

Uso y recuperación de la cobertura vegetal en el centro oeste de Argentina

Alberto I. J. Vich^{*,**}, Eduardo Martínez Carretero^{***}, Carolina Lauro^{*}, Armando Pedrani^{***}

Abstract

The city of Mendoza in Argentina it is located near the piedemont area, which extends between the urbanized area and the Precordillera. The growth of population of Mendoza city in the last decades has caused a strong pressure on the ecosystem that has triggered serious environmental problems. Principally the decrease of vegetation coverage by cutting down bushes, fire garbage. This causes an increase in water erosion, decreased infiltration, and increase risk flooding of the city. An experimental alluvial basin was constructed in order to study the mechanism of the ecosystem and to try low cost technologies to solve the problem of floods.

Resumen

La ciudad de Mendoza, localizada en el centro oeste de Argentina, está en contacto con un extenso piedemonte que se extiende entre el área urbanizada y el faldeo oriental de la Precordillera. En las últimas décadas, el crecimiento de la población del Gran Mendoza ha determinado que una superficie muy importante del área de cuencas pedemontanas se incorporen al ejido urbano. Ello ha originado una fuerte presión sobre un ecosistema frágil que ha desencadenado en graves problemas de deterioro ambiental. Que como consecuencia provoca un aumento de la erosión hídrica, disminución de la infiltración, de la productividad general y de la biodiversidad de la zona junto al incremento de las crecientes o avenidas de agua naturales en magnitud y frecuencia (aluviones) aumentando del riesgo de inundaciones de la ciudad y cultivos. Con el objeto de conocer el funcionamiento global del ecosistema pedemontano, la puesta a punto de tecnologías de bajo costo y la ejecución de acciones para la resolución integral de la problemática aluvional, se estableció la Cuenca Aluvional Piloto del Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA).

*Instituto Argentino de Nivología y Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA)- Av. Ruiz Leal s/n Parque Gral. San Martín. Mendoza C.P 5000. aijvich@mendoza-conicet.gov.ar

**Instituto de Estudios del Ambiente y los Recursos Naturales (IDEARN), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo

***Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Áridas (IADIZA)

Introducción

La ciudad de Mendoza, localizada en el centro oeste de Argentina, está en contacto con un extenso piedemonte. Se conoce como piedemonte al área que conecta topográficamente la zona montañosa con la planicie. Ocupa 4 departamentos del área Metropolitana: Las Heras, Capital, Godoy Cruz y Lujan de Cuyo hasta el río Mendoza. Tiene una extensión entre 45 a 50 km desde los 2000 m hasta los 700 m aproximadamente. El conglomerado urbano en su cercanía está constituido por más de 800 habitantes.

El piedemonte es un área que provee de varios servicios ambientales a la población. Entre ellos se destacan la belleza paisajística dada por la gran diversidad de flora y fauna, variedad de formas geológicas que lo hacen atractivo como lugar de esparcimiento y recreación. A su vez la vegetación forma parte del hábitat de varias especies que allí se reproducen y desarrollan o lo utilizan durante la migración. Además evita la erosión y pérdida de suelo e incrementa la infiltración, siendo todo el sistema un importante regulador de flujos de aguas superficiales disminuyendo la escorrentía que afecta a la urbanización ubicada aguas abajo.

Sin embargo en las últimas décadas el crecimiento de la población y la falta de planificación han ido deteriorando el ecosistema del piedemonte. La urbanización de manera desordenada, el sobrepastoreo, las actividades de motocross y ciclismo (no reguladas) con apertura de caminos, basurales a cielo abierto, incendios, extracción de leña, emprendimientos de extracción de áridos, son algunas de las actividades que en el último período han ido incrementando y provocando el deterioro del piedemonte.

Estas actividades disminuyen la biodiversidad de la zona y con ello la cobertura de vegetación, consecuentemente hay una mayor erosión del suelo, menor infiltración y mayor escurrimiento que incrementa la ocurrencia y severidad de los aluviones en el Gran Mendoza.

Se construyó una cuenca experimental piloto en el piedemonte mendocino ubicada al oeste de la ciudad de Mendoza (Argentina), a los 32° 52' 50" S y 68° 52' 00" O, con el fin de estudiar alternativas de bajo costo para la solución de la problemática aluvional que a su vez aporte a la recuperación de la cobertura vegetal. Además en estas cuencas se evaluó la importancia de la cobertura vegetal en los procesos de erosión, transporte de sedimentos y escurrimiento superficial, vinculado con el uso de la vegetación en la zona.

Características físicas regionales

La cuenca se desarrolla dentro de lo que geomorfológicamente se distingue como "Cerros testigos" sobre la Formación Mogotes (Terciario Superior) de origen tectónico y constituye un conjunto espeso de rocas sedimentarias, con estratificación

grosera. Los suelos -entisoles y aridisoles- muestran perfiles sin diferenciación de horizontes, presencia de material originario y cantidad variables de carbonatos en el subsuelo y dominancia de procesos de erosión hídrica. Están compuestos aproximadamente de un 33 % de partículas mayores de 2 mm, 50 % de arenas, 15 % de limo y 2% de arcilla. Los clastos detríticos presentan bordes angulosos, de color oscuro; los más profundos en el suelo se encuentran cubiertos por una película blanca por iluviación de sales carbonatadas provenientes de los estratos superiores. La matriz térrea es de textura arenosa o franco-arenosa de color pardo, de estructura granular media a gruesa y no presentan concreciones ni estrías de sales; la permeabilidad es moderada (30 a 35 mm^h-1). Debido a que es un área clausurada durante mucho tiempo (> 30 años) hay un incremento en la materia orgánica del suelo por mayor cobertura vegetal, mayor cantidad de raíces y aporte de mantillo. Los suelos son ligeramente alcalinos y abundante material calcáreo que aumenta en profundidad.

El clima es árido templado desértico. El régimen térmico presenta una temperatura media anual de 16,1 °C, temperatura máxima y mínima media mensual de 30,2 °C (mes más cálido, enero) y 3,4 °C (mes más frío, julio), respectivamente y valores absolutos máximos y mínimos de 42,7 °C y – 6,2 °C; la amplitud térmica diaria es del orden de 15 a 20 °C. El régimen de precipitaciones muestra una evidente diferencia entre el periodo invernal (abril a septiembre) y el estival (octubre a marzo) que recibe aproximadamente el 70 % del total anual. La lluvia de verano es principalmente de carácter convectivo, con precipitaciones de corta duración y gran intensidad. La serie presenta fluctuaciones significativas en el periodo estival, con alternancia de periodos húmedos y secos (Compagnucci y Boninsegna, 1979). Algunos parámetros estadísticos de una estación Observatorio Mendoza próxima al sitio se indican en la Tabla 1.

Tabla 1
Estadísticos de la precipitación anual y estacional
Estación: Mendoza Latitud: 32° 53' S Longitud: 68° 51' O

Parámetro	Serie estival	Serie invernal	Serie anual
No de años	79	79	79
media	153,7	57,5	211,2
Desvío estándar	68,4	39,9	79,4
Lluvia máxima	325,6	214,1	428,3
Lluvia mínima	18,0	4,5	35,9

Las lluvias consideradas erosivas únicamente se presentan en el período octubre-abril, y son aquellas que poseen un umbral de intensidad máxima de $15,0 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ en 30 minutos. Por debajo de este valor, independientemente de la cantidad de lluvia caída, no se registra escurrimiento. Únicamente el 28 % de los episodios lluviosos posee un monto superior a 30 milímetros. Las pérdidas de suelo (PS) de los eventos erosivos menores a $1000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, únicamente corresponden al 34 %; el 27 % es $1000 < \text{PS} < 2000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; y el 39 % es mayor de $2000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ por evento (Vich *et al.*, 1988; Vich y Mariani, 2011).

Vegetación

La vegetación del piedemonte al oeste de la ciudad de Mendoza está constituida principalmente por matorrales de *Larrea*. En el nivel inferior, desde el contacto con la zona urbana, entre los 900 y 1250 m se extiende el matorral de *Larrea cuneifolia* (Roig, 1976; 1989) con aproximadamente 67 especies, en general sobre suelos de gravas con matriz arcillo arenosa (Méndez, 1983). Dominan en este piso *L. cuneifolia*, *Lycium tenuispinosum*, *Ephedra triandra*, *Bulnesia retama*, *Trichocereus candidans*, *T. strigosus*, *Stipa ichu*, *Pappophorum caespitosum*, entre otras. Entre los 1250 y 1750 m se establece el matorral de *Larrea divaricata*, en el nivel semiárido (Minetti, 1989). Esta comunidad se ubica sobre suelos pedregosos, heterométricos, con matriz arenosa muy permeables. La cobertura vegetal alcanza al 70% con 75 especies. Acompañan a *L. divaricata*, *Condalia microphylla*, *Berberis grevilleana*, *Eupatorium buniifolium*, *Schinus fasciculata*, *Lycium chilense*, *Artemisia mendozana*, *Senecio gilliesianus*, *Stipa vaginata*, *Digitaria californica*, etc. (Martínez Carretero, 1983; 2011) (Figura 1).

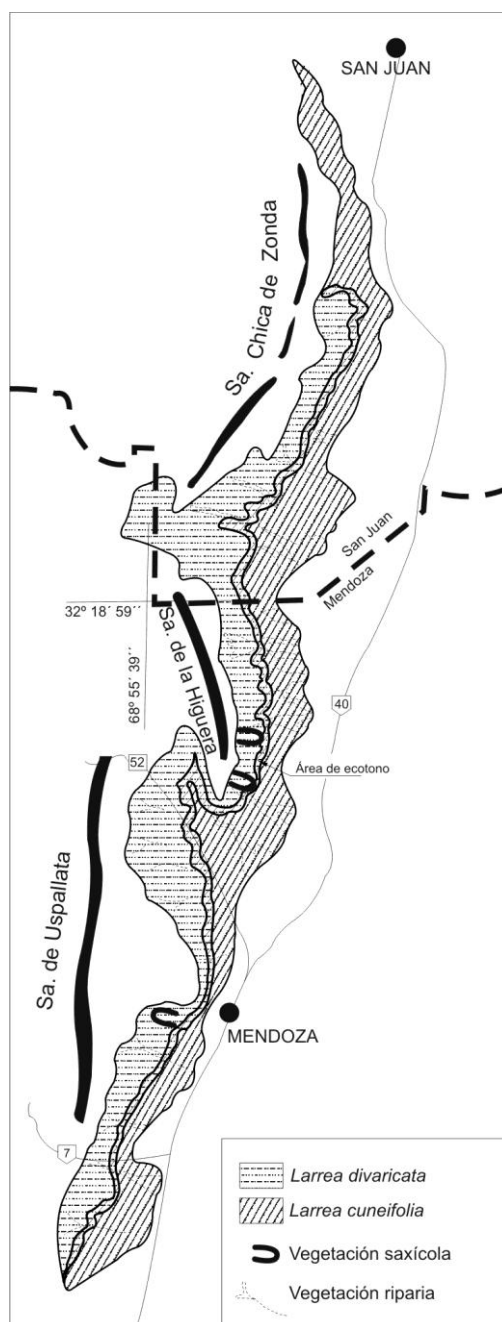


Figura 1. Distribución de los matorrales de *Larrea divaricata* y *L. cuneifolia* en el piedemonte de la sierra de Uspallata (Mendoza).

El relieve, formado por intensos procesos de erosión hídrica en sentido oeste-este, determina laderas con exposición norte-sur, muy erosionadas, asociadas a afloramientos rocosos. En los afloramientos, generalmente de materiales terciarios y triásicos, la vegetación se ubica en grietas donde se acumula el material de suelo erosionado y el agua de lluvia. La cobertura vegetal no supera el 10-15 % y está dada por aproximadamente 45-50 especies. Domina *Dolichlasium lagascae*, acompañada por *Stipa psittacorum*, *Chuquiraga erinacea*, *Stipa vaginata*, *S. scirpea*, *Monnina dyctiocarpa*, entre otras.

En laderas muy xéricas, con pendiente general de 30°, se encuentra el matorral de *Cercidium praecox* ssp. *glaucum* con cobertura media del 20 %. El estrato arbustivo alto alcanza los 2 m y la riqueza total a 90 especies. Acompañan *Adesmia trijuga*, *Grabowskya obtusa*, *Aristida spagazzini*, *Hyalis argentea* var. *argentea*, *Porophyllum lanceolatum*, entre otras.

Sobre material cuaternario, entre 1200 y 1300 m, o en laderas donde la ruptura de la pendiente permite la acumulación de material erosionado con mayor profundidad de suelo y baja pendiente, se encuentra el matorral de *Zuccagnia punctata*. La cobertura vegetal alcanza al 50 % y la riqueza a 80 especies. Es una comunidad rica en elementos megatérmicos por lo que aumenta la presencia de suculentas. Entre otras especies acompañan *Deuterocohnia longipetala*, *Mentzelia albescens*, *Budleja mendocina*, *Tillandsia pedicellata*, etc.

En la riberas de los ríos temporarios se ubica la comunidad riparia de *Proustia cuneifolia*, matorral de hasta 3 m de alto y cobertura vegetal del 85 %. Acompañan, entre otras especies, *Eupatorium buniifolium*, *E. patens*, *Salvia gilliesii*, *Oxybaphus ovatus*, *Baccharis spartioides*, *Baccharis salicifolia* y en sectores salinos, con conductividad eléctrica de 18170 dS•m⁻¹, *Tessaria absinthioides* y *T. dodonaefolia*.

Por sobre los 1800-2100 m, en laderas de exposición sur, se extiende la comunidad de *Colliguaja integerrima*, que se presenta como un matorral de 1,0-1,5 m de alto y 85 % de cobertura vegetal. Como especies acompañantes se encuentran *Mutisa subspinosa*, *M. decurrens*, *Polygala stenophylla*, *Berberis grevilleana*, *B. empetrifolia*, *Diostea scoparia*, *Stevia gilliesii*, *Geranium sp.*, *Verbascum thapsus*, etc.

Los matorrales de *Larrea* son periódicamente quemados para estimular el dominio de las gramíneas lo que determina la formación de pastizales secundarios. La diversidad vegetal disminuye localmente de 55 especies en el matorral a 39 en el pastizal y de tres estratos (arbustivo alto, arbustivo bajo y herbáceo) a uno (herbáceo). Cuando este dinamismo por fuego ocurre en el piso de *L. divaricata* resulta en el pastizal de *Stipa eriostachya*, mientras que cuando es sobre la comunidad de *C. integerrima* el pastizal es de *Nasella tenuissima* (Martínez Carretero, 1984).

Materiales y métodos

En dos sitios del piedemonte (cuencas Maure y Divisadero Largo), se efectuaron intervenciones intensivas para la corrección de torrentes. En ellos se construyeron numerosas trampas de aguas o pequeños diques para la retención de agua y sedimentos y regular el escurrimiento superficial después de fuertes lluvias estivales.

El sitio Maure, localizado en la zona pedemontana inferior, 32° 52' 50" S y 68° 52' 00" O, presenta una pendiente media de 4,3 %. El suelo poco desarrollado presenta una matriz pétreo que alcanza el 50 %, siendo la parte térrea de textura arenosa, muy permeable y con escasa materia orgánica (Masotta y Berra, 1996). La vegetación es un matorral abierto con un marcado predominio de plantas arbustivas, entre las que se destacan *Larrea cuneifolia* (jarilla), *Lycium tenuispinosum* (llau-llin), *Acantholippia seriphioides* (tomillo), *Condalia microphylla* (piquillin.), *Gochmatia glutinosa* (jarillilla), *Tricomaria usillo* (usillo), y entre las gramíneas *Pappophorum caespitosum* (pasto amargo) y *Stipa eriostachya* (coirón) (González, 1993).

El sitio Divisadero Largo, es una pequeña cuenca que se localiza sobre el piedemonte a los 32° 55' S y los 69° 06' O, con un relieve relativamente escarpado, que presenta en superficie 8 formaciones geológicas 6 de las cuales ocupan un 23 % de la superficie de la cuenca y son prácticamente impermeables. Los suelos, muy poco evolucionados, muestran un alto contenido de fragmentos de rocas. La vegetación es escasa con predominio de arbustos de altura menor a 2 m.

En las trampas de agua se evaluó la recuperación de la vegetación natural, ya que esta había sido profundamente alterada por la remoción del suelo para la construcción de pequeños diques (Vich et al., 2007).

La cobertura vegetal media fue estimada en imágenes Landsat TM, a partir del Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI).

Para evaluar el efecto de las trampas de agua sobre la vegetación natural, en el sitio Divisadero Largo se realizaron censos de vegetación sobre trampas después de 10 años de construidas; la cobertura vegetal inicial fue nula. Se utilizó el método de puntos de intersección (Daget-Poissonet, 1971), y se midió: cobertura total, cobertura de arbustos, gramíneas y de terófitas. Los sitios censados fueron el talud aguas arriba de la trampa y los vasos de almacenamiento de las trampas y se realizaron 24 censos en las distintas situaciones.

Finalizada la construcción de las trampas de agua, se llevó a cabo la forestación de los vasos de las trampas, plantando entre 20 y 30 plantas por sitio. Utilizando especies nativas: *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* (algarrobo) y *Schinus areira* (aguaribay) especie que vive y se multiplica en forma espontánea y aislada en las condiciones de Mendoza. La plantación se hizo con pan de tierra, en hoyos profundos y se los regó inicialmente, para favorecer el enraizamiento. En algunos casos, se los protege de roedores y otros animales.

Además en la Cuenca Aluvional Piloto se realizó un ensayo de pastoreo para evaluar su efecto sobre la vegetación natural y determinar el valor nutricional de las pasturas naturales. Seis cabras hembras fueron mantenidas en sistema de pastoreo continuo en una parcela de 3 ha de extensión y relieve acentuado ($< 30\%$), imitando el manejo empleado por los pastores de la región. Los animales eran llevados al sitio de pastoreo durante la mañana y regresados al corral en el atardecer, donde tenían libre acceso al agua de bebida. Ocho transectas permanentes de 10 m de longitud fueron establecidas en el área con el propósito de obtener un muestreo representativo de la vegetación existente. Se ubicaron dos transectas sobre una ladera de exposición este, 2 con exposición oeste, 2 en el cauce y 2 en el vaso de un dique atarquinado; el relevamiento se realizó cada 10 cm en cada una de las transectas. Coincidentemente con la medición, se tomaron muestras de la dieta en al menos 2 cabras con fistulas de esófago (Grunwaldt *et al.*, 1994).

Uso y recuperación de la vegetación

El piedemonte limitado entre el área urbana de Mendoza y las estribaciones preandinas ocupa 502 km² y por la circulación de montaña-valle-montaña recibe diariamente el aire con elevada concentración de CO₂ proveniente de la ciudad, que en parte se acumula en estos matorrales. Martínez Carretero y Dalmaso (2007) determinaron que ambas especies de *Larrea* de los matorrales pedemontanos acumulan sólo el 1,9 % del carbono total depositado, correspondiendo a *L. divaricata* 0,012 Tg y *L. cuneifolia* 0,133 Tg. En los pastizales secundarios el carbono acumulado se reduce a más de la mitad respecto del matorral no incendiado; de acuerdo con Zivkovic *et al.* (en prensa) en la Reserva Natural Villavicencio el matorral no incendiado acumuló 0,07 Tg de carbono que sólo alcanzó a 0,003 Tg en el pastizal secundario después de 10 años del incendio.

Por otra parte, la eliminación de la cobertura vegetal por las quemadas determina un incremento en los escurrimientos superficiales y en la remoción del suelo de 1,98 veces en las laderas y de 1,5 veces en las planicies, respecto a la zona no quemada; lo que significa una remoción de 154 y 141,5 t•ha⁻¹•año⁻¹ para ladera y planicie respectivamente (Martínez Carretero, 1983).

Las especies de *Larrea* debido a su elevado aporte calórico (4600 kcal) (Braun y Candia, 1980) han sido históricamente intensamente cortadas como fuente de energía (leña), esto determina prácticamente la erradicación de las plantas, el incremento del suelo desnudo y de la erosión hídrica. El manejo adecuado, tanto para mantener la supervivencia de las plantas como para disminuir los escurrimientos superficiales, implica el corte a 10-12 cm sobre el nivel de suelo y en franjas de aproximadamente 15-20 m de ancho perpendiculares a la pendiente; de esta manera

la tasa de recuperación de la biomasa y cobertura aérea por planta es de 17-18 años (Martínez Carretero y Dalmaso, 2002).

La tasa de sedimentación encontrada en las trampas de agua fue de 1,5 % anual y la acumulación del material erodado y nutrientes, debido a la erosión hídrica de las laderas, permite la formación de suelo mejor estructurado y favorece el desarrollo de la vegetación. El aumento de la materia orgánica imparte al suelo mayor capacidad de retención de agua.

A mediados del verano de 1986 la cobertura medida por NDVI media fue del orden del 32 %, para pasar al 14 % en solo dos años, debido a la simultaneidad de una fuerte disminución del régimen de lluvias y una importante presión de pastoreo. En 1989 se clausura la cuenca, con una apreciable recuperación natural de la vegetación, alcanzando un 35 % de cobertura a fines de la primavera de 1997 (Braud et al., 2001).

En el sitio Maure, se ha observado que después de 5 años la cobertura vegetal en los taludes de las trampas de agua pasó de 0 % a valores similares o superiores a los de la comunidad vegetal circundante (81,3 %). Los porcentajes relativos de suelo desnudo y cobertura de piedra disminuyen rápidamente, y la vegetación vuelve a ocupar los sitios degradados, favoreciendo la acumulación de materiales finos. En la Tabla 2 se muestran los resultados de las observaciones de cobertura vegetal.

Por la construcción de la trampa de agua el impacto es muy grande en el área de influencia. Se considera que afecta al 10 % aproximadamente de la superficie tratada, donde desaparece totalmente la cobertura vegetal y sólo quedan algunos restos vegetales como mantillo. Los porcentajes de cobertura de piedra pueden verse notablemente aumentados por la acción de las lluvias que arrastran los materiales finos. Después del año de construidas, en los sitios con suelo removido, las primeras colonizadores son especies anuales y algunas gramíneas tales como: *Salsola kali* (cardo ruso), *Wedelia incarnata*, *Thymophylla belenidium* (perlilla), *Parthenium hiterosphorus*, *Neobouteloua lophostachya*, *Stipa sp*, *Pappophorum caespitosum*, entre los arbustos *Lycium tenuispinosum*, que emite brotes desde las plantas enterradas.

Tabla 2
Cobertura vegetal en trampas de agua

Medida	Inicio	Maure	Divisadero Largo
Antigüedad en años	0	1	5
Cobertura vegetal [%]	0,0	25	81,3
Suelo desnudo [%]	37,0	29	5,7
Cobertura de piedra [%]	60,0	43,5	7,7
Mantillo [%]	3,0	2,5	5,3
Cobertura arbustos [%]	0,0	1,5	61,8
Cob. gramíneas [%]	0,0	6,2	13,6
Cobertura terófitas [%]	0,0	17,3	5,9

Con el transcurso del tiempo sobre el talud de la trampa de agua se vuelve a desarrollar la comunidad típica del piedemonte, con proporciones de arbustos y gramíneas que dependen del uso, la presencia de pastoreo o si está en clausura. En los vasos se presentan dos situaciones. Un pastizal rico en *Stipa sp*, donde se destaca *Stipa eriostachya*, acompañado por *Bromus sp*, *Digitaria californica*, *Pappophorum caespitosum*, *Diplachne duvia*, *Setaria pampeana*, *Sporobolus cryptandrus*. O un arbustal alto, cerrado, de hasta 3 m de altura, con predominio de *Baccharis salicifolia*, acompañado por *Eupatorium buniifolium*, *E. Patens*, *Schinus fasciculata*. En general, las coberturas vegetales promedio de los vasos fueron mayores que sobre el talud. En los vasos, se presentan dos situaciones: pastizal rico en *Stipa sp*, donde se destacan las especies ya citadas para el talud y un arbustal alto, cerrado de hasta 3 m de altura, con predominio de *Baccharis salicifolia*. Las coberturas vegetales promedio de los aterramientos fueron mayores que sobre el talud, y variaron de 89,3 % al 94,7 %.

En el sitio Maure las forestaciones con *Prosopis chilensis* en las trampas de agua presentaron un porcentaje de sobrevivencia menor al 8 %; en los cauces con agua de vertientes en el subálveo fue mayor al 70 %. El crecimiento promedio fue de 22,0 cm•año⁻¹ en trampas de agua y de 17,6 cm•año⁻¹ en cauce. Las plantas fueron ramoneadas por animales, produciendo un efecto similar a una poda, adquiriendo la forma de arbusto; son plantas más anchas que altas. En el periodo de análisis, la planta de mayor altura alcanzó 2,0 m y 3,6 m de diámetro. El mayor

crecimiento de las plantas en las trampas se debió, posiblemente, a la mejor calidad del suelo, producto de la acumulación de sedimentos y nutrientes en los vasos. En el caso de la forestación con *Schinus molle*, el porcentaje de sobrevivencia fue bajo, menor del 10 %, con un crecimiento de 10,8 cm•año⁻¹. Existe mucha variabilidad en el crecimiento de las plantas, encontrándose plantas de 4,8 m junto con otras de 0,6 m. En algunos casos se encuentran ramas secas de mayor porte que las vivas medidas.

En el ensayo de incorporación de ganado, la especie dominante de las gramíneas es *Pappophorum caespitosum*, que es intensamente usado por el ganado, por lo que disminuye su cobertura muy rápidamente; le siguen en importancia *Digitaria californica* y *Diplachne dubia*, *Aristida edscencionis*, *Setaria pampeana* y *Neobouteloua lophostachya*. Entre los arbustos, las especies más significativas son: *Baccharis salicifolia* y *Trichomaria usillo*, acompañado de *Acacia furcatispina*, *Senecio gillesianum*, *Ximena americana*, *Lycium tenuisspinosum*, *Cercidium praecox*, *Junellia aspera* y *Larrea cuneifolia*, todas al finalizar el ensayo aumentaron su presencia, excepto *Baccharis salicifolia* y *Junellia aspera*. Dentro de las plantas anuales se encuentran *Sisymbrium frutescens*, *Descurainia canescens*, *Portulaca sp.* y otras, todas de muy baja cobertura. En las suculentas se destacan *Opuntia sulphurea* y *Trichocercus strigosus*.

Las especies vegetales presentes se agruparon en tres grandes grupos: arbustos forrajeros, gramíneas y resto que se corresponde con plantas anuales, bianuales, cactáceas, cespitosas y todas aquellas que por sus resistencia las condiciones climáticas presentaban un comportamiento de planta anual, por ejemplo el *Senecio gillesianum*, que se hiela todos los años. Al cabo de tres años, en términos generales, la cobertura vegetal disminuyó del 66 al 31 %, las gramíneas pasaron del 34 al 8 % y los arbustos, más el resto de las especies, del 32 al 23 %. La disminución es diferente en cada sitio; la mayor degradación corresponde a la ladera oeste y la menor degradación al vaso del dique, debido a la acumulación del agua de escurrimiento y su almacenamiento como humedad del suelo, que favorece el desarrollo de las especies anuales.

Bibliografía

Autores (apellido, iniciales nombres.), "Título del artículo", en: *Título de la revista*, Vol. (No.), número de páginas (separadas por guión), Editorial, País o Ciudad, año.

En el caso de tesis o libros colocar el número de páginas total al final de la referencia.

Braud, I., Vich, A., Zuluaga, J., Fornero, y L., Pedrani, A. "Vegetation influence on runoff and sediment yield in the Andes region: observation and modeling". En: *Journal of Hydrology* 254(2001):124-144. 2001.

- Braun, Rolando y Candia. "Poder calorífico y contenidos de nitrógeno y carbono de componentes del algarrobal de Ñacuñan, Mendoza". En: *Deserta* 6:91-100. 1980.
- Compagnucci, R. y Boninsegna, J. "Estudio de la serie de precipitación del observatorio meteorológico de la ciudad de Mendoza". En: *Informe de las primeras experiencias de ajuste de defensas, Temporada granicera 1978-79*. Programa Nacional de lucha antigranizo. CNIE. pp. 19-39. 1979.
- Grunwaldt, E., Pedrani, A., Vich, A. "Goat Grazing in the Arid Piedmont of Argentina". En: *Small Ruminant Research* 13(3):211-216. 1994.
- Martínez Carretero, E. "El incendio de la vegetación y la Erosión del suelo en la Precordillera mendocina.II. Observaciones sobre el incendio del Piedemonte de La Crucesita". En: *Ecosur* 10(19/20):37-45. 1983.
- Martínez Carretero, E. "El incendio de la vegetación en la Precordillera mendocina III. Los pastizales disclimáticos de la Quebrada de Villavicencio". En: *Parodiána* 3 (1):175-183. 1984.
- Martínez Carretero, E. y Dalmaso, A. "Response to cutting of *Larrea divaricata* and *L. cuneifolia* in Argentina". En: *Applied Vegetation Science* 5:127-133.
- Martínez Carretero E., Dalmaso A., and Trione, S. "Carbon Storage in *Larrea divaricata* and *L. cuneifolia* (Zygophyllaceae) in Drylands of Central-Western Argentina". En: *Arid Land Research and Management* 21: 273-285. 2007
- Martínez Carretero, E. "La vegetación del Piedemonte de la Precordillera de Mendoza y San Juan". En: Vich, A. y Gudiño, M.E. (eds.) *Amenazas naturales de origen hídrico en el Centro-Oeste árido de Argentina. Diagnóstico y estrategia para su mitigación y control en el Gran San Juan y Gran Mendoza*. Editorial UN San Juan. 300 páginas. 2011.
- Méndez, E. "Dinamismo de los jarillales de *Larrea cuneifolia* y *L. divaricata* en el glacis de Atamisque, Mendoza". En: *Deserta* 7:183-191. (1983)
- Minetti, J. "Esquema bioclimático". En: Roig, F. (ed.) *Detección y Control de la desertificación. Conferencias, trabajos y resultados del Curso Latinoamericano*. Addenda. (1989)
- Roig, F. "Las comunidades vegetales del Piedemonte de la Precodillera de Mendoza". En: *Ecosur* 3 (5):1-45. 1976.
- Roig, F. "Ensayo de detección y control de la desertificación en el W de la ciudad de Mendoza, desde el punto de vista de la vegetación". En: Roig, F. (ed.) *Detección y Control de la desertificación*. Conferencias, trabajos y resultados del Curso Latinoamericano. pp. 196-232. 1989.
- Vich, A., Mariani, A., Pedrani, A. "Evaluación y predicción de la erosión hídrica en regiones áridas de relieve acentuado". En: *Anales. XVII Congreso Nacional del Agua. II Simposio de los Recursos Hídricos del Conosur*. Santa Fe. 1998 Tomo III: Geomorfología, Erosión y Sedimentación Hídricas, pp: 297-306. 1988

- Vich, A., Ojeda, R., Cobos, D., and Grunwaldt, E. "Environmental degradation and flooding hazards. Proposal for its mitigation and control in central western Argentina". En: *Environmental change and rational water use*. (Ed: Olga E. Scarpatti and J.A.A. Jones). pp 114-124. Buenos Aires. Orientación Gráfica Editora. 2007. ISBN 978-987-9260-46. 2007.
- Vich, A. y Mariani, A. "Evaluación y predicción de la erosión hídrica en regiones áridas de relieve acentuado del Centro-Oeste de Argentina". En: *MULTEQUINA. Latin American Journal of Natural Resources*. 19:7-20, 2010. ISSN 0327-9375. 2010.
- Zivkovic L., Martínez Carretero, E., Dalmaso, A. y Almirón, M. (in press). "Evaluación del carbono acumulado en la vegetación de la provincia del Monte y de la Puna en la Reserva Natural Villavicencio (Mendoza-Argentina)".