

# Recuperación de la vegetación natural por exclusión de pastoreo en una zona de montaña del noroeste de Argentina

Ayarde, Hugo; Juan A. González

Instituto de Ecología, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, (4000) Tucumán, Argentina.

E-mail: hugoayarde@yahoo.com.ar

► **Resumen** — Ayarde, H.; J. A. González. 2013. "Recuperación de la vegetación natural por exclusión de pastoreo en una zona de montaña del noroeste de Argentina". *Lilloa* 50 (2). La acción del ganado en áreas de montaña es considerada uno de los factores causantes de la degradación de la cubierta vegetal y el principal desencadenante de procesos erosivos que se manifiestan en las cuencas inferiores. En este trabajo se estudia los efectos del pastoreo en la composición y en la producción de biomasa aérea en un área de montaña del noroeste de Argentina. El estudio se realizó en la zona de Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina) siguiendo la metodología de clausuras, las cuales se instalaron en dos sitios: Filo de Melcho (3.250 m) y Cumbre de Los Pozos (2.800 m). Los resultados, después de tres periodos de crecimiento de la vegetación, muestran pocos cambios en la riqueza florística y una buena recuperación de la vegetación, en términos de producción de biomasa aérea, del orden de 700 a 1.300 kg de materia seca/hectárea. La recuperación es mayor en el sitio ubicado a menor altitud, probablemente debido a que está sometido a mayor carga ganadera y a mejores condiciones ambientales. Estos resultados ponen de relieve, por un lado, el efecto negativo del pastoreo por especies introducidas en ambientes de montaña y, por otro, la capacidad de recuperación que tiene el sistema cuando se elimina el factor de presión. Esto vislumbra una posibilidad de manejo sustentable de los recursos en un medio tan importante como frágil como son los ambientes de montaña.

**Palabras clave:** Biomasa aérea, clausuras, pastizales montanos, pastoreo, noroeste argentino.

► **Abstract** — Ayarde, Hugo; Juan A. González. 2013. "Recovery of natural vegetation by grazing exclusion in a mountainous area of northwestern Argentina". *Lilloa* 50 (2). The cattle grazing in mountain areas is considered as one of the factors causing the degradation of the vegetation cover and the main trigger of erosion processes that occur in the lower basins. This paper studies the effects of grazing on the composition and aboveground biomass production in a mountain area of northwestern Argentina. The study was conducted in Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina) following the methodology of closures, which were installed in two places: Filo de Melcho (3,250 m) and Cumbre de Los Pozos (2,800 m). The results after three periods of vegetation growth, even with little changes in floristic richness, shows good vegetation recovery, in terms of aboveground biomass production, about 700-1,300 kg DM / ha. The recovery site is greater at lower altitudes, which is explained by the increased presence of introduced herbivores and better environmental conditions of the site. These results demonstrate, firstly, the negative effect of cattle grazing in mountain environments where weather conditions are severe and, secondly, resilience having the system when you remove the pressure factor. This envisages a possibility of sustainable resource management in environments as important as fragile as are mountain environments.

**Keywords:** Aboveground biomass, cattle grazing, closures, montane grasslands, northwestern Argentina.

## INTRODUCCIÓN

El extremo noroeste de Argentina —entendido como tal las provincias de Jujuy,

Salta, Tucumán y Catamarca— se caracteriza por una fisiografía predominantemente montañosa que da lugar a pisos altitudinales con diferentes condiciones bioclimáticas, puestas de relieve por fajas de vegetación bien definidas en composición y fisonomía.

Las montañas de posición más oriental, y por ende con mayor disponibilidad de humedad, están ocupadas por bosques de distinta composición en el nivel inferior y por vegetación predominantemente herbácea compuesta por gramíneas blandas y latifoliadas anuales en el nivel superior, por encima de los 2.500-2.800 m. A medida que se avanza hacia el oeste, y en correspondencia con la disminución de la humedad, la vegetación se torna más xérica, con arbustales y pastizales de distinto porte y estructura (Vervoorst, 1982).

Desde tiempos prehispánicos el área montañosa del noroeste argentino ha estado sujeta al uso humano (Garay de Fumagalli y Cremonte, 2002; Caparelli *et al.*, 2011; Ferrante, 2011), como áreas de pastoreo principalmente y con menor incidencia o incidencia localizada de agricultura (Ventura, 1995; Otonello y Garay de Fumagalli, 1995). El uso de estas áreas, de bajo impacto en su etapa prehispánica (Rabey, 1993; Ferrante, 2011), se incrementó fuertemente con la introducción de ganados europeos (Reboratti, 1995), produciéndose cambios en el patrón de uso del espacio y un fuerte impacto en el ambiente (Rabey, 1993; Castro, 1997; Reboratti, 1995; Ferrante, 2011).

Sin embargo, aunque la actividad ganadera en el área montana fue muy fuerte en época de la colonia, tornándose crítica a mediados del siglo XIX (Rabey, 1993), a partir de mediados del siglo pasado opera un paulatino retroceso (Hilger & Gilg, 2005), el que se torna más notable en las últimas décadas (Quiroga Mendiola y Ramisch, 2010), ello evidenciado por los numerosos «puestos» abandonados en cualquier punto considerado del territorio montano del noroeste argentino (*obs. pers.*).

La interacción entre ganado y ambiente produce en el medio una serie de efectos ampliamente conocidos, los que dependen del tipo, intensidad y duración de la interacción (Lasanta, 2010). El exceso de carga ganadera sobre un lugar provoca tanto efectos bióticos como físicos en el medio. Entre los primeros lo más conspicuo son cambios en la estructura del paisaje (Molinillo y Ma-

nasse, 1993; Nai-Bregaglio *et al.*, 2002), pérdida de cobertura herbácea (Loydi y Distel, 2010), cambios en la diversidad vegetal (Pucheta *et al.*, 1998; Nai-Bregaglio *et al.*, 2002; Márquez *et al.*, 2002), en la producción de biomasa (Pucheta *et al.*, 1998; De la Orden *et al.*, 2006), en la concentración de nitrógeno de la biomasa aérea (Pucheta *et al.*, 1998) y en el banco de semillas (Márquez *et al.*, 2002). A nivel físico, el principal efecto es la compactación del suelo, lo que disminuye la infiltración, favorece el flujo superficial y potencia la erosión (Ataroff & Rada, 2000; De la Orden *et al.*, 2006). En el otro extremo, cuando el pastoreo es leve o nulo se produce una disminución de la diversidad vegetal (Pucheta *et al.*, 1998), un incremento de la cobertura leñosa y aumenta la probabilidad e intensidad de incendios por aumento de la biomasa aérea (Lasanta, 2010).

Por otro lado, la marcada estacionalidad climática de la región, especialmente en lo que se refiere a precipitaciones (Bianchi y Yañez, 1992), se traduce en una estacionalidad en la disposición de pasturas, lo que ocasiona en época de mínima una fuerte presión de pastoreo en los humedales montanos (vegas, nacientes, perilagunas), con destrucción de la estructura física de estos microambientes, alterando su capacidad de regulador hídrico y potenciando procesos erosivos (Halloy *et al.*, 1994).

Una interacción indirecta de la presencia de ganado en la montaña es la quema periódica de pastizales, una práctica corriente ejercida por los pastores con el fin de eliminar biomasa de poca palatabilidad y acelerar la producción de biomasa nueva en época de escasez (Molinillo y Manasse, 1993; Halloy, 1997; González, 2005).

Los efectos negativos de estas prácticas, sumado a la inestabilidad estructural del basamento montano y a la ocurrencia de eventos climáticos extraordinarios, como lluvias de alta intensidad (Fernández y Lutz, 2003), dan como resultado visibles y tangibles impactos a nivel local, regional y extrarregional. A nivel local, se evidencian en cambios en el paisaje y en su función hidro-

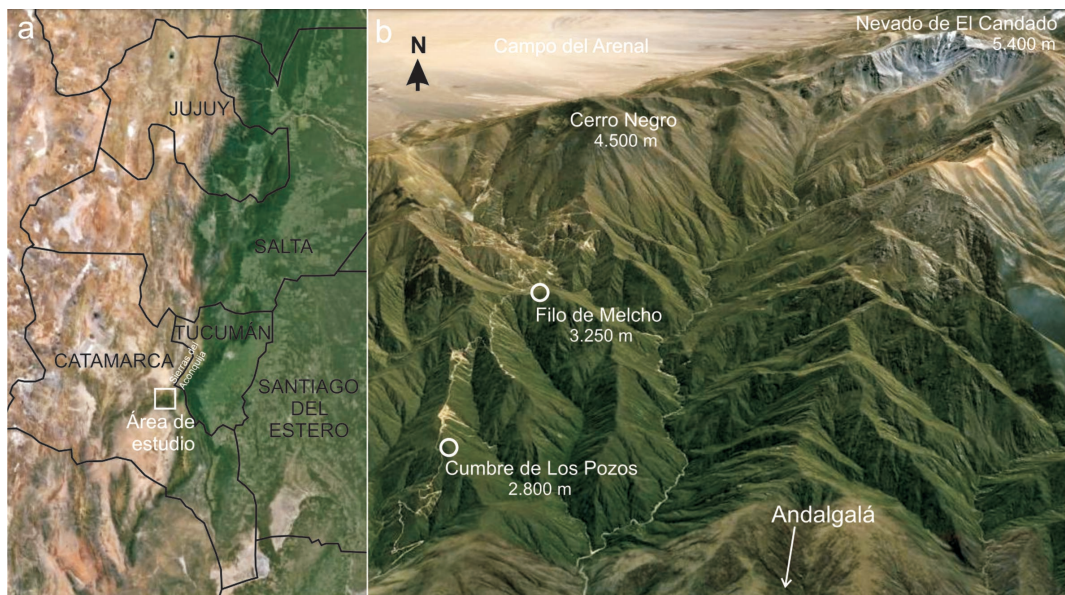
lógica; a nivel regional, en la colmatación de embalses y en la recurrencia de inundaciones en las zonas pedemontanas inmediatas (Halloy *et al.*, 1994) y a nivel extrarregional en el gran aporte de sedimentos a ríos de importancia para la navegación (Grau y Brown, 2000). Todo esto se traduce en importantes pérdidas económicas (Halloy *et al.*, 1994).

En este contexto, siendo la acción del ganado un factor relevante en la generación de estos impactos, es lícito predecir que su exclusión se reflejará con el transcurso del tiempo en el ambiente, verificándose en los primeros años en cambios a nivel de estructura de la vegetación.

En base a lo planteado y con el objetivo de evaluar el efecto del pastoreo en ambientes de montaña, se realizaron, mediante la instalación de clausuras, mediciones de la composición de especies y de la biomasa aérea acumulada al final de cada estación de crecimiento en un pastizal montano situado entre los 2.800 y 3.250 m. En este artículo se presentan los avances logrados luego de tres años de estudio.

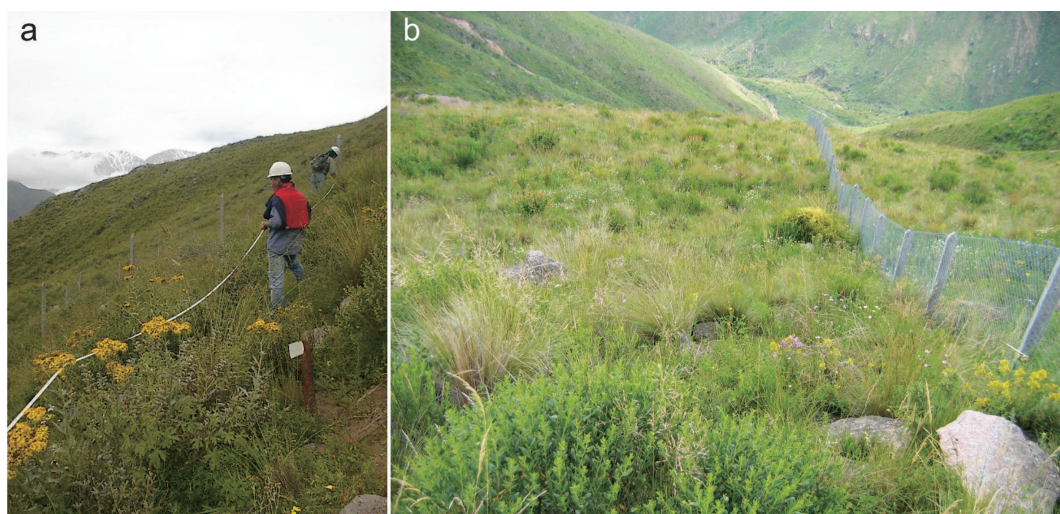
## ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en inmediaciones de Agua Rica, departamento Andalgalá, Catamarca, Argentina. Agua Rica es un paraje situado en el extremo SW de las sierras del Aconquija, a una altitud promedio de 3.000 m y distante unos 20 km al norte de la ciudad de Andalgalá (Fig. 1A, 1B). El área tiene un relieve abrupto, con notable gradiente altitudinal en corta distancia. El clima es el típico clima de montaña, con precipitaciones anuales bajas (400 mm), concentradas en verano y no pocas veces en forma de nieve o granizo, y bajas temperaturas promedio anual (10 °C) (González y Lavilla, 1999a). La vegetación dominante consiste en pastizales en fillos y laderas altas y arbustales en laderas abruptas y fondos de quebrada. Los pastizales se extienden por encima de los 2.500 m y según altitud, exposición y topografía son de altura y densidad variable. Están compuestos por herbáceas gramíneas, latifoliadas anuales y arbustos de escaso porte y presentan un marcado contraste estacional en los valores de cobertura, los que



**Fig. 1.** Mapas de ubicación del área y sitios de estudio. A) Ubicación geográfica del área de estudio [Agua Rica, Andalgalá, Catamarca, Argentina], B) Extremo SW de las Sierras del Aconquija y localización aproximada de los sitios de estudio. Mapas elaborados sobre imágenes tomadas de Google Earth.





**Fig. 2.** Clausuras instaladas en inmediaciones de Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina). A) Filo de Melcho y B) Cumbre de Los Pozos. Fotos tomadas desde fuera de las clausuras, a finales de verano en 2005 y 2006, respectivamente.

van de un 30 a un 50 % en la época de mínima (inicios de primavera) y de un 60 a un 95 % en la de máxima (finales de verano) (Ayarde y Boero, 1999).

El área está sometida a un histórico uso ganadero extensivo (principalmente vacunos y en menor medida ovinos, equinos y mulares) e incendios ocasionales de gran magnitud (Ayarde y Boero, 1999; González y Lavilla, 1999b). En cuanto a la macrofauna herbívora, hay una alta densidad de guanacos (*Lama guanicoe*), estimada en un individuo por km recorrido y menor de tarucas o venados (*Hippocamelus antisensis*), a razón de un individuo cada siete kilómetros recorridos. Ambas especies conforman grupos variables en número y ocupan ambientes por arriba de los 3.000 m (Piciocchi de Fonollat y Marigliano, 1999).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Las clausuras fueron instaladas en dos sitios con altitudes diferentes, entre los 27° 23'-25' S y 66° 16' W: Filo de Melcho (en adelante Melcho), 3.250 m y Cumbre de Los Pozos (en adelante Pozos), 2.800 m. Las clausuras (Fig. 2A, 2B), de entre ½ y 1 ha de superficie, se ubicaron, dos por cada si-

tio, en el sector cumbral de fillos secundarios de dirección dominante E-W. Todas fueron cercadas con telas metálicas de tejido romboidal de 0,06 m x 0,06 m de poro, esto a los fines de excluir también herbívoros de pequeño tamaño. Áreas vecinas («campo»), por fuera de las clausuras y de superficie equivalente, se tomaron como testigos.

Para el caso de la composición de especies, en cada sitio y para cada tratamiento (clausura y campo) se tomaron 10 parcelas de 1 m<sup>2</sup> cada una, las cuales se establecieron a lo largo de lineantes trazados perpendiculares a la pendiente y equidistantes entre consecutivas. Tanto el número de lineantes (de 1 a 3) como las distancias entre parcelas (de 5 a 10 m) en cada sitio dependió de la forma y tamaño de las clausuras, manteniéndose para todos los años el mismo esquema. En cada parcela se censaron todas las especies o morfoespecies vasculares presentes, registrándose también el tipo biológico de cada especie, considerándose en este caso sólo categorías gruesas, fácilmente diferenciables: herbáceas anuales o funcionalmente anuales (incluye terófitos y geófitos), herbáceas perennes (incluye hierbas graminoides multianuales) y arbustos. Cuando fue necesario estos datos de campo fueron corrobora-

rados o complementados con información bibliográfica contenida en la Base de Datos de la Flora Argentina ([www.floraargentina.edu.ar/](http://www.floraargentina.edu.ar/)).

Para la medición de la biomasa aérea acumulada, expresada en gramos de materia seca producida por unidad de superficie ( $\text{g MS/m}^2$ ), en cada sitio, dentro y fuera de las clausuras, se cosechó la biomasa aérea a ras del suelo y luego se obtuvo su peso seco en laboratorio (estufa a  $85\text{ }^\circ\text{C}$  con ventilación forzada por 24 a 76 horas). En cada sitio y para cada tratamiento (clausura y campo) se realizaron 10 repeticiones de las cosechas mencionadas, tomándose como unidad parcelas de  $1\text{ m}^2$ , las cuales fueron distribuidas al azar.

En ambos casos, estos procedimientos se realizaron en la época de máxima de la vegetación (finales de verano) en tres años consecutivos (de 2005 a 2007).

## RESULTADOS

### RIQUEZA ESPECÍFICA

Se registraron un total de 139 especies o morfoespecies (47 familias) (Apéndice), 91 de las cuales fueron registradas en Melcho y 105 en Pozos, siendo Asteraceae, con 33 especies, y Poaceae, con 15 especies, las familias mejor representadas. Del total de especies, sólo el 41 % fueron comunes a ambos sitios, en tanto que el 35 % fue registrado únicamente en Pozos y el restante 24 % en Melcho. De igual modo, del total de especies censadas en cada sitio, sólo alrededor de la mitad fueron registradas en cada uno de los tres años de estudio. Este valor alcanzó al 51 % para Melcho y al 43 % para Pozos.

El número de especies por tratamiento presentó diferencias no significativas ( $\chi^2$ ) en los distintos sitios pero fue en campo donde éstas fueron mayores. En efecto, al tercer año, con 49 especies para Pozos y 52 para Melcho, se registraron los valores más bajos, mientras que al segundo año, con 69 y 63 especies respectivamente, se obtuvieron los más altos (Fig. 3A, 3B).

En cuanto a cantidad de especies por unidad de superficie, en ambos sitios el número de especies por  $\text{m}^2$  al inicio del estudio fue más o menos similar:  $X= 15,3$ ,  $DS= 4,4$  en clausura Melcho;  $X= 13,9$ ,  $DS= 3,4$  en campo Melcho;  $X= 13,8$ ,  $DS= 2,5$  en clausura Pozos y  $X= 13,5$ ,  $DS= 2,7$  en campo Pozos. En los años subsiguientes, sólo se observaron diferencias significativas en campo, con disminución del número de especies por  $\text{m}^2$ , verificándose esto únicamente en el tercer año. En Melcho esta disminución fue tanto respecto de los años anteriores como en relación a la clausura (Fig 4A), mientras que en Pozos fue sólo respecto del año anterior (Fig. 4B).

En lo que respecta al hábito de crecimiento, el porcentaje de herbáceas es similar en ambos sitios y constituye entre el 87 y 90 % del total de las especies censadas; sin embargo, entre éstas, la proporción de especies anuales respecto de las multianuales es mayor en Melcho (2:1) que en Pozos (1:1) (Tabla 1).

### BIOMASA AÉREA ACUMULADA

La biomasa aérea acumulada osciló entre 190 y  $524\text{ g/MS/m}^2$ , con valores promedio de 319 y  $388\text{ g/MS/m}^2$  para Melcho y Pozos, respectivamente, lo que representa

**Tabla 1.** Proporción de especies vegetales vasculares de acuerdo a su hábito de crecimiento. Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina). Las especies herbáceas anuales incluyen a terófitos y geófitos y las herbáceas multianuales incluyen a Gramíneas perennes.

	Nº de especies	Herbáceas anuales (%)	Herbáceas multianuales (%)	Arbustivas (%)
Melcho	91	59	31	10
Pozos	105	48	39	13
Total	139	53	34	13

poco más del 20 % a favor del sitio de menor altitud (Pozos) y, comparando entre años, en ambos sitios la producción de biomasa fue mayor en el primer año de control (2006).

En cuanto a los tratamientos, el promedio de biomasa acumulada fue de 415 g/MS/m<sup>2</sup> en las clausuras y de 291 g/MS/m<sup>2</sup> en campo, lo que representa un volumen de 1.240 kilogramos de materia seca por hectárea más de producción en las clausuras en relación a la producida en campo. En Melcho este volumen fue de 930 kg/ha, mientras que en Pozos fue de 1.550 kg/ha.

Por otro lado, los valores de biomasa aérea obtenidos en los tratamientos presentaron fluctuaciones en los distintos años. Aún cuando estas diferencias no fue-

ron significativas, en la mayoría de los casos hubo una disminución en el segundo año de control (2007) respecto del año de inicio (2005). Esto en Melcho ocurrió en ambos tratamientos (Fig. 5A), con una disminución del 6 % en clausuras y un 36 % en campo; mientras que en Pozos sólo se observó en campo, donde rondó el 20 % (Fig. 5B). Por otro lado, el único aumento en el período considerado se verificó en Pozos, donde en clausura la producción de materia seca se incrementó en alrededor del 30 %.

En lo que respecta a los tratamientos entre sí, donde las diferencias observadas sólo son significativas en Pozos en el último año (Fig. 5B), éstas se hacen más evidentes al comparar la materia seca promedio acumulada para cada año. Así es claro que, expresado en va-

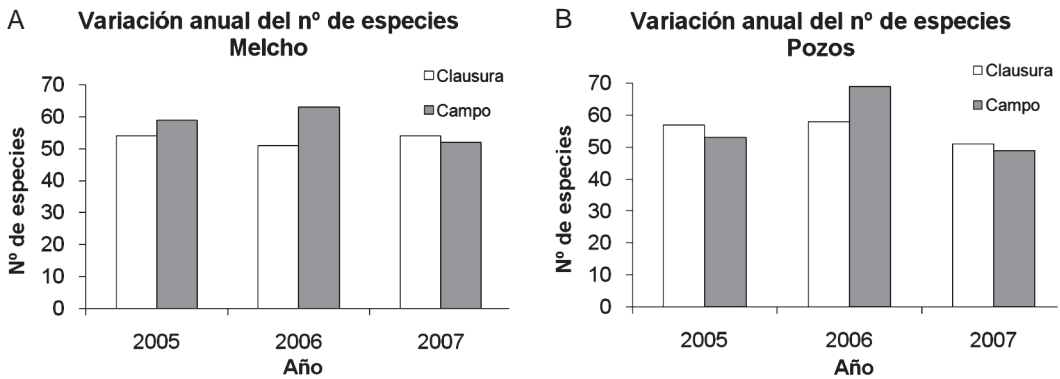


Fig. 3. Número de especies registradas en los distintos tratamientos (clausura y campo), en los distintos años del estudio. Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina).

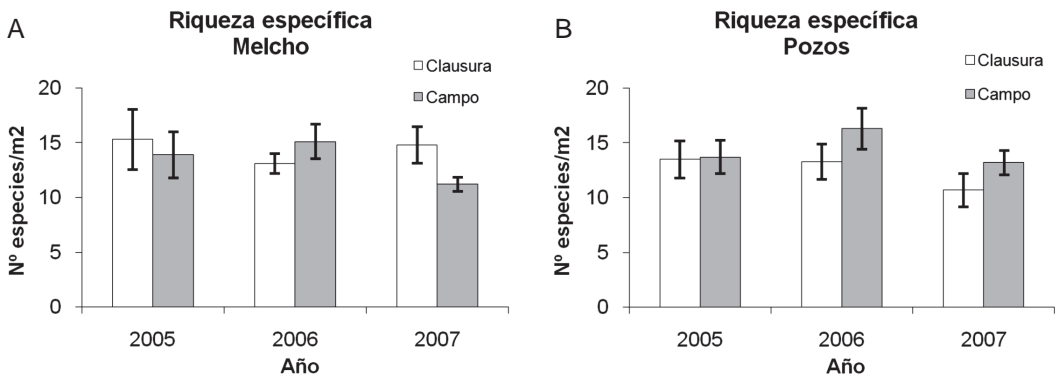


Fig. 4. Número de especies/m<sup>2</sup> en los distintos sitios de Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina).

lores porcentuales, tanto en Melcho como en Pozos se verifica un incremento de las diferencias con el transcurso del tiempo (Fig. 6), lo que es más acentuado en Pozos, donde en el último año el monto promedio de materia seca obtenido en las clausuras es más del doble del cosechado en campo.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los cambios observados en la vegetación, tanto a nivel de composición de especies como a nivel de biomasa aérea acumulada, en general no son lineales ni muestran un patrón definido, motivo por el cual es razonable pensar que, además del efecto de las clausuras, en los resultados hayan incidido factores no controlados por el estudio, tales como características y composición de la vegetación, condiciones climáticas del área durante el período de estudio y duración del estudio mismo.

En este sentido, aún cuando ambos sitios pueden ser asimilados a una misma formación vegetal (Prados alpinos, *sensu* Cabrera, 1976), la diferencia altitudinal entre ellos, alrededor de 500 m, se refleja en la composición florística y en los tipos biológicos presentes, especialmente en lo que se refiere a la proporción de especies anuales o funcionalmente anuales, las cuales constituyen más de la mitad del total de especies registradas en el estudio. Esto, sumado a las condiciones claramente más húmedas del

período hidrológico 2005-2006 (Fig. 7), probablemente sean las causas principales de los altos valores registrados en el verano de 2006, tanto en la composición de especies y especialmente en la producción de biomasa aérea, la que es fuertemente dependiente de las precipitaciones (De Wysiecki, 1993; Baldassini, 2010).

De igual modo, es probable que los resultados en lo que respecta a la composición de especies, donde se observa una respuesta similar entre las áreas de clausura y las sometidas a pastoreo, con leve disminución de la riqueza florística y del número de especies por  $m^2$ , cuando cabría esperar un aumento creciente de los valores de estos parámetros en las áreas pastoreadas, tal como se reporta para otras áreas montañas de Argentina (Pucheta *et al.*, 1998; Nai-Bregaglio *et al.*, 2002), sean debido a que el tiempo de estudio no fue lo suficientemente prolongado como para que se manifiesten los efectos de los tratamientos, los que, por otra parte, se hacen evidentes recién a partir de los cuatro años debido a cambios en la abundancia de algunos tipos biológicos (Pucheta *et al.*, 1998).

En lo respecta específicamente a la producción de biomasa aérea, por lo contrario, los cambios ocurridos en la vegetación al final del estudio demuestran una fuerte incidencia de la exclusión, consistente con lo reportado para ambientes similares (Pucheta *et al.*, 1998), con un mantenimiento o au-

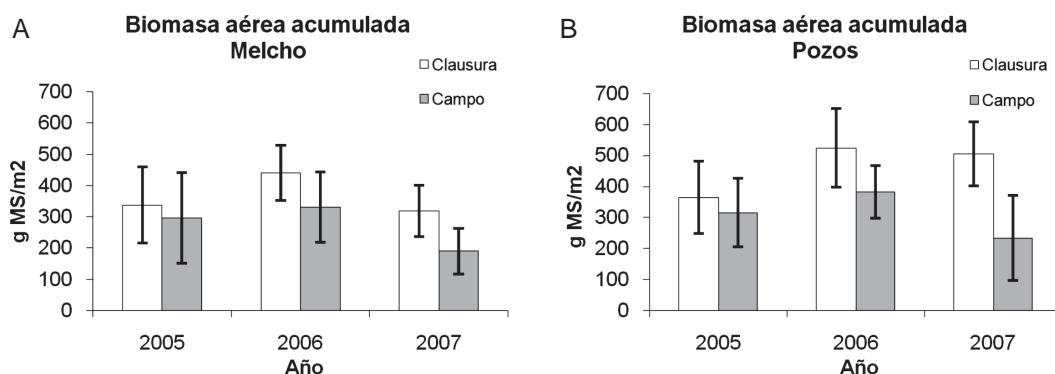


Fig. 5. Productividad primaria aérea (gMS/m<sup>2</sup>) en los distintos tratamientos en los tres años de estudio. Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina).

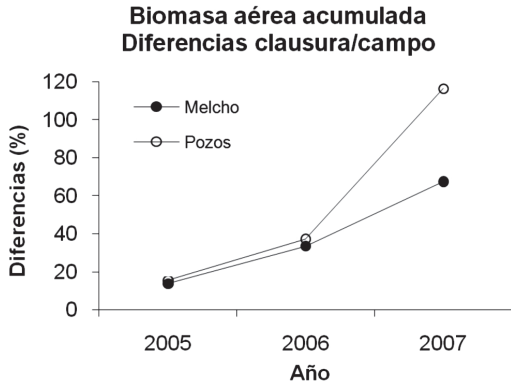


Fig. 6. Diferencia interanual de la productividad de biomasa aérea entre áreas con clausura y áreas libres de clausuras, Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina).

mento de la producción dentro de las clausuras y una disminución por fuera de ellas. El efecto de las clausuras se hace más notable al cotejar los tratamientos entre si. En este caso es de esperar que, independientemente de las condiciones climáticas de cada año, las diferencias entre tratamientos se incrementaran con el correr de los años debido, como ya se dijo, al aumento de la biomasa en las áreas de clausuras y disminución por fuera de ellas. En efecto, en ambos sitios hay un claro aumento de las diferencias en la biomasa acumulada entre los tratamientos en cada año. Estas diferencias son

mayores, como es de esperar, en el sitio sometido a mayor presión de pastoreo (Pozos), donde superan el 100 %.

Por otro lado, a nivel general, la biomasa aérea acumulada medida en este estudio, con valores anuales promedio entre 2.700 y 4.650 kg/ha, es similar a la estimada para ambientes semejantes de las montañas del noroeste de Argentina (De la Orden *et al.*, 2010; Baldassini, 2010). En tanto en lo que respecta a lo que podría considerarse recuperación de la vegetación, es decir el volumen de biomasa aérea surgida de la diferencia entre lo producido dentro y fuera de las clausuras, ésta es claramente mayor en Pozos, el sitio de menor altitud, lo que probablemente sea producto de mejores condiciones ambientales de este sitio (humedad, temperatura) y mayor presión de pastoreo.

Estos resultados muestran, por un lado, que con alguna medida de protección, por ejemplo clausuras, la recuperación de la vegetación es factible y, por otro, el efecto negativo del pastoreo por ganado introducido en ambientes de montaña, donde las condiciones climáticas (bajas precipitaciones, alta insolación y fuertes amplitudes térmicas diarias y estacionales) y productivas son limitantes.

Con el sólo fin de tener una idea del efecto de la ganadería en la Provincia de Catamarca es válido mencionar que el Censo

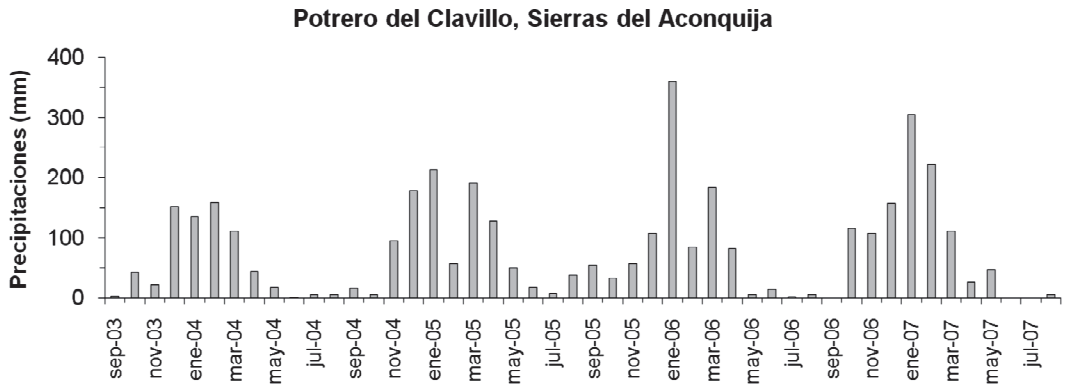


Fig. 7. Precipitaciones del período Septiembre 2003 – Agosto 2007 en un área montana de la provincia de Tucumán (27° 24' S, 65° 59' W, 1.300 msnm), cercana a la zona de estudio. Elaborado a partir de datos obtenidos del Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.



Nacional Agropecuario 2002 (INDEC, 2002) reporta la existencia de 582.541 cabezas de ganado para toda la provincia. De esto, el ganado vacuno es el más abundante con el 39,2 % del total, desconociéndose cuánto de este porcentaje corresponde a ganado criado en campos controlados y cuanto en forma libre, una práctica muy divulgada en las provincias del noroeste argentino. Por otro lado, los ovinos (14,6 %) y los caprinos (35,5 %) conforman más del 50 %, contra un 4,5 % de los camélidos.

En cuanto a la recuperación de la vegetación, si bien la técnica de clausuras ensayada en este estudio puede resultar costosa, se debe tener en cuenta que la misma no es más que una réplica de un manejo ancestral de los pobladores de montaña, consistente en parcelamientos de terrenos mediante pircas, llamados «potreros», que por lo común se utilizan para cultivos de subsistencia. Si esta técnica se pudiera adaptar para recuperar vegetación, es posible que se logre un manejo más eficiente de los recursos en las zonas de montaña. En efecto, los resultados de este estudio muestran que una hectárea protegida en una zona de pastizales, entre los 2.800 a 3.250 m, sin ninguna carga ganadera y durante un ciclo de crecimiento (Septiembre a Marzo), puede producir entre 700 y 1.300 kg más de materia seca que una no protegida. Con estos datos es posible pensar en un plan de clausuras, escalonadas en el tiempo, que coadyuven tanto a la recuperación de la vegetación y suelos así como a un uso más eficiente de los recursos vegetales para la ganadería de la zona.

Si bien es cierto que la ganadería de campo es un medio de vida para muchos pobladores de montaña, y quizás difícil de reemplazar, la misma podría hacerse más amigable ambientalmente adecuando la técnica de clausuras a sus necesidades, lo que exigiría, indudablemente, programas de gobierno en el mediano y largo plazo. De concretarse ello es posible que se mejore la microeconomía local y de alguna forma sea una mitigación al problema ambiental causado por los grandes herbívoros introducidos y el comienzo de un desarrollo de nue-

vas capacidades para las zonas de montaña del noroeste de Argentina.

#### AGRADECIMIENTOS

Estudio realizado en el marco del proyecto FORESTAR a cargo de Liliana Zaradnik (Andalgalá, Catamarca), a quien agradecemos especialmente. Expresamos también nuestro agradecimiento a Roque Interdonato, de la Fac. de Cs. Naturales (UNT) y a Griselda Podazza, de la Fundación Miguel Lillo, por la inestimable colaboración en campo y laboratorio, respectivamente y a los dos revisores anónimos por las oportunas sugerencias realizadas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Ataroff, M. & F. Rada. 2000. Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest. *Ambio* 29 (7): 440-444.
- Ayarde, H. & C. Boero. 1999. Vegetación y Flora. En: González J. A. y E. O. Lavilla (eds.), Biodiversidad de Agua Rica [Catamarca, Argentina]: 33-73. Fundación Miguel Lillo-BHP Copper.
- Baldassini, P. 2010. Caracterización fisonómica y funcional de la vegetación de la Puna mediante el uso de sensores remotos. Trabajo de Intensificación. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Fac. Agronomía, Univ. Nac. Buenos Aires. 120 p.
- Bianchi, A. R. & C. R. Yañez. 1992. Las precipitaciones del noroeste argentino. INTA, Estación Experimental Salta. 383 p.
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enc. Arg. Agric. y Jard.* 2 (1): 1-85.
- Capparelli, A.; N. Hilgert; A. Ladio; V. S. Lema; C. Llano; S. Molares; M. L. Pochetino & P. Stampella. 2011. Paisajes culturales de Argentina: Pasado y presente desde las perspectivas etnobotánica y paleoetnobotánica. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 2 (2): 67-79.
- Castro, H. 1997. Desarrollo agrario y sustentabilidad ambiental en la cuenca del Río Iruya, en el noroeste argentino. En: Liberman, M. y C. Baied (eds.), Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de Áreas Frágiles en los Andes, 213-220.
- Censo Nacional Agropecuario 2002. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). República Argentina.
- De la Orden, E. A.; A. Quiroga; D. Ribera Justiniano & M. C. Morlans. 2006. Efecto del pastoreo en un pastizal de altura. *Cumbres de Humaya, Catamarca, Argentina. Ecosistemas* 15 (3): 142-147.

- De Wysiecki, M. L., 1993. Productividad primaria neta aérea de un pastizal natural de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 69 (1): 23-29.
- Fernández, D. S. & M. A. Lutz. 2003. Procesos de remoción en masa y erosión fluvial en la quebrada de Los Sosa, provincia de Tucumán. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*: 58 (2): 255-266.
- Ferrante, S. B. 2011. Resiliencia socio-ecológica y territorio indígena. Estudio de caso en los valles andinos del norte argentino. 115 pp. Universidad Internacional de Andalucía.
- Garay de Fumagalli, M. & M. B. Cremonte. 2002. Ocupaciones agropastoriles tempranas al sur de la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina). *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 34 (1): 35-52.
- González, J. A. 2005. Los ambientes naturales en áreas montañosas del Noroeste Argentino, su interrelación con países limítrofes y su necesidad de protección, recuperación y conservación. *Serie Conservación de la Naturaleza* 15: 1-29. Fundación Miguel Lillo (Tucumán-Argentina).
- González, J. A. & E. O. Lavilla. 1999a. El ambiente físico. En: González J. A. y E. O. Lavilla (eds.), *Biodiversidad de Agua Rica* (Catamarca, Argentina): 21-27. Fundación Miguel Lillo-BHP Copper.
- González, J. A. & E. O. Lavilla. 1999b. Alteraciones ambientales. En: González J. A. & E. O. Lavilla (eds.), *Biodiversidad de Agua Rica* (Catamarca, Argentina): 263-265. Fundación Miguel Lillo - BHP Copper.
- Grau, A. & A. D. Brown. 2000. Development Threats to Biodiversity and Opportunities for Conservation in the Mountain Ranges of the Upper Bermejo River Basin, NW Argentina and SW Bolivia. *Ambio* 29 (7): 445-450.
- Halloy, S. R. P. 1997. Anconquija Region, North-western Argentina. In: Davies, S. D., Heywood, V. H., Herrera-Mc Bryde, O., Villa-Lobos, J. and Hamilton, A. C. (eds). *Centres of Plant Diversity - A guide and strategy for their conservation*: Cambridge, UK: WWF, IUCN, 478-485.
- Halloy, S. R. P.; J. A. González & A. Grau. 1994. Proyecto de creación del Parque Nacional Anconquija (Tucumán, Argentina) Informe N° 4. *Serie Conservación de la Naturaleza* 9: 1-55. Fundación Miguel Lillo (Tucumán, Argentina).
- Hilger, N. I. & G. E. Gilg. 2005. Traditional andean agriculture and changing in the Zenta River basin, Salta, northwestern Argentina. *Darwiniana* 43 (1-4): 30-43.
- Lasanta, T. 2010. Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impactos en el territorio. *Estudios geográficos* 71: 203-233. Instituto Pirenaico de Ecología. Zaragoza.
- Loydi, A. & R. Distel. 2010. Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología Austral* 20: 281-291.
- Márquez, S.; G. Funes; M. Cabido & E. Pucheta. 2002. Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 327-337.
- Molinillo, M. & B. Manasse. 1993. Racionalidad en el manejo de los recursos naturales en ambientes de montaña: el enfoque de los planificadores y el de la población local. En Rabey, M.A. (ed.), *El uso de los recursos naturales en las montañas: tradición y transformación*, 321-346. UNESCO, Montevideo.
- Nai-Bregaglio, M.; E. Pucheta & M. Cabido. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 613-623.
- Otonello, M. & M. Garay de Fumagalli. 1995. El uso del espacio a través del tiempo en un sector de las Yungas de la provincia de Jujuy. En: Brown, A. D. y H. R. Grau (eds.), *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña*: 183-190.
- Piciocchi de Fonollat, A. M. & N. Marigliano. 1999. Mamíferos. En: González J. A. y E. O. Lavilla (eds.), *Biodiversidad de Agua Rica* (Catamarca, Argentina): 219-252. Fundación Miguel Lillo - BHP Copper.
- Pucheta, E.; M. Cabido; S. Díaz & G. Funes. 1998. Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. *Acta Oecológica* 19 (2): 97-105.
- Quiroga Mendiola, M. & G. Ramisch, 2010. ¿Pastores o asalariados? Estrategias de vida en la continuidad y la coyuntura política en las altas montañas del noroeste de Argentina. Ponencia VII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural, Porto de Galhinas. Brazil.
- Rabey, M. A. 1993. Conocimiento popular, recursos naturales y desarrollo: El caso de los Andes argentinos. En: Rabey, M. A. (ed.), *El uso de los recursos naturales en las montañas: tradición y transformación*, 347-368. UNESCO, Montevideo.
- Reboratti, C. E. 1995. Apropiación y uso de la tierra en las Yungas del Alto Bermejo. En: Brown, A. D. y H. R. Grau (eds.), *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña*: 199-204.
- Ventura, B. N. 1995. Modelo preliminar de uso del espacio en valles orientales a las serranías de Zenta (Salta). En: Brown, A. D. y H. R. Grau (eds.), *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña*: 191-198.
- Vervoorst, F. 1982. Noroeste, en Conservación de la vegetación natural en la República Argentina, Simposio XVIII Jornadas Argentinas de Botánica. *Serie Conservación de la Naturaleza* 2: 9-24. Fundación Miguel Lillo (Tucumán, Argentina).

## APÉNDICE

Especies vegetales vasculares registradas en la zona de Agua Rica (Andalgalá, Catamarca, Argentina). Referencias hábito: HbA= Herbácea anual o funcionalmente anual (incluye terófitos y geófitos); HbP= Herbácea perenne (incluye hierbas graminoides); Ar = Arbustiva.

Especies	Familia	Hábitos	Melcho	Pozos
<i>Acaena stricta</i> Griseb.	Rosaceae	HbP	x	x
<i>Achyrocline venosa</i> Rusby	Asteraceae	Ar	x	x
<i>Acicarpa tribuloides</i> Juss.	Calyceraceae	HbA		x
<i>Adiantum orbygnianum</i> Mett. et Kuhn	Pteridaceae	HbP		x
<i>Agalinis fiebrigii</i> (Diels) D'Arcy	Orobanchaceae	HbP		x
<i>Agrostis</i> sp.	Poaceae	HbG		x
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae	HbA	x	
<i>Amicia medicaginea</i> Griseb.	Fabaceae	HbA		x
<i>Anemone decapetala</i> Ard.	Ranunculaceae	HbA		x
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.	Caryophyllaceae	HbA	x	x
<i>Argyrochosma nivea</i> (Poir.) Windham	Pteridaceae	HbP	x	x
<i>Asplenium gilliesii</i> Hook.	Aspleniaceae	HbA	x	
<i>Astragalus cryptobothrys</i> I.M. Johnst.	Fabaceae	HbP	x	
<i>Astragalus garbancillo</i> Cav.	Fabaceae	HbA	x	
<i>Baccharis lilloi</i> Heering	Asteraceae	Ar		x
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Asteraceae	Ar	x	
<i>Baccharis tucumanensis</i> Hook. et Arn.	Asteraceae	Ar	x	x
<i>Balbisia calycina</i> (Griseb.) Hunz. et Ariza	Ledocarpaceae	Ar	x	x
<i>Bartsia peruviana</i> Walp.	Orobanchaceae	HbP		x
<i>Bidens andicola</i> Kunth	Asteraceae	HbP	x	x
<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	HbA		x
<i>Bomarea macrocephala</i> Pax	Alstroemeriaceae	HbA		x
<i>Botriochloa</i> sp.	Poaceae	HbG		x
<i>Bowlesia</i> sp.	Apiaceae	HbA	x	
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Poaceae	HbG	x	x
<i>Caiophora clavata</i> Urb. et Gilg	Loasaceae	HbA	x	x
<i>Calceolaria teucroides</i> Griseb.	Calceolariaceae	HbP	x	x
<i>Calceolaria umbellata</i> Wedd.	Calceolariaceae	HbP	x	
<i>Calydorea pallens</i> Griseb.	Iridaceae	HbA	x	x
<i>Cardionema burkartii</i> Subils	Caryophyllaceae	HbP	x	x
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	Caryophyllaceae	HbA	x	
<i>Cerastium rivulariastrum</i> Möschl et Pedersen	Caryophyllaceae	HbA	x	x
<i>Cheilanthes squamosa</i> Gillies ex Hook. et Grev.	Pteridaceae	HbP		x
<i>Chenopodium mandonii</i> (S. Watson) Aellen	Chenopodiaceae	HbA	x	
<i>Clinopodium gilliesii</i> (Benth.) Kuntze	Lamiaceae	Ar		x
<i>Commelina</i> sp.	Commelinaceae	HbA		x
<i>Conyza cordata</i> Kuntze	Asteraceae	HbA	x	
<i>Cyperus</i> sp.1	Cyperaceae	HbG	x	x
<i>Cyperus</i> sp.2	Cyperaceae	HbG		x
<i>Daucus pusillus</i> Michx.	Apiaceae	HbA	x	x
<i>Deyeuxia</i> sp.	Poaceae	HbG	x	
<i>Dichondra</i> sp.	Convolvulaceae	HbP		x
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin et Clemants	Chenopodiaceae	HbA	x	x
<i>Eragrostis</i> sp.	Poaceae	HbG	x	x

## Apéndice (cont.).

Especies	Familia	Hábitos	Melcho	Pozos
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	Geraniaceae	HbA	x	x
<i>Eryngium ebracteatum</i> Lam.	Apiaceae	HbA	x	
<i>Eryngium lorentzii</i> H. Wolff	Apiaceae	HbA		x
<i>Euphorbia</i> sp.	Euphorbiaceae	HbA		x
<i>Facelis lasiocarpa</i> (Griseb.) Cabrera	Asteraceae	HbA		x
<i>Festuca hieronymi</i> Hack.	Poaceae	HbG	x	x
<i>Festuca lilloi</i> Hack.	Poaceae	HbG	x	x
<i>Galinsoga mandonii</i> Sch. Bip.	Asteraceae	HbA	x	x
<i>Galium</i> sp.	Rubiaceae	HbA	x	x
<i>Gamochaeta coarctata</i> (Willd.) Kerguelén	Asteraceae	HbA	x	
<i>Gamochaeta subfalcata</i> (Cabrera) Cabrera	Asteraceae	HbA	x	x
<i>Gentiana prostrata</i> Haenke	Gentianaceae	HbA	x	
<i>Gentianella silenoides</i> (Gilg) Fabris	Gentianaceae	HbA	x	x
<i>Geranium leucanthum</i> Griseb.	Geraniaceae	HbA	x	x
<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	Geraniaceae	HbP	x	x
<i>Glandularia microphylla</i> (Kunth) Cabrera	Verbenaceae	HbP	x	x
<i>Glandularia peruviana</i> (L.) Small	Verbenaceae	HbP		x
<i>Gnaphalium tarapacanum</i> Phil.	Asteraceae	HbP	x	x
<i>Gomphrena meyeniana</i> Walp.	Amaranthaceae	HbA	x	
<i>Hieracium argentinense</i> Zahn	Asteraceae	HbA	x	x
<i>Hypochaeris parodii</i> Cabrera	Asteraceae	HbA	x	x
<i>Hysterionica</i> cfr. <i>diantipholia</i> (Griseb.) Cabrera	Asteraceae	HbP		x
<i>Hysterionica jasionoides</i> Willd.	Asteraceae	HbP	x	x
<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	HbA		x
<i>Lathyrus pubescens</i> Hook. et Arn.	Fabaceae	HbA	x	x
<i>Lepechinia floribunda</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Ar		x
<i>Lepechinia meyenii</i> (Walp.) Epling	Lamiaceae	Ar		x
<i>Lepidium bonariense</i> L.	Brassicaceae	HbA	x	x
<i>Lupinus humidicola</i> C.P. Sm.	Fabaceae	HbA	x	
<i>Luzula racemosa</i> Desv.	Juncaceae	HbG	x	x
<i>Maihueniopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling	Cactaceae	HbP	x	x
<i>Malvastrum</i> sp.	Malvaceae	HbA		x
<i>Melilotus</i> sp.	Fabaceae	Ar	x	
<i>Muhlenbergia</i> sp.	Poaceae	HbA	x	x
<i>Nassella crassicephala</i> Cabrera	Asteraceae	HbP		x
<i>Nassella</i> sp. 1	Poaceae	HbG	x	x
<i>Nassella</i> sp. 2	Poaceae	HbG		x
<i>Nierembergia</i> sp.	Solanaceae	HbA	x	x
<i>Nothoscordum</i> sp.	Liliaceae	HbA	x	x
<i>Oenothera lasiocarpa</i> Griseb.	Oenotheraceae	HbA	x	x
<i>Ophioglossum crotalophoroides</i> Walter	Ophioglossaceae	HbA		x
<i>Oxalis argentina</i> R. Knuth	Oxalidaceae	HbA	x	x
<i>Oxalis trollii</i> R. Knuth	Oxalidaceae	HbA	x	x
<i>Pappophorum</i> sp.	Poaceae	HbG	x	x
<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	HbG		x
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link	Pteridaceae	HbP	x	
<i>Pennisetum</i> sp.	Poaceae	HbG		x
<i>Perezia pungens</i> (Humb. et Bonpl.) Less.	Asteraceae	HbA	x	x

## Apéndice (cont.).

Especies	Familia	Hábitos	Melcho	Pozos
<i>Phacelia secunda</i> J.F. Gmel.	Boraginaceae	HbA	x	
<i>Piptochaetium</i> sp.	Poaceae	HbG	x	
<i>Plantago</i> sp.	Plantaginaceae	HbP	x	x
<i>Portulaca</i> sp.	Portulacaceae	HbA	x	
<i>Puya dyckioides</i> (Baker) Mez	Bromeliaceae	HbP		x
<i>Salvia</i> sp.	Lamiaceae	Ar		x
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell.	Asteraceae	HbA	x	
<i>Selaginella peruviana</i> (Milde) Hieron.	Selaginellaceae	HbP		x
<i>Senecio jarae</i> Phil.	Asteraceae	HbA	x	x
<i>Senecio lorentzii</i> Griseb.	Asteraceae	Ar	x	x
<i>Senecio otopterus</i> Griseb.	Asteraceae	Ar	x	
<i>Senecio sectilis</i> Griseb.	Asteraceae	Ar		x
<i>Senecio</i> sp. 1	Asteraceae	Ar		x
<i>Senecio</i> sp. 2	Asteraceae	Ar	x	
<i>Serpocaulon gilliesii</i> (C. Chr.) A.R. Sm.	Polypodiaceae	HbP	x	
<i>Setaria</i> sp.	Poaceae	HbG		x
<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	Ar		x
<i>Siegesbeckia serrata</i> DC.	Asteraceae	HbA	x	
<i>Silene</i> sp.	Caryophyllaceae	HbA	x	
<i>Siphocampylus memorialis</i> Griseb.	Lobeliaceae	HbA		x
<i>Sisyrinchium chilense</i> Hook.	Iridaceae	HbA	x	x
<i>Sisyrinchium</i> sp.	Iridaceae	HbA	x	
<i>Sisyrinchium unguiculatum</i> Griseb.	Iridaceae	HbA	x	
<i>Solanum</i> sp. 1	Solanaceae	HbA	x	x
<i>Solanum</i> sp. 2	Solanaceae	HbA	x	
<i>Stellaria</i> sp.	Caryophyllaceae	HbA	x	x
<i>Stevia breviaristata</i> Hook. et Arn.	Asteraceae	HbP	x	x
<i>Stevia chamaedrys</i> Griseb.	Asteraceae	HbP	x	x
<i>Tagetes campanulata</i> Griseb.	Asteraceae	HbA		x
<i>Tagetes multiflora</i> Kunth	Asteraceae	HbA		x
<i>Tarasa meyeri</i> Krapov.	Malvaceae	HbA	x	
<i>Tarasa tenella</i> (Cav.) Krapov.	Malvaceae	HbA	x	x
<i>Taraxacum officinale</i> G. Weber et F.H. Wigg.	Asteraceae	HbA	x	
<i>Thalictrum decipiens</i> Boivin	Ranunculaceae	HbA	x	x
<i>Trifolium amabile</i> Kunth	Fabaceae	Ar		x
<i>Valeriana dinorrhiza</i> (Griseb.) Höck	Valerianaceae	HbA	x	x
<i>Valeriana</i> sp.	Valerianaceae	HbA	x	x
<i>Verbena</i> sp.	Verbenaceae	Ar		x
<i>Vicia graminea</i> Sm.	Fabaceae	HbA		x
<i>Woodsia montevidensis</i> (Spreng.) Hieron.	Dryopteridaceae	HbP	x	x
Indet	Amaranthaceae	HbA	x	x
Indet	Campanulaceae	HbA		x
Indet	Orchidaceae	HbA		x
Indet 1	Asteraceae	HbP		x
Indet 2	Asteraceae	HbP		x
Indet 1	Brassicaceae	HbA		
Indet 2	Brassicaceae	HbA	x	x