciones vegetales muy importantes tanto desde el punto de vista hidrológico, climático y sistemático como por las características morfológicas, anatómicas, y fisiológicas que presentan sus especies. La importancia o in-

terés que despiertan estos lugares es que en general representan áreas casi desconocidas, o poco exploradas, donde la vegetación está muy poco alterada por influencia antrópica. Esto último permite diversos estudios como: a) contribuir al conocimiento de la distribución de las especies vegetales y su distribución en un gradiente altitudinal, b) ubicar especies de distribución restringida, c) estudiar la colonización, adaptación y respuestas a factores ambientales considerados ex-

tremos (baja temperatura del aire, fuerte insolación, radiación UV-B aumentada con respecto a zonas mas bajas, baja presión atmosférica, etc.), d) estudio de las comunidades vegetales como hábitat de la fauna, e) determinar hechos del pasado (ej. paleoclimas), f) fuente o reserva de germoplasma, entre otros. Este último aspecto ha cobrado mucha importancia en los últimos años debido a que la dotación genética de las especies de media y alta montaña podrían contribuir al mejoramiento de especies cultivadas emparentadas ya que poseen genes resistentes a condiciones que coinciden con el fenómeno del cambio climático al que la región del Noroeste Argentino (NOA) esta asistiendo (Minetti y González, 2006).

Este trabajo describe la vegetación en la zona del volcán Ojos del Salado entre los 3.368 y los 5.550 msnm. Este volcán, de 7.084 msnm (Reader's Digest Association Limited. 1987) forma parte de la Cordillera de los Andes y está situado en la provincia de Catamarca, Argentina, en el límite con Chile. Las referencias mas cercanas relacionadas a estudios de vegetación en la zona son los trabajos de Vervoorst (1955) y Roig (1955), aunque en el primer caso se trata de observaciones de vegetación entre Tinogasta y la cuenca de la Laguna Verde, y en el se-

gundo caso en la zona del Río Nacimientos.

En esta expedición los estudios efectuados fueron:

1) Observaciones de vegetación entre Cazadero Grande (3.368 m) hasta el Real de Aguas Calientes (4.050 m), pasando por El Chorro (3.706 m) (por A.E.W. y J.A.G.).

2) Observaciones sobre la composición de las comunidades alrededor del Real de Aguas Calientes y en las nacientes del río del mismo nombre (por A.E.W.).

3) Observaciones de vegetación entre el Real de Aguas Calientes (4.050 m) y la cumbre del Ojos del Salado (7.084 m), pasando por Laguna Negra (5.550 m) y entre el Real de Aguas Calientes y el área del Volcán Negro (4.500 m promedio) (por J.A.G.).

Además de observaciones sobre la vegetación se anotaron datos de presencia de animales o vestigios, huellas de los mismos y presencia de restos de cerámica indígena rústica entregados al Museo de Arqueología de la Universidad Nacional de Tucumán.

Otros estudios realizados en esta expedición, y que de alguna forma complementan algunos aspectos biológico y ambientales de la zona estudiada, se hallan en Halloy (1983, a y b), Lavilla (1984), González (1985a y b), Laurent y Lavilla (1986), Vides Almonacid (1986), y González, et al (1987).

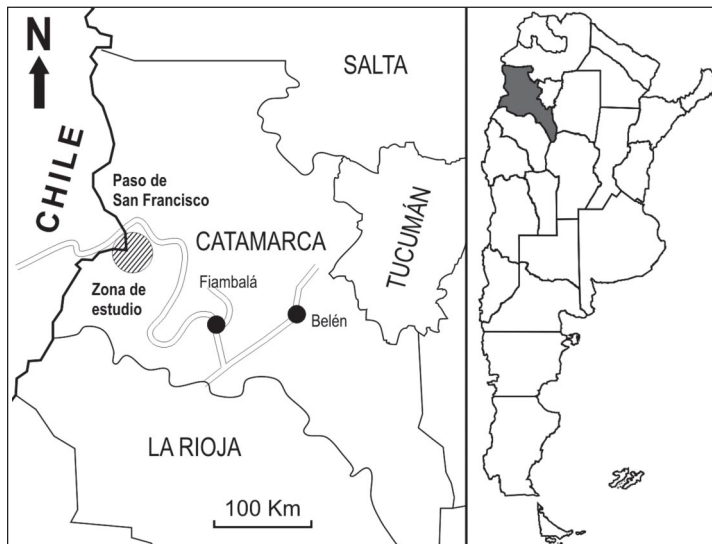


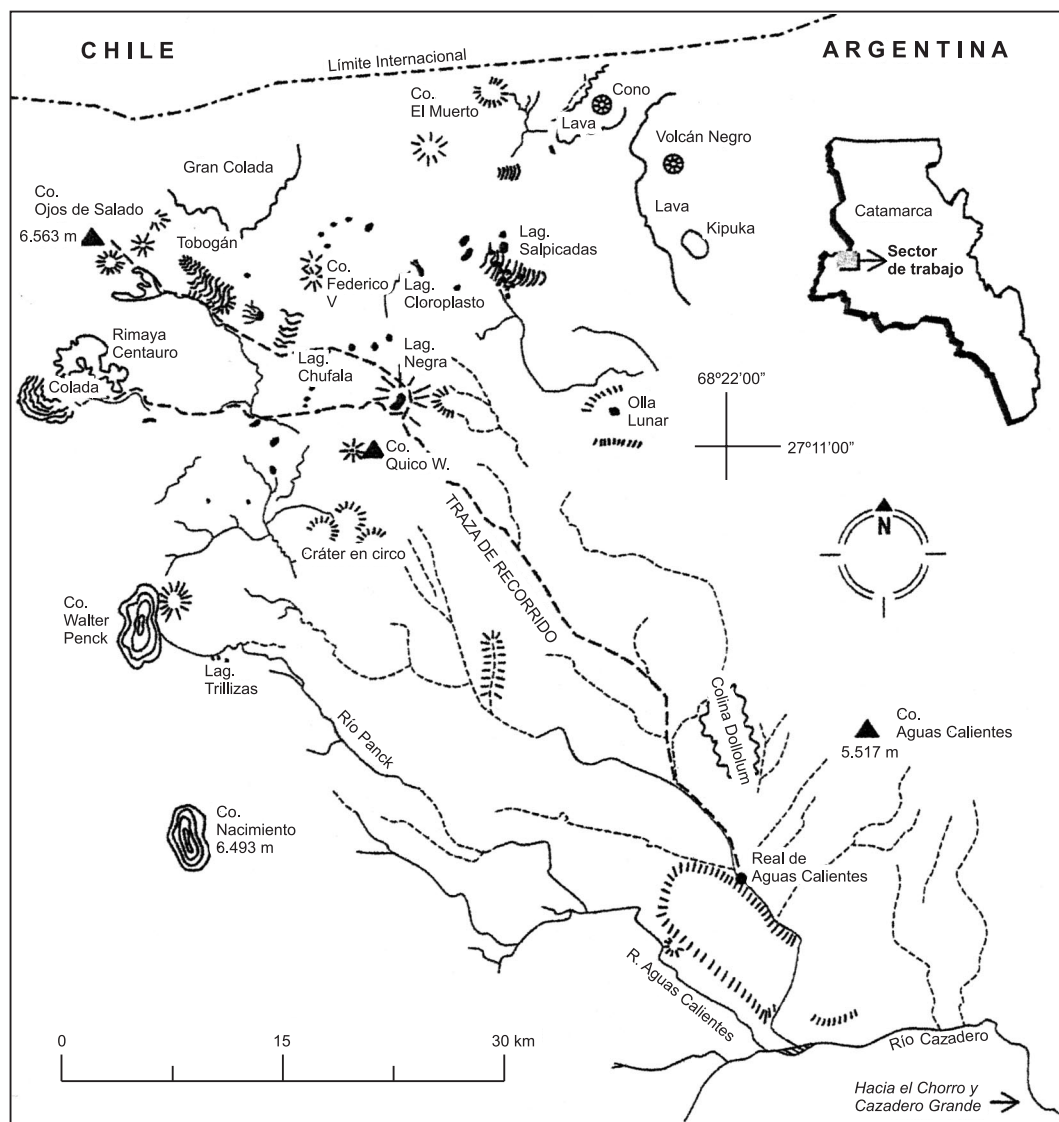
Fig. 1. Ubicación de la zona de estudio en la provincia de Catamarca.

El objetivo de este estudio fue brindar una descripción de la vegetación presente en un gradiente altitudinal en la zona del Volcán Ojos del Salado, área que a la fecha presenta escasos conocimientos botánicos.

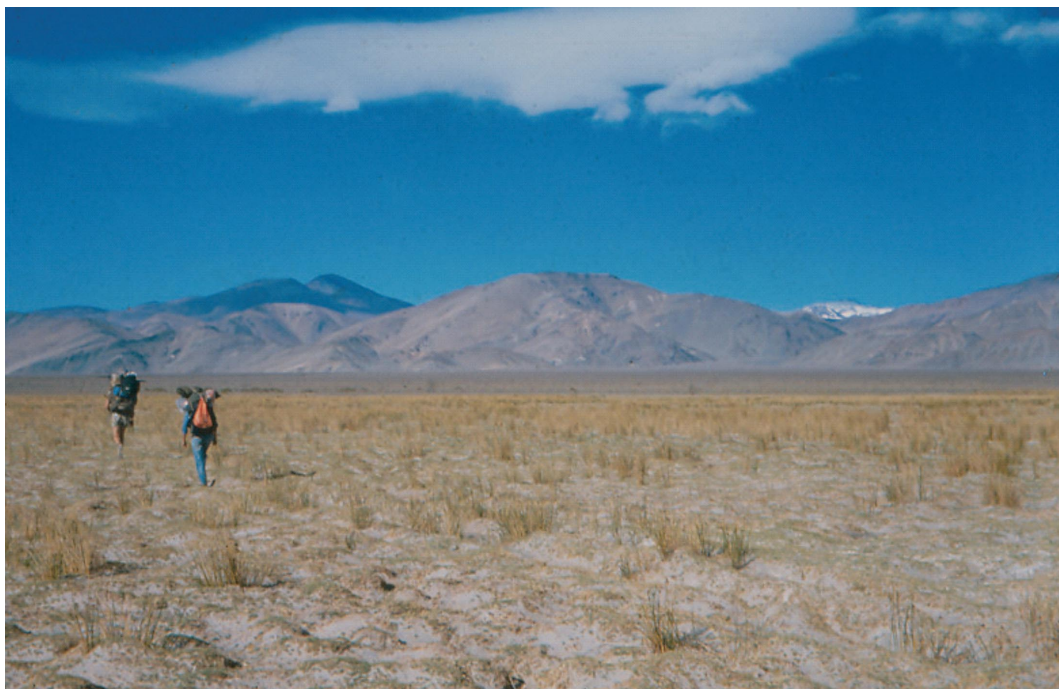
## MATERIALES Y MÉTODOS

1) *Descripción de la zona.*— Fitogeográficamente la zona comprende lo que Cabrera (1976) identificó como Dominio Andino-Pa-

tagónico con las Provincias Puneña (3.400-4.500 m) y Altoandina por sobre los 4.400 m de altitud. La zona visitada comprende dos nudos de montañas (Ojos del Salado y Pissis-Bonete) en el noroeste de Catamarca (Fig. 1). La cota mínima en este estudio está representada por la altura a la que se encuentra Cazadero Grande (3.368 m) y la máxima con 7.084 msnm, que es el Ojos del Salado (27° 03'S, 68°37'W). Existen también en la zona varios cerros que superan los 6.500 msnm.



**Fig. 2.** Zona recorrida desde Cazadero Grande (3.368 msnm) hasta la cumbre del Ojos del Salado (7.084 msnm). Mapa redibujado con imágenes del Google Earth a partir de original confeccionado por el Dr. S. Halloy. Se mantienen los nombres del original.



**Fig. 3.** Saliendo de Cazadero Grande (3368 msnm). Campo con pendiente suave y afloramiento de sales donde crece *Juncus* sp y *Distichlys* sp.



**Fig. 4.** Entre Cazadero Grande y El Chorro (3.450 msnm aproximadamente). Entrada a la Quebrada del Río Cazadero Grande. Zona de rompimiento de pendiente. Matas del arbusto *Lycium chañar*.

2) *Muestréos de vegetación*.— Las observaciones sobre la vegetación se hicieron en recorridos a pie desde Cazadero Grande (3.368 msnm), El Chorro (3.706 msnm), Tamberias (3.745 msnm) hasta el Real de Aguas Calientes (4.050 msnm). En el último lugar mencionado las observaciones son más detalladas ya que allí se instaló el campamento base lo que permitió mayor tiempo para recorridos y observaciones. Desde el Real de Aguas Calientes se realizaron excursiones hacia la Laguna Negra (5.550 msnm) y cumbre del Ojos del Salado (7.084 msnm) y otra hacia la zona del Volcán Negro (4.500 m promedio) (Fig. 2) donde existen varias coladas de lava con colonización de vegetación (Fig. 7).

## RESULTADOS

### A) VEGETACIÓN DE CAZADERO GRANDE (3.368 MSNM) (FIG. 3)

El suelo de esta zona presenta un aspecto “embaldosado” en el que sobresalen dos tipos de rocas: piedra pómez (con agujeros muy visibles) y lajas brillantes de varios colores. La vegetación predominante son matas o arbustos bajos de aproximadamente 20 cm. de altura, separados entre sí por distancias de un metro o más. Entre los arbustos predomina una verbenácea aromática con flores de color lila, *Acantholippia* sp (“rica-rica”), encontrándose además algunos pocos ejemplares de la solanácea, *Nicotiana petunioides*, hierba erguida con hojas de aspecto arrugado, flores de color amarillo pálido, tubulares; una compuesta arbustiva de flor anaranjada, *Chuquiraga erinaceae* (“azafran”); una mata pequeña de la familia de las malváceas del género *Lecanophora* de flores lilas y una especie de leguminosa arrosetada, a ras del suelo, *Hoffmannseggia* sp (con flores y frutos).

### B) VEGETACIÓN ENTRE CAZADERO GRANDE (3.368 MSNM) Y EL CHORRO (3.706 MSNM) (FIG. 4)

Al comienzo de este recorrido se presenta un paisaje con una suave pendiente (< 5 %) y suelo de aspecto “enripiado”. En esta pen-

diente suave se presenta un gran campo de *Juncus* sp de 20 cm de altura aproximadamente, en hileras y *Distichlis* sp. Estas dos últimas siempre sobre suelo salino. A medida que se avanza sobre este cono de deyección se presentan arbustos de una verbenácea (de aspecto similar a “rica-rica”) de flores blancas, hojas aciculadas verde no ceniciento, con ramas y troncos recorridos por líneas negras (*Junellia* sp). También son comunes *Acantholippia* cf *hastulata* (de flores lilas), dos especies de *Adesmia* con distintos portes, *Lampaya* sp y *Hoffmannseggia* sp muy mimética y en frutos. Aproximadamente a los 3.400 msnm la vegetación se dispersa pero se mantiene *Acantholippia* sp y aparece una cactácea, *Maihueniopsis glomerata* y el arbusto *Chuquiraga erinacea*. A los 3.450 m se presenta la zona de rompimiento de pendiente (con tendencia a glacia) y afloran grandes rocas de 0,5 x 0,5 m aproximadamente. A los 3.465 m comienza a aumentar la pendiente, aparecen rocas más pequeñas (0,20 x 0,10 m aproximadamente) y entre estas aparece una especie de *Ephedra*. A orillas del río crecen arbustos de *Justicia* sp y también *Deyeuxia nardifolia* (gramínea con hojas punzantes de porte pequeño) y *Stipa speciosa* (gramínea con hojas largas y punzantes) siendo esta última la predominante. A los 3.650 m se alcanza la cumbre de una falsa morena y se hace abundante la especie mencionada de *Ephedra*. Otras especies observadas a lo largo de este recorrido fueron, *Lycium chañar*, los arbustos de *Parastrephia* cf *phyllicaeformis*, *Nardophyllum armatum*, *Nicotiana petunioides*, *Fabiana densa*, *Atriplex* sp, *Senecio* sp y rosetas de *Calandrinia* sp (hojas espatuladas de color verde musgo y rosado con flores color fucsia) en el lecho seco del río. A los 3.706 m se alcanza la zona de El Chorro.

### C) VEGETACIÓN EN EL CHORRO (3.706 MSNM) (FIG. 5)

En este lugar se presentan lomadas o médanos de arena gruesa y blanca y en ellos se presenta un arbustal de *Lampaya hieronymi* (verbenácea de hojas de color verde intenso y flor lila), expuesto hacia el Norte

(N), de 1,50 m aproximadamente, separados entre sí dejando suelo desnudo. También en zona arenosa, pero con más piedras, se presentan *Calandrinia cf picta* (casi imperceptible entre rocas), algunos ejemplares de *Acantholippia cf hastulata* (de flor blanca), una malvácea (*Tarasa* o *Lecanophora*) y sobre suelos salinos *Juncus andicola* y *Distichlis spicata*. Saliendo de El Chorro y hacia el W se presentan cojines de *Adesmia nanolignea* (cojines chatos) y *Festuca ortophylla* o *Stipa speciosa* en suelo ripioso. Sobre las laderas rocosas se observan grandes manchones de *Ephedra* sp y algunos ejemplares de *Acantholippia cf hastulata*. En las márgenes del río se presentan diversas gramíneas, *Deeyuxia nardifolia*, altas matas de *Koeleria* sp sobre la arena húmeda con exposición al sur, *Festuca dissitiflora* var. *loricata*, *Puccinellia oresigena* de hojas planas y que es la predominante. Además se presenta una *Adesmia* erguida, de espinas verde claro a blanca, con flores pardas por fuera y amarillas por debajo (*A. horrida*), una crucífera ergui-



Fig. 5. El Chorro (3.706 msnm). Afloramiento de sales y presencia de *Koeleria* sp, *Festuca dissitiflora* y *Puccinella oresigena*.

da, *Atriplex*, *Cajophora*, *Pachylaena atriplicifolia* y *Maihueiopsis glomerata*.

#### D) VEGETACIÓN ENTRE EL CHORRO (3.706 MSNM) Y LADERA ESTE DE LA MESETA DEL CAMPAMENTO BASE

Después de El Chorro continúa un campo con *Festuca* y cojines de *Adesmia*. En parte el suelo presenta afloramiento de sales y allí crece *Distichlis*. En la porción ripiosa del terreno se presenta *Adesmia horrida*; en arena gruesa crece *Ephedra*, *Parastrephia* y *Acantholippia*. En las barrancas donde hay lajas se presenta *Nicotiana petunioides*. En las lomas rocosas, *N. petunioides*, *Cajophora coronata* y otras especies de gramíneas no identificadas. Desde El Chorro hasta Tamberias (a 3.745 msnm) hay un desnivel pequeño y en las márgenes del río Cazadero Grande se presentan matas de *Juncus* y *Distichlis*. En las laderas de esta quebrada se presentan cojines de *Adesmia nanolignea*. Antes de la desembocadura mencionada, el relieve se aplanaba bastante y no llega a distinguirse una playa. El suelo se presenta anegado con barro blanco (salino) y las aguas del río toman un color rojo (presencia de arcilla). En este ambiente se presentan también *Juncus* y *Oxychloe* y las orillas cojines de *Adesmia nanolignea*, *Adesmia horrida* y *Nicotiana petunioides*.

A los 3.770 msnm se encuentra la entrada a la desembocadura del Río Aguas Calientes. Mas arriba (a 3.880 msnm) el río corre por un campo de escorias volcánicas.

#### E) VEGETACIÓN DEL RÍO AGUAS CALIENTES (4.050 MSNM) (FIG. 6A Y 6B)

Las principales especies detectadas en esta zona fueron:

*Adesmia nanolignea* (cojín leñoso), *Maihueiopsis glomerata* (Haw.) Kiesling (Cactácea), *Festuca ortophylla* (gramínea), *Parastrephia cf phyllicaeformis* (arbusto), *Fabiana brioides* (arbusto), *Ephedra* sp (arbusto), *Cajophora coronata* (hierba erecta), *Nardophyllum armatum* (hierba), *Parastrephia cf phyllicaeformis*, *Fabiana bryoides*, *Ephedra* sp, *Maihueiopsis glomerata*, *Stipa speciosa* (predominante), *Mulinum triacanth-*



**Fig. 6a.** Río Aguas Calientes (4.050 msnm). Matas de *Festuca ortophylla* en el borde del río. Al fondo cerros Quico W Federico F, Nuciforo y Roig respectivamente (de acuerdo a mapa original de S. Halloy).



**Fig. 6b.** Río Aguas Calientes (4.050 msnm). Nótese el color de las aguas debido a la presencia de algas.

*thus* (arbusto predominante), *Adesmia nanolignea*, *Maihueniopsis glomerata*, *Festuca orthophylla*, *Adesmia horrida* (arbusto leñoso, escaso), *Trechonaetes lanigera* (roseta a nivel del suelo), *Pachylaena atriplicifolia* (roseta a ras del suelo), *Trechonaetes lanigera* (roseta a nivel del suelo), *Pachylaena atriplicifolia* (roseta a ras de suelo), *Tarasa* sp o *Lecanophora* sp (hierbas erguidas), *Nicotiana petunioides* (hierba erguida).

#### Sector no anegado: Playa

*Nototriche* sp (roseta a ras del suelo), *Verbena pygmae* (hierba), *Koeleria* sp, *Festuca dissitiflora* (péndulos), *Festuca orthophylla* (rectos), *Festuca eriostoma*

#### Sector anegado del río: Vega

*Lilaeopsis* sp, *Pratia* sp, *Ranunculus cymbalaria*, *Mimulus* sp, *Juncus andicola*, *Carex incurva*, *Miriophyllum elatinoides*, *Lemna* sp, *Juncus* sp, *Puccinellia oresigena*.

A continuación se brinda una descripción del paisaje cercano al Real de Aguas Calientes.

**Meseta.**— En esta se encuentra un pastizal alternando con cojines altos, especies leñosas y otros suculentos. El suelo que queda entre estas especies es arenoso. Las gramíneas se disponen en matas aisladas o agrupadas formando medialunas o arcos (*Festuca orthophylla*). Los cojines de 30 a 40 cm de diámetro son espinosos, de vistosas flores amarillas visitadas por himenópteros. El arbusto leñoso dominante es una leguminosa *Adesmia nanolignea* (“cuerno”) con abundantes frutos secos y semillas blancas, con flores con aroma dulce intenso. Entre las especies suculentas se encuentra *Maihueniopsis glomerata* (cactacea). Esta vegetación tiene aproximadamente 0,5 m de altura y se encuentra en la parte superficial de la meseta mencionada. Hacia el límite Este, la meseta termina en una barranca abrupta, rocosa, donde crecen pastos (*Stipa speciosa*) y matas, predominando *Mulinum triacanthum*. Las otras especies son: *Ephedra* sp, *Parastrephia* sp, *Fabiana bryoides* y *Cajophora coronata*. Entre este roquedal

y el río hay terracillas donde crecen *Maihueniopsis* sp y *Stipa speciosa*. Hacia el N-NE, la meseta termina en grandes lajas verticales gris oscuras. Estas lajas tienen fisuras verticales de donde emergen pastos y matas que reptan sobre su superficie. Entre las rocas crecen *Ephedra breana*, *Parastrephia phyllicaeformis*, *Fabiana bryoides*, y *Cajophora* sp. Se encuentran además líquenes crustáceos de intensos colores fosforescentes (verde, amarillo, anaranjado).

**Real (Campamento Base).**— Se llama Real en estas zonas a los lugares que pueden servir de refugio ya que forman unas especies de cuevas. Es un lugar rocoso, arenoso. De rocas blancas con exposición hacia el N y NE. Se encuentran matas aisladas o muy pequeños grupos en determinados sectores. Las especies más comunes fueron:

*Cajophora cf coronata* (Loasaceae), planta espinosa que se encuentra en general sobre rocas con exposición E y NE; posee flores blancas que son visitadas por himenópteros, y hojas glandulosas visitadas por dípteros (moscas).

*Parastrephia phyllicaeformis* sp (“tola”): En general, crece sobre montículos de arena que presentan una exposición N. Esta especie es utilizada por los lugareños para fuego.

*Fabiana bryoides*: crece entre y sobre rocas expuestas al N y NE.

*Ephedra* sp: En este sector una sola mata chica, orientada hacia el N.

*Nardophyllum armatum*; expuestas hacia el N. El suelo de este sector forma el techo exterior de cuevas rocosas. En el techo de las cuevas el suelo es arenoso (fina, profunda) y crecen *Trechonaetes lanigera* y *Pachylaena atriplicifolia*. Esta última es una compuesta de capítulos amarillos y hojas cerosas color marrón rojizo. La primera es una solanácea de hojas jóvenes lanosas y hojas viejas glabras y cerosas, frutos rojizo-morado escondido bajo las hojas o enterrados en el suelo. Esta zona limita con la ladera de suelo “embaldosado”, donde continúan las dos especies (*Trechonaetes* y *Pachylaena*) entre los cojines, arbustos y pastizales. Hacia el E, donde desaparece el “embaldosado”, las cue-



vas son más profundas y en su exterior crecen matas de “tola” (*Parastrephia* sp). En el borde exterior crecen hierbas erguidas de 10 a 30 cm de altura: malváceas de flores lila a violeta (*Tarasa* sp o *Lecanophora* sp); de corola simple o doble y una solánacea de flores tubulares amarillo pálido, con hojas de olor intenso y es *Nicotiana petunioides*. También crecen rosetas de *Pachylaena atriplicifolia* y algunos cojines de *Adesmia nanolignea*. Más hacia el E estas cuevas desaparecen.

**Suelo “embaldosado”.**— Sobre ladera N de pendiente suave. El suelo, de arena gruesa, gris, cubierta casi completamente por lajas marrón-rojizo y negras, de unos 20 cm de diámetro. Entre estas crecen cojines suculentos y especies leñosas alternadas con matas de pastos que crecen en arcos que llegan a 80 cm, como en la meseta. Crecen también algunas matas leñosas de *Adesmia horridiuscula*, de 10 cm de altura, y a ras del suelo se desarrollan rosetas de *Trechonaetes lanigera* y *Pachylaena atriplicifolia*, descritas anteriormente. Los cojines que se presentan son los mismos que en la Meseta. Esta ladera baja hacia el río con el cuál limita en una playa arenosa, anegada en ciertos sectores.

**Playa.**— Se extiende en un ancho que varía entre 5 y 15 m. En su límite superior, donde limita con el “embaldosado”, la arena es gruesa y crecen las mismas especies que en aquél. Hacia abajo la arena es fina y en algunos sectores crecen colonias de pequeñas rosetas de *Nototriche* sp (malvácea) y de *Verbena pygmaea* (Verbenaceae), con flores cuyos colores varían entre el rosa y el violeta y hojas verde-grisáceo como las pequeñas piedras del suelo donde habitan. Estas plantas se encuentran sobre los espacios que quedan entre matas de pastos altos. Hacia el río, crecen diversas matas de pastos y en las zonas anegadas, pequeñas juncáceas, ciperáceas y dicotiledóneas. Algunos pastos forman grandes matas de hojas rígidas, punzantes, duras, que forman hileras paralela al mismo (*Festuca eriostoma*). Además crecen otras matas altas, *Festuca dissitiflora* var. *loricata*, de hojas péndulas y *Koeleria* sp y

*Deyeuxia eminens*. Sobre el suelo anegado, entre los pastos y el río, crecen *Juncus andicola*, *Ranunculus* sp y *Mimulus glabratus*, las dos últimas con flores amarillas; *Prattia* sp (lobeliácea de flores blancas y estambres violetas), *Lilaeopsis andina* (umbelífera de hojas septadas), *Carex incurva* var. *melanocystis* (cyperácea) y formando manchones de césped, *Distichlys spicata* (juncácea).

**Río.**— Con un ancho medio de 10 m y temperatura casi constante de 18 °C (con oscilaciones entre 20 y 21 °C durante la estadía en la zona), se encuentra cubierto de plantas que le dan un colorido variado que se observa desde lejos, desde el verde claro muy intenso, hasta casi el negro. Entre la especies identificadas se encuentran: *Miriophyllum elatinoides*, de hojas verdes a rojizas, especie que se mantiene en posición horizontal sobre la superficie del agua o sumergido a lo largo de todo el río; *Lemna* sp (“lenteja de agua”); *Juncus* sp; y las barrancas húmedas aparecen tapizadas por musgos. Siguiendo el río hacia el E, se encuentra una pequeña cascada, donde crece *Puccinella oresigena*.

**Lomas.**— El margen izquierdo del río se encuentra cubierto de pastizal (*Festuca ortophylla*) que crece formando arcos. Esta vegetación esta expuesta hacia el SE.

#### F) VEGETACIÓN ENTRE EL REAL DE AGUAS CALIENTES (4.050 MSNM) Y LAGUNA NEGRA (5.550 MSNM)

Partiendo desde el Real de Aguas Calientes hacia la Laguna Negra lo primero que se encuentra son las nacientes del río (ver descripción anterior) y a una hora de camino se presentan únicamente dos especies, *Adesmia nanolignea* y en mayor abundancia una graminea, *Festuca* sp. Estas especies se repiten prácticamente hasta los 4.200 msnm. Aproximadamente a los 4.285 m se presenta una *Adesmia*, en ese momento con abundantes flores, hojas con abundantes pelos, espinas bífidas de color morado y su forma de vida es la de un cojín chato. Por otro lado, se mantiene la misma especie de *Festuca* pero el

porte se ha reducido y aparece una especie de *Junellia* sp. A los 4.404 msnm la composición de la vegetación no varía pero cada vez disminuye más la cobertura. A los 4.485 la vegetación termina abruptamente y ya nos encontramos en una gran canaleta fluvio-glacial con abundante evidencia de procesos de soliflución. Quizás este abrupto corte o desaparición de la vegetación pueda explicarse por movimiento del terreno que no dejaría que las plantas arraiguen. Desde este punto hasta la Laguna Negra (5.550 msnm) no se observó ninguna especie vegetal. A orillas de la Laguna, el terreno es arenoso, color marrón oscuro, e inmediatamente por debajo de la capa anterior se presenta una de arena más fina, color claro y en ella se registró la presencia de algas verdes. El fondo de la laguna se presenta un material bien oscuro (materia orgánica?). En las rocas de los alrededores de la Laguna se registró la presencia de líquenes. También en charcas de agua de deshielo había abundantes colonias de algas azules y verdes.

#### G) VEGETACIÓN EN LA ZONA DEL VOLCÁN NEGRO (FIG. 7)

Saliendo desde Aguas Calientes (4.050 msnm) hacia el N se cruza una gran colina (Doliolum) a una altura promedio de 4.260 msnm. En esta zona se registró una *Verbena* en flor. En suelos con pendientes se presentan montículos rocosos y entre ellas rosetas erectas de *Perezia cf hunzikeri*. En la zona de planicie crecen solamente una gramínea y placas de *Adesmia nanolignea*. Desde el punto en que se ubicó el campamento, a 4.525 msnm, se observa muy bien el cerro Inca Huasi, El Fraile y un volcán con grandes corrientes de lava negra y en el medio de ellas manchas más claras de rocas ("islas") no cubierta por esa lava. Se hizo luego un segundo campamento a orillas de una laguna muy pequeña (Olla Lunar, 4.700 msnm), que sirve de aguada a las tropas de vicuñas. Desde este punto se hizo una excursión bajando hacia el valle del Inca Huasi y de El Fraile. La zona está cubierta de rocas volcánicas y entre ellas crece *Perezia cf hunzikeri* (Fig. 8) pero con escasos ejemplares. A los

4.560 msnm se presentan matas aisladas de gramíneas y *Verbena cf pigmea* (Fig. 9) y recién en esta altura las gramíneas presentan sus espigas en flores. A los 4.500 msnm se alcanza lo que denominamos zona de "Kipukas". En esta encontramos grandes "ríos" de lavas con rocas de basalto negro y a las orillas de éstas, rocas claras de tipo del granito. En estos "ríos" de lava encontramos ejemplares de *Verbena cf pigmaea* (en flor), *Nototriche aff clandestina* (Hill.); *Perezia cf hunzikeri* (en flor), *Senecios* y una gramínea de porte pequeño (cf *Deyeuxia*). Todas crecían en un suelo arenoso, contra de las rocas y en ladera S. También se registró la presencia de líquenes crustáceos (*Lecanora* sp) en las caras S o SE de las rocas. En las zonas que no había sido alcanzada por los "ríos" de lava (zonas claras) se observó solamente la presencia de gramíneas pequeñas y una compuesta con hojas con abundantes pelos, *Chaetanthera aff pulvinata* (Fig. 10)

#### H) OTRAS OBSERVACIONES

*Animales detectados en la zona.*— Se detectó la presencia de águilas, generalmente volando bajo en los muros de basalto y patos, volando en pareja sobre el río en horas del mediodía. Numerosos pájaros (ver Vides Almonacid, 1986) cerca del río Aguas Calientes, a veces caminando sobre la vegetación acuática. En el río existe un anfibio del género *Telmatobius* (ver Lavilla, 1984 y Laurent y Lavilla, 1986). Lagartos de dos tamaños diferentes, unos grandes de color negro y otros más pequeños y verdosos que habitaban cuevas debajo de las piedras. Chinchillones sobre altos peñascos y vicuñas en la zona planas (colina Doliolum). Las evidencias encontradas fueron: En cuevas rocosas nidos y heces de pájaros; las hojas de las gramíneas comidas presentaban la cutícula sana y transparente y comido únicamente el mesófilo. Las flores maduras de *Pachylaena atriplicifolia* presentaban el centro roído. Las heces de lagartos presentaban frutos de compuestas. En cuanto a insectos, se registraron algunos dípteros (moscas y mosquitos) algunos identificados como pertenecientes a la familia Ephidridae. Estos eran comunes



Fig. 7. Zona del volcán Negro (altura promedio de 4.600 msnm). Nótese los "ríos" de lava de color negro y la zona circundante libre de ella.



Fig. 8. *Perezia cf. hunzikeri* (4.600 m) en zona de lava del área del volcán Negro.



Fig. 9. *Verbena cf. pygmaea* (4.600 m) en zona de lava.



Fig. 10. *Chaetanthera pulvinata* (4.600 m) en zona libre de lava.

en horas del mediodía, horario en el que posaban o caminaban sobre las glándulas de las hojas de *Cajophora coronata* y de *Nicotiana petunoides*, esta última con hojas pegagosas y de olor intenso. También visitaban el cáliz del botón floral de *Tarasa* o *Lecanophora* y la flor abierta de *Pachylaena atriplicifolia*. Los himenópteros registrados, abejorros y avispas, uno de ellos identificado como *Megachile* sp, visitaba frecuentemente las flores de *Adesmia nanolignea*, *Maihueiniopsis glomerata* y *P. atriplicifolia*. Las avispas, de cuerpo delgado, con patas rojas y antenas azules, visitaban las flores abiertas de *Cajophora*. También se registró la presencia de libélulas y mariposas oscuras.

#### DISCUSIÓN

La vegetación descripta corresponde a lo que Cabrera (1976) llamó Puneña y Altoandina. En este trabajo resulta interesante destacar un supuesto desplazamiento del límite altitudinal superior de la vegetación. En este estudio se registró un límite superior de vegetación vascular a los 4.485 m. En expediciones anteriores el límite detectado fue de 4.300 m (Voorst, 1955) y otro de 3.950 (Roig, 1955). Es de destacar el papel que juega la latitud en el límite de vegetación (Villagrán, et al., 1982). Así, por ejemplo en la zona Norte de los Andes, a las latitudes de Arica y Antofagasta los límites registrados fueron de 5.200 y 4.400 m respectivamente. En Chile central, a 33 °S de latitud, este límite se sitúa aproximadamente a los 3.800 m. A los 41° y 47° S el límite desciende a 1.500 y 1.000 m respectivamente (Villagrán, et al., 1981, 1982). Por otro lado, y ya desde el lado argentino el límite altitudinal en el área del Ojos del Salado es comparable a aquel alcanzado en el Cerro Socompa (Halloy, 1986, inédito) pero menor que los 5.100 o 5.500 m alcanzado por las plantas en otros cerros del noroeste argentino como por ejemplo en la cadena del Aconquija, Cerro Chañi, y Cerro Cachi (Webster, 1961)

En relación al desplazamiento del límite altitudinal de la vegetación merece destacarse la observación de Voorst (1955) acerca

de que en el semidesierto andino (por arriba de los 4.200 m de altura) encontró muy pocas especies y entre ellas *Senecio rahmesi*, *Nototriche* sp y *Stipa chrisophylla*. Sin embargo, en este estudio se han encontrado varias especies en la zona del volcán Negro y casi a 4.600 m de altura promedio. Este hecho adquiere más importancia aún si consideramos que esta zona fue perturbada en el pasado reciente por erupciones volcánicas. De manera que las especies registradas podrían encontrarse en un proceso de colonización del área. En relación a esta hipótesis es importante destacar la presencia de vegetación, aunque el número de especies sea muy reducido, en los "ríos" de lava. Estas especies se hallaban en el suelo formado entre las rocas volcánicas y comparando con las áreas en las que no había lava era notable el mayor desarrollo (en número de especies y cobertura) justamente en esos "ríos". Esto quizás pueda explicarse tanto por razones térmicas como por la presencia de nutrientes. Desde este punto de vista se afianza la idea de que el límite altitudinal de distribución de las plantas esté en ascenso y que en su dinámica de colonización de nuevas áreas intervengan importantes procesos ligados al movimiento del suelo, por efecto de alternancia de temperaturas (Halloy, 1983 b) y otros efectos como vulcanismo, movimientos telúricos, glaciaciones (Halloy, 1989) y otros factores ligados al fenómeno del cambio climático detectado en la región del Noroeste Argentino por Minetti y González (2006), entre otros factores. Tratándose de una zona con muy pocas influencias antrópicas, la misma podría ser un considerada como un sitio de seguimiento de la colonización de plantas de zonas perturbadas geológicamente, lo que aportaría importantes datos de dinámica poblacional en ambientes de alta montaña.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Federico B. Voorst que además de colaborar con la identificación de las especies, participó en la logística previa a la expedición y corrigió una versión preliminar

de este manuscrito. Al Dr. Stephan Halloy y al Lic. Hugo Ayarde por sus valiosos comentarios a este trabajo. A los geólogos S. Tomšić y J. Guillou por su ayuda en el campo. Al geólogo Alberto Gutiérrez por su colaboración en la confección de las figuras. A todos los integrantes de la expedición Ojos del Salado que participaron activamente en los trabajos de campo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1, Tomo II. 2ª edición. Bs. As.
- González, J. A. 1985a. El potencial agua en algunas plantas de altura y el problema del stress hídrico en alta montaña. *Lilloa* 36 (2): 167-172.
- González, J. A. 1985b. Movimientos nictinásticos en *Pachylaena atriplicifolia* (compositae) y algunas consideraciones ecológicas. *Lilloa* 37 (1): 95-105.
- González, S.; N. Romero; M. Apella; A. P. de Ruiz Holgado; G. Oliver. 1987. Existence of lactic acid bacteria in ecological pockets in highland areas. *Microb-Aliments-Nutrit.* 5: 317-323.
- Halloy, S. 1983a. El límite superior de aridez, límite de vegetación y el problema de los lagos, nevés y glaciares activos en el "núcleo árido" de la Cordillera Andina. *Actas Primera Reunión grupo Periglacial Argentino, Mendoza Anales* 83, IANIGLA 5: 91-108.
- Halloy, S. 1983 b. Movimientos geocriogénicos del suelo. Influencia en el límite de la vegetación y en las adaptaciones de los organismos. *Actas ibid:* 109-132.
- Halloy, S. 1989. Altitudinal limits of life in subtropical mountains: What do we know? *Pacific Science* 43 (2): 170-184.
- Laurent, R. F. y E. O. Lavilla. 1986. Redescrición de *Telmatobius hauthali* Koslowsky (Anura, Leptodactylidae) y descripción de una nueva especie del mismo género. *Cuad. Herpet.* 2 (4): 1-24.
- Lavilla, E. O. 1984. Redescubrimiento de *Telmatobius hauthali* Koslowsky 1895, y descripción de su larva. *Acta Zoolog. Lilloana* 38 (1): 51-57.
- Minetti, J. L. y J. A. González. 2006. El cambio climático en Tucumán. Sus impactos. Serie Conservación de la Naturaleza N° 17. Fundación Miguel Lillo (Tucumán, Argentina). 23 pp.
- Reader's Digest Association Limited. 1987. Guide to places of the world. London. pag. 34 y 487.
- Roig, F. 1955. Contribución al conocimiento de la zona del Ojos del Salado. *Bol. Est. Geog.* II (9): 319 - 336.
- Vervoorst, F. 1955. III. Observaciones sobre la vegetación entre Tinogasta y la Cuenca. En: Czajka, G.; J. Wurschmidt y F. Vervoorst. 1955. Resultados de un viaje a la Cuenca de la Laguna Verde (Tinogasta, Catamarca). "Actas de la XV Semana de Geografía": 39 - 67. Mendoza
- Vides Almonacid, R. 1986. Notas sobre la repartición del nicho trófico-espacial de las aves en una localidad altoandina de Catamarca, Argentina. *Historia Natural* 6 (4): 33-40.
- Villagrán, C.; J. J. Armesto & M. T. Kalin Arroyo. 1981. Vegetation in a high Andean transect between Turi and Cerro León in Northern Chile. *Vegetatio* 48: 3-16.
- Villagrán, C.; M. T. Kalin Arroyo & J. J. Armesto. 1982. La vegetación de un transecto altitudinal en los Andes del Norte de Chile (18-19° S). *El Hombre y los Ecosistemas de Montaña. MAB-6:* 13-47. Santiago de Chile.
- Webster, G. L. 1961. The altitudinal limits of vascular plants. *Ecology* 42: 587-590.