

VEGETACIÓN DE AFLORAMIENTOS CARBONÁTICOS DE MONTAÑAS DEL CENTRO DE ARGENTINA

JUAN JOSÉ CANTERO^{1,4,6*}, JORGE A. SFRAGULLA^{2,3}, CÉSAR NÚÑEZ¹, JOSÉ MULKO¹, ALDO A. BONALUMI^{2,3}, ANDREA AMUCHASTEGUI¹, GLORIA E. BARBOZA^{4,5,6}, FRANCO CHIARINI^{4,6} y LUIS ARIZA ESPINAR^{4,6}

Resumen: En las montañas del centro de Argentina, con una intensa fragmentación y reemplazos de la vegetación natural, los afloramientos rocosos constituyen hábitats importantes para la conservación de la biodiversidad, como refugios de especies endémicas y raras. En este trabajo se exploró la variación composicional local de la vegetación en afloramientos de mármoles calcícos y dolomíticos de las sierras de Córdoba y se compararon las asociaciones entre diferentes tipologías geoquímicas y la composición florística en un gradiente altitudinal. Se relevaron cuatro afloramientos adyacentes de tipologías geoquímicas diferentes localizados en diferentes posiciones en un gradiente de altitud desde 1000 hasta 1800 msm, estimándose abundancia-cobertura de todas las plantas vasculares en 216 censos. Los atributos composicionales estructurales de la vegetación revelaron diferencias significativas entre litologías similares en diferentes estratos altitudinales y entre diferentes litologías para un mismo estrato altitudinal. La composición florística local está relacionada con la tipología geoquímica de los afloramientos y la altitud se sobrepone a ese patrón. Se establecieron relaciones entre la presencia de diferentes especies vegetales y tipologías de rocas calcícas y dolomíticas de manera independiente a su posición en el gradiente de altitud. Se confirma la importancia de estas variables en la estructuración del hábitat y filtrado abiótico de especies y la importancia de su conocimiento para establecer prioridades en su conservación.

Palabras clave: Afloramientos carbonáticos, altitud, geoquímica, composición florística.

Summary: Vegetation of carbonate outcrops in mountains of central Argentina. In mountains of Central Argentina, which have severe fragmentation and replacement of natural vegetation, rocky outcrops are important habitats for biodiversity conservation, as refuges for endemic and rare species. In this paper, we explore the local compositional variation of vegetation in calcium and dolomitic outcrops of Sierras de Córdoba and compare associations between different geochemical types and floristic composition along a local altitudinal gradient. Four adjacent outcrops of different geochemical types located in different positions in a local elevation gradient from 1000 to 1800 m.a.s.l. were selected and cover-abundance of all vascular plants at 216 relevés, was estimated. Significant differences of compositional vegetation attributes occurred between the different lithologies and altitudinal strata. At the local scale, the floristic composition appeared related to the geochemical typology of outcrops and this pattern is overlapped with altitude. It was possible to establish relationships between the presence of different vascular plants and different types of calcitic and dolomitic rocks, independently of their position in the altitudinal gradient. The importance of these variables in structuring the habitat and filtering of species is confirmed, and its importance in looking for priorities in conservation of these singular habitats.

Key words: Carbonate outcrops, altitude, geochemistry, floristic composition.

¹ Departamento Biología Agrícola, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC, Ruta Nac. 36, Km. 601, 5804 Río Cuarto, Córdoba.

² Secretaría de Minería, Provincia de Córdoba, Hipólito Yrigoyen 401, 5000 Córdoba.

³ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC, Av. Vélez Sársfield 1611, 5016 Córdoba.

⁴ Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET-UNC), Córdoba.

⁵ Facultad de Ciencias Químicas, UNC. Haya de la Torre y M. Allende s.n., Córdoba.

⁶ Museo Botánico Córdoba (UNC).

* Autor para correspondencia: juanjocanero@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En las montañas del centro de Argentina los afloramientos rocosos representan el 90% de toda la superficie serrana (54.000 km²), de los cuales aproximadamente el 1% se corresponden a rocas carbonáticas cálcicas y dolomíticas que son el hábitat de una importante endemoflora (Cantero *et al.*, 2011). En el Distrito del Chaco Serrano, la unidad fitogeográfica dominante de estos paisajes geomorfológicos, la fragmentación de la vegetación ha alcanzado valores dramáticos (Zak & Cabido, 2004) afectando la reproducción y regeneración de varias especies (Aizen & Feinsinger, 1994a, b; Aguilar & Galetto, 2004; Chacoff *et al.*, 2004) y promoviendo extinciones locales de muchas de ellas (Cagnolo *et al.*, 2006). Este Distrito ha sido recientemente estudiado desde el punto de vista florístico, entre los 400 y 1700 m, y se han mencionado un total de 106 familias, 476 géneros y 896 especies de plantas vasculares que crecen en el mismo (Giorgis *et al.*, 2011). Se ha sugerido que el manejo dirigido a la conservación del Chaco Serrano debe dar prioridad no solo a los remanentes extensos de vegetación aún existentes en esta ecorregión, sino también a preservar la red regional de interconexiones para favorecer a la viabilidad de poblaciones de las especies raras localizadas en fragmentos singulares del paisaje serrano (Cagnolo *et al.*, 2006). En este sentido, los afloramientos rocosos son hábitats singulares que tienen un papel muy importante como refugios de especies raras, ya sea por los atributos de sus poblaciones o porque están sometidos a perturbaciones frecuentes.

Las yacencias de rocas carbonáticas más importantes en las Sierras de Córdoba, en cuanto a volumen, están constituidas por afloramientos de mármoles cálcicos y dolomíticos, originados por metamorfismo regional de rocas carbonáticas de origen químico, que afloran asociados a otras rocas del basamento metamórfico, especialmente gneises, anatexitas, anfíbolitas y en algunos casos a serpentinitas (Sfragulla *et al.*, 1999). Las rocas carbonáticas se cuentan entre las sustancias minerales con mayor cantidad y diversidad de usos, siendo empleadas tanto en forma natural (bloques de mármol para uso ornamental), como carbonato o dolomita (industria de la pintura, papel, vidrio, química y cerámica los más puros y para fabricación de revestimientos y mosaicos

los que tienen más impurezas), o como óxidos de calcio y magnesio obtenidos a partir de la calcinación. Con todos esos fines, estas rocas tienen una alta demanda industrial, ocupando el tercer lugar en tonelaje de producción en la provincia de Córdoba con unos 3 millones de toneladas para 2009 (Sfragulla *com.per.*) y convierten a sus afloramientos en sitios altamente vulnerables desde el punto de vista de conservación de su flora. La función y el valor de estos afloramientos carbonáticos en relación a la conservación de la biodiversidad podrían ser considerados de dos maneras: (1) proveer de hábitats para especies sobre-utilizadas, como las medicinales, forrajeras y las usadas como combustibles, contribuyendo a mantener y aumentar la diversidad regional y (2) ser fuentes de especies para la recolonización de sitios degradados circundantes.

En diferentes ecorregiones del mundo se ha reconocido que los afloramientos rocosos constituyen hábitats particularmente importantes desde el punto de vista de conservación de la biodiversidad por la riqueza de sus endemismos, la presencia de especies raras y su valor como refugio de especies amenazadas (Wardle, 1971, 1991; Rogers & Walter, 2002; Burke *et al.*, 2003; Hunter, 2003; de Lange *et al.*, 2004; Wiser & Buxton, 2009; Esgario *et al.*, 2009; Sadler & Bradfield, 2010). El conocimiento de las especies que allí crecen seguidos de estudios sobre su autoecología son prerequisites para poder generar acciones serias de conservación (Smith & Cleef, 1988; Barthlott *et al.*, 1993; Alves & Kolbek, 1994; Porembski *et al.*, 1994; Giuletti *et al.*, 1997; Michelangeli, 2000).

Los factores determinantes de la composición florística de las comunidades rupícolas varían de acuerdo con la escala considerada, regional y local (Harrisson *et al.*, 2006), y en la mayoría de las situaciones representan islas de comunidades xéricas dentro de una matriz de vegetación mesofítica (Jacobi *et al.*, 2007). Los límites geográficos de las comunidades están condicionados por el clima que define unidades regionales de vegetación (Ortiz & Rodríguez Oubiña, 1993). En la escala local, los factores activos en los hábitats rocosos se relacionan con: 1) características de la roca donde crece la vegetación, tal como las propiedades y composición química, 2) patrones de erosión y fracturación -que a su vez están relacionadas con la composición- (rocas calcáreas, cuarcitas,

granitos, etc.) y condiciones ambientales locales, 3) variaciones topográficas y microclimáticas, y 4) contexto florístico regional, dinámica sucesional, perturbaciones antrópicas como fuego y ganadería, paleoclima e historia (Porembski *et al.*, 1994; Escudero, 1996; Larson *et al.*, 2000; Seine *et al.*, 2000; Burke, 2002a, b; Wiser & Buxton, 2008, 2009).

La altitud es un factor discriminante importante de la composición de la vegetación (Ashton & Webb, 1977; Cabido *et al.*, 1990; Maycock & Fahselt, 1992; Wiser *et al.*, 1996; Wiser & Buxton, 2009) que incorpora los gradientes directos de precipitación (que se incrementa con la altitud) y temperatura (que decrece con la altitud). En serpentinitas de California, Grace *et al.* (2007) pudieron establecer asociaciones estrechas entre la variación de la vegetación y las precipitaciones en la escala regional y hallaron patrones más complejos con la relación Mg/Ca para las escalas locales. Otros estudios realizados en escalas locales han hallado una estrecha correspondencia entre la composición de las rocas y la variación florística (Mota *et al.*, 2008; Pope *et al.*, 2010).

Se han realizado numerosos estudios florísticos en distintos tipos de afloramientos, en especial en dolomías (Medina Cazorla *et al.*, 2005; Mota *et al.*, 2008); calizas (Fernández Areces *et al.*, 1983; Morat *et al.*, 2001); granitos (Burbanck & Platt, 1964; Wiser *et al.*, 1996) y serpentinitas (Safford *et al.*, 2005; Grace *et al.*, 2007). La ecología y fitosociología de la vegetación rupícola ha recibido escasa atención en Sudamérica (Gutte, 1986; Martínez Carretero, 1994; Funes & Cabido, 1995; Galán de Mera *et al.*, 2003; Scarano, 2007; Méndez, 2010). Los afloramientos carbonáticos del centro de Argentina han sido estudiados por Cantero *et al.* (2011) en una amplia escala regional (33.600 km²). En estos hábitats las variaciones florísticas encontradas entre los afloramientos no se pudieron atribuir en forma exclusiva a las características químicas del sustrato rocoso ya que la variación ambiental a nivel regional, variable a lo largo del gradiente geográfico (y climático), enmascara la variación local ambiental (geoquímica, altitud) entre los afloramientos (Cantero *et al.*, 2011).

Los objetivos de este trabajo son explorar la variación en la composición local de la vegetación en afloramientos carbonáticos cálcicos y dolomíticos del Distrito Chaqueño Serrano centro-argentino

y comparar las asociaciones entre diferentes tipologías geoquímicas y la composición florística en un gradiente altitudinal. Con el objetivo de entender mejor la vegetación de estos afloramientos nos preguntamos: 1) ¿la composición florística a nivel local es uniforme en estos afloramientos o varía?, 2) ¿el gradiente altitudinal a nivel local se sobrepone a la variación geoquímica entre afloramientos?

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

En las Sierras de Córdoba (Argentina) existen tres grandes lineamientos regionales con orientación submeridional (D'Aloia, 1959), Cordón Oriental, Cordón Central y Cordón Occidental en donde se localizan los afloramientos carbonáticos (Cantero *et al.*, 2011). A los fines de explorar una escala local, se seleccionó dentro de esa variabilidad regional, un área homogénea desde el punto de vista fitogeográfico, es decir que comparte una misma historia florística y pool regional de especies (Cantero *et al.*, 2011), con afloramientos de geoquímicas contrastantes y cercanos entre sí (Fig. 1). En los afloramientos rocosos en general y en los pocos conocidos desde el punto de vista botánico como los de este estudio, las unidades florístico-ecológicas concretas reconocibles a campo son difíciles de detectar (Heywood, 1953). Por ello y en función del objetivo de este trabajo, se seleccionaron afloramientos planares, mayores de una hectárea y sin ningún signo de laboreo minero (Sadler & Bradfield, 2010). De esa manera quedaron seleccionados cuatro afloramientos: *Los Cienegueros*, *Cuchi Yaco*, *Piedra Sonadora*, todos en el Cordón Central y *Mesa La Argentina* en el Cordón Occidental. Los cuatro afloramientos cercanos seleccionados representaron réplicas de dos tipologías geoquímicas diferentes dentro de un área de 412 km² aproximadamente. Los cuatro afloramientos cercanos fueron representativos de dos tipologías geoquímicas y dos altitudes diferentes (ver detalles en Tabla 1).

Las precipitaciones varían entre los 700 y 800 mm (Bianchi & Cravero, 2010). La temperatura media anual varía entre 13 y 17 °C y las temperaturas medias del mes de enero oscilan entre los 18 y 30 °C y la de julio entre los 4 y 18 °C (INTA, 2014). Las

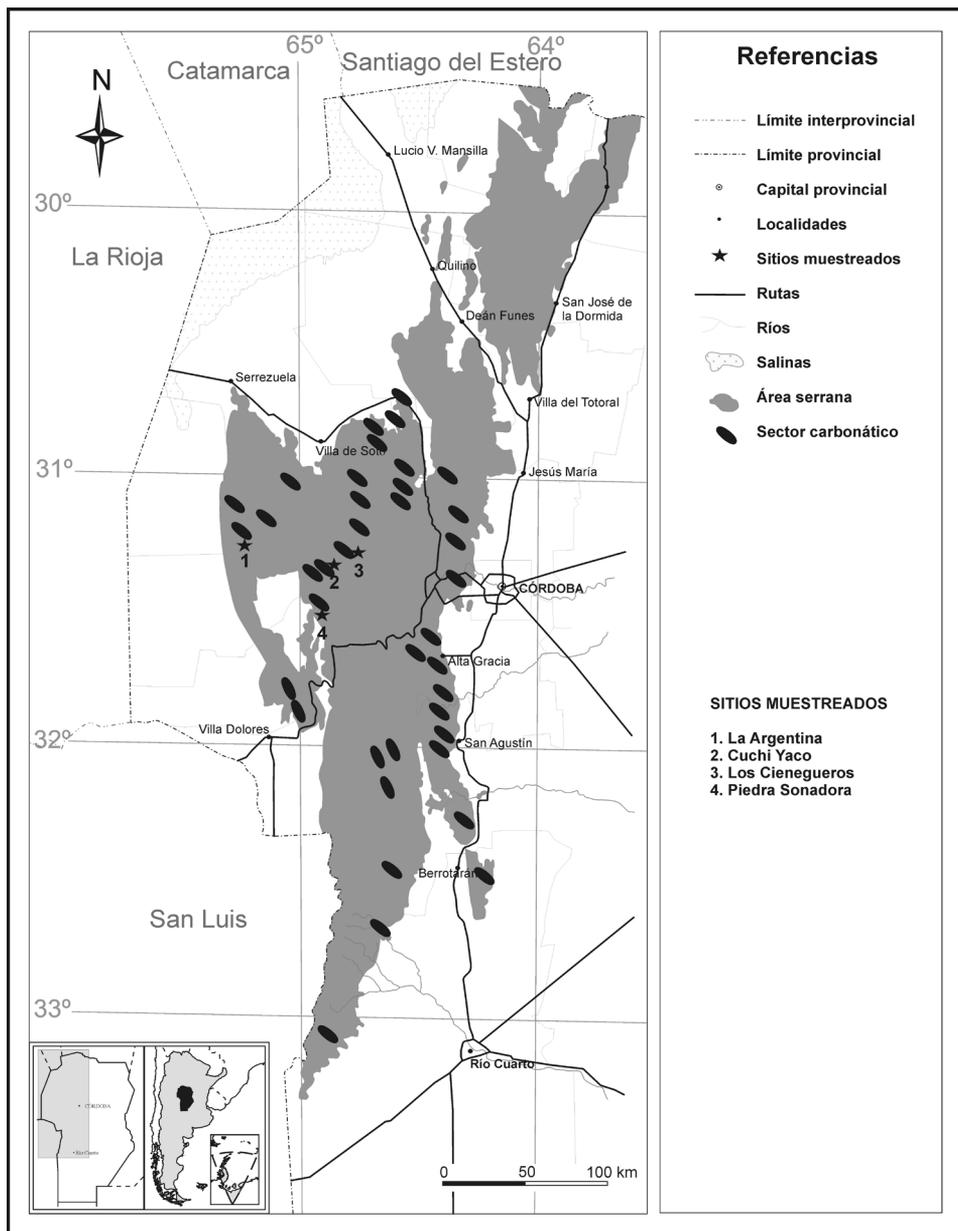


Fig. 1. Área de estudio con el detalle de la localización de los afloramientos carbonáticos estudiados.

Tabla 1. Localización geográfica de los sitios de estudio.

Afloramiento	Localización geográfica	Altitud	Área (m ²)	Tipología geoquímica	Simbología
La Argentina	S 31° 13' 15,3 W 65° 19' 13,82"	1100 m.s.m.	91.719	Calcítica	<i>Cb</i>
Cuchi Yaco	S 31° 19' 41,3 W 65° 02' 20,6"	1000 m.s.m.	50.775	Dolomítica	<i>Db</i>
Piedra Sonadora	S 31° 29' 9,4 W 64° 58' 48,9"	1600 m.s.m.	56.001	Calcítica	<i>Ca</i>
Los Cienegueros	S 31° 17' 38,5 W 64° 49' 34,5"	1800 m.s.m.	113.558	Dolomítica	<i>Da</i>

temperaturas absolutas oscilan entre los -8,5 a 42°C (SMN, 2014). La vegetación de los afloramientos pertenece a la unidad fitogeográfica del Chaco Serrano (Cabrera, 1976) y el tipo dominante de vegetación en todos ellos es un arbustal bajo con gramíneas en su matriz.

Muestreo

Para caracterizar el quimismo de los afloramientos, se empleó la clasificación propuesta por Sfragulla *et al.* (1999) quienes denominan como calcáreos con tendencia calcítica a aquellos afloramientos que tienen entre 30%-52% de CaO y entre 0% y 11% de MgO, y calcáreos con tendencia dolomítica los que poseen entre 30%-35% de CaO y entre 13%-21% de MgO. El trabajo de colección se extendió desde octubre de 2009 a marzo de 2010 y fue llevado a cabo por un equipo interdisciplinario de geólogos, botánicos y ecólogos. La vegetación fue muestreada siguiendo un esquema similar al de Pope *et al.* (2010) que ha resultado adecuado para este tipo de afloramientos rocosos, y de acuerdo a método desarrollado por Stohlgren *et al.* (2006). Para ello, se seleccionaron dos puntos en cada uno de los afloramientos seleccionados desde los cuales se extendieron 3 transectas de 90 m de longitud dirigidas en otras tantas direcciones a 120° entre sí. En cada una de esas líneas se localizó un punto en forma aleatoria (*sitio*) donde se situó una unidad de muestreo (*círculo*) con tres líneas internas (T1,T2,T3) a 30°, 270° y 150° grados respectivamente donde se dispusieron 9 cuadrados (*censos*) de 1 x 1 m (Fig. 2).

En el interior de cada cuadrado se registró el porcentaje de cobertura de todas las especies de plantas vasculares presentes, de acuerdo a una escala de ocho clases de cobertura, producto de la modificación de la de Braun-Blanquet (1979) (1= rara, con cobertura muy reducida; 2= < 1 %; 3= 1-2 %; 4= 2-5 %; 5= 6-25 %; 6= 26-50 %; 7= 51-75 %; 8= > 75 %). Se relevó un total de 216 censos distribuidos de manera equitativa (54) en cada uno de los afloramientos seleccionados (*Dolomítico alto*, *Dolomítico bajo*, *Calcítico alto*, y *Calcítico bajo*). Para corroborar la actualización de los nombres y las abreviaturas de los autores de las especies se usó el Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur en su versión online (www.darwin.edu.ar). Todos los ejemplares coleccionados fueron depositados en los herbarios del Museo Botánico de Córdoba

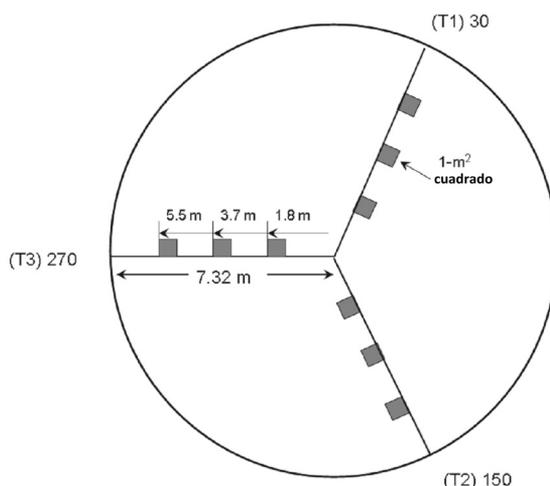


Fig. 2. Unidad de muestreo de la vegetación utilizada en este trabajo y adaptada de Stohlgren *et al.* (2005) y Pope *et al.* (2010).

(CORD) y de la UNRC (RIOCI). Se consideró como especie endémica local a la que crece solamente en la provincia de Córdoba, endémica regional a la que crece en la provincia de Córdoba y sus provincias limítrofes y finalmente endémica nacional la que tiene una amplia distribución en Argentina. Para las especies identificadas se consideró sus formas de vida según Giorgis *et al.* (2011). Para establecer la distribución regional de los endemismos se emplearon los trabajos de Cabido *et al.* (1998), Zuloaga *et al.* (1994), Zuloaga & Morrone (1999a, b) y Zuloaga *et al.* (2008). Para valorar la importancia para la conservación de estos sitios se identificaron las especies medicinales de cada afloramiento mediante las bases de datos de Barboza *et al.* (2006, 2009).

En cada *sitio* de relevamiento de la vegetación se realizó también el muestreo litológico para la evaluación posterior de la geoquímica de las rocas. Para ello se constituyó una muestra compuesta, cuidando que la muestra obtenida fuera representativa de la roca aflorante. La totalidad de la muestra original fue triturada, mezclada, sometida a cuarteo (cuarteador Jones) y la fracción de ensayo reducida a polvo (partículas < a 150 micras) mediante molino Siebtechnik con mortero de ágata. Las concentraciones de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) fueron determinadas por espectrofotometría de absorción atómica en un equipo Varian 220 con flamas de Óxido Nitroso-Acetileno y Aire-

Acetileno en el Laboratorio Geoquímico de la Secretaría de Minería de Córdoba.

Análisis de los datos

Los atributos composicionales de la vegetación que se calcularon fueron: riqueza, diversidad, equitatividad y dominancia, siguiendo la propuesta de Mc Cune & Mefford (1999) y para evaluar si hubo diferencias significativas de todos esos atributos para la vegetación de los diferentes afloramientos, se empleo el test de Tuckey, con un análisis previo de los datos para comprobar la normalidad y homogeneidad de varianza.

Las diferencias florísticas entre los dos estratos definidos por la altitud fue evaluada a través de Pruebas de Combinaciones Múltiples (MRPP) y el carácter indicador de los taxones fue explorado con el Análisis de Especies Indicadoras (ISA). Las relaciones entre la vegetación y las variables ambientales fueron evaluadas a través de un Análisis de Redundancia (RDA)(ter Braak, 1995). Todos los cálculos se realizaron usando InfoStat (Di Rienzo et al, 2011), PC-ORD vs. 5 (Mc Cune & Mefford, 1999) y CANOCO vs.4.5 (ter Braak, 2002).

RESULTADOS

Características florísticas de los afloramientos

La flora vascular de los afloramientos carbonáticos relevados está representada por 131 especies distribuidas en 42 familias y 109 géneros. Se hallaron 30 géneros con 32 especies nativas exclusivas de los afloramientos calcíticos y 36 géneros con 37 especies en los afloramientos dolomíticos. La riqueza promedio de especies fue de 14 y la diversidad promedio de $H = 2,5$. Aproximadamente el 54,19% de las especies pertenecen a cuatro (4) familias. Las familias mejor representadas son: Asteraceae (20,61 %), Poaceae (19,84 %), Fabaceae (9,16%), y Verbenaceae (4,58 %). Muchas familias están pobremente representadas; hay 21 familias con solamente un género y una especie por género. Los géneros mejor representados son: *Nassella* (4 especies), *Schizachyrium* (3), *Glandularia* (3) y *Trichocline* (3). Solo 19 especies son comunes entre las cuatro combinaciones de tipologías geoquímicas / posiciones altitudinales y se las halló en promedio en el 37% de los censos.

La endemoflora comprende 37 especies de las cuales 4 son especies *endémicas locales* (*Alternanthera pumila*, *Apurimacia dolichocarpa*, *Astragalus parodii*, *Nassella stuckertii*), 16 son *endémicas regionales* y 17 son *endémicas nacionales*. Cuatro familias reúnen el 64,8% de las especies endémicas: Asteraceae (24,32%), Poaceae (18,91%), Fabaceae (16,21%) y Verbenaceae (5,4%). Entre las especies endémicas regionales que crecen en los afloramientos se destacan: *Hyaloseris cinerea* var. *tomentella*, *Dalea elegans*, *Flourensia oolepis*, *Sphaeralcea cordobensis* y *Trichocline plicata*. Las especies endémicas nacionales con mayor frecuencia son: *Thymophylla pentachaeta*, *Plantago argentina*, *Gutierrezia gilliesii* y *Trichocline sinuata*. En los afloramientos dolomíticos se destacan como endémicas *Astragalus parodii*, y *Nassella stuckertii* y en los afloramientos calcíticos, *Polygala stenophylla*, *Alternanthera pumila*, *Borreria eryngioides* var. *ostenii*, *Polygala stenophylla*, *Thymophylla pentachaeta*, *Trichocline plicata*. En el grupo de las endémicas regionales algunas especies crecen solo en Córdoba y una o dos provincias limítrofes, así por ejemplo, con San Luis (*Trichocline plicata*, *Gymnocalycium monvillei* ssp. *monvillei* y *Nassella hunzikeri*), La Rioja y San Luis (*Baccharis aliena*), Santiago del Estero y San Luis (*Sphaeralcea cordobensis*), Catamarca y San Luis (*Flourensia oolepis*).

El total de especies medicinales relevadas en los afloramientos fue de 47. En promedio, un tercio (33 %) de las especies que crecen en cada afloramiento tiene uso medicinal lo que marca su gran importancia como reservorios de este grupo de plantas. Los afloramientos coincidieron en el valor de taxones medicinales. Entre las especies medicinales endémicas regionales más frecuentes se destacaron *Trichocline plicata* y *Flourensia oolepis*, y recíprocamente las menos frecuentes *Buddleja cordobensis*, *Sphaeralcea cordobensis* y *Baccharis flabellata*.

La única especie exótica que crece en estos afloramientos fue *Boerhavia diffusa* var. *diffusa* (Nyctaginaceae). El número de especies en los diferentes clados presentes en los afloramientos (Tabla 2) fue mayor en los dominios geoquímicos dolomíticos y también en los localizados en las posiciones más bajas del gradiente.

Las formas de vida más importantes de estos afloramientos fueron las hierbas perennes siempre

Tabla 2. Clados (sensu APG III, 2009) presentes en los afloramientos de las Sierras de Córdoba.

Afloramientos	Monilófitas	Gimnospermas	Monocotiledóneas	Rósidas	Astéridas	TOTAL
Ca + Cb	3	0	25	29	36	93
Da + Db	3	1	22	28	44	98
Ca + Da	5	1	19	20	31	76
Cb + Db	1	1	23	25	42	92

verdes (46 especies), graminoides (25 especies), hierbas perennes caducifolias (19 especies) y arbustos (8 especies) y las menos representadas son los árboles, hierbas anuales, enredaderas, cactáceas y helechos. No se registraron especies de *Bromeliaceae*, tal como ocurre en otros afloramientos rocosos (Apéndice).

En la Tabla 3 se muestran los valores indicadores (I.V.) más significativos de taxones que crecen en los dos tipos de afloramientos y diferentes estratos altitudinales. El número de presencias significativas de especies indicadoras fue similar entre los distintos afloramientos y entre estratos, los 31 taxones más representativos con presencias exclusivas se distribuyeron de la siguiente manera:

Da: *Astragalus parodii*, *Danthonia cirrata*, *Koeleria kurtzii*, *Margyricarpus pinnatus*, *Nassella stuckertii*, *Plantago brasiliensis*, *Selaginella peruviana*, *Chascolytrum paleapiliferum*.

Ca: *Croton argentinus*, *Sisyrinchium micranthum* ssp. *valdivianum*, *Nassella hunzikeri*, *Plantago argentina*, *Porophyllum obscurum*, *Thelesperma megapotamicum*.

Cb: *Borreria eryngioides* var. *ostenii*, *Bouteloua curtipendula* var. *caespitosa*, *Hedeoma multiflorum*, *Polygala stenophylla*, *Schizachyrium spicatum*, *Sorghastrum pellitum*, *Thymophylla pentachaeta*, *Trichocline plicata*.

Db: *Adesmia incana* var. *incana*, *Bonamia sericea* var. *sericea*, *Alternanthera pumila*, *Dichondra sericea* var. *holosericea*, *Paspalum humboldtianum*, *Phacelia pinnatifida*, *Polygala subandina*, *Schizachyrium salzmannii* var. *aristatum*, *Selaginella sellowii*.

Las comparaciones de los atributos composicionales estructurales de la vegetación entre las diferentes litologías y altitudes revelaron diferencias significativas en diferentes combinaciones: *Da* vs *Db*, *Ca* vs *Cb*, *Da* vs *Ca* y

Db vs *Cb*, es decir en los contrastes entre litologías similares en diferentes estratos altitudinales y los contrastes entre diferentes litologías para un mismo estrato altitudinal (Tabla 4). Tanto la altitud como la geoquímica aparecieron asociados a las diferencias observadas en estructura de la vegetación de todos los afloramientos.

Relaciones entre la composición florística, la geoquímica de las rocas y altitud

Por las características de la corta longitud del gradiente (2,95) se asumió que las relaciones entre la vegetación y las variables ambientales estudiadas eran posiblemente de tipo lineal y no unimodales (ter Braak, 2002) y que la variable espacial altitud podía estar enmascarando las asociaciones con la geoquímica de las rocas. Se procedió entonces a aplicar un método de análisis que tiene como modelo subyacente el de relaciones lineales entre la variación de la composición florística y las variables ambientales: el Análisis de Redundancia; se ejecutó primero con la altitud y la geoquímica como variables de interés y posteriormente con la altitud como covariable.

En el triplot de la Fig. 3 se observa cómo se estructura el patrón de la variación florística de los afloramientos con las variables seleccionadas. Para la escala estudiada este patrón aparece asociado al gradiente geoquímico y a la altitud que muestra una posición ortogonal a las variables geoquímicas. Los cuatro afloramientos aparecen claramente diferenciados en diferentes cuadrantes del triplot pero no es posible decidir si las diferencias se deben a la altitud o la geoquímica o a una combinación de ambas.

Los valores de los coeficientes de correlación entre la variable espacial y las ambientales y los ejes del triplot proveniente del RDA (Tabla 5, Fig. 3) sugieren que el primer eje estuvo asociado con altitud y el segundo eje con ambas variables geoquímicas. En el plano del ordenamiento del

Tabla 3. Análisis de Especies Indicadoras (McCune & Medford, 1999) de los afloramientos de las Sierras de Córdoba. I.V. valor del indicador (% de indicación perfecta de cada especie para cada grupo en base a la combinación de las abundancias relativas y frecuencias relativas); P, proporción de pruebas aleatorizadas con el valor indicador igual o superior al valor indicador observado; Frecuencia, frecuencia relativa, porcentaje de cada especie en cada grupo definido por su composición química. Abreviaturas de las especies según Apéndice.

Especie	I. V.	P	Frecuencia (%) en los Afloramientos			
			Da	Ca	Db	Cb
<i>Adesinca</i>	16,7	0,008	0	0	17	0
<i>Altepumi</i>	33,3	0,002	0	0	0	33
<i>Astrparo</i>	42,6	0,000	43	0	0	0
<i>Bonaseri</i>	13	0,016	0	0	13	0
<i>Borreryn</i>	14,3	0,004	0	0	0	14
<i>Boutcurt</i>	31	0,000	0	0	0	31
<i>Chaspale</i>	18,5	0,001	19	0	0	0
<i>Crotarge</i>	48,1	0,000	0	48	0	0
<i>Dantcirr</i>	33,3	0,000	33	0	0	0
<i>Dichseri</i>	51,9	0,000	0	0	52	0
<i>Hedemult</i>	14,3	0,007	0	0	0	14
<i>Koelkurt</i>	16,7	0,002	17	0	0	0
<i>Margpinn</i>	27,8	0,000	28	0	0	0
<i>Nasshunz</i>	24,1	0,000	0	24	0	0
<i>Nassstuc</i>	59,3	0,000	59	0	0	0
<i>Pasphumb</i>	24,1	0,001	0	0	24	0
<i>Phacepin</i>	16,7	0,0102	0	0	17	0
<i>Physamen</i>	82,5	0,000	6	85	0	0
<i>Planarge</i>	22,2	0,000	0	22	0	0
<i>Planbras</i>	68,5	0,000	69	0	0	0
<i>Polysten</i>	50	0,000	0	0	0	50
<i>Polysuba</i>	87	0,000	0	0	87	0
<i>Poroobsc</i>	92,6	0,000	0	93	0	0
<i>Schisalz</i>	96,3	0,000	0	0	96	0
<i>Schispic</i>	57,1	0,000	0	0	0	57
<i>Selaperu</i>	16,7	0,0028	17	0	0	0
<i>Selasell</i>	37	0,000	0	0	37	0
<i>Sisyamic</i>	22,2	0,000	0	22	0	0
<i>Sorgpell</i>	19	0,001	0	0	0	19
<i>Thelmega</i>	27,8	0,000	0	28	0	0
<i>Thympent</i>	66,7	0,000	0	0	0	67
<i>Tricplic</i>	31	0,000	0	0	0	31

RDA (Fig. 4) se pueden observar la importancia de las variables geoquímicas seleccionadas y la variable espacial *Altura* para cada afloramiento estudiado.

Los afloramientos localizados en las posiciones de mayor altitud, *Ca (Los Cienegueros)* y *Da (Piedra Sonadora)* aparecen claramente asociados a la variable *Altura* en el primer y cuarto cuadrante del triplot (Fig. 3). Sin embargo las tendencias de máxima variación en la abundancia de las especies indicadoras no muestran congruencia con lo hallado en el análisis de las especies indicadoras (Tabla 3). En cambio, para los afloramientos localizados en las altitudes menores, *La Argentina (calcítico)* y *Cuchi Yaco (dolomítico)*, que aparecen bien diferenciados en los cuadrantes dos y tres respectivamente, hay una total congruencia con la dirección de variación en la abundancia de las especies indicadoras.

Como la variable espacial *Altura* gobernaba aparentemente una parte importante del patrón de la variación florística, se ejecutó un Análisis de Redundancia parcial (Ter Braak, 2002), donde se consideró a *Altura* como covariable y a las dos variables geoquímicas como las variables de interés. El examen del triplot de la Fig. 5 sugiere que el primer eje se asoció a *MgO* ($r = -0,99$) quien diferenció a los afloramientos sobre yacencias dolomíticas y el segundo eje a las yacencias calcíticas ($r = 0,39$). Estas dos variables separaron muy bien las dos tipologías químicas dominantes de los afloramientos hacia la dirección de máxima variación del contenido en óxido de Magnesio en el primer y cuarto cuadrante (*Db* y *Da*) de los afloramientos de rocas con predominio de óxidos de Calcio en su composición, en el segundo y tercer cuadrante (*Ca* y *Cb*) respectivamente.

En el triplot (Fig. 5) se revela además un patrón interesante de congruencia en la variación de abundancia de las especies indicadoras: *Bonaseri*, *Dichseri*, *Adesinca*, *Pasphumb*, *Sellsell*, *Polysuba* y *Schisalz*, todas indicadoras de afloramientos dolomíticos (Tabla 3), se asociaron a los valores más altos del óxido de Magnesio; en cambio y recíprocamente, *Dantcirr*, *Schispic*, *Hedemult*, *Altepumi*, *Thympent*, *Thelmega*, *Polysten*, *Sorgpell*, *Planarge* y *Tricplic* (indicadoras de afloramientos calcíticos) lo hicieron con la dirección de máxima variación en la composición del óxido de Calcio.

Tabla 4. Prueba de comparaciones múltiples de medias (Prueba de Tuckey) para Riqueza (S), diversidad (H), equitatividad (E) y dominancia (D´) de los afloramientos de las Sierras de Córdoba.

	Riqueza	Equitatividad	Diversidad	Dominancia
<i>Da</i>	15,17± 3,26 a	0,96± 0,01 a	2,59±0,21 a	0,92±0,02 a
<i>Db</i>	13,70± 2,70b	0,95± 0,94b	2,48± 0,20b	0,90± 0,02b
<i>Ca</i>	13,28±3,25a	0,94±0,02 a	2,42±0,25 a	0,89±0,03 a
<i>Cb</i>	16,79±3,42 b	0,96±0,02 b	2,69±0,25 b	0,92±0,03 b
<i>Da</i>	15,17± 3,26 b	0,96± 0,01 b	2,59±0,21 b	0,92±0,02 b
<i>Ca</i>	13,28±3,25a	0,94±0,02 a	2,42±0,25 a	0,89±0,03 a
<i>Db</i>	13,70± 2,70 a	0,95± 0,01a	2,48±0,20a	0,90± 0,02a
<i>Cb</i>	16,79± 3,42b	0,96± 0,02b	2,70±0,25b	0,92±0,03b
<i>Ca</i>	13,28±3,25a	0,94±0,02 a	2,42±0,25 a	0,89±0,03 a
<i>Db</i>	13,70± 2,70 a	0,95± 0,01 b	2,48±0,20a	0,90± 0,02a
<i>Cb</i>	16,79± 3,42 b	0,96± 0,02 a	2,70±0,25b	0,92±0,03 a
<i>Da</i>	15,17± 3,26 a	0,96± 0,01 a	2,59±0,21 a	0,92±0,02 a

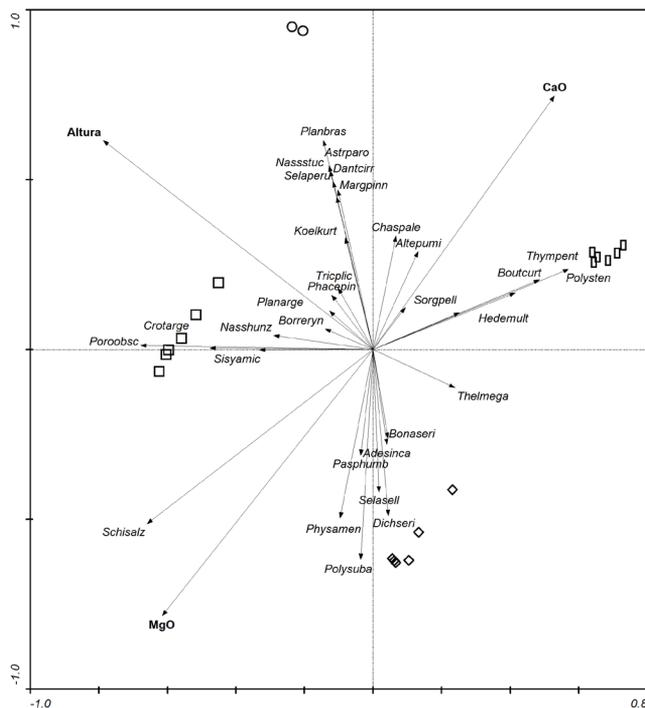


Fig. 3. Análisis de Redundancia (RDA), triplot con (1) afloramientos (*Ca*, Cálculos altos, círculos; *Da*, Dolomíticos altos, cuadrados; *Db*, Dolomíticos bajos, rombos y *Cb*, Cálculos bajos, rectángulos), y (2) variables ambientales: altura sobre el nivel del mar (*Altura*), óxido de calcio (*CaO*), óxido de magnesio (*MgO*). Eigenvalue eje 1, 0,16; eje 2, 0,10; correlación (*r*) especies-ambiente: eje 1, 0,94; eje 2, 0,88; 27 % de la variación florística y 90 % de la relación vegetación-ambiente explicada por los dos primeros ejes. Prueba de Monte Carlo significativa ($P < 0,01$). Suma de los valores propios canónicos, 0,30. Los denominación de los grupos de censos son: círculos, *Ca*; cuadrados, *Da*; rombos, *Db*; rectángulos, *Cb*. Las especies (indicadoras) se corresponden con las de la Tabla 3. Abreviaturas de las especies según Apéndice.

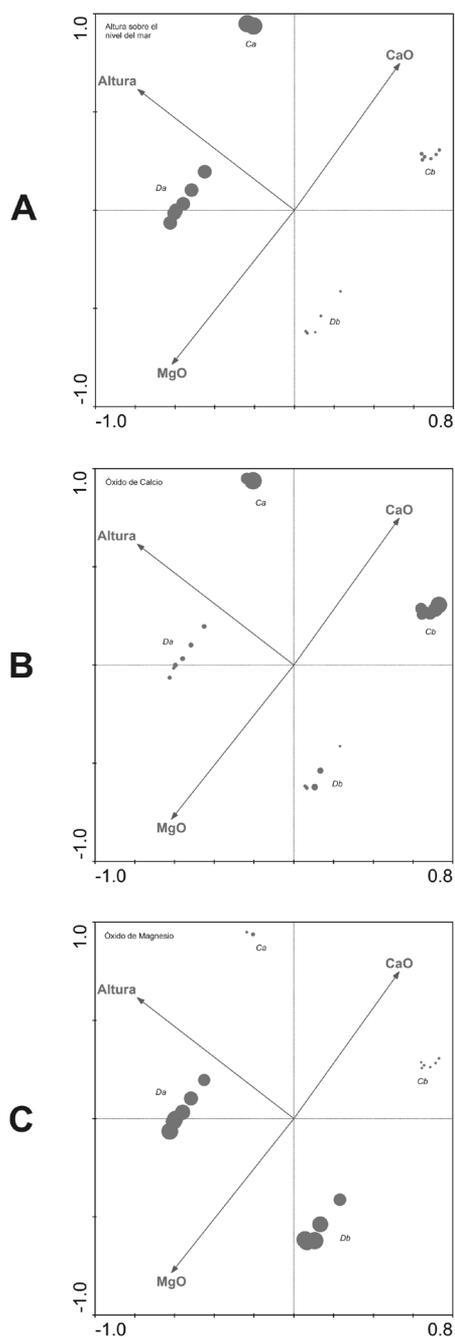


Fig. 4. Variables en el plano del ordenamiento del RDA. **A:** Variable espacial (*Altura*). **B-C:** Variables geoquímicas (*CaO*, *MgO*, respectivamente). Los centros de los círculos están localizados en las posiciones de los respectivos afloramientos en el espacio del ordenamiento. El tamaño de los círculos se corresponde con el valor de la variable observada para cada sitio en particular.

Tabla 5. Coeficientes de correlación de Pearson de la variable espacial y geoquímicas con los dos primeros ejes del ordenamiento generado por RDA (Fig. 3).

	Eje 1	Eje 2
Oxido de Calcio	0,53	0,75
Oxido de Magnesio	-0,61	-0,78
Altura	-0,78	0,61

DISCUSIÓN

La flora de los afloramientos carbonáticos estudiados, de baja riqueza y diversidad, está dominada por eudicotiledóneas nativas perennes de larga vida, especialmente hierbas, gramínoideas y arbustos, tal como ocurre, para una escala mayor, en el Distrito fitogeográfico al que pertenecen (Giorgis *et al.*, 2011). El clado de las Monocotiledóneas está básicamente representado por las Poaceae que son importantes codominantes de la composición florística. La magnitud de los diferentes clados fue siempre mayor en los dominios geoquímicos dolomíticos tanto en la escala regional de los afloramientos (Cantero *et al.*, 2011) como en la escala local estudiada en este trabajo.

Las tres familias más numerosas de los afloramientos, Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, son también las mismas que caracterizan con esas magnitudes al Distrito Chaqueño Serrano (Giorgis *et al.*, 2011). Sin embargo el orden de importancia de esas familias y sus proporciones respecto a la flora total, son diferentes: en los afloramientos la más importante es Asteraceae, en cambio en el Distrito, son las Poaceae, y las proporciones de los tres taxones fueron siempre mayores en los afloramientos. En el caso de los géneros más numerosos, no hay ninguna coincidencia en los mismos, aspecto que seguramente se asocia a la especificidad del hábitat estudiado en este trabajo. Del total de la flora relevada en los afloramientos carbonáticos hay 19 especies que no están presentes en el catálogo de Giorgis *et al.* (2011), entre ellas, algunas importantes indicadores de las diferentes geoquímicas (*Junellia bisulcata* var. *campestris*, *Physaria mendocina*, *Trichocline sinuata*, entre otras).

Las especies se distribuyen a lo largo de gradientes ambientales o tipos de hábitat de acuerdo a sus nicho-β (Ackerly & Corwell, 2007),

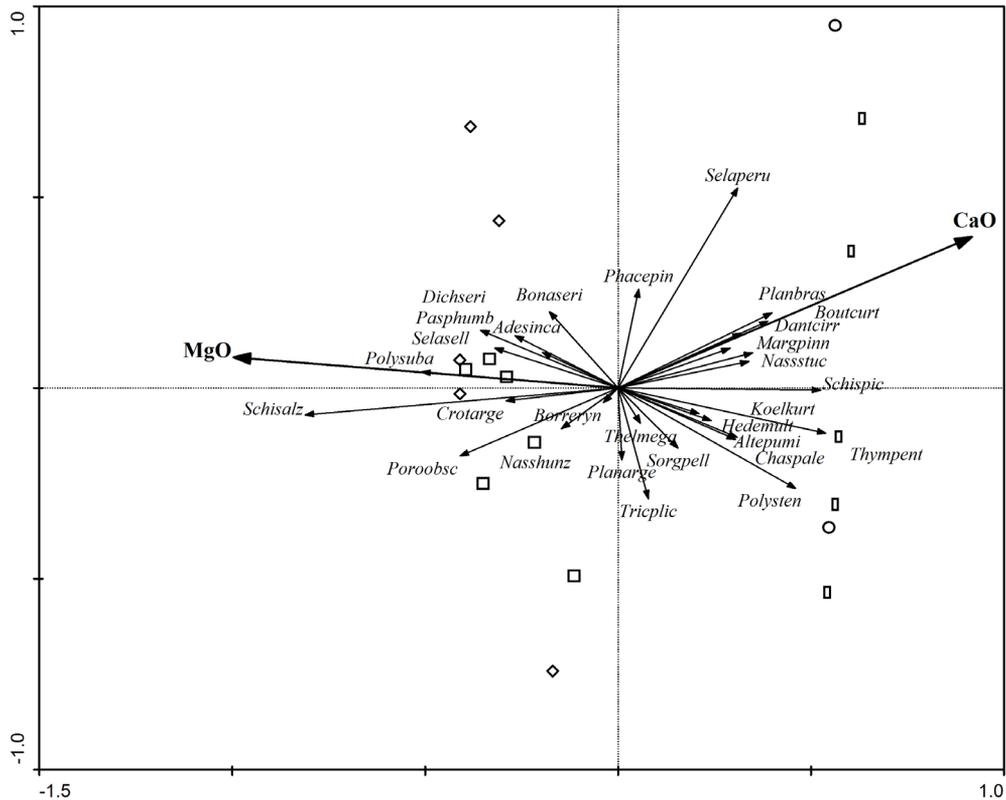


Fig. 5. Análisis de Redundancia parcial (partial-RDA), triplot con (1) afloramientos (ref. idem Fig. 3), y (2) variables ambientales: óxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO). Eigenvalue eje 1, 0,13; eje 2, 0,03; correlación (r) especies-ambiente: eje 1, 0,90; eje 2, 0,63; 33 % de la variación florística y 100 % de la relación vegetación-ambiente explicada por los dos primeros ejes. Prueba de Monte Carlo significativa ($P < 0,002$). Suma total de los eigenvalues, 0,86; suma de los eigenvalues canónicos luego del ajuste de la covariable, 0,16. Las especies (indicadoras) se corresponden con las de las Tabla 3. Abreviaturas de las especies según Apéndice.

resultando en una coexistencia de comunidades más que de especies. Para la coexistencia de especies es más importante el nicho- α (Silvertown *et al.*, 2006). Los estudios en gran escala usualmente abarcan diferentes tipos de vegetación (pastizales, arbustales, bosques) que deberían ser analizados en forma separada (Tamme *et al.*, 2010). Los estudios de escala regional realizados en el Distrito del Chaco Serrano por Cantero *et al.* (2011) y Giorgis *et al.* (2011) involucraron diferentes tipos de vegetación (bosques, arbustales y pastizales) que crecían en diferentes tipos de afloramientos (mármoles cálcicos, mármoles dolomíticos y serpentinitas) y es posible que esos tipos respondan a la heterogeneidad en diferentes escalas espaciales (Schenk & Jackson, 2002).

Cada comunidad tiene su propio pool de especies, es decir el grupo de especies que pueden potencialmente acceder y crecer en la misma (Eriksson, 1993; Zobel, 1997). La fracción ausente del pool, para cualquier momento de tiempo, es llamada diversidad oscura (Pärtel *et al.*, 2011). Ser miembro de un pool de especies demanda que exista una coincidencia entre los requerimientos de hábitat de la especie (nicho β , nicho de hábitat) y las condiciones ambientales particulares de la comunidad local bajo estudio. Como resultado, el pool de especies es hábitat-específico, por lo tanto diferentes tipos de comunidades dentro de una misma región poseen también diferentes pool de especies. Solo dos números, el número de especies actualmente presentes y el número de

especies potencialmente presentes, determinan la completitud de una determinada comunidad (Pärtel *et al.*, 2013). En relación a los dos dominios geoquímicos carbonáticos a nivel regional en las Sierras de Córdoba, el calcítico y el dolomítico, el pool de especies de la vegetación del primero está integrado por 35 especies y el pool de especies del segundo por 49 especies (Cantero *et al.*, 2011). Si bien la información disponible es insuficiente para poder calcular la métrica de completitud en la forma como lo plantea Pärtel *et al.* (2013), siguiendo su concepto se podría plantear en forma preliminar que la diversidad oscura es baja en los cuatro afloramientos estudiados ya que está representado el 71,42% del pool regional de los afloramientos calcíticos y el 59,18% de los dolomíticos respectivamente.

Los sitios estudiados son aparentemente importantes filtros ambientales a las invasiones por plantas exóticas (Fleischmann, 1997; Meirelles *et al.*, 1999) ya que una sola especie, *Boerhavia diffusa* var. *diffusa*, tiene carácter adventicio en la flora relevada. Además resguardan, a manera de refugio (Gram *et al.*, 2004; Speziale & Ezcurra, 2010), a un grupo muy importante de plantas endémicas.

Al igual que afloramientos de otros continentes (Burke, 2002a, b; Wisser & Buxton, 2008), los afloramientos carbonáticos no tienen estrictamente un carácter insular ya que comparten especies con la matriz circundante, tanto a lo largo del tiempo evolutivo como del tiempo ecológico. Sin embargo, en ellos crecen especies muy singulares por su fidelidad, un hecho común en yacencias de estas características (Stevanovic *et al.*, 2003; Safford *et al.*, 2005; Selvi, 2007; Baskin & Baskin, 2007), así por ejemplo dos especies endémicas *Junellia bisulcata* var. *campestris* y *Thymophylla pentachaeta* son exclusivas de los afloramientos y no se han encontrado creciendo en la matriz circundante (González *et al.*, 1998, 1999; Cantero *et al.*, 1999, 2001; González *et al.*, 2002; Núñez *et al.*, 2002; Petryna *et al.*, 2002; Cantero *et al.*, 2003; Goleniowski *et al.*, 2006).

Las relaciones entre la heterogeneidad espacial ambiental y la diversidad de la especies es uno de los principales conceptos en ecología de comunidades, sin embargo no ha sido estudiada profundamente (Wilson, 2000). La heterogeneidad espacial es definida por Ettema & Wardle (2002) como la

variabilidad en la estructura espacial, es decir que la distribución espacial no es al azar o uniforme sino agregada o irregular. En general se acepta que los ambientes más heterogéneos pueden sostener más especies que los homogéneos, sin embargo la evidencia empírica es escasa (Lundholm, 2009) y existen además estudios que muestran relaciones negativas (Tamme *et al.*, 2010). Los factores que provocan heterogeneidad varían de acuerdo a la escala espacial (Pickett *et al.*, 2000; Ettema & Wardle, 2002). Lundholm (2009) reconoce diferentes parámetros de la escala espacial: extensión, grano y escala focal. La heterogeneidad abiótica es causada principalmente por el clima, topografía local o material originario (Hodge, 2005) y por lo tanto ocurre en escalas espaciales relativamente grandes (Pickett *et al.*, 2000) y allí la heterogeneidad se expresa principalmente como gradientes de factores ambientales. En cambio, la heterogeneidad biótica es causada típicamente por microorganismos de suelo (Ettema & Wardle, 2002), herbívoros (Augustine & Frank, 2001) o por la absorción y deposición irregular de recursos por las plantas (Wilson, 2000), es decir en escalas espaciales más pequeñas (Tamme *et al.*, 2010).

Para una escala grande (regional), tanto en extensión (área total de estudio 33.600 km², tres tipos geoquímicos contrastantes de rocas y de vegetación), grano (presencia/ausencia de especies) y escala focal (2725 m²), Cantero *et al.* (2011) encontraron que el gradiente geográfico y el gradiente altitudinal se asociaban estrechamente con el patrón florístico de 404 especies que crecían en 31 afloramientos con una composición diferencial en Ca y Mg (mármoles calcícos, mármoles dolomíticos, serpentinitas y travertinos). La variación ambiental a nivel regional, variable a lo largo del gradiente geográfico (y climático), se sobrepuso y enmascaró la variación local ambiental (geoquímica, altitud) entre los afloramientos.

En este trabajo, la escala fue diferente (local), tanto en extensión (área total de estudio 412 km², dos tipos geoquímicos contrastantes de rocas y un único tipo de vegetación), grano (abundancia-cobertura de las especies), y escala focal (1 m²). Para esta escala más pequeña y más homogénea (un único tipo de vegetación) la riqueza promedio y el número de especies endémicas halladas fueron previsiblemente menores respecto a la escala regional, 68 a 14 y 88 a 57 respectivamente. Si

bien la riqueza regional de endemismos estuvo relacionada positivamente con el área total de los afloramientos muestreada (área específica de afloramientos 0,93 km² en la escala regional vs. 0,26 km² en la escala local), tal como ha sido hallado en otros estudios (Harrison *et al.*, 2006), el cambio de escala tuvo un impacto mayor en la riqueza florística total que en la endemoflora.

La evaluación exploratoria inicial de las asociaciones vegetación-ambiente mostró a los grupos de censos fuertemente ensamblados de acuerdo tanto a su posición en el gradiente altitudinal como a la tipología geoquímica dominante de las rocas subyacentes. Es decir, para una escala local, la altitud siguió siendo un factor espacial importante en la explicación de la variación en la composición florística. La metodología empleada permitió considerar la influencia de la geoquímica sobre la variación composicional luego de haber eliminado el efecto de la altitud y el patrón emergente reveló una estrecha asociación entre la composición de la vegetación y la dominancia de los óxidos de Ca y de Mg (ambos siempre presentes) en las rocas asociadas.

Si bien es este trabajo no se consideraron suficientes réplicas como para poder establecer conclusiones contundentes, es posible, reconociendo el efecto primario de la altitud, establecer relaciones entre la presencia de diferentes taxones de plantas vasculares y tipologías geoquímicas (calcítica y dolomítica) de manera independiente a su posición en el gradiente de altitud, confirmando la importancia que tienen estas variables en la estructuración del hábitat y filtrado abiótico de especies. Efectos combinados de la geoquímica y la altitud sobre la composición florística ha sido reconocida en diferentes afloramientos (Wiser *et al.*, 1996; Chiarucci *et al.*, 2001; Grace *et al.*, 2007; Tsiripidis *et al.*, 2010). En afloramientos de serpentinitas de USA, usando una metodología de análisis más sofisticado (SEM, modelación de ecuaciones estructurales), Harrison *et al.* (2006) hallaron también una correlación importante entre los patrones de variación florística y las variables ambientales explicativas para ambas escalas, regional y local. Para conservar la vegetación singular de los afloramientos carbonáticos centro-argentinos, y teniendo en cuenta la completitud de sus comunidades integrantes y la asociación compleja con factores espaciales y ambientales

sería importante proteger una red de afloramientos que representen el amplio rango de la variación geológica, geográfica y altitudinal de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Río Cuarto y la Secretaría de Minería de la Provincia de Córdoba.

BIBLIOGRAFÍA

- ACKERLY, D.D. & W.K. CORWELL. 2007. A trait-based approach to community assembly: partitioning of species trait values into within -and among-community components. *Ecol. Lett.* 10: 135-145.
- AGUILAR, R. & L. GALETTO. 2004. Effects of forest fragmentation on male and female reproductive success in *Cestrum parqui* (Solanaceae). *Oecologia* 138: 513-520.
- AIZEN, M.A. & P. FEINSINGER. 1994a. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330-351.
- AIZEN, M.A. & P. FEINSINGER. 1994b. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and the feral honey bees in argentine Chaco Serrano. *Ecol. Appl.* 4: 378-392.
- ALVES, R. & J. KOLBEK. 1994. Plant-species endemism in savanna vegetation on Table Mountains (campo rupestre) in Brazil. *Vegetatio* 113: 125-139.
- ANDERSON, R.C., J. S. FRALISH & J. M. BASKIN. 1999. Introduction. In: R. C. ANDERSON, J. S. FRALISH & J. M. BASKIN (eds.), *Savannas, barrens, and rock outcrop plant communities of North America*, pp.1-4. Cambridge University Press, Cambridge.
- ASHTON, D. H. & R. N. WEBB. 1977. The ecology of granite outcrops at Wilson's Promontory, Victoria. *Austral. J. Ecol.* 2: 269-296.
- AUGUSTINE, D.J. & D.A. FRANCK. 2001. Effect of migratory grazers on spatial heterogeneity of soil nitrogen properties in a grassland ecosystem. *Ecology* 82: 3149-3162.
- BARBOZA, G. E., J. J. CANTERO, C. O. NÚÑEZ & L. ARIZA ESPINAR (eds.). 2006. Flora medicinal de la Provincia de Córdoba. Pteridófitas y Antófitas silvestres o naturalizadas. Museo Botánico, Córdoba, Argentina.
- BARBOZA, G. E., J. J. CANTERO, C. O. NÚÑEZ, A. PACCIARONI & L. ARIZA ESPINAR. 2009. Medicinal plants: a general review, a phytochemical,

- and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. *Kurtziana* 34: 7-365.
- BARTHLOTT, W. A., A. GREGER & A. POREMBSKI. 1993. Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: Diversity and ecological differentiation. *Biogeographica* 69: 106-124.
- BASKIN, J.M. & C.C.BASKIN. 1988. Endemism in rock outcrop plant communities of unglaciated eastern United States: an evaluation of the roles of the edaphic, genetic and light factors. *J. Biogeogr.* 15: 829-840.
- BIANCHI, A. & S. CRAVERO. 2010. INTA. Programa Nacional Ecoregiones. República Argentina. Atlas Climático Digital.
- BRAUN BLANQUET, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid.
- BURBANCK, M. P. & R. B. PLATT. 1964. Granite outcrop communities of the Piedmont Plateau in Georgia. *Ecology* 45: 292-306.
- BURKE, A. 2002a. Island-matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? *Plant Ecol.* 160: 79-90.
- BURKE, A. 2002b. Island-matrix relationships in nama Karoo inselberg landscapes Part II: Are some inselbergs better sources than others? *Plant Ecol.* 158: 41-48.
- BURKE, A., K. J. ESLER, E. PIENAAR & P. BARNARD. 2003. Species richness and floristic relationships between mesas and their surroundings in southern African Nama Karoo. *Divers. Distrib.* 9: 43-53.
- CABIDO, M., A. ACOSTA & S. DÍAZ. 1990. The vascular flora and vegetation of granitic outcrops in the upper Córdoba mountains. Argentina. *Phytocoenologia* 19: 267-281.
- CABIDO, M., G. FUNES, E. PUCHETA, F. VENDRAMINI & S. DÍAZ. 1998. A chorological analysis of the mountains of central Argentina. Is all what we call Sierra Chaco really Chaco? Contribution to the study of flora and vegetation of Chaco. XII. *Candollea* 53: 321-331.
- CABRERA, A. 1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. 2 ed. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME, Buenos Aires.
- CAGNOLO, L., CABIDO, M. & G. VALLADARES. 2006. Plant species richness in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina: Ecological traits and habitat fragmentation effects. *Biol. Conserv.* 132: 510-519.
- CANTERO, J. J., M. PÄRTEL & M. ZOBEL. 1999. Is species richness dependent on the neighbourhood? An analysis of the community patterns in mountain grasslands of central Argentina. *Oikos* 87: 346-355.
- CANTERO, J. J., M. CABIDO, C. NUÑEZ, L. PETRYNA, M. ZAK & M. ZOBEL. 2001. Clasificación de los pastizales de suelos sobre rocas metamórficas de las Sierras de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 29: 27-77.
- CANTERO, J. J., J. LIIRA, J. M. CISNEROS, J. C. GONZÁLEZ, C. O. NUÑEZ, L. PETRYNA, C., CHOLAKY & M. ZOBEL. 2003. Species richness, alien species and plant traits in central Argentine mountain grasslands. *J. Veg. Sci.* 14: 129-136.
- CANTERO, J.J., J. A. SFRAGULLA, C. NUÑEZ, A. A. BONALUMI, J. MULKO, A. AMUCHASTEGUI, F. CHIARINI, G.E. BARBOZA & L. ARIZA ESPINAR. 2011. Flora de los afloramientos de mármoles y serpentinitas de las Sierras de Córdoba (Argentina). *Kurtziana* 36: 11-45.
- D'ALOIA, M. 1959. Las calizas y calcáreos de Córdoba. Dirección Provincial de Minería. Córdoba.
- CHIARUCCI, A., D. ROCCHINI, C. LEONZIO & V. DE DOMINICIS. 2001. A test of vegetation-environment relationship in serpentine soils of Tuscany, Italy. *Ecol. Res.* 16: 627-639.
- DE LANGE P.J., D. A. NORTON, P. B. HEENAN, S. P. COURTNEY, B. P. J. MOLLOY, C. C. OGLE, B. D. RANCE, P. N. JOHNSON & R. HITCHMOUGH. 2004. Threatened and uncommon plants of New Zealand. *New Zealand J. Bot.* 42: 45-76.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M. & ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- ERIKSSON O. 1993. The species-pool hypothesis and plant community diversity. *Oikos* 68: 371-374.
- ESCUADERO, A. 1996. Community patterns on exposed cliffs in a Mediterranean calcareous mountain. *Vegetatio* 125: 99-110.
- ESGARIO, C. P., A. P. FONTANA & A. G. SILVA. 2009. A flora vascular sobre rocha no Alto Misterioso, uma área prioritária para a conservação da Mata Atlântica no Espírito Santo, Sudeste do Brasil Natureza on line 7: 80-91. [on line] <http://www.naturezaonline.com.br>
- ETTEMA, C.H. & D.A. WARDLE. 2002. Spatial soil ecology. *Trends Ecol. Evol.* 17: 177-183.
- FERNÁNDEZ ARECES, M., P. PENAS & T. DÍAZ. 1983. Aportaciones al conocimiento de las comunidades vegetales de los paredones rocosos calizos de la Cordillera Cantábrica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40: 213-219.
- FLEISCHMANN, K. 1997. Invasion of alien woody plants on the islands of Mah'e and Silhouette, Seychelles. *J. Veget. Sci.* 8: 5-12.
- FUNES, G. & M. CABIDO. 1995. Variabilidad local y regional de la vegetación rupícola de las Sierras grandes de Córdoba. *Kurtziana* 24: 173-188.
- GALANDE MERA, A., C. CÁCERES & A. GONZÁLEZ.

2003. La vegetación de la alta montaña andina del sur del Perú. *Acta Bot. Malacitana* 28: 121-147.
- GIORGIS, M., CINGOLANI, A.M., CHIARINI, F., CHIAPELLA, J., BARBOZA, G., ARIZA ESPINAR, L., MORERO, R., GURVICH, D.E., TECCO, P.A., SUBILS, R. & CABIDO, M. 2011. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 36: 9-43.
- GIULIETTI, A. M., J. PIRANI & R. M. HARLEY. 1997. Espinhaço range region, eastern Brazil, en: S. D. DAVIS, V. H. HEYWOOD, O. HERRERA-MACBRYDE, J. VILLA-LOBOS & A. C. HAMILTON (eds.), *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation*, pp. 397-404. IUCN Publication Unity, v.3, Cambridge.
- GOLENIOWSKI, M. E., G. BONGIOVANNI, L.PALACIO, C.O. NÚÑEZ & J. J. CANTERO. 2006. Medicinal plants from the "Sierra de Comenchingones", Argentina. *J. Ethnopharmacol.* 107: 342-341.
- GONZÁLEZ, J. G., J. J. CANTERO & J. M. CISNEROS. 1998. Caracterización de la estructura de los paisajes serranos del centro de Argentina. *Revista Univ. Nac. Río Cuarto* 18: 25-37.
- GONZÁLEZ, J. G., J. J. CANTERO, C. O. NÚÑEZ, C. CHOLAKY, J. M. CISNEROS & L. PETRYNA. 1999. Cartografía de los ecogrupos vegetales en los paisajes serranos del centro sur de Córdoba, Argentina. *Revista Univ. Nac. Río Cuarto* 19: 5-17.
- GONZÁLEZ, J. G., T. ROBINSON, J. M. CISNEROS & J. J. CANTERO. 2002. Utilización de los SIG en la gestión de los recursos naturales en una cuenca serrana del centro argentino. *Revista Univ. Nac. Río Cuarto* 22: 27-35.
- GORDILLO, C. & A. LENCINAS. 1979. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. II. *Simp. Geol. Reg. Arg. Acad. Nac. Cienc. Córdoba* 1: 577-650.
- GRACE, J., H. SAVORD & S. HARRISON. 2007. Large-scale causes of variation in the serpentine vegetation of California. *Plant Soil* 293: 121-132.
- GRAM, W., E. BORER, K. COTTINGHAM, E. SEABLOOM, V. BOUCHER, L. GOLDWASSER, F. MICHELI, B. KENDALL, & R. BURTON. 2004. Distribution of plants in a California serpentine grassland: are rocky hummocks spatial refuges for native species? *Plant Ecol.* 172: 159-171.
- GUTTE, P. 1986. Beitrag zur kenntnis central-peruanischer Pflanzengesellschaften. III. Pflanzengesellschaften der subalpine Stufe. *Feddes Repert.* 97: 319-371.
- HARRISSON, S., K. DAVIES, H. SAFFORD & J. VIERS. 2006. Beta diversity and the scale-dependence of the productivity relationships: a test in the Californian serpentine flora. *J. Ecol.* 94: 110-117.
- HEYWOOD, V. H. 1953. El concepto de asociación en las comunidades rupícolas. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 11: 463-481.
- HODGE, A. 2005. Plastic plants and patchy soils. *J. Exp. Bot.* 57: 401-411.
- HUNTER J. T. 2003. Persistence on inselbergs: the role of obligate seeders and resprouters. *J. Biogeogr.* 30: 497-510.
- INTA. 2014. Instituto de Clima y Aguas. <http://climayagua.inta.gob.ar/>.
- JACOBI, C. M., F. CARMO, R. VINCENT & J. R. STEHMANN. 2007. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodivers. Conserv.* 16: 2185-2200.
- KRUCKEBERG, A. R. 2002. *Geology and Plant Life*. University of Washington Press, Seattle.
- LARSON, D., U. MATTHES & P. E. KELLY. 2000. *Cliff ecology: pattern and process in cliff ecosystems*. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- LUNDHOLM, J.T. 2009. Plant species diversity and environmental heterogeneity: spatial scale and competing hypotheses. *J. Veget. Sci.* 20: 377-391.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 1994. La vegetación saxícola de la precordillera de Mendoza. VI Congreso Latinoamericano de Botánica, Mar del Plata.
- MAYCOCK P. F. & D. FAHSELT. 1992. Vegetation of stressed calcareous scree and slopes in Sverdrup Pass, Ellesmere Island, Canada. *Canad. J. Bot.* 70: 2359-2377.
- McCUNE, B. & J.B. GRACE. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software, Glenden Beach, Oregon.
- McCUNE, B. & M. MEFFORD. 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.0*. MjM Software, Glenden Beach, Oregon.
- MEDINA CAZORLA, J., F. PEREZ GARCIA, J. GARRIDO-BECERRA, F. MARTINEZ-HERNANDEZ, A. MENDOZA, A. PEREZ LATORRE & J. MOTA. 2005. Riqueza y rareza florísticas en los afloramientos dolomíticos de las Cordilleras Béticas (sur de España): ensayo preliminar. *Acta Bot. Malacitana* 30: 111-127.
- MEIRELLES, T. S., PIVELLO, V.R & C.A. JOLY. 1999. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environ. Conserv.* 26: 10-20.
- MÉNDEZ, E. 2010. La vegetación saxícola y de taludes del Flanco oriental del Cordón del Plata (Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 119-147.
- MICHELANGELI, F. A. 2000. Species composition and species-area relationships in vegetation isolates on summit of a sandstone mountain in southern Venezuela. *J. Trop. Ecol.* 16: 69-82.

- MORAT, P., JAFFRE, T. & J.-M.VEILLON. 2001. The flora of New Caledonia's calcareous substrates. *Adansonia* 23: 109-127.
- MOTA, J., J. M. MEDINA-CAZORLA, F. BRUNO NAVARRO, J. PÉREZ-GARCÍA, A. PÉREZ-LATORRE, P. SÁNCHEZ-GÓMEZ, J. TORRES, A. BENAVENTE, G. BLANCA, C. GIL, J. LORITE & M. E. MERLO. 2008. Dolomite flora of the Baetic Ranges glades (South Spain). *Flora* 203: 359-375.
- NÚÑEZ, C.O., J. J. CANTERO, G. RAMÍREZ, L. PETRYNA & A. AMUCHÁSTEGUI. 2002. Efectos del fuego y pastoreo sobre tipos funcionales de Poáceas C3 y C4 en pastizales serranos centroargentinos. *Agrosur (Chile)* 30: 12-24.
- ORTIZ, S. & J. RODRÍGUEZ OUBIÑA. 1993. Synopsis of the rupicolous vegetation of Galicia (North-western Iberian Peninsula). *Folia Geobot. Phytotax.* 28: 15-49.
- PETRYNA, L., M. MOORA, C. O. NÚÑEZ, J. J. CANTERO & M. ZOBEL. 2002. Are invaders disturbance-limited? Conservation of mountain grasslands in central Argentina. *Appl. Veget. Sci.* 5: 195-202.
- PÄRTEL, M., R. SZAVA-KOVATS & M. ZOBEL. 2011. Dark diversity: shedding light on absent species. *Trends Ecol. Evol.* 26: 124 - 128.
- PÄRTEL, M., R. SZAVA-KOVATS & M. ZOBEL. 2013. Community completeness: linking local and dark diversity within the species pool concept. *Folia Geobot.* 48: 307-317.
- PICKETT, S. T. A., M. L. CADENASSO & C.G. JONES. 2000. Generation of heterogeneity by organisms: creation, maintenance and transformation. In: M. HUTCHINGS, E. A. JOHN & A.J.A. STEWART (eds.), *The ecological consequences of environmental heterogeneity*, pp. 33-52. Blackwell, Oxford.
- POPE, N., H. TANNER & N. RAJAKARUNA. 2010. Vascular plants of adjacent serpentine and granite outcrops on the deer isles, Maine, U.S.A. *Rhodora* 112 (950): 105-141.
- POREMBSKI, S., W. BARTHLOTT, S. DÖRRSTOCK & N. BIEDINGER. 1994. Vegetation of rock outcrops in Guinea: granite inselbergs, sandstone table mountains and ferricretes - remarks on species numbers and endemism. *Flora* 189: 315-326.
- RAUNKIAER, C. 1934. *Life forms and terrestrial plant geography*. Clarendon Press, Oxford.
- ROGERS G. & S. WALKER. 2002. Taxonomic and ecological profiles of rarity in the New Zealand vascular flora. *New Zealand J. Bot.* 40: 73-93.
- SADLER, K. D. & G. E. BRADFIELD. 2010. Ecological facets of plant species rarity in rock outcrop ecosystems of the Gulf Islands, British Columbia. *Botany* 88: 429-434
- SAFFORD, H. D., J. H. VIERS & S. P. HARRISON. 2005. Serpentine endemism in the California flora: a database of serpentine affinity. *Madroño* 52: 222-257.
- SCARANO, F. 2007. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasil. Bot.* 30: 561-568.
- SCHENK, H.J. & R.B. JACKSON. 2002. Rooting depths, lateral spreads, and below-ground/above-ground allometries of plants in water-limited ecosystems. *J. Ecol.* 90: 480-494.
- SEINE, R., S. POREMBSKI & U. BECKER. 2000. Phytogeography. In: S. POREMBSKI & W. BARTHLOTT (eds.), *Inselbergs*, pp. 435-449. Ecological Studies v.146. Springer-Verlag, Berlin.
- SELVI, F. 2007. Diversity, geographic variation and conservation of the serpentine flora of Tuscany (Italy). *Biodivers. Conserv.* 16: 1423-1439.
- SFRAGULLA, J. A., D. G. JEREZ & A. BONALUMI. 1999. Mármoles y otras rocas carbonáticas de Córdoba. En: E. O. ZAPPETTINI (ed.), *Recursos Minerales de la República Argentina*, pp. 271-295. Anales Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, Buenos Aires.
- SKLENAR, P. & P. M. JØRGENSEN. 1999. Distribution patterns of páramo plants in Ecuador. *J. Biogeogr.* 26: 681-691.
- SILVERTOWN, J., MC CONWAY, K., GOWING, D., DODD, M., FAY, M., JOSEPH, J.A. & K. DOLPHIN. 2006. Absence of phylogenetic signal in the niche structure of meadow plant communities. *Proc. R. Soc. Biol. Sc.* 273 (1582): 39-44.
- SMITH, J. M. B. & A. M. CLEEF. 1988. Composition and origins of the world's tropicalpine floras. *J. Biogeogr.* 15: 631-645.
- SMN, 2014. Servicio Meteorológico Nacional. Mapas Normales Anuales. Temperaturas máximas y mínimas absolutas (1961-1990). <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=65&clave=Anuales>
- SPEZIALE, K.L. & C. EZCURRA. 2010. The role of outcrops in the diversity of Patagonian vegetation: relicts of glacial paleofloras? *Flora* 207: 141-149.
- STEVANOVIC, V., K. TAN & G. LATROU. 2003. Distribution of the endemic Balkan flora on serpentine I. Obligate serpentine endemics. *Plant Syst. Evol.* 242: 149-170.
- STOHLGREN, T. J., D. T. BARNETT & C. S. CROSIER. 2006. Beyond NAWMA-The North American Weed Management Association Standards. <http://www.niiss.org/cwis438/websites/niiss/FieldMethods/BeyondNAWMA.php>
- TAMME, R., I. HIIESALU, L. LAANISTO, R. SZAVA-KOVATS & M. PÄRTEL. 2010. Environmental heterogeneity, species diversity and co-existence at different spatial scales. *J. Veg. Sci.* 21: 796-801.
- TER BRAAK, C. J. F. 1995. Ordination. In: R. H. J. JONGMAN, C. J. F. TER BRAAK & O. F. R. VAN

J. J. Cantero *et al.* - Vegetación de afloramientos carbonáticos del centro de Argentina

- TONGEREN (eds.), *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*, pp. 91-173. Cambridge University Press, Cambridge.
- TER BRAAK, C. J. F. 2002. Program CANOCO Version 4.5. *Biometris - quantitative methods in the life and earth sciences* Plant Research International, Wageningen University and Research Centre Box 100, 6700 AC Wageningen.
- TSIRIPIDIS, I., A. PAPAIOANNOU, V. SAPOUNIDIS & E. BERGMEIER. 2010. Approaching the serpentine factor at a local scale - a study in an ultramafic area in northern Greece. *Plant Soil* 329: 35-50.
- WARDLE, J. 1971. The forests and shrublands of the Seaward Kaikoura Range. *New Zealand J. Bot.* 9: 269-292.
- WARDLE, P. 1991. *Vegetation of New Zealand*. Cambridge University Press, Cambridge.
- WILSON, S. D. 2000. Heterogeneity, diversity, and scale in plant communities. In: M. J. HUTCHINGS, E. A. JOHN & A. J. STEWART (eds.), *The ecological consequences of habitat heterogeneity*, pp. 53-69. Blackwell, Oxford.
- WISER, S. K. & R. P. BUXTON. 2009. Montane outcrop vegetation of Banks Peninsula, South Island, New Zealand. *New Zealand J. Ecol.* 33: 164-176.
- WISER, S. K. & R. P. BUXTON. 2008. Context matters: Matrix vegetation influences native and exotic species composition on habitat islands. *Ecology* 89: 380-391.
- WISER, S. K., R. K. PEET & P. S. WHITE. 1996. High-elevation rock outcrop vegetation of the Southern Appalachian Mountains. *J. Veget. Sci.* 7: 703-722.
- ZAK, M. & M. CABIDO. 2004. Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future? *Biolog. Conserv.* 120: 589-598.
- ZOBEL, M. 1997. The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? *Trends Ecol. Evol.* 12: 266-269.
- ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE 1999a. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 60: 1-323.
- ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE 1999b. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. II. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 74: 1-1269.
- ZULOAGA, F. O., E. G. NICORA, Z. RÚGOLO DE AGRASAR, O. MORRONE, J. PENSIERO & A. M. CIALDELLA. 1994. Catálogo de la Familia Poaceae en la República Argentina. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 47: 1-178.
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO. 2008. Catálogo de Las Plantas Vasculares Del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107 (I-II-III): 1-3348.

Recibido el 21 de marzo de 2014, aceptado el 17 de junio de 2014.

APÉNDICE

Listado de las especies de plantas vasculares relevadas en el área de estudio y ordenadas sus correspondientes familias; * indica las especies endémicas; Abreviaturas de formas de vida: árboles (A), arbustos (AR), cactáceas globulares (CG), enredaderas (E), hierbas anuales (HA), helechos (HE), hierbas perennes caducifolias (HPC), hierbas perennes siempre-verdes (HPS), gramínoideas (G) gramíneas en mata (GM); % Fr. Rel: porcentaje de frecuencia relativa al total de censos realizados.

Taxón	Forma de vida	% Fr. Rel.	Abreviatura
Acanthaceae			
<i>Stenandrium diphyllum</i> Nees	HPS	45,10	<i>Stendiph</i>
<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	HPS	0,98	<i>Stendulc</i>
Amaranthaceae			
<i>Alternanthera pumila</i> O. Stützer*	HPS	13,73	<i>Altepumi</i>
Amaryllidaceae			
<i>Zephyranthes filifolia</i> Herb. ex Kraenzl.*	HPC	4,90	<i>Zephfilii</i>
Anacardiaceae			
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst. var. <i>fasciculatus</i>	A	1,47	<i>Schifasc</i>
Apiaceae			
<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	HPS	0,49	<i>Erynnudi</i>
Apocynaceae			
<i>Asclepias mellodora</i> A. St.-Hil.	HPC	1,47	<i>Asclmell</i>
<i>Mandevilla petraea</i> (A. St.-Hil.) Pichon	E	1,96	<i>Mandpetr</i>
Aspleniaceae			
<i>Asplenium gilliesii</i> Hook.	HE	1,47	<i>Asplgill</i>
<i>Asplenium resiliens</i> Kunze	HE	0,49	<i>Asplresi</i>
Asteraceae			
<i>Acanthostyles buniifolius</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.	AR	2,45	<i>Acanbuni</i>
<i>Acmella decumbens</i> (Sm.) R.K. Jansen var. <i>decumbens</i>	HPS	6,86	<i>Acmedecu</i>
<i>Baccharis aliena</i> (Spreng.) Joch. Müller	AR	0,98	<i>Hetealie</i>
<i>Baccharis cordobensis</i> Heering*	AR	3,92	<i>Bacsess</i>
<i>Baccharis flabellata</i> Hook. & Arn.*	AR	1,47	<i>Bacflabe</i>
<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart	HPS	0,49	<i>Chapinte</i>
<i>Flourensia oolepis</i> S.F. Blake*	AR	3,43	<i>Flouoole</i>
<i>Gamochaeta falcata</i> (Lam.) Cabrera	HPC	2,45	<i>Gamofalc</i>
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera	HA	0,49	<i>Gamoopen</i>
<i>Grindelia pulchella</i> Dunal var. <i>discoidea</i> (Hook. & Arn.) A. Bartoli & Tortosa	HPS	0,98	<i>Grinpulc</i>
<i>Gutierrezia gilliesii</i> Griseb.*	AR	31,37	<i>Gutigill</i>
<i>Hyaloseris cinerea</i> (Griseb.) Griseb. var. <i>tomentella</i> Griseb.*	AR	0,98	<i>Hyalcine</i>
<i>Hypochaeris caespitosa</i> Cabrera*	HPS	0,49	<i>Hypocaes</i>
<i>Lucilia acutifolia</i> (Poir.) Cass.	HPS	0,49	<i>Luciacut</i>

Taxón	Forma de vida	% Fr. Rel.	Abreviatura
<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.	HPS	20,59	<i>Notimarg</i>
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	HPC	3,43	<i>Parthyst</i>
<i>Porophyllum obscurum</i> (Spreng.) DC.	HPS	26,96	<i>Poroobsc</i>
<i>Pseudognaphalium gaudichaudianum</i> (DC.) Anderb.	HA	3,43	<i>Pseugaud</i>
<i>Stevia satureiifolia</i> (Lam.) Sch. Bip. var. <i>satueiifolia</i>	HPS	87,25	<i>Stevsatu</i>
<i>Thelesperma megapotamicum</i> (Spreng.) Kuntze	HPS	29,41	<i>Thelmega</i>
<i>Thymophylla pentachaeta</i> (DC.) Small*	HPC	13,73	<i>Thympent</i>
<i>Trichocline plicata</i> Hook. & Arn.*	HPS	35,29	<i>Tricplic</i>
<i>Trichocline reptans</i> (Wedd.) Hieron.	HPS	1,96	<i>Tricrept</i>
<i>Trichocline sinuata</i> (D. Don) Cabrera*	HPS	0,49	<i>Tricsinu</i>
<i>Trixis divaricata</i> (Kunth) Spreng. ssp. <i>discolor</i> (D. Don) Katinas	HPS	0,49	<i>Trixdiva</i>
<i>Vernonanthura nudiflora</i> (Less.) H. Rob. f. <i>nudiflora</i>	HPS	1,47	<i>Vernnudi</i>
<i>Zexmenia buphtalmiflora</i> (Lorentz) Ariza*	HPS	14,22	<i>Zexmbuph</i>
Boraginaceae			
<i>Heliotropium campestre</i> Griseb.	HPC	2,45	<i>Helicamp</i>
<i>Phacelia pinnatifida</i> Griseb. ex Wedd.	HPC	26,96	<i>Phacepin</i>
Brassicaceae			
<i>Lepidium bonariense</i> L.	HA	1,96	<i>Lepibona</i>
<i>Physaria mendocina</i> (Phil.) O'Kane & Al-Shehbaz	HPC	66,18	<i>Physmend</i>
Buddlejaceae			
<i>Buddleja cordobensis</i> Griseb.*	AR	0,49	<i>Buddcord</i>
Cactaceae			
<i>Gymnocalycium monvillei</i> (Lem.) Britton & Rose ssp. <i>monvillei</i> *	CG	0,49	<i>Gymmonho</i>
<i>Gymnocalycium mostii</i> (Gürke) Britton & Rose	CG	0,49	<i>Gymmonmo</i>
Calceolariaceae			
<i>Calceolaria parviflora</i> Benth.	HPC	0,49	<i>Calparv</i>
Caryophyllaceae			
<i>Silene argentina</i> (Pax) Bocquet*	HPC	1,96	<i>Sileaarg</i>
<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.	HPC	0,98	<i>Wahllina</i>
Commelinaceae			
<i>Commelina erecta</i> L. var. <i>angustifolia</i> (Michx.) Fernald	HPS	0,49	<i>Commerec</i>
Convolvulaceae			
<i>Bonamia sericea</i> (Griseb.) Hallier f. var. <i>sericea</i>	HPS	3,43	<i>Bonaseri</i>
<i>Dichondra sericea</i> Sw. var. <i>sericea</i>	HPS	15,20	<i>Dichseri</i>
<i>Evolvulus sericeus</i> Sw. var. <i>sericeus</i>	HPS	34,80	<i>Evolseri</i>
Cyperaceae			
<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük. ex Herter var. <i>juncooides</i>	G	0,98	<i>Bulbjunc</i>

Taxón	Forma de vida	% Fr. Rel.	Abreviatura
Ephedraceae			
<i>Ephedra triandra</i> Tul. emend. J.H. Hunz.	AR	0,98	<i>Ephetria</i>
Euphorbiaceae			
<i>Croton argentinus</i> Müll. Arg.	HPS	12,75	<i>Crotarge</i>
<i>Euphorbia hieronymi</i> Subils*	HPS	2,45	<i>Euphahie</i>
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	A	1,47	<i>Sebacomm</i>
Iridaceae			
<i>Sisyrinchium unguiculatum</i> Griseb.*	G	5,88	<i>Sisyamic</i>
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav. ssp. <i>valdivianum</i> (Phil.) Ravenna	G	80,88	<i>Sisyungu</i>
Lamiaceae			
<i>Hedeoma multiflorum</i> Benth.	HPS	2,94	<i>Hedemult</i>
Leguminosae			
<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina var. <i>caven</i>	A	0,49	<i>Acacaven</i>
<i>Acacia praecox</i> Griseb.	A	0,49	<i>Acaprae</i>
<i>Adesmia cordobensis</i> Burkart var. <i>cordobensis</i> *	HPS	1,96	<i>Adescord</i>
<i>Adesmia incana</i> Vogel var. <i>grisea</i> (Hook. f.) Burkart	HPS	4,41	<i>Adesinca</i>
<i>Aeschynomene histrix</i> Poir. var. <i>histrix</i>	HPS	0,49	<i>Aeschist</i>
<i>Apurimacia dolichocarpa</i> (Griseb.) Burkart*	AR	1,47	<i>Apurdoli</i>
<i>Astragalus distinens</i> Macloskie	HPC	10,29	<i>Astrdist</i>
<i>Astragalus parodii</i> I.M. Johnst.*	HPC	11,27	<i>Astrparo</i>
<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn. var. <i>elegans</i> *	HPS	1,96	<i>Daleeleg</i>
<i>Galactia glaucophylla</i> Harms*	E	2,94	<i>Galaglau</i>
<i>Prosopis torquata</i> (Cav. ex Lag.) DC.*	A	3,92	<i>Prostorq</i>
<i>Rhynchosia senna</i> Gillies ex Hook. var. <i>senna</i>	E	17,16	<i>Rhysenna</i>
Linaceae			
<i>Linum scoparium</i> Griseb.	HPS	27,45	<i>Linuscop</i>
Malvaceae			
<i>Ayenia cordobensis</i> (Hieron.) Hieron.*	HPS	9,80	<i>Ayencord</i>
<i>Krapovickasia flavescens</i> (Cav.) Fryxell	HPS	15,20	<i>Krapflav</i>
<i>Sphaeralcea cordobensis</i> Krapov.*	HPC	0,98	<i>Sphacord</i>
Nyctaginaceae			
<i>Allionia incarnata</i> L.	HPC	9,80	<i>Alliinca</i>
<i>Boerhavia diffusa</i> L. var. <i>diffusa</i>	HPC	5,39	<i>Boerdiff</i>
Oleaceae			
<i>Menodora integrifolia</i> (Cham. & Schldl.) Steud. var. <i>integrifolia</i>	HPS	0,49	<i>Menointe</i>
Orobanchaceae			
<i>Agalinis genistifolia</i> (Cham. & Schldl.) D'Arcy	HPSP	9,80	<i>Agalgeni</i>

Taxón	Forma de vida	% Fr. Rel.	Abreviatura
Passifloraceae			
<i>Passiflora foetida</i> L. var. <i>foetida</i>	E	0,49	<i>Passfoet</i>
<i>Turnera sidoides</i> L. ssp. <i>pinnatifida</i> (Juss. ex Poir.) Arbo	HPS	23,04	<i>Turnsido</i>
Plantaginaceae			
<i>Plantago argentina</i> Pilg.	HPS	9,80	<i>Planarge</i>
<i>Plantago brasiliensis</i> Sims*	HPS	18,14	<i>Planbras</i>
Poaceae			
<i>Aristida spegazzinii</i> Arechav.	G	36,76	<i>Arissspeg</i>
<i>Bothriochloa springfieldii</i> (Gould) Parodi	GM	2,94	<i>Bothsprri</i>
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr. var. <i>caespitosa</i> Gould & Kapadia	G	6,37	<i>Boutcurt</i>
<i>Bouteloua megapotamica</i> (Spreng.) Kuntze	G	5,39	<i>Boutmega</i>
<i>Bromus auleticus</i> Trin. ex Nees	G	3,92	<i>Bromaule</i>
<i>Chascolytrum paleopiliferum</i> (Parodi) Matthei	G	7,35	<i>Chaspale</i>
<i>Chloris ciliata</i> Sw. f. <i>ciliata</i>	G	1,47	<i>Chlocili</i>
<i>Danthonia cirrata</i> Hack. & Arechav.	G	8,82	<i>Dantcirr</i>
<i>Elyonurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze	G	0,49	<i>Eliomuti</i>
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	G	41,67	<i>Eragluge</i>
<i>Erioneuron pilosum</i> (Buckley) Nash var. <i>longearistatum</i> (Kurtz) Anton*	G	18,14	<i>Eriopilo</i>
<i>Jarava juncooides</i> (Speg.) Peñailillo*	G	57,84	<i>Jarajunc</i>
<i>Koeleria kurtzii</i> Hack. ex Kurtz emend. A.M. Molina	G	4,41	<i>Koelkurt</i>
<i>Melica eremophila</i> Torres	G	0,49	<i>Melierem</i>
<i>Nassella filiculmis</i> (Delile) Barkworth	GM	1,96	<i>Nassfili</i>
<i>Nassella hunzikeri</i> (Caro) Barkworth*	G	6,37	<i>Nasshunz</i>
<i>Nassella sanluisensis</i> (Speg.) Barkworth*	GM	7,84	<i>Nasssanl</i>
<i>Nassella stuckertii</i> (Hack.) Barkworth*	G	15,69	<i>Nassstuc</i>
<i>Pappophorum phillippianum</i> Parodi*	GM	1,96	<i>Pappphil</i>
<i>Paspalum humboldtianum</i> Flügge	G	8,33	<i>Pasp Humb</i>
<i>Piptochaetium napostaense</i> (Speg.) Hack.*	G	3,43	<i>Piptnapo</i>
<i>Poa lanuginosa</i> Poir. var. <i>lanuginosa</i>	G	0,98	<i>Poalanu</i>
<i>Schizachyrium salzmannii</i> (Trin. ex Steud.) Nash	G	0,49	<i>Schisalz</i>
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	G	65,69	<i>Schiasan</i>
<i>Schizachyrium spicatum</i> (Spreng.) Herter	G	11,76	<i>Schispic</i>
<i>Sorghastrum pellitum</i> (Hack.) Parodi	G	6,37	<i>Sorgpell</i>
Polygalaceae			
<i>Monnina dictyocarpa</i> Griseb.	HPS	53,92	<i>Mondiety</i>
<i>Polygala stenophylla</i> A. Gray*	HPS	10,29	<i>Polysten</i>

Taxón	Forma de vida	% Fr. Rel.	Abreviatura
<i>Polygala subandina</i> Phil.	HPS	29,41	<i>Polysuba</i>
Portulacaceae			
<i>Portulaca eruca</i> Hauman	HPC	3,43	<i>Poreruca</i>
Pteridaceae			
<i>Argyrochosma nivea</i> (Poir.) Windham var. <i>nivea</i>	HE	0,49	<i>Argynive</i>
Rhamnaceae			
<i>Colletia spinosissima</i> J.F. Gmel.	AR	2,45	<i>Collspin</i>
Rosaceae			
<i>Margyricarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze	AR	7,35	<i>Margpinn</i>
Rubiaceae			
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schldl. var. <i>ostenii</i> (Standl.) E.L. Cabral & Bacigalupo*	HPS	10,78	<i>Borreryn</i>
<i>Galium richardianum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp. ssp. <i>richardianum</i>	E	48,53	<i>Galirich</i>
<i>Mitracarpus megapotamicus</i> (Spreng.) Kuntze	HPS	28,92	<i>Mitrameg</i>
Selaginellaceae			
<i>Selaginella peruviana</i> (Milde) Hieron.	HE	4,41	<i>Selaperu</i>
<i>Selaginella sellowii</i> Hieron.	HE	11,27	<i>Selasell</i>
Solanaceae			
<i>Nierembergia aristata</i> D. Don	HPC	2,45	<i>Nieraris</i>
<i>Physalis viscosa</i> L.	HPC	0,98	<i>Physvisc</i>
<i>Solanum stuckertii</i> Bitter	AR	0,49	<i>Solastuc</i>
Verbenaceae			
<i>Glandularia platensis</i> (Spreng.) Schnack & Covas	HPS	0,49	<i>Glanplat</i>
<i>Glandularia pulchella</i> (Sweet) Tronc. var. <i>pulchella</i>	HPS	22,06	<i>Glanpulg</i>
<i>Glandularia subincana</i> Tronc.	HPS	13,73	<i>Glanasub</i>
<i>Junellia bisulcata</i> (Hayek) Moldenke var. <i>campestris</i> (Griseb.) Botta*	AR	0,49	<i>Junebisu</i>
<i>Lantana grisebachii</i> Stuck. ex Seckt var. <i>grisebachii</i>	AR	0,49	<i>Lantgris</i>
<i>Lippia junelliana</i> (Moldenke) Tronc.	AR	0,49	<i>Lippjune</i>
Violaceae			
<i>Hybanthus serratus</i> (Phil.) Hassl.*	HPS	1,47	<i>Hybaserr</i>