

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final Presentado para Optar al Grado de Ingeniera
Agrónoma

Modalidad: Proyecto de Investigación

**FLORA RUPÍCOLA DE PAREDONES ROCOSOS EN
AFLORAMIENTOS BASÁLTICOS DE LA SIERRA DE
LOS CÓNDORES (CÓRDOBA, ARGENTINA)**

Natalia Marcellino

DNI: 37.525.266

Director: Juan José Cantero

Río Cuarto – Córdoba

Mayo/2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**FLORA RUPÍCOLA DE PAREDONES ROCOSOS EN
AFLORAMIENTOS BASÁLTICOS DE LA SIERRA
DE LOS CÓNDORES (CÓRDOBA, ARGENTINA)**

Natalia Marcellino

DNI: 37.525.266

Director: Juan José Cantero

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
Comisión Evaluadora:

Fecha de Presentación: ____/____/____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A Juanjo, mi director, por su ayuda, estímulo y dedicación, contagiarme su entusiasmo y mostrarme una visión diferente y apasionante de la agronomía. Fue un privilegio trabajar con tu guía.

A César y José, por su invaluable ayuda y consejos que hicieron posible este trabajo.

A Sebastian, por haberme acompañado con amor desde el comienzo del proyecto, en cada salida a campo y siempre que necesité su ayuda.

A mis amigos y familia por su apoyo incondicional, especialmente a mi madre por su incansable ayuda.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, por formarme como persona y profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	V
SUMMARY	VI
INTRODUCCIÓN	7
<i>Hipótesis</i>	10
<i>Objetivos</i>	10
MATERIALES Y MÉTODOS	10
<i>Área de Estudio</i>	10
<i>Muestreo de la vegetación</i>	11
<i>Nomenclatura</i>	14
<i>Análisis de los muestreos</i>	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXO	30

RESUMEN

Flora rupícola de paredones rocosos en afloramientos basálticos de la sierra de los Cóndores (Córdoba, Argentina)

Los afloramientos rocosos son centros de diversidad por ser hábitats de comunidades exclusivas y refugio de especies. En este trabajo se provee de un catálogo de las especies de plantas vasculares que crecen en los afloramientos basálticos de la sierra de Los Cóndores (Córdoba), se caracterizan diferencias composicionales en solanas y umbrías y se explora la variación florística en microhábitats. Se seleccionaron paredones de 3 cerros con exposición N, S, E y O, localizándose un mínimo de 8 unidades muestrales por exposición. Se relevaron plantas vasculares en microhábitats (fisuras, grietas y repisas) entre diciembre y marzo de 2018. Se registraron 102 especies distribuidas en 42 familias. La riqueza promedio de especies fue de $S=17$ y la diversidad promedio de $H=2,7$. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae (17,65%), Poaceae (13,73%), Pteridaceae y Bromeliaceae (4,90%) y Cactaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae (3,92%). Las formas de vida predominantes fueron hierbas perennes siempreverdes (31,37%), arbustos (19,61%), gramínoideas (11,76%), enredaderas (6,86%) y helechos y hierbas anuales (5,88%). La endemoflora de los afloramientos comprende 20 especies. Respecto a los tipos de ocupación, las casmocomófitas fueron predominantes (60,78%), en segundo lugar las comófitas (36,27%), y por último las litófitas (2,94%). No se encontraron especies casmófitas. Los grupos corológicos más importantes fueron el Oeste Chaqueño y el Austrobrasileño. Se observó que determinadas especies se encuentran diferencialmente asociadas a ciertas exposiciones y micrositios. La mayor frecuencia de presencias significativas de especies indicadoras se halló en las repisas y la exposición sur presentó la flora más singular. Se concluye que la exposición es una variable predictora de la distribución de las especies. El conocimiento obtenido para esta escala local facilitará la gestión ambiental para preservar la biodiversidad de estos hábitats profundamente amenazados por la minería.

Palabras claves: afloramientos basálticos, sierras de Córdoba, variación florística, microhábitats.

SUMMARY

Rupicolous flora of rock cliffs basaltic outcrops in Sierra de los Córdobes (Córdoba, Argentina)

Rock outcrops are diversity centers since they are exclusive communities' habitats and the refuge of species. This work provides a catalog of vascular plant species that grow in the basaltic outcrops of the Sierra de Los Córdobes (Córdoba), compositional differences are characterized in sunny and shady areas and the floristic variation in microhabitats is explored. Walls were selected from 3 hills with exposure N, S, E and W, with a minimum of 8 sampling units per exposure. Vascular plants were surveyed in microhabitats (fissures, cracks and shelves) between December and March of 2018. 102 species distributed in 42 families were registered. The average species richness was $S= 17$ and the average diversity $H= 2.7$. The best represented families were Asteraceae (17.65%), Poaceae (13.73%), Pteridaceae and Bromeliaceae (4.90%) and Cactaceae, Euphorbiaceae and Malvaceae (3.92%). The predominant life forms were evergreen perennial herbs (31.37%), shrubs (19.61%), graminoids (11.76%), vines (6.86%) and annual ferns and herbs (5.88%). The endemic outcrops' flora comprises 20 species. According to the types of occupation, the casmocomophytic species were predominant (60.78%), secondly comophytes (36.27%), and finally lithophytes (2.94 %); no casmophytic species were found. The most important chorological groups were the Chaqueño Oeste and the Austrobrasileño. It was observed that species are differentially associated to certain exposures and microsites. The highest frequency of significant presences of indicator species was found in shelves. The southern exposition presented the most unique flora. It is concluded that exposure is a predictive variable of the distribution of the species. The knowledge obtained for this local scale will facilitate the environmental management needed to preserve these habitats' biodiversity deeply threatened by mining.

Keywords: basaltic outcrops, sierras de Córdoba, floristic variation, microhabitats.

INTRODUCCIÓN

La diversidad florística es importante al estar ligada a la conservación de especies y debido al papel funcional que tiene en el ecosistema, al permitir la estabilización del mismo frente al estrés, así como el aumento de la eficiencia de uso de los recursos; una disminución de la misma tendrá un impacto negativo, con efectos tales como la invasión de especies exóticas. En base a esta premisa adquieren importancia los afloramientos rocosos, que suelen estar asociados a comunidades exclusivas y pueden constituir el sitio de refugio de especies, determinando que constituyan centros de diversidad florística en todo el mundo (Smith & Cleef, 1988; Barthlott *et al.*, 1993; Alves & Kolbek, 1994; Porembski *et al.*, 1994; Giuliatti *et al.*, 2005; Michelangeli, 2000; Jacobi & Carmo, 2008 a, b), al contener especies raras y endémicas (Porembski *et al.*, 1998; Medina *et al.*, 2005; Jacobi *et al.*, 2007), amenazadas, sensibles al fuego (Clarke 2002; Watson & Wardell-Johnson, 2004), al pastoreo (Milchunas & Noy-Meir, 2002) o a la sequía (Burke, 2002). A su vez, estas comunidades vegetales se encuentran sometidas a distintos tipos de estrés: hídrico, lumínico, térmico y nutricional, siendo los factores ambientales más limitantes en los micrositos que integran dichos afloramientos el espacio para el anclaje y crecimiento de raíces y la baja disponibilidad hídrica (Cantero *et al.*, 2016). Estos afloramientos constituyen además sistemas que brindan servicios que contribuyen a mantener el equilibrio ecosistémico y la calidad ambiental: regulación climática, recarga y almacenamiento del agua, secuestro del carbono, soporte de la fauna silvestre, entre otros (Cantero, 2018).

No obstante la importancia de estas comunidades vegetales, éstas no suelen ser consideradas en los inventarios florísticos: por un lado se menciona la dificultad de acceso a las superficies rocosas, que limitan la motivación para ser exploradas; también se atribuye a un supuesto bajo interés económico que presentan sus comunidades vegetales, y lo cual se suma a la creencia de que presentan una baja riqueza de especies. Esto conlleva que estos sitios constituyan zonas poco exploradas y bien preservadas (Debrot & Freitas, 1993; Fulls *et al.*, 1993; Larson *et al.*, 2000). Así, estas cuestiones hacen que la flora rupícola resulte en una zona de conocimientos notablemente inexplorada y cuyo potencial se encuentra a disposición para ser descubierto.

Existen elevaciones aisladas conocidas como “inselbergs” que albergan este tipo de flora tan particular. En general, estos inselbergs presentan un microclima que contrasta con el de la matriz circundante, determinando la presencia de una biota singular, que puede tener poco en común con la de la matriz circundante (Porembski & Barthlott, 2000). Hay especies vegetales que sólo se presentan en estos inselbergs, conocidas como inselberg-especialistas

(Porembski & Barthlott, 2000); se han observado incluso especies exclusivas de determinados inselbergs en Venezuela y en el oeste de África (Porembski *et al.*, 1994). Estas islas han sido reconocidas en todo el mundo como sitios de refugio de especies animales y vegetales, rodeados por una matriz agrícola profundamente modificada (Porembski & Barthlott, 2000; Burke, 2003).

En la provincia de Córdoba, los afloramientos rocosos representan el 90% de toda la superficie de las Sierras de Córdoba (54.000 km²) y constituyen el hábitat de una amplia variedad de especies endémicas. En los afloramientos graníticos, carbonáticos y basálticos del centro de Argentina viven cerca de 725 taxones distribuidos en 91 familias y 380 géneros (Cantero, 2018).

Dentro de estos afloramientos rocosos centroargentinos se encuentran cerros basálticos aislados con relieve cónico o en forma de mesadas, que se elevan con respecto a las planicies circundantes (Fig. 1). Estas geoformaciones se remontan al Cretácico Superior-Terciario Inferior, cuando se produjo en la provincia de Córdoba (Sierra Chica) un magmatismo compuesto por rocas basálticas alcalinas asociadas a depósitos sedimentarios continentales (Gordillo & Lencinas, 1979; Llambías & Brogioni, 1981; Kay & Ramos, 1996; Lagorio, 1998, 2008; Martínez *et al.*, 2012). Se puede decir que estas formaciones contribuyen a la conservación de las especies de dos formas: al proveer de hábitats para las especies sobreutilizadas, como las medicinales, forrajeras y las utilizadas como combustibles, contribuyendo a mantener y aumentar la diversidad regional, y al ser fuente de especies para la recolonización de sitios degradados circundantes (Cantero *et al.*, 2016).



Figura 1. Cerro basáltico de la Sierra de Los Cóndores.

Estos afloramientos son explotados actualmente para la obtención de minerales rocosos: aproximadamente 50.000 t/mes de basaltos alcalinos y nefelinitas olivínicas son extraídas (Cantero *et al.*, 2016) (Fig. 2). Se prevee la posibilidad de avance de las explotaciones, con lo cual resulta de suma importancia caracterizar la diversidad florística de estos sitios y con ello advertir el valioso recurso que constituyen (Cantero *et al.*, 2016). Estas intervenciones de aprovechamiento minero conllevan indefectiblemente el deterioro de los recursos propios de estos sitios, o incluso podrían acarrear su desaparición. Por lo tanto, resulta de una importancia clave implementar políticas específicas de conservación de esta geodiversidad, que promuevan la preservación de estos sitios de valor ambiental fundamental (Cantero *et al.*, 2016).



Figura 2. Aprovechamiento minero de basaltos de la Sierra de los Córdores.

La vegetación de afloramientos rocosos centroargentinos ha sido escasamente estudiada. Si bien Cantero *et al.* (2016) han realizado relevamientos y analizado la variabilidad florística a escala regional y local de los afloramientos basálticos del centro de Argentina (Santiago del Estero, La Rioja, San Luis y Córdoba), aun no se cuenta con datos, para la escala local, sobre la variación de la composición florística en los microhábitats existentes en los paredones rocosos verticales, que caracterizan típicamente la geomorfología de los inselbergs. Existen sitios de este tipo ampliamente inexplorados que constituyen zonas cuya flora y

vegetación circundante deben ser estudiadas para poder así adoptar planes que promuevan su conservación.

Específicamente, en este proyecto se pretende responder: 1) ¿hay una flora particular en los paredones rocosos de los cerros basálticos?; 2) ¿cómo varía la composición florística en relación a la exposición de los paredones? y 3) ¿difiere esta composición en función de los microhábitats presentes?

Hipótesis

1. Los paredones rocosos poseen una flora singular y composicionalmente diferente a la de la matriz circundante.
2. La flora rupícola de los paredones rocosos varía de acuerdo a la exposición solar.
3. La heterogeneidad de microhábitats de los paredones se asocia diferencialmente a distintas combinaciones de especies.

Objetivos

1. Describir la flora rupícola vascular de los paredones rocosos de cerros aislados (inselbergs) de la Sierra de Los Cóndores.
2. Caracterizar las diferencias composicionales de la flora rupícola en solanas y umbrías de los inselbergs.
3. Explorar la variación florística asociada a distintos microhábitats de paredones rocosos de solanas y umbrías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El área de estudio comprende afloramientos basálticos, con forma de mesadas y conos, ubicados en la Sierra de Los Cóndores (provincia de Córdoba, Argentina), entre 750-760 m s.n.m. (Fig. 3). En el área de estudio la precipitación media anual es de 686 mm, con cerca del 50% de las lluvias concentradas en la estación más cálida; la temperatura media anual es de 15,9°, la máxima media mensual es de 29,5° y la mínima media mensual de 15,8° (Worldclimate, 2015). De acuerdo al esquema fitogeográfico de Cabrera (1976), la vegetación del territorio donde están emplazados los afloramientos estudiados corresponde al Distrito Chaqueño Serrano.



Figura 3. Imagen satelital del sitio de estudio.

Esta sierra constituye el extremo austral de la Sierra Chica de Córdoba y está constituida por un complejo volcánico-sedimentario que alcanza aproximadamente 250 m de espesor y apoya en discordancia angular sobre el basamento (Lagorio *et al.*, 2014). Gordillo y Lencinas (1967) definieron en el norte de la sierra el Grupo Sierra de los Cóndores, integrado por una unidad basal sedimentaria (Formación Embalse Río Tercero) a la que siguen dos ciclos volcánicos (Volcanitas Cerro Colorado y Volcanitas Rumipalla), separados por una intercalación sedimentaria (Conglomerado Cerro Libertad). Los niveles lávicos son macizos, negros a pardo oscuros, registrándose coladas pardo rojizas con numerosas amígdalas conformadas por ceolitas granulares y carbonato. Dataciones K/Ar (Lagorio *et al.*, 2014 y bibliografía allí citada) señalan que las lavas de la Sierra de Los Cóndores fueron extruidas en el lapso 133–115 Ma (Cretácico Inferior).

Muestreo de la vegetación

Se seleccionaron 3 islas rocosas o inselbergs y se siguió la propuesta metodológica de Cantero *et al.* (2011), considerando a cada mesada como un stand, compuesto por un conjunto de biotopos (grietas, fisuras, repisas). Las 3 islas presentan una forma cónica a sub-cónica y los censos de la vegetación se realizaron en sus paredes verticales. Se seleccionaron las paredes verticales correspondientes a cuatro exposiciones: N, S, E y O. En cada combinación exposición x isla se localizaron unidades muestrales de 5 × 2 m. La cantidad de unidades muestrales elegida para cada exposición fue la siguiente: 18 para N, 8 para S, 12 para E y 8 para O. Dentro de cada unidad muestral se diferenciaron 3 microhábitats:

- a) Fisuras (Fig. 4, 5 y 6),
- b) grietas (Fig. 4 y 6), y
- c) repisas (Fig. 5 y 7).

Se consideró a las fisuras como aquellas hendiduras en las rocas \leq a 5 cm de ancho y a las grietas como aquellas que presentan entre 5-10 cm de ancho, y a las repisas como superficies rocosas, con o sin sedimento, ubicadas en planos horizontales. Se relevaron a todas las plantas vasculares presentes en cada microhábitat y se estimó su abundancia-cobertura según la escala combinada de Braun-Blanquet (1979). Los relevamientos se llevaron a cabo entre los meses de diciembre 2017 y marzo 2018, período en el cual la mayoría de las especies presentan estructuras reproductivas que permiten su identificación.



Figura 4. Grieta y fisura.

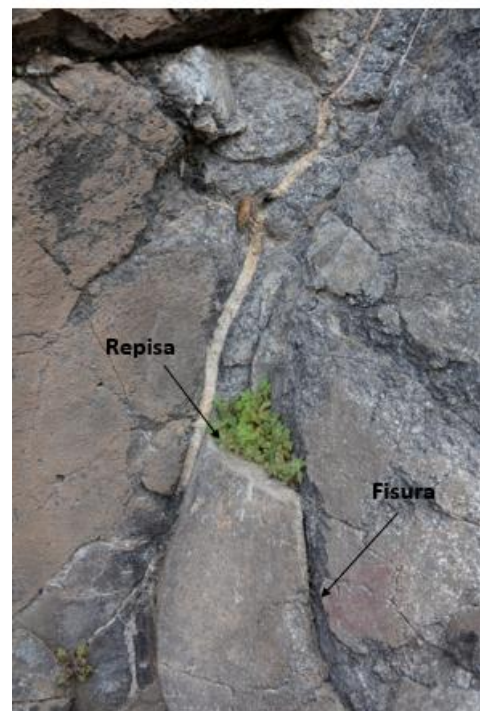


Figura 5. Repisa y fisura.

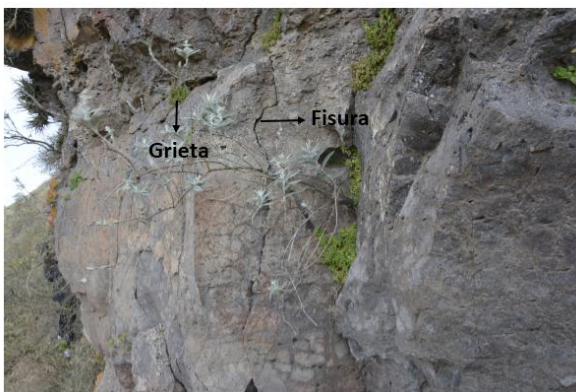


Figura 6. Grieta y fisura.



Figura 7. Repisa.

Las especies censadas en los microhábitats fueron categorizadas en *litófitas*, *casmófitas*, *comófitas* y *casmo-comófitas* (Cantero *et al.*, 2016). Se denominan *litófitas* aquellas plantas que crecen directamente sobre la superficie de las rocas (Cantero *et al.*, 2016). *Casmófitas* son las plantas que crecen sobre las rocas en fisuras o grietas muy finas (Cantero *et al.*, 2016), mientras que *comófitas* son aquellas plantas que crecen dentro de fisuras, grietas o diaclasas más o menos anchas (Cantero *et al.*, 2016). *Casmo-comófitas* son los vegetales que crecen sobre las rocas a merced de ambos tipos de anclaje, hincando sus raíces tanto en fisuras como en grietas pequeñas a medianas (Cantero *et al.*, 2016).

De la misma manera se reconocieron los distintos tipos de endemidad y corotipos de las especies censadas. Para el carácter endémico se reconocieron tres grupos: endémicas locales, endémicas regionales y endémicas nacionales, siguiendo el criterio de Cantero *et al.* (2011). Para establecer el rango de distribución de los endemismos se emplearon los trabajos de Cabido *et al.* (1998), Chiapella & Demaio (2015), Zuloaga *et al.* (1994), Zuloaga & Morrone (1999a, b) y Zuloaga *et al.* (2008). Para determinar la pertenencia de las especies a diferentes corotipos (A, Andino; MB, Orófilo Bajo -Montañas bajas del centro y oeste de Argentina-; AB, Austrobrasileño; Ch, Oeste Chaqueño; P, Patagónico) se siguió el criterio de Cabido *et al.* (1998).

Las especies incluidas en los inventarios fueron clasificadas en formas de vida usando un modelo adaptado de Giorgis *et al.* (2011) que considera: *árboles (A)*, *arbustos (AR)*, *bromeliáceas rupícolas (BrR)*, *bromeliáceas terrestres (BrT)*, *cactáceas columnares (CC)*, *cactáceas globulares (CG)*, *cactáceas opuntioideas (CO)*, *enredaderas (E)*, *epífitas (EP)*, *hierbas anuales (HA)*, *helechos (HE)*, *hierbas perennes caducifolias (HPC)*, *hierbas perennes siempre-verdes (HPS)*, *graminoides (G)*, *gramíneas en mata (GM)*.

Nomenclatura

Para la nomenclatura de las especies se utilizó el Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Zuloaga *et al.*, 2008) y su actualización online (www.darwin.edu.ar). Todas las especies registradas en los inventarios fueron coleccionadas y sus ejemplares se depositaron en los herbarios del Museo Botánico de Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, y de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Análisis de los muestreos

Se calcularon los siguientes atributos de la vegetación para los censos obtenidos: riqueza (S), diversidad (H) (Shannon-Wiener), equitatividad (E) y dominancia (D), siguiendo la propuesta de McCune & Mefford (1999). A través de análisis multivariados se exploró si existen tendencias de variación de la composición florística y posibles asociaciones entre los microhábitats y los grupos florísticos. Se aplicaron estrategias de clasificación (Two Way Clustering Analysis, TWCA) y ordenamiento de los datos (Detrended Correspondence Analysis, DCA; Non Metrical Multidimensional Analysis, NMS) y se evaluó el carácter indicador de las especies rupícolas (Indicator Species Analysis, INSPAN). Los cálculos fueron realizados con el software PcOrd (McCune & Mefford, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La flora rupícola relevada está integrada por 102 especies pertenecientes a 42 familias. La riqueza promedio de especies fue de $S = 17$ y la diversidad promedio de $H = 2,7$ mientras que la equitatividad fue de $E = 1$ y la dominancia de $D = 0,93$. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae (17,65%), Poaceae (13,73%), Pteridaceae y Bromeliaceae (4,90%) y Cactaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae (3,92%) (Fig. 8).

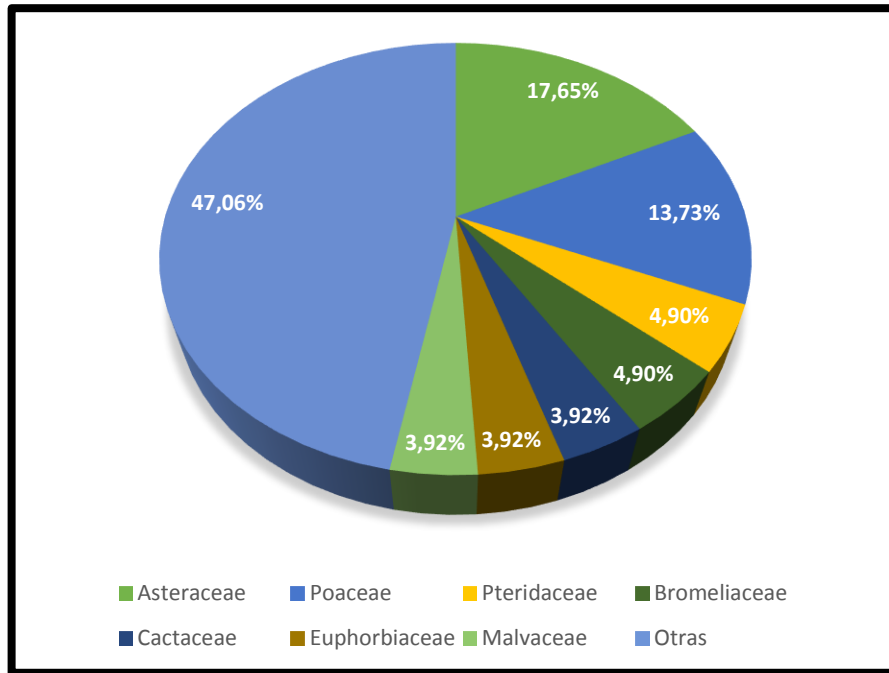


Figura 8. Familias de la flora rupícola de afloramientos basálticos de la Sierra de Los Córdoros.

Las formas de vida predominantes fueron hierbas perennes siempre-verdes (31,37%), arbustos (19,61%), gramínoideas (11,76%), enredaderas (6,86%) y helechos y hierbas anuales (5,88%) (Fig. 9).

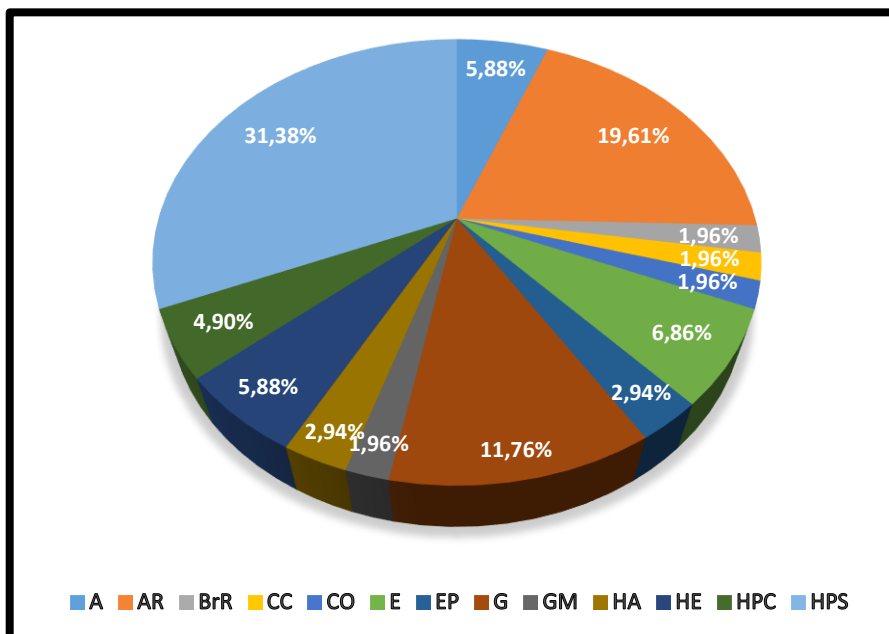


Figura 9. Formas de vida de la flora rupícola de afloramientos basálticos de la Sierra de Los Córdoros. *Abreviaturas:* árboles (A), arbustos (AR), bromeliáceas rupícolas (BrR), cactáceas columnares (CC), cactáceas opuntioideas (CO), enredaderas (E), epífitas (EP), hierbas anuales

(HA), helechos (HE), hierbas perennes caducifolias (HPC), hierbas perennes siempre-verdes (HPS), gramínoideas (G) gramíneas en mata (GM).

Las especies nativas son las que predominan (75,49%), seguido por las endémicas (19,61%). Las especies exóticas se presentan significativamente en menor proporción (cosmopolitas 0,98%, introducidas y adventicias 0,98%) (Fig. 10).

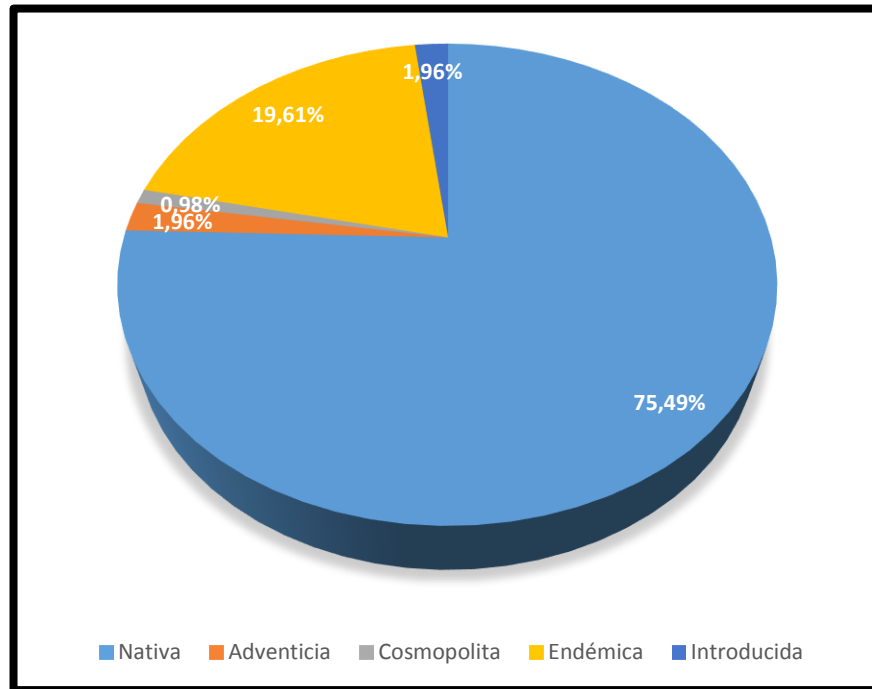


Figura 10. Status de la flora rupícola de afloramientos basálticos de la Sierra de Los Córdobes. La endemoflora comprende a 20 taxones (19,61% del total de la flora rupícola) de los cuales 1 es endémico local, 8 endémicos regionales y 11 endémicos nacionales (Fig. 11).

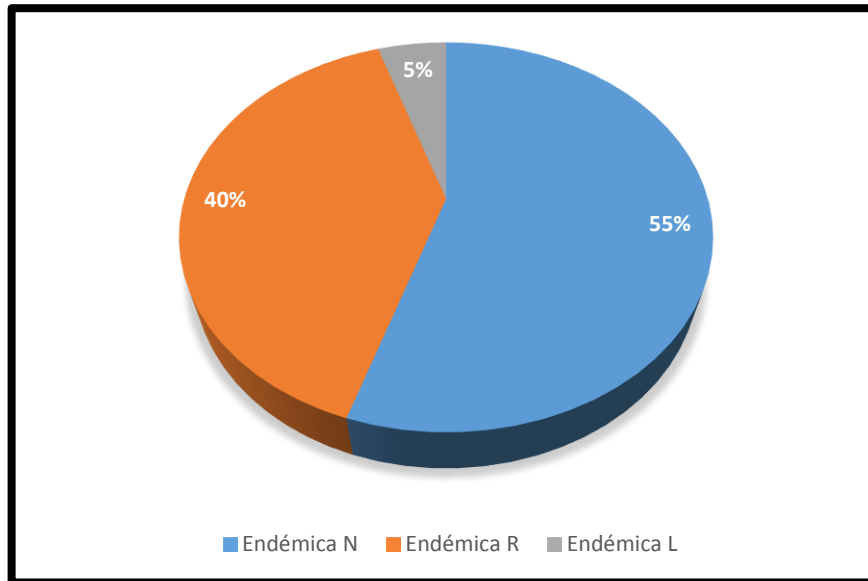


Figura 11. Flora rupícola de afloramientos basálticos de la Sierra de Los Cóncores: representación de la endemoflora. *Abreviaturas*: endémica nacional (Endémica N), endémica regional (endémica R), endémica local (Endémica L).

En relación al tipo de ocupación de las especies, las especies *casmo-comófitas* fueron las predominantes (60,78%), en segundo lugar se posicionaron las *comófitas* (36,27%), y por último las *litófitas* (2,94%). No se encontraron especies *casmófitas* (Fig. 12).

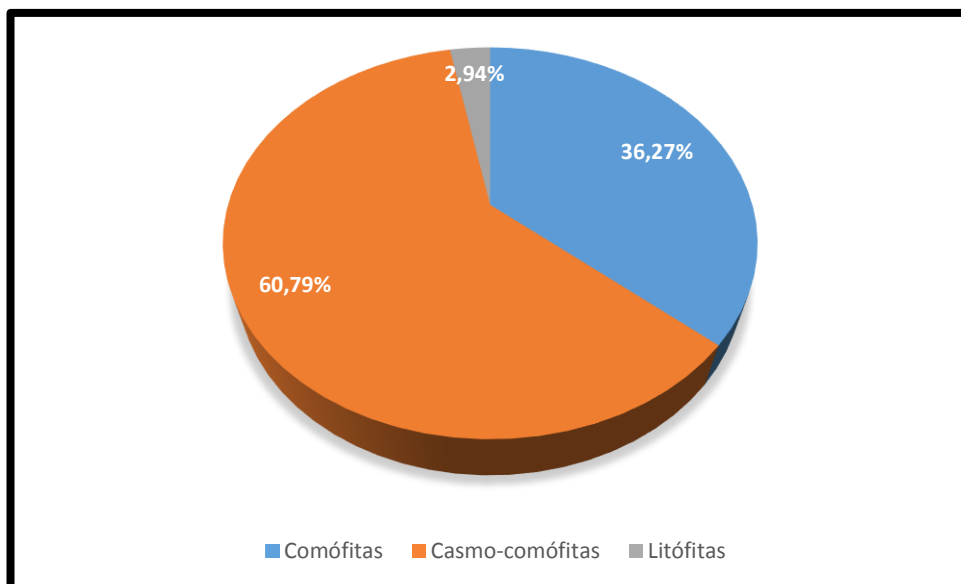


Figura 12. Tipo de ocupación de la flora rupícola de afloramientos basálticos de la Sierra de Los Cóncores.

Los grupos corológicos más importantes de esta singular flora rupícola fueron el Oeste Chaqueño y el Austrobrasileño (Fig. 13).

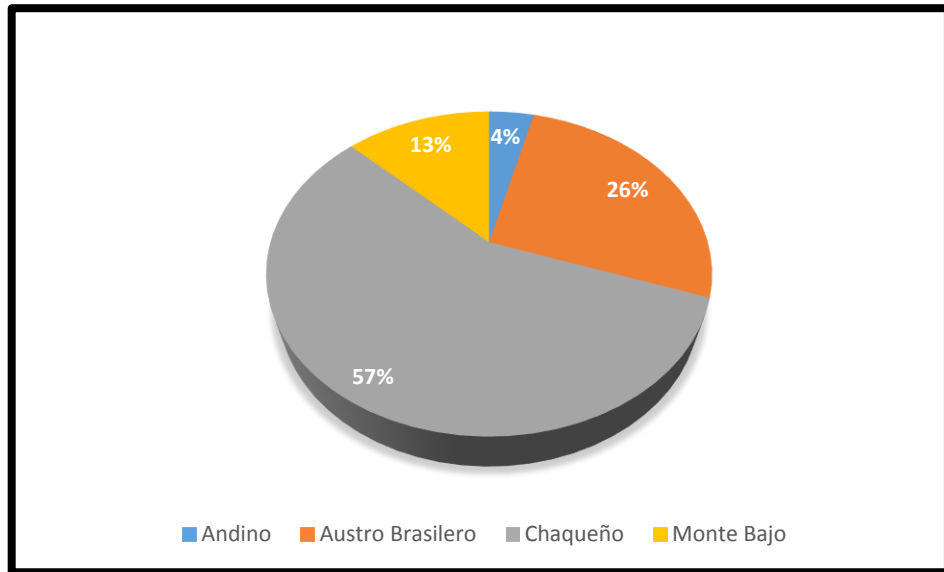


Figura 13. Grupos corológicos de la flora rupícola de afloramientos basálticos de la Sierra de Los Cóncores.

En el dendrograma de la Fig. 14 se ha realizado un corte a un nivel en el que se retiene aproximadamente el 15% de la información de partida, con la diferenciación de tres clusters. Este método agrupa datos en grupos (clusters) según el grado de similitud entre éstos; en este caso se observa la agrupación de censos según su nivel de su semejanza. El cluster de mayor tamaño está integrado por censos que corresponden prácticamente en su totalidad a la exposición norte y exposición oeste (1, 6, 2, 3, 9, 10, 36, 4, 14, 5, 12, 42, 43, 7, 8, 41, 18, 11, 39, 45, 40, 44, 15 y 16). En el cluster de tamaño intermedio predominan aquellos censos correspondientes a la exposición este (13, 17, 29, 31, 27, 32, 46, 28, 30, 35, 33, 34, 37 y 37). El cluster de menor tamaño está constituido exclusivamente por censos pertenecientes a la exposición sur (19, 26, 20, 23, 21, 22, 24 y 25). Los resultados demuestran que hay una tendencia clara de similitud entre los censos de las exposiciones norte y oeste. En contraste, los relevamientos de las exposiciones este y sur presentan un bajo nivel de semejanza entre sí y con la exposición norte. Estos resultados se pueden explicar a partir de las diferentes condiciones de radiación y humedad a las que se ve sometido cada grupo de especies.

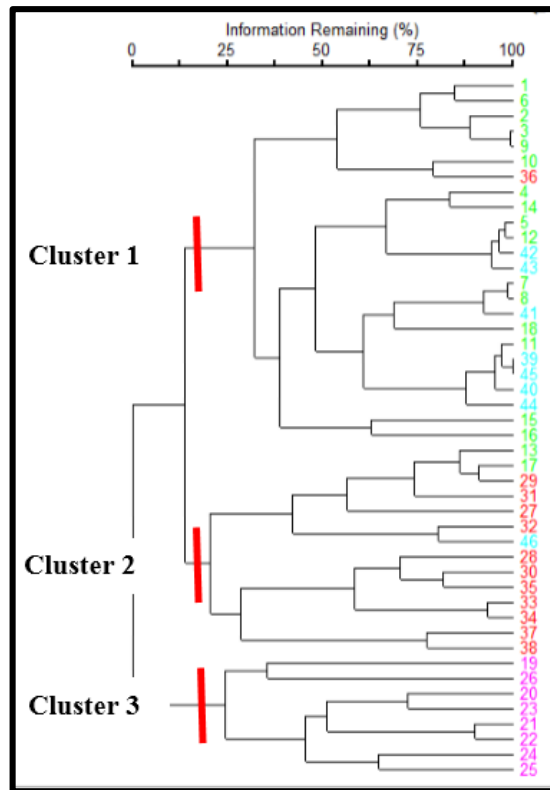


Figura. 14. Dendrograma del cluster aglomerativo jerárquico de los relevamientos. Las líneas rojas indican el nivel al que se ha realizado el corte en el dendrograma, con tres clusters resultantes (rojo: E, rosa: S, celeste: O; verde: N).

En la Fig. 15 se observa que determinadas especies se encuentran asociadas diferencialmente a ciertas exposiciones. Para designar las especies de asociación más relevante para cada exposición se evaluó la significancia estadística del valor de indicación por el método de Monte Carlo. Las especies más indicativas para la exposición norte son: *Boerhavia diffusa*, *Cheilanthes micropteris* y *Melinis repens*. Con respecto a la exposición sur el grupo de especies asociadas es mayor, y está constituido por: *Wahlenbergia linarioides*, *Vernonanthura nudiflora*, *Trixis divaricata*, *Tillandsia capillaris*, *Selaginella peruviana*, *Proustia cuneifolia*, *Serpocaulon gilliensii*, *Nassella cordobensis*, *Acanthostyles buniifolius*, *Cheilanthes buchtienii*, *Calceolaria parviflora*, *Baccharis flabellata*, *Minthostachys verticillata*, *Glandularia tenera* y *Galium richardianum*. Las especies más significativas vinculadas a la exposición este incluyen a un grupo relativamente amplio como el de la exposición sur: *Wedelia buphtalmiflora*, *Tillandsia argentina*, *Talinum paniculatum*, *Sphaeralcea cordobensis*, *Pseudabutilon virgatum*, *Justicia squarrosa*, *Croton lachnostachyus* y *Aloysia gratissima*. Por último, al igual que en el caso del norte, las especies más indicativas de la exposición oeste están representadas por un grupo pequeño: *Lippia integrifolia*, *Flourensia campestris* y *Deuterocohnia longipetala*.

El mayor número de especies indicativas para la exposición sur posiblemente se pueda explicar por la presencia de condiciones más benignas para el crecimiento vegetal en los microhábitats de dicha exposición. En la exposición este se puede aplicar la misma explicación; si bien son un poco menos óptimas, dichas condiciones son similares a las del sur, por lo cual el número de especies es más reducido. Del mismo modo el bajo número de especies asociadas significativamente a las exposiciones norte y oeste se atribuye a bajos niveles hídricos y de radiación.

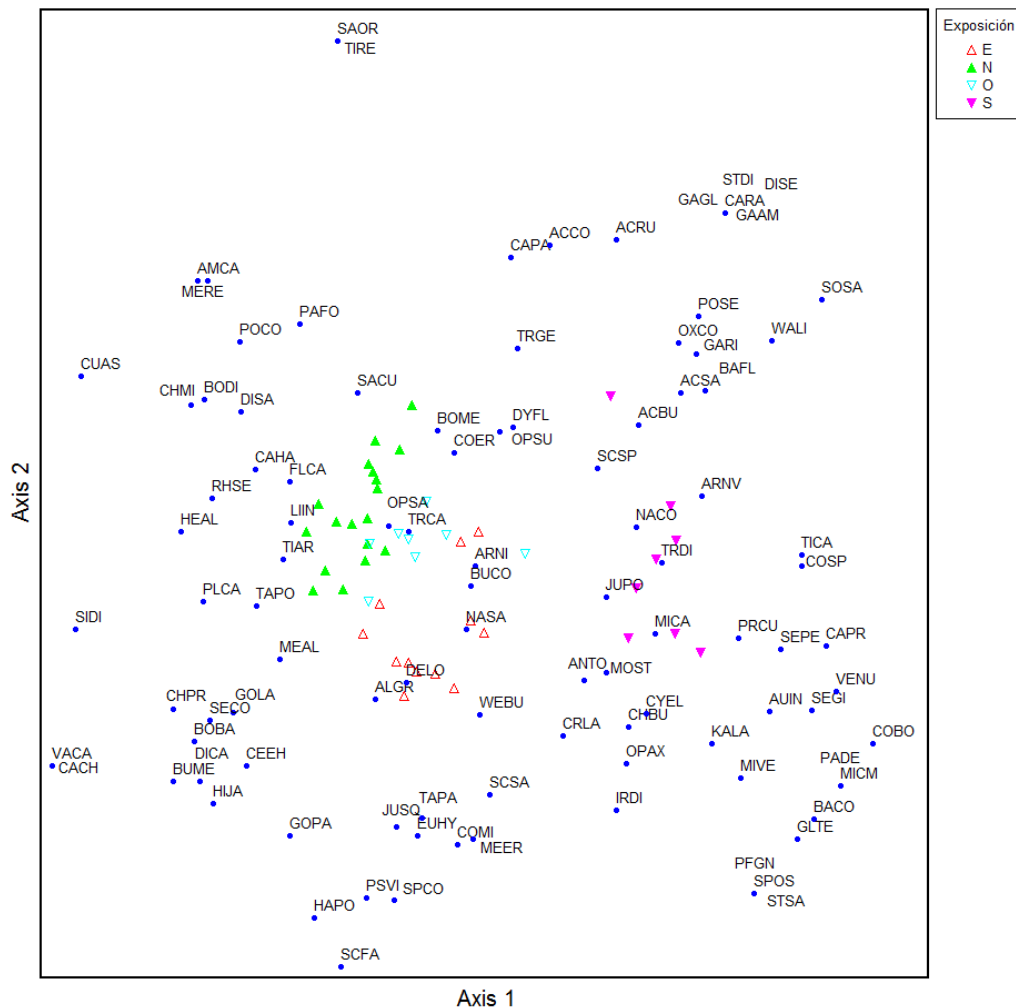


Figura. 15. Diagrama de ordenación (DCA) de las especies rupícolas. Abreviaturas de especies como en Tabla 1.

En el biplot de la Fig. 16 se puede observar la tendencia de las especies a estar asociadas diferencialmente a determinados micrositios. Las especies más indicadoras de repisas son un grupo amplio: *Nassella sanluisensis*, *Opuntia sulphurea*, *Trichocereus candicans*, *Setaria cordobensis*, *Croton lachnostachyus*, *Trixis divaricata*, *Salvia cuspidata*, *Talinum paniculatum*, *Dyckia floribunda*, *Serpocaulon gilliesii*, *Commelina erecta*, *Selaginella peruviana*, *Cheilanthes buchtienii*, *Iresine diffusa*, *Justicia squarrosa*, *Gouinia latifolia*,

Argyrochosmo nivea var. *flava*, *Bouteloua megapotamica* y *Nassella cordobensis*. Las especies más indicadoras de grietas son *Buddleja cordobensis*, *Flourensia campestris*, *Talinum polygaloides* y *Aloysia gratissima*. Con respecto a fisuras, sólo una especie es indicativa de manera significativa: *Tillandsia argentina*.

Probablemente los resultados obtenidos estén vinculados a diferencias en las necesidades de nutrientes, agua y espacio de las plantas; aquellas especies asociadas a fisuras tendrían una mayor capacidad para adaptarse a condiciones limitantes de tales recursos en comparación a las más indicadoras de grietas.

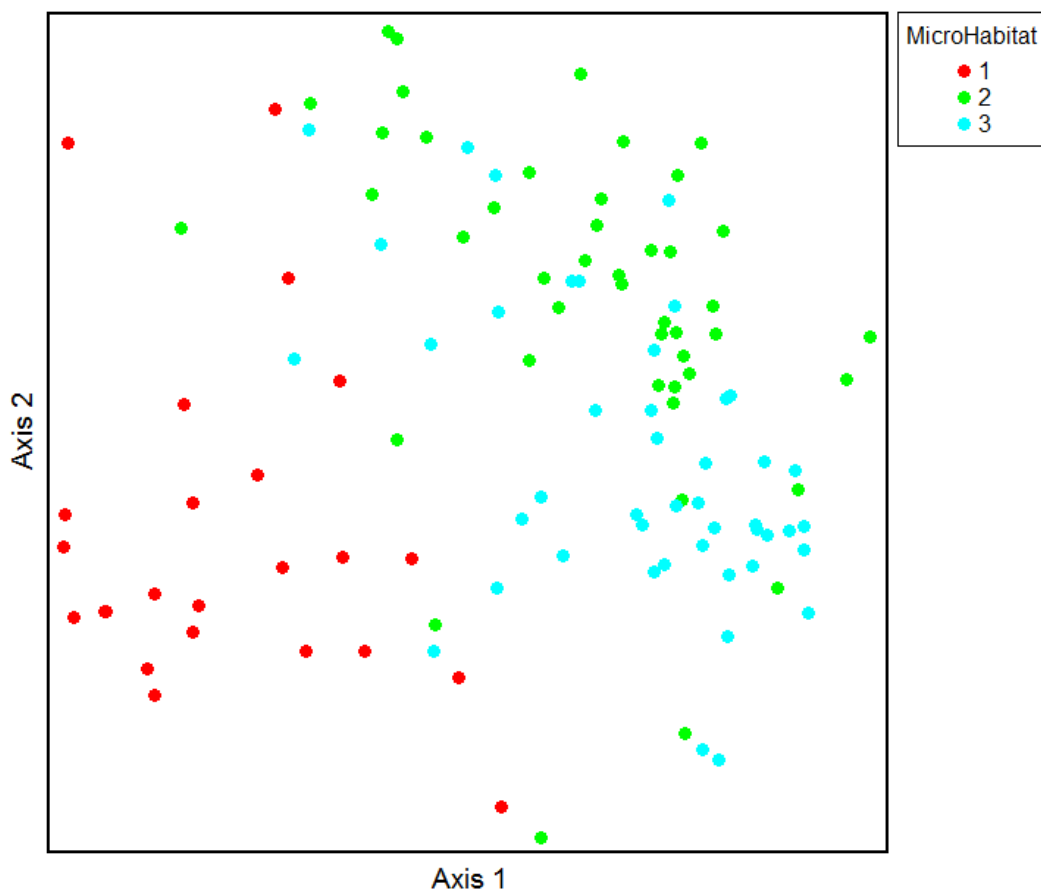


Figura 16. Biplot de NMS con las especies indicadoras de: (1), Fisuras, círculos rojos; (2), Grietas, círculos verdes y (3), Repisas, círculos celestes.

La Fig. 17 refleja la distribución de los relevamientos en el espacio de ordenación. Del análisis de esta distribución se deduce la notable distancia que existe entre la exposición sur y el resto de las exposiciones, en relación al eje 1. La exposición sur queda situada en el extremo de éste, mientras que en el extremo opuesto se sitúan el resto de los relevamientos. A su vez, dentro de este segundo subconjunto constituido por la exposición norte, este y oeste se puede

distinguir que la exposición norte y la oeste se encuentran estrechamente asociadas. La exposición norte y este quedan mejor diferenciadas en el eje 2.

Estos resultados permiten deducir que la exposición sur presenta la flora más singular, la que tiene menos especies en común respecto a las halladas en las demás exposiciones. Esto se podría explicar por la presencia de un nivel de humedad más elevado en esta exposición. Las exposiciones norte, este y oeste presentan un grado mayor de semejanza entre sí; a su vez, dentro de este grupo, los censos de las exposiciones norte y oeste presentan en común más especies entre sí que con la este, probablemente debido a que comparten condiciones más similares: niveles mayores de radiación y menores de humedad.

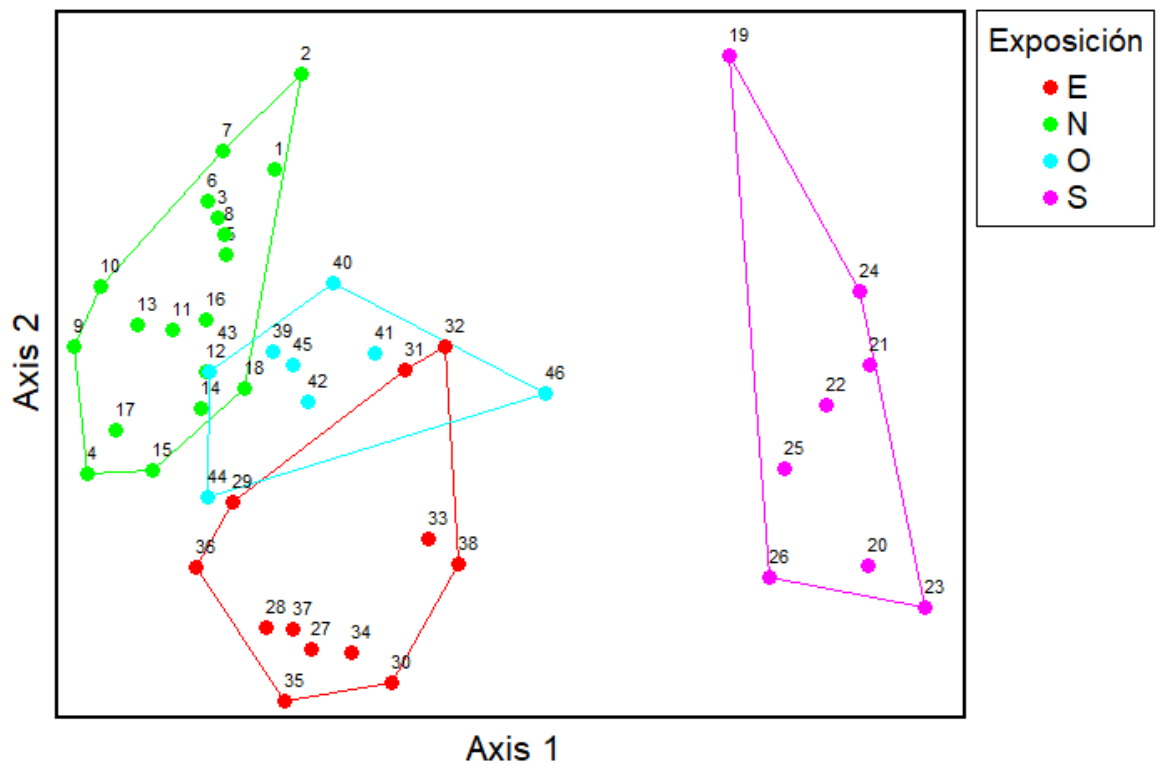


Figura. 17. Ordenamiento de los relevamientos de vegetación según DCA (Detrended Correspondence Analysis).

En la Fig. 18 se presenta el resultado del Análisis de Proximidades (Non-metrical multidimensional analysis, NMS) de la exposición norte; se observa dentro de una misma exposición cómo los micrositos están relacionados diferencialmente a ciertas especies. Por ejemplo, las repisas se asocian a una presencia significativa de *Hemarthria altissima*, *Plumbago caerulea* y *Setaria cordobensis*, mientras que fisuras están más ligadas a especies como *Tillandsia recurvata*, *Acalypha communis* y *Calceolaria parviflora*.

La explicación para dichos patrones seguramente responda a la misma cuestión mencionada con anterioridad: diferencias en la necesidades hídricas, nutricionales y espaciales de las especies.

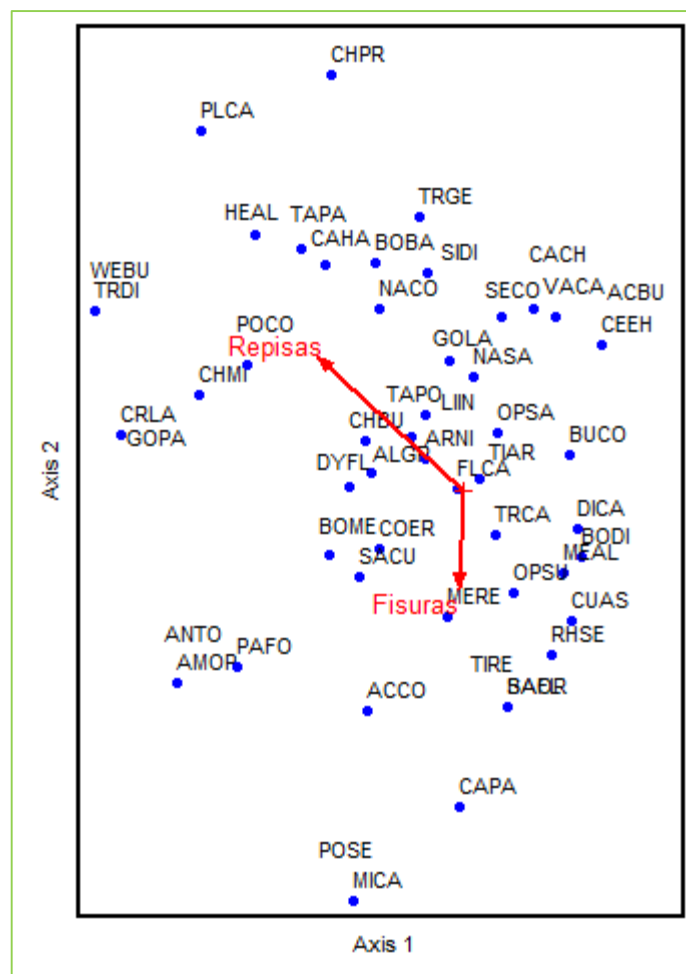


Figura 18. Análisis de Proximidades (Non-metrical multidimensional analysis, NMS) de la exposición norte.

CONCLUSIONES

Los afloramientos basálticos de las Sierras de los Córdobes (Córdoba, Argentina) poseen una flora rica y muy variada dentro de la cual predominan las especies nativas (75%) y endémicas (20%). En su mayor parte se trata de hierbas perennes siempre-verdes, arbustos y gramínoideas. El hecho de que las especies exóticas sumen solamente el 5% del total de la flora evidencia los bajos niveles de perturbación de estos sistemas de vegetación relevados y la necesidad de su consideración urgente dentro de programas de conservación. Sin duda estos sitios, con una vegetación tan contrastante con la circundante, albergan especies raras y amenazadas, las cuales se adaptan a condiciones limitantes de espacio para el anclaje y crecimiento de las raíces así como a muy baja disponibilidad hídrica.

Los resultados arrojados permiten concluir además que la exposición solar es una variable predictora de la distribución de las especies, principalmente por las diferencias de radiación y humedad que ocurren entre las exposiciones. Se observa a su vez una notable similitud en la composición florística de las exposiciones norte y oeste (sometidas a mayor radiación y menor humedad que las demás). También se destaca la presencia de una flora singular en la exposición sur, la cual se distingue claramente de la de las otras exposiciones.

Del mismo modo, la mayoría de las especies tienden a estar asociadas diferencialmente a determinados microhábitats, probablemente a causa de la exploración diferencial de sus raíces, del grado de desarrollo de las mismas y/o de su necesidad particular de agua y nutrientes.

La singularidad y las características de la vegetación de estos afloramientos y la posibilidad de que en el futuro puedan ser sometidos a algún tipo de explotación minera reclaman una pronta consideración como área protegida dentro de una matriz agrícola profundamente modificada. Para lograr la conservación de estos hábitats únicos sería importante proteger una red de afloramientos que abarquen las variaciones geológicas, altitudinales y geográficas de estos sitios, generando programas de conservación que contemplen la factibilidad técnica, política y social de su implementación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVES, R. & J. KOLBEK. 1994. Plant-species endemism in savanna vegetation on Table Mountains (campo-rupestre) in Brazil. *Vegetatio* 113 (2): 125-139.
- BARTHLOTT, W. A., A. GREGER & A. POREMBSKI. 1993. Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: Diversity and ecological differentiation. *Biogeographica* 69: 106-124.
- BRAUN BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume Ediciones, Madrid.
- BURKE, A. 2002. Island-matrix relationships in Nama Karoo inselberg landscapes Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? *Pl. Ecol.* 160: 79-90.
- BURKE, A. 2003. Inselbergs in a changing world –global trends. *Diversity & Distributions* 9: 375-383.
- 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.
- CANTERO, J. J.; J. A. SFRAGULLA; C. NÚÑEZ; A. A. BONALUMI; J. MULKO; A. AMUCHÁSTEGUI; 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 (2): 11-45
- CANTERO, J.J., NÚÑEZ, C., MULKO, J., BRANDOLÍN, P., AMUCHASTEGUI, A., SFRAGULLA, J., BONALUMI, A., MARTINEZ, A., ZEBALLOS, S., CABIDO, M., BARBOZA, G., CHIARINI, F. & L. ARIZA ESPINAR. 2016. Vegetación y flora de afloramientos basálticos del centro de Argentina. *Arnaldoa* 23 (1): 185-218.
- CANTERO, J. J. 2018. *Folium, relatos botánicos*. 1: 24-35 En: www.botanicaargentina.com.ar/wp-content/uploads/2018/09/AR-Folium-Issu.pdf. Consultado: 31/01/2019.

CANTERO, J.J.; BARBOZA, G.; NÚÑEZ, C.; VOLKMANN, L.; CHIARINI, F.; BERNARDELLO, G; CABIDO, M.; ARIZA ESPINAR, L; MULKO, J; MORERO, R.; GIORGIS, M.; DEMAIO, NP.; AMUCHASTEGUI, A.; BRANDOLÍN, P.; DEANNA, R.; LEIVA GONZÁLEZ, S.; SFRAGULLA, J.; BONALUMI, A. & G. RE. 2016. Plantas rupícolas de Argentina central. *Fondo Editorial de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.*

CHIAPELLA, J. & P.H. DEMAIO. 2015. Plant endemism in the Sierras of Córdoba and San Luis (Argentina): understanding links between phylogeny and regional biogeographical patterns *PhytoKeys* 47: 59-96.

CLARKE, P.J. 2002. Habitat islands in fire-prone vegetation: do landscape features influence community composition? *J. Biogeog.* 29:1-8.

DEBROT, A. O. & J. A. FREITAS. 1993. A comparison of ungrazed and livestock-grazed rock vegetations in Curaçao. *Biotropica* 25: 270-280.

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M. & ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

DUFRÊNE, M. & P. LEGENDRE. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.

FULLS, E. R.; G. J. BREDENKAMP & N. VAN ROOYEN. 1993. Low thicket communities of rock outcrops in the northern Orange Free State. *South African J. Bot.* 59: 360-369.

GIORGIS, M. A., A. M. CINGOLANI, F. CHIARINI, J. CHIAPELLA, G. BARBOZA, L. ARIZA ESPINAR, R. MORERO, D. GURVICH, P. TECCO, R. SUBILS & M. CABIDO. 2011. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 36: 9-43.

GIULIETTI, A.M., R. M. HARLEY, L. P. DE QUEIROZ, M. G. L. WANDERLEY & C. VAN DEN BERG. 2005. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. *Cons. Biol.* 19: 632-639.

GORDILLO, C. E. & A. LENCINAS. 1967. Geología y petrología del extremo norte de la Sierra de Los Cóndores, Córdoba. *Bol. Acad. Nac. Ci.* 46(1): 73-108. Córdoba.

- GORDILLO, C. & A. LENCINAS. 1979. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. En Turner, J.C. (Ed.): Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Vol. I (2): 577-650, Córdoba.
- HILL, M. O. & H. G. GAUCH. 1980. Detrended Correspondence Analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- 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.
- JACOBI, C.M. & F.F. DO CARMO. 2008a. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. *Megadiversidade* 4: 25-33.
- JACOBI, C.M. & F.F. DO CARMO. 2008b. The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the Iron Quadrangle, a threatened Brazilian landscape. *Ambio* 37: 324-326.
- KAY, S. M. & V. A. RAMOS. 1996. El magmatismo cretácico de las Sierras de Córdoba y sus implicancias tectónicas. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 3: 453-646.
- KENT, M. & P. COKER. 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, Florida.
- LAGORIO, S. L. 1998. Geoquímica y petrogénesis de volcánitas cretácicas de la Sierra Chica de Córdoba (Argentina). 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 2: 314-320.
- LAGORIO, S. L. 2008. Early Cretaceous alkaline volcanism of the Sierra Chica de Córdoba (Argentina): Mineralogy, geochemistry and petrogenesis. *J. South American Earth Sci.* 26: 152-171.
- LAGORIO, S. L., VIZÁN, H. & S.E. GEUNA. 2014. El volcanismo alcalino cretácico. En: Martino, R. D. y Guerreschi, A. B. (eds.): *Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino. Geología y recursos naturales de la Provincia de Córdoba, I*: 473-512.
- LARSON, D.; U. MATTHES & P. E. KELLY. 2000. *Cliff ecology: pattern and process in cliff ecosystems*. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- LLAMBÍAS, E. & N. BROGIONI. 1981. Magmatismo Mesozoico y Cenozoico, pages 101-115. In: M. Yrigoyen. Editor. *Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis. Relatorio VIII Congreso Geológico Argentino*.

- MARTÍNEZ, A.; D. RIVAROLA; R. STRASSER; L. GIAMBIAGI; M. BELÉN ROQUET; M. LAURA TOBARES & M. MERLO. 2012. Petrografía y geoquímica preliminar de los basaltos cretácicos de la sierra de Las Quijadas y cerrillada de Las Cabras, provincia de San Luis, Argentina. *Ser. Correl. Geol.* 28 (1): 9-22.
- MCCUNE, B. & M. MEFFORD. 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.0.* MjM Software. Gleneden 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.
- 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.
- MILCHUNAS, D. G. & I. NOY-MEIR. 2002. Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. *Oikos* 99:113-130.
- 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.
- POREMBSKI, S., G. MARTINELLI, R. OHLEMULLER & W. BARTHLOTT. 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in Brazilian Atlantic forest. *Div. & Distrib.* 4: 107-119.
- POREMBSKI, S. & W. BARTHLOTT. 2000. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Pl. Ecol.* 151: 19-28.
- SMITH, J. M. B. & A. M. CLEEF. 1988. Composition and origins of the world's tropicalpine floras. *J. Biogeog.* 15:631-645.
- WATSON, P. & G. WARDELL-JOHNSON. 2004. Fire frequency and time-since-fire effects on the open-forest and woodland flora of Girraween National Park, southeast Queensland, Australia. *Austral Ecology* 29 (2):225-236.
- WORLDCLIM – Global Climate Data. 2015. En: <http://www.worldclim.org/tiles.php>. Consultado: 11-10-16.

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. 1999 a. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 60: 1-323.

ZULOAGA, F. O. & O. MORRONE 1999 b. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. II. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 74: 1-1269.

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.

ANEXO

Tabla 1: Catálogo de las especies de plantas vasculares de los afloramientos de basálticos de las Sierras de los Cóndores (Córdoba, Argentina) ordenadas alfabéticamente según sus correspondientes familias. Abreviaturas como en el texto.

ESPECIE	ACRÓNIMO	FAMILIA	ESTATUS	FORMA DE VIDA	TIPO DE OCUPACIÓN	GRUPO COROLÓGICO
<i>Justicia squarrosa</i> Griseb.	JUSQ	Acanthaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Stenandrium diphyllum</i> Nees	STDI	Acanthaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. var. <i>diffusa</i>	IRDI	Amaranthaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	AB
<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L. f.) Mart.	PFGN	Amaranthaceae	Nativa	HPS	Comófito	CH
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst. var. <i>fasciculatus</i>	SCFA	Anacardiaceae	Nativa	A	Comófito	AB
<i>Anemia tomentosa</i> (Savigny) Sw. var. <i>tomentosa</i>	ANTO	Anemiaceae	Nativa	HE	Casmo-Comófito	MB
<i>Achyrocline rupestris</i> Cabrera	ACRU	Asteraceae	Endémica N	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	ACSA	Asteraceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Baccharis cordobensis</i> Heering	BACO	Asteraceae	Endémica R	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Baccharis flabellata</i> Hook. & Arn.	BAFL	Asteraceae	Nativa	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Conyza bonariensis</i> L. Cronquist var. <i>bonariensis</i> (Cabrera) Cabrera	COBO	Asteraceae	Nativa	HPS	Comófito	AB
<i>Acanthostyles buniifolius</i> (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob.	ACBU	Asteraceae	Nativa	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Austroeuatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	AUIN	Asteraceae	Nativa	AR	Comófito	CH
<i>Flourensia campestris</i> Griseb.	FLCA	Asteraceae	Endémica R	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	GAAM	Asteraceae	Nativa	HPS	Comófito	CH
<i>Hysterionica jasionoides</i> Willd.	HIJA	Asteraceae	Nativa	HPS	Comófito	CH
<i>Jungia polita</i> Griseb.	JUPO	Asteraceae	Nativa	AR	Comófito	MB
<i>Microlabium candidum</i> (Griseb.) H. Rob.	MICA	Asteraceae	Endémica R	HPS	Casmo-Comófito	CH

<i>Ophryosporus axilliflorus</i> (Griseb.) Hieron.	OPAX	Asteraceae	Nativa	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Proustia cuneifolia</i> D. Don var. <i>cuneifolia</i>	PRCU	Asteraceae	Nativa	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Stevia satureiifolia</i> (Lam.) Sch. Bip. ex Klotzsch var. <i>satureiifolia</i>	STSA	Asteraceae	Nativa	HPS	Comófito	AB
<i>Trixis divaricata</i> (Kunth) Spreng. <i>divaricata</i>	TRDI	Asteraceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Vernonanthura nudiflora</i> (Less.) H. Rob. <i>nudiflora</i>	VENU	Asteraceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	AB
<i>Wedelia buphtalmiflora</i> Lorentz	WEBU	Asteraceae	Endémica N	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Amphilophium carolinae</i> (Lindl.) L. G. Lohmann	AMCA	Bignoniaceae	Nativa	E	Comófito	MB
<i>Mostacillastrum stenophyllum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) O.E. Schulz	MOST	Brassicaceae	Endémica N	HPC	Casmo-Comófito	AB
<i>Deuterocohnia longipetala</i> (Baker) Mez	DELO	Bromeliaceae	Nativa	BrR	Casmo-Comófito	CH
<i>Dyckia floribunda</i> Griseb. var. <i>floribunda</i>	DYFL	Bromeliaceae	Endémica N	BrR	Casmo-Comófito	AB
<i>Tillandsia argentina</i> C.H. Wright	TIAR	Bromeliaceae	Nativa	EP	Litófito	CH
<i>Tillandsia capillaris</i> Ruiz & Pav.	TICA	Bromeliaceae	Nativa	EP	Litófito	CH
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	TIRE	Bromeliaceae	Nativa	EP	Litófito	CH
<i>Harrisia pomanensis</i> (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Britton & Rose	HAPO	Cactaceae	Nativa	CC	Comófito	CH
<i>Opuntia salmiana</i> Parm.	OPSA	Cactaceae	Nativa	CO	Casmo-Comófito	CH
<i>Opuntia sulphurea</i> Gillies ex Salm-Dyck hildmannii (Fric) Backeb.	OPSU	Cactaceae	Nativa	CO	Casmo-Comófito	CH
<i>Trichocereus candicans</i> (Gillies ex Salm-Dyck) Britton & Rose	TRCA	Cactaceae	Endémica N	CC	Casmo-Comófito	CH
<i>Calceolaria parviflora</i> Benth.	CAPR	Calceolariaceae	Nativa	HPC	Casmo-Comófito	A
<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.	WALI	Campanulaceae	Nativa	HA	Comófito	AB
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.)	CARA	Caryophyllaceae	Nativa	HPS	Comófito	AB

A. Nelson & J.F. Macbr.						
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm. var. <i>ehrenbergiana</i>	CEEH	Celtidaceae	Nativa	A	Casmo-Comófito	AB
<i>Commelina erecta</i> L. var. <i>erecta</i>	COER	Commelinaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	AB
<i>Dichondra sericea</i> Sw. var. <i>sericea</i>	DISE	Convolvulaceae	Nativa	HPS	Comófito	AB
<i>Cucurbitella asperata</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Walp.	CUAS	Cucurbitaceae	Nativa	E	Comófito	AB
<i>Acalypha communis</i> Müll. Arg.	ACCO	Euphorbiaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Croton lachnostachyus</i> Baill.	CRLA	Euphorbiaceae	Nativa	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	EUHY	Euphorbiaceae	Nativa	HA	Comófito	HA
<i>Tragia geraniifolia</i> Klotzsch ex Baill.	TRGE	Euphorbiaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger	VACA	Fabaceae	Nativa	A	Comófito	CH
<i>Galactia glaucophylla</i> Harms	GAGL	Fabaceae	Endémica R	E	Comófito	CH
<i>Rhynchosia senna</i> Gillies ex Hook. var. <i>senna</i>	RHSE	Fabaceae	Nativa	E	Casmo-Comófito	AB
<i>Minthostachys verticillata</i> (Griseb.) Epling	MIVE	Lamiaceae	Endémica N	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Salvia cuspidata</i> Ruiz & Pav. (Benth.) J.R.I. Wood	SACU	Lamiaceae	Nativa	AR	Casmo-Comófito	CH
<i>Mentzelia albescens</i> (Gillies ex Arn.) Griseb.	MEAL	Loasaceae	Nativa	HPC	Casmo-Comófito	CH
<i>Mionandra camarioides</i> Griseb.	MICM	Malpighiaceae	Nativa	HPS	Comófito	CH
<i>Callianthe pauciflora</i> (A. St.-Hil.) Dorr	CAPA	Malvaceae	Nativa	AR	Comófito	CH
<i>Pseudabutilon virgatum</i> (Cav.) Fryxell	PSVI	Malvaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Sida dictyocarpa</i> Griseb. ex K. Schum.	SIDI	Malvaceae	Nativa	HPS	Comófito	CH
<i>Sphaeralcea cordobensis</i> Krapov.	SPCO	Malvaceae	Endémica R	HPC	Casmo-Comófito	CH
<i>Boerhavia diffusa</i> L. var. <i>diffusa</i>	BODI	Nyctaginaceae	Adventicia	HPS	Casmo-Comófito	CH
<i>Cyclopogon elatus</i> (Sw.) Schltr.	CYEL	Orchidaceae	Nativa	HPS	Comófito	MB
<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	OXCO	Oxalidaceae	Nativa	HPS	Casmo-Comófito	AB
<i>Passiflora foetida</i> L. var. <i>foetida</i>	PAFO	Passifloraceae	Nativa	E	Casmo-Comófito	MB

<i>Plumbago caerulea</i> Kunth	PLCA	Plumbaginacea e	Nativa	HPS	Comófito	CH
<i>Bothriochloa</i> <i>barbinodis</i> (Lag.) Herter	BOBA	Poaceae	Nativa	GM	Casmo- Comófito	AB
<i>Bouteloua</i> <i>megapotamica</i> (Spreng.) Kuntze	BOME	Poaceae	Nativa	G	Casmo- Comófito	MB
<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard var. <i>californica</i>	DICA	Poaceae	Nativa	G	Casmo- Comófito	AB
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	DISA	Poaceae	Adventicia	G	Casmo- Comófito	AB
<i>Gouinia latifolia</i> (Griseb.) Vasey	GOLA	Poaceae	Nativa	G	Casmo- Comófito	CH
<i>Gouinia paraguayensis</i> (Kuntze) Parodi var. <i>paraguayensis</i>	GOPA	Poaceae	Nativa	G	Comófito	MB
<i>Hemarthria altissima</i> (Poir.) Stapf & C.E. Hubb.	HEAL	Poaceae	Introducida	G	Comófito	AB
<i>Melica eremophila</i> Torres	MEER	Poaceae	Nativa	G	Comófito	AB
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	MERE	Poaceae	Introducida	G	Casmo- Comófito	AB
<i>Nassella cordobensis</i> (Speg.) Barkworth	NACO	Poaceae	Endémica N	G	Casmo- Comófito	MB
<i>Nassella sanluisensis</i> (Speg.) Barkworth	NASA	Poaceae	Endémica N	GM	Casmo- Comófito	MB
<i>Schizachyrium</i> <i>salzmannii</i> (Trin. ex Steud.) Nash var. <i>aristatum</i> (Hack.) Peichoto	SCSA	Poaceae	Nativa	G	Casmo- Comófito	CH
<i>Schizachyrium</i> <i>spicatum</i> (Spreng.) Herter	SCSP	Poaceae	Nativa	G	Casmo- Comófito	MB
<i>Setaria cordobensis</i> R.A.W. Herrm.	SECO	Poaceae	Endémica N	G	Comófito	CH
<i>Serpocaulon gilliesii</i> (C. Chr.) A.R. Sm.	SEGI	Polypodiaceae	Nativa	HE	Comófito	CH
<i>Portulaca confertifolia</i> Hauman var. <i>confertifolia</i>	POCO	Portulacaceae	Endémica R	HPC	Casmo- Comófito	CH
<i>Argyrosma nivea</i> (Poir.) Windham var. <i>flava</i> (Hook.) Ponce	ARNI	Pteridaceae	Nativa	A	Casmo- Comófito	A
<i>Argyrosma nivea</i> (Poir.) Windham var. <i>tenera</i> (Gillies ex Hook.) Ponce	ARNV	Pteridaceae	Nativa	A	Casmo- Comófito	A
<i>Cheilanthes buchtienii</i> (Rosenst.) R.M. Tryon	CHBU	Pteridaceae	Nativa	HE	Casmo- Comófito	AB
<i>Cheilanthes</i> <i>micropteris</i> Sw.	CHMI	Pteridaceae	Nativa	HE	Casmo- Comófito	AB
<i>Cheilanthes pruinata</i> Kaulf.	CHPR	Pteridaceae	Nativa	HE	Comófito	AB

<i>Colletia spinosissima</i> J.F. Gmel.	COSP	Rhamnaceae	Nativa	AR	Casmo- Comófito	MB
<i>Condalia microphylla</i> Cav.	COMI	Rhamnaceae	Endémica N	AR	Casmo- Comófito	CH
<i>Kageneckia lanceolata</i> Ruiz & Pav.	KALA	Rosaceae	Nativa	A	Casmo- Comófito	MB
<i>Spermacoce ostenii</i> (Standl.) E.L. Cabral & J. Florentin	SPOS	Rubiaceae	Endémica L	HPS	Comófito	CH
<i>Galium richardianum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp.	GARI	Rubiaceae	Nativa	E	Casmo- Comófito	CH
<i>Cardiospermum</i> <i>halicacabum</i> L. ssp. <i>halicacabum</i>	CAHA	Sapindaceae	Nativa	E	Casmo- Comófito	CH
<i>Buddleja cordobensis</i> Griseb.	BUCO	Scrophulariaceae	Endémica R	AR	Casmo- Comófito	CH
<i>Buddleja mendozensis</i> Benth.	BUME	Scrophulariaceae	Endémica N	AR	Comófito	CH
<i>Selaginella peruviana</i> (Milde) Hieron.	SEPE	Selaginellaceae	Nativa	HE	Comófito	A
<i>Capsicum chacoense</i> Hunz.	CACH	Solanaceae	Nativa	AR	Comófito	CH
<i>Salpichroa origanifolia</i> (Lam.) Baill.	SAOR	Solanaceae	Nativa	HPS	Comófito	AB
<i>Solanum salicifolium</i> Phil.	SOSA	Solanaceae	Nativa	AR	Comófito	CH
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	TAPA	Talinaceae	Nativa	HPS	Casmo- Comófito	AB
<i>Talinum polygaloides</i> Gillies ex Arn.	TAPO	Talinaceae	Nativa	HPS	Casmo- Comófito	CH
<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	PADE	Urticaceae	Cosmopolit a	HA	Comófito	CH
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc.	ALGR	Verbenaceae	Nativa	AR	Casmo- Comófito	CH
<i>Glandularia tenera</i> (Spreng.) Cabrera	GLTE	Verbenaceae	Nativa	HPS	Comófito	AB
<i>Lippia integrifolia</i> (Griseb.) Hieron.	LIIN	Verbenaceae	Nativa	AR	Casmo- Comófito	CH
<i>Pombalia serrata</i> (Phil.) Paula-Souza	POSE	Violaceae	Endémica R	HPS	Comófito	MB

Tabla 2: Análisis de Especies Indicadoras (McCune & Mefford, 1999) de los afloramientos basálticos de la Sierra de los Córdobes (Córdoba, Argentina). 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. Abreviaturas como en Tabla 1 y texto. *valores significativos (0.00020 = p)

	Especies	MH	Valor Indicador observado (IV)	IV de grupos aleatorizados		p *
				Media	Desv. Est.	
1	BUCO	Grietas	51,5	15,6	2,79	0,0002*
2	NASA	Repisas	36,7	13,1	2,62	0,0002*
3	OPSU	Repisas	28,6	8,9	2,37	0,0002*
4	TIAR	Fisuras	74,1	13,4	2,69	0,0002*
5	TRCA	Repisas	41,8	16,5	2,72	0,0002*
6	FLCA	Grietas	29,8	14,5	2,77	0,0006*
7	SECO	Repisas	15,2	4,3	1,82	0,0006*
8	CRLA	Repisas	21,6	7,5	2,32	0,0008*
9	TRDI	Repisas	18,1	5,9	2,2	0,002*
10	SACU	Repisas	20,3	8,8	2,46	0,0022*
11	TAPO	Grietas	23,5	11,3	2,64	0,0028*
12	TAPA	Repisas	13,9	5,3	2,06	0,008*
13	DYFL	Repisas	19,9	10,7	2,57	0,009*
14	SEGI	Repisas	10,9	3,6	1,83	0,0114*
15	COER	Repisas	20,3	11,6	2,59	0,0122*
16	SEPE	Repisas	10,9	3,6	1,82	0,0122*
17	CHBU	Repisas	14,7	6	2,19	0,014*
18	IRDI	Repisas	11,2	4,3	1,82	0,015*
19	ALGR	Grietas	15,5	7,5	2,37	0,016*
20	JUSQ	Repisas	13,5	6,3	2,15	0,0186*
21	GOLA	Repisas	11,8	5	1,98	0,019*
22	ARNI	Repisas	18	11,6	2,62	0,033*
23	BOME	Repisas	17,4	11,8	2,65	0,0408*
24	NACO	Repisas	11,6	5,9	2,13	0,0438*

25	CEEH	Grietas	9,8	4,6	1,97	0,0514
26	OPAX	Grietas	11,7	6,9	2,27	0,0632
27	BODI	Grietas	11,7	6,9	2,29	0,0764
28	PRCU	Grietas	10,7	6,3	2,16	0,0838
29	LIIN	Repisas	14,7	9,9	2,55	0,0894
30	POSE	Repisas	6,5	2,8	1,58	0,1112
31	WALI	Repisas	6,5	2,8	1,59	0,1118
32	ARNV	Repisas	7	3,5	1,76	0,1202
33	MIVE	Repisas	7	3,5	1,82	0,125
34	GARI	Repisas	7,8	4,3	1,88	0,1286
35	CHMI	Repisas	7	3,5	1,82	0,1342
36	HEAL	Repisas	6,5	2,8	1,56	0,152
37	DELO	Repisas	8,9	5,9	2,09	0,1636
38	BAFL	Repisas	6,8	4,6	1,93	0,1848
39	OPSA	Repisas	7,8	5,3	1,96	0,1998
40	WEBU	Repisas	8,2	6,2	2,07	0,2709
41	MICA	Repisas	5,8	3,9	1,81	0,2923
42	GOPA	Repisas	4,3	2,1	1,53	0,3249
43	HAPO	Repisas	4,3	2,1	1,53	0,3263
44	CUAS	Grietas	4,3	2,2	1,53	0,3267
45	SCFA	Grietas	4,3	2,2	1,53	0,3295
46	CYEL	Repisas	4,3	2,2	1,53	0,3297
47	CAPA	Grietas	4,3	2,2	1,53	0,3305
48	TRGE	Repisas	4,9	3,2	1,63	0,3351
49	PLCA	Repisas	4,3	2,2	1,54	0,3359
50	GLTE	Repisas	4,3	2,2	1,54	0,3369
51	CAHA	Repisas	3,9	3,6	1,81	0,6269
52	ACBU	Grietas	6	6,3	2,14	0,6805
53	ANTO	Repisas	2,9	2,8	1,58	0,7616
54	MOST	Repisas	2,9	2,8	1,58	0,7734
55	CAPR	Repisas	2,9	2,8	1,55	0,7748
56	SPCO	Repisas	2,9	2,8	1,57	0,7788
57	OXCO	Repisas	2,8	4,2	1,81	0,7904
58	PSVI	Grietas	3,3	3,9	1,78	0,8714
59	ACCO	Repisas	3,3	3,9	1,84	0,8716

60	BOBA	Grietas	3,3	4	1,87	0,8722
61	COSP	Grietas	4,5	6	2,1	0,9286
62	VACA	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
63	ACRU	Fisuras	1,1	2,1	1,52	1
64	ACSA	Fisuras	0,7	2,8	1,57	1
65	AMCA	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
66	BACO	Grietas	1,1	2,1	1,52	1
67	SPOS	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
68	BUME	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
69	CACH	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
70	CARA	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
71	CHPR	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
72	COMI	Grietas	1,1	2,1	1,51	1
73	COBO	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
74	DISE	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
75	DICA	Grietas	2,2	3,2	1,6	1
76	DISA	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
77	AUIN	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
78	EUHY	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
79	GAGL	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
80	GAAM	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
81	HIJA	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
82	JUPO	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
83	KALA	Grietas	2,2	3,2	1,59	1
84	MEER	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
85	MERE	Fisuras	2,9	6	2,12	1
86	MEAL	Grietas	2,2	3,2	1,62	1
87	MICM	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
88	PADE	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
89	PAFO	Fisuras	1,1	2,1	1,52	1
90	PFGN	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
91	POCO	Fisuras	1,1	2,1	1,52	1
92	RHSE	Repisas	2,2	3,2	1,59	1
93	SAOR	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
94	SCSA	Grietas	2,2	3,2	1,59	1

95	SCSP	Fisuras	1,4	3,9	1,78	1
96	SIDI	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
97	SOSA	Grietas	2,2	2,2	0,03	1
98	STDI	Fisuras	0,7	2,8	1,59	1
99	STSA	Repisas	2,2	2,2	0,03	1
100	TICA	Fisuras	1,1	2,1	1,53	1
101	TIRE	Fisuras	2,2	2,2	0,03	1
102	VENU	Grietas	2,2	3,2	1,59	1