

BRIÓFITAS DEL ÁREA URBANA DE SANTIAGO DE CHILE ESPECIES, HÁBITATS Y CONSIDERACIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Víctor Ardiles H.¹ y Andrés Peñaloza²

¹Área Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787 Santiago, Chile
vardiles@mnhn.cl

² Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. Av. Santa Rosa #11315. La Pintana, Santiago Chile; apenaloza1986@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo muestra los resultados de un estudio botánico acerca de los musgos, hepáticas y antocerotas (briófitas), que habitan el área urbana de la ciudad de Santiago, en la Región Metropolitana de Chile (33° 27S – 70° 38W). Para ello consultamos la literatura, bases de datos de colecciones biológicas y se realizaron muestreos florísticos sistemáticos en diferentes áreas verdes y cerros que forman parte del área urbana de Santiago. Los relevos florísticos se apoyaron en transectos lineales y en parcelas de muestreo para estimar la riqueza, caracterizar microhábitat, hábitos de crecimiento (musgos) y morfologías predominantes (hepáticas). Los resultados de la consulta de información revelan la ocurrencia de 117 especies en el área metropolitana de Santiago, mientras que a partir de las recolectas florísticas solo se recolectaron 55 especies. La riqueza promedio de especies es mayor en los cerros urbanos ($\bar{X}=13,8$) que en los parques urbanos ($\bar{X}=4,42$). Los hábitats más frecuentes son el suelo y rocas. El hábito de crecimiento predominante para los musgos es la acrocarpa (83%) y para las hepáticas la morfología predominante es la talosa compleja (48%). Desde el punto de vista de su distribución global hay especies cosmopolitas, endémicas de Sudamérica e inclusive endémicas de la zona central del país. En este sentido *Costesia macrocarpa*, *Frullania quillotensis*, *Syntrichia cf. muricata*, *Paraphymatoceros* aff. *diadematus*, son registradas por primera vez para esta región del país. Los resultados obtenidos realzan la importancia de considerar los cerros urbanos como refugios para las briófitas, otorgando valor y enriqueciendo además con nuevos ejemplares las colecciones del Herbario de criptógamas del Museo Nacional de Historia Natural (SGO)

Palabras clave: Briófitas, Región Metropolitana, área urbana, conservación, Herbario SGO.

ABSTRACT

This paper presents the results of a botanical survey about the mosses, liverworts and hornworts (bryophytes), that inhabit the urban area of the city of Santiago in the Metropolitan Region of Chile (33° 27S – 70° 38W). The methodology included literature revision, consultation of databases and biological sampling in different green areas that form part of Santiago city. The floristic study was based on transects and sample plots to estimate and characterize the species richness for each microhabitat. The results from the sources of information reveal the occurrence of 117 species in the metropolitan area of Santiago, while only 55 species were found in the floristic study. The mean species richness is higher in urban hills ($\bar{X}=13.8$) than in city parks ($\bar{X}=4.42$). The most common habitats are soil and rocks. The predominant growth habit of mosses is acrocarpous (83%) and complex thallose morphology for liverworts (48%). Regarding the distribution patterns, the species are cosmopolitan, endemic to South America and even endemic to the central regions of Chile. *Costesia macrocarpa*, *Frullania quillotensis*, *Syntrichia cf. muricata*, *Paraphymatoceros* aff. *diadematus*, are recorded for the first time for the Metropolitan Region. The results highlight the importance of considering the urban hills as refuges for bryophytes and give value and enriched the collections of the Cryptogamic Herbarium (SGO) of the National Museum of Natural History (MNHN).

Keywords: Bryophytes, Urban Area, Metropolitan Region, conservation, herbarium SGO.

INTRODUCCIÓN

La vegetación urbana de la ciudad de Santiago de Chile ha sido estudiada por diferentes autores, conociéndose con bastante certeza sus especies, distribución y cobertura (Escobedo *et al.* 2006; Hernández 2007; Luz de la Maza *et al.* 2002; Reyes y Aldunce 2010). Sin embargo dichos estudios no incluyen las plantas briófitas (Musgos, hepáticas y antocerotas), lo cual puede deberse al pequeño tamaño que las caracteriza y por sobre todo al desconocimiento general de la taxonomía y sistemática del grupo (Barrera y Osorio 2008; Goffinett 2009; Kürschner 2003). Ante este desconocimiento generalizado acerca de las briófitas que habitan el área urbana de Santiago el presente artículo entrega información referente a las especies (Riqueza), los hábitat, los hábitos de crecimiento de musgos y las morfologías predominantes de las hepáticas, como también los patrones de distribución global de las diferentes especies que habitan la ciudad Santiago (Gradstein *et al.* 2001; Hässel de Menéndez y Rubies 2009; Müller 2009; OTAS 2005; Villagrán y Barrera 2002), ya que la expansión urbana podría eventualmente favorecer la declinación de la calidad del hábitat para algunas especies nativas o endémicas, las cuales en su mayor parte no se les conoce su estado de conservación, debiendo consecuentemente ser incluidas al corto plazo en planes regionales de monitoreo y si fuese necesario de protección (Cuvertino *et al.* 2012; Hallingbäck *et al.* 1998; Larraín 2011; Rozzi *et al.* 2008). Para cumplir con este objetivo se realizó una exhaustiva revisión de la literatura, se consultaron bases de datos de colecciones biológicas y se realizaron muestreos florísticos sistemáticos en diferentes áreas verdes y cerros que forman parte del área urbana de Santiago. A partir de estos resultados se discuten algunas consideraciones de importancia para la conservación de estos grupos de plantas en el área urbana de Santiago. Finalmente, se hace referencia a la contribución que genera el presente estudio a la valoración de las colecciones de historia natural, y en especial del Herbario de criptógamas del Museo Nacional de Historia Natural de Chile (SGO), como fuente de información básica para conocer la diversidad, la distribución y el estado de conservación de las especies (Barrera y Ardiles 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- Revisión de Literatura: Registros de especies

Preliminarmente y con el objetivo de obtener una lista de especies potenciales de recolectar durante el trabajo de terreno, se revisaron exhaustivamente los catálogos de musgos, hepáticas y antocerotas chilenas (Hässel de Menéndez y Rubies 2009; Müller 2009), la base de datos del Herbario de Briófitas Chilenas del Museo Nacional de Historia Natural (SGO-MNHN), y la base de datos en línea del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org), en búsqueda de antecedentes históricos y recientes que señalarán registros para la Región Metropolitana de Santiago para alguna de sus seis provincias administrativas (Chacabuco, Cordillera, Maipo, Melipilla Santiago y Talagante) (Subdirección de Desarrollo Regional 2010).

2.- Área de Estudio: Área Urbana de la Región Metropolitana de Santiago

A partir de los registros de especies obtenidos de la literatura y las áreas que intuitivamente podrían albergar mayor riqueza de especies, acordamos que el área urbana de estudio es la Metropolitana de Santiago y su Área de Influencia Directa, propuesta por el informe de Orientación Territorial Ambientalmente Sustentable (Gobierno Regional Metropolitado de Santiago -GORE-RM- 2005), propuesta que se ajusta en gran parte su área de extensión a los límites administrativos de la Provincia de Santiago. En este sentido es importante señalar que la Región Metropolitana de Santiago es una de las más pequeñas y la más densamente poblada de Chile (Arroyo *et al.* 2003; 2006; Larraín *et al.* 2009; Teillier 2003). A nivel de paisaje se ubica en la depresión intermedia de la zona central del país (33° 27S – 70° 38W), con un promedio de 567 metros de elevación y una superficie de estimada de 15.403,2 km² (2% del país) y 6.061.185 habitantes (40% del total nacional, INE 2003). El clima de la región se define como templado cálido con lluvias invernales (300 mm al año), y estación seca prolongada, correspondiendo a la ecoregión mediterránea (Dirección Meteorológica de Chile 2008; Arroyo *et al.* 1995, 2003, 2006; Teillier 2003). Sin embargo, la urbanización del área modifica el clima, creando condiciones ambientales particulares dentro de la ciudad (Chicas 2012).

3.- Selección Sitios de Estudio

En este contexto territorial (Provincia de Santiago, Metrópoli y Área Influencia Directa), seleccionamos 14 áreas urbanas en base a su accesibilidad, seguridad y superficie (mayor a 20 hectáreas), las que pertenecen casi en su totalidad al Parque Metropolitano de Santiago (Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU), y al Catastro de Áreas Verdes Ejecutadas y por Ejecutar en Áreas Urbanas y Áreas Rurales protegidas (GORE- RM 2008). De ellos, siete corresponden a parques urbanos y siete a cerros urbanos. Cada sitio también se clasificó según las categorías propuestas por el mismo Parque Metropolitano de Santiago (PMS – MINVU 2012) en: Históricas (H: Datan de mediados del siglo XIX), Forestal (F: Exclusivos de los cerros urbanos), Tradicionales (T: Datan de mediados del siglo XX), Nuevos (N: de reciente creación, específicamente a principios del siglo XXI), véase Cuadro 1. Por último se elaboró un mapa de distribución de ellos a través de la utilización de sistemas de posicionamiento global (GPS), el programa MapSource 6.13.7 (Garmin) y Google Earth 7.0.2.

CUADRO 1. Sitios de estudio seleccionados Categoría: Históricas (H); Forestal (F); Tradicionales (T); Nuevos (N) (*Sensu* MINVU)

| Sitios de Estudio | | Comuna | Categoría | Superficie (ha) | Altitud (msnm) | |
|-------------------|----|--------------------------|-----------------------|-----------------|----------------|------|
| Parques urbanos | 1 | Parque Araucano | Las Condes | T | 30 | 693 |
| | 2 | Parque de las Esculturas | Providencia | T | 14,4 | 596 |
| | 3 | Parque Brasil | La Granja, La Florida | N | 51 | 585 |
| | 4 | Parque Peñalolén | Peñalolén | N | 20 | 642 |
| | 5 | Quinta Normal | Quinta Normal | H | 36 | 532 |
| | 6 | Parque Bicentenario | Vitacura | N | 31,4 | 617 |
| | 7 | Parque O'Higgins | Santiago | H | 76,7 | 538 |
| Cerros Urbanos | 8 | Santa Lucía | Santiago | H-F | 42 | 607 |
| | 9 | Chena | San Bernardo | F | 38 | 154 |
| | 10 | Parque Mahuida | La Reina | F | 160 | 1203 |
| | 11 | Manquehue | La Dehesa | F | 100 | 1588 |
| | 12 | Blanco | Recoleta | F | 17,3 | 620 |
| | 13 | Quebrada de Macul | La Florida | F | 100 | 1100 |
| | 14 | San Cristóbal | Santiago-Providencia | F | 722 | 799 |

2. Recolectas botánicas sistemáticas:

Especies (Riqueza), Hábitats, Hábitos de crecimiento (musgos), Morfología (hepáticas) y Patrones de distribución Global (PDG).

A partir de la definición del área urbana de estudio y con el objetivo de recolectar la mayor cantidad de ejemplares (Riqueza de especies) y de caracterizar sus hábitats y hábitos de crecimiento, se programaron trabajos de terreno durante la temporada de lluvias (abril-septiembre 2012), debido a que la humedad ambiental afecta directamente el desarrollo de sus gametofitos, que son en definitiva, los ejemplares a recolectar (Romero *et al.* 2012; Hassel de Menéndez y Villagrán 2007; Kürschner 2003; Frahm 2010; Oliver *et al.* 2005; Proctor y Tuba 2003).

Una vez en terreno se realizó un recorrido libre en el área con el objetivo de observar puntos con presencia de briófitas, ya que en general estas comunidades de plantas tienen una distribución espacial discontinua o en parches, lo que responde a su preferencia por microhábitat escasos e irregularmente distribuidos (Hällinback *et al.* 1996). En los puntos de interés se elaboraron tres transectos lineales de 30 x 1 m, orientados al azar o según las contingencias de cada sitio (inclinación, vegetación, etcétera). En ellos se confeccionaron tres parcelas de muestreo de 1 m² distanciadas cada 10 m desde el inicio del transecto, cuyo tamaño fue consensuado según el rango de área mínima propuesta por Steubing *et al.* (2002), la experiencia de campo y el tiempo disponible para el trabajo de recolección.

En cada parcela se buscó exhaustivamente ejemplares tanto macroscópicamente como microscópicamente con lupa de mano (20-40 x) sobre y entre el sustrato, recolectando los ejemplares con ayuda de un cuchillo o pinza de punta gruesa o fina (dependiendo el tamaño y ubicación del ejemplar), removiendo el sustrato o incluyendo parte de él (roca, suelo, tronco, entre otros). Se complementó además con ejemplares hallados en los alrededores de las parcelas o a lo largo del transecto que no se encontraban incluidas. Por último se realizaron parcelas dirigidas (PD) complementarias fuera de los transectos cuando se observó presencia de comunidades particulares en lugares de difícil acceso como laderas de cerros con fuerte pendiente, fisuras de roca, cursos de agua naturales o artificiales, troncos, etcétera. La riqueza de especies se consideró como el número total de especies para cada sitio de estudio (N=14). Los microhábitat se caracterizaron para cada grupo de parcelas y los hábitos de crecimiento (Gradstein *et al.* 2001), para la totalidad de las especies según y para todas las áreas de estudio (N=14), de la misma manera que para las morfologías predominantes de las hepáticas. Para ordenar los metadatos se utilizó la plantilla de registro de ocurrencia del Darwin Core Archive (GBIF 2011).

Por último, y por la emergente necesidad de conservar muestras frescas desde el terreno, se creó el Laboratorio de Preservación de Plantas Criptógamas (LPPC-MNHN), donde actualmente se mantienen muestras bajo refrigeración (Fotoperiodo de 12 - 8 hrs; T° 7°C +/-1 y 35% HR), y a temperatura ambiente (13°C +/-1 y 37% HR) con luz natural.

3.- Determinación de Ejemplares

Para la determinación del material se realizaron exámenes macro y microscópicos utilizando microscopio óptico y lupa estereoscópica. Los análisis microscópicos se efectuaron realizando cortes en distintas zonas del gametofito y/o esporofito (de estar este presente), bajo lupa estereoscópica y a mano alzada, con bisturí, junto con la consulta de literatura especializada (Buck 2002; Cano y Gallego 2008; Dusén 1906; Frahm 2010; Gallego y Cano 2007; Hässel de Menéndez 1963; Hässel de Menéndez y Villagrán 2007; Hedenäs 2003; Jiménez y Cano 2006; Matteri, 1985; Müller y Pursell 2003; Muñoz 1999; Muñoz y Pando 2000; Ochi 1970, 1982; Robinson 1975, entre otras monografías y descripciones disponibles), y se examinó material del herbario (SGO) cuando estaba disponible para corroborar o aclarar la diagnosis taxonómica. Igualmente y con el fin de obtener detalles estructurales y confirmar y/o complementar la información taxonómica, se realizó microscopía electrónica de barrido (Instituto de Ciencias Biomédicas-ICBM, Universidad de Chile), para observar ornamentación de las esporas y partes específicas de los gametofitos y esporofitos. La nomenclatura de las especies sigue la propuesta por Müller (2009) y para las hepáticas y antocerotas a Hässel de Menéndez y Rubies (2009). El material estudiado más representativo y mejor herborizado se depositó en el Herbario de briófitas chilenas del Museo Nacional de Historia Natural (SGO).

RESULTADOS

1. Riqueza de especies

A partir de la literatura consultada, la base de datos del Herbario de briófitas chilenas del MNHN (SGO) y la base de datos del Missouri Botanical Garden (MO), hay registradas 147 especies de briófitas para la Región Metropolitana de Santiago. De este total 136 corresponden a musgos, 11 a hepáticas y no hay antecedentes para las antocerotas. Por otra parte, 117 de las 147 especies están mencionadas para la provincia de Santiago, es decir, eran potenciales de encontrar en los sitios de estudio.

CUADRO 2. Lista de briófitas registradas para la Provincia de Santiago en la Región Metropolitana a partir de la revisión de literatura, Herbario (SGO) y base de datos TROPICOS del Missouri Botanical Garden. Se incluyen subespecies, variedades y formas. M, musgo, H, hepáticas.

| Nº | Grupo | Especies |
|----|-------|--|
| 1 | M | <i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp. |
| 2 | M | <i>Anisothecium vaginatum</i> (Hook.) Mitt. |
| 3 | M | <i>Aongstroemia gayana</i> (Mont.) Müll. Hal. |
| 4 | M | <i>Barbula pilifera</i> fo. <i>elata</i> Thér. |
| 5 | M | <i>Barbula santiagensis</i> Broth. |
| 6 | M | <i>Barbula santiagensis</i> var. <i>piligera</i> Broth. |
| 7 | M | <i>Barbula unguiculata</i> Hedw. |
| 8 | M | <i>Bartramia ithyphylla</i> subsp. <i>patens</i> (Brid.) Fransén |
| 9 | M | <i>Bartramia stricta</i> Brid. |
| 10 | M | <i>Brachymenium acuminatum</i> Harv. |
| 11 | M | <i>Brachymenium indicum</i> (Dozy & Molke.) Bosch & Sande Lac. |
| 12 | M | <i>Brachymenium robertii</i> Broth. |
| 13 | M | <i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp. |
| 14 | M | <i>Bryum archangelicum</i> Bruch & Schimp. |
| 15 | M | <i>Bryum billardieri</i> Schwägr. |
| 16 | M | <i>Bryum dichotomum</i> Hedw. |
| 17 | M | <i>Bryum muehlenbeckii</i> Bruch & Schimp. |
| 18 | M | <i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) Schwägr. |
| 19 | M | <i>Bryum rubens</i> Mitt. |
| 20 | M | <i>Bryum rubromarginatum</i> Ochi |
| 21 | M | <i>Bryum turbinatum</i> (Hedw.) Turner |
| 22 | M | <i>Bryum valparaisense</i> Thér. |
| 23 | M | <i>Bryum zeballosicum</i> Cardot & Broth. |
| 24 | M | <i>Bucklandiella lamprocarpa</i> (Müll. Hal.) Ochyra & Bednarek-Ochyra |
| 25 | M | <i>Campylium polygamum</i> (Schimp.) C.E.O. Jensen |
| 26 | M | <i>Campylopus incrassatus</i> Müll. Hal. |
| 27 | M | <i>Campylopus spiralis</i> Dusén |
| 28 | M | <i>Catagoniopsis berteriana</i> (Mont.) Broth. |
| 29 | M | <i>Costesia macrocarpa</i> (Schimp.) Cuvertino, Miserere & Buffa |
| 30 | M | <i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce |
| 31 | M | <i>Cratoneuropsis relaxa</i> (Hook. f. & Wilson) M. Fleisch. ex Broth. subsp. <i>minor</i> (Wilson & Hook.f.) Ochyra |
| 32 | M | <i>Dicranella hookeri</i> (Müll. Hal.) Cardot |
| 33 | M | <i>Didymodon australasiae</i> (Hook. & Grev.) R.H. Zander |

| | | |
|----|---|---|
| 34 | M | <i>Didymodon fuscus</i> (Müll. Hal.) J.A. Jiménez & Cano |
| 35 | M | <i>Didymodon orbignyianus</i> (Müll. Hal.) Broth. |
| 36 | M | <i>Didymodon umbrosus</i> (Müll. Hal.) R. H. Zander |
| 37 | M | <i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R.H. Zander |
| 38 | M | <i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst. |
| 39 | M | <i>Encalypta armata</i> Broth. ex Dusén |
| 40 | M | <i>Entosthodon laevis</i> (Mitt.) Fife Fife, A. J. |
| 41 | M | <i>Entosthodon mathewsii</i> var. <i>integer</i> Müll. Hal. |
| 42 | M | <i>Eurhynchiella acanthophylla</i> (Mont.) M. Fleisch. |
| 43 | M | <i>Eustichia longirostris</i> (Brid.) Brid. |
| 44 | M | <i>Fabronia ciliaris</i> var. <i>polycarpa</i> (Hook.) W.R. Buck |
| 45 | M | <i>Fabronia jamesonii</i> Taylor |
| 46 | M | <i>Fissidens crispus</i> Mont. |
| 47 | M | <i>Fissidens curvatus</i> Hornsch. |
| 48 | M | <i>Fissidens rigidulus</i> Hook.f. & Wilson |
| 49 | M | <i>Fissidens scalaris</i> Mitt. |
| 50 | M | <i>Funaria costesii</i> Thér. |
| 51 | M | <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw. var. <i>hygrometrica</i> |
| 52 | M | <i>Grimmia anodon</i> Bruch & Schimp. |
| 53 | M | <i>Grimmia humilis</i> Mitt. |
| 54 | M | <i>Grimmia laevigata</i> (Brid.) Brid |
| 55 | M | <i>Grimmia navicularis</i> Herzog |
| 56 | M | <i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm. |
| 57 | M | <i>Grimmia reflexidens</i> Müll. Hal. |
| 58 | M | <i>Grimmia trichophylla</i> Grev. |
| 59 | M | <i>Gymnostomum calcareum</i> var. <i>tenellum</i> Bruch & Schimp. |
| 60 | M | <i>Henediella kunzeana</i> (Müll. Hal.) R.H. Zander |
| 61 | M | <i>Hypnodendron microstictum</i> Mitt. ex A. Jaeger & Sauerb. |
| 62 | M | <i>Hypopterygium didictyon</i> Müll. Hal. |
| 63 | M | <i>Juratzkaea seminervis</i> (Kunze ex Schwägr.) Lorentz subsp. <i>seminervis</i> |
| 64 | M | <i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson |
| 65 | M | <i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst. |
| 66 | M | <i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr var. <i>smithii</i> |
| 67 | M | <i>Niphotrichum canescens</i> (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra |
| 68 | M | <i>Orthotrichum anaglyptodon</i> Cardot & Broth. |
| 69 | M | <i>Orthotrichum rupestre</i> Schleich. ex Schwägr. |
| 70 | M | <i>Philonotis krausei</i> (Müll. Hal.) Broth. |
| 71 | M | <i>Philonotis nigroflava</i> Müll. Hal. |

| | | |
|-----|---|---|
| 72 | M | <i>Philonotis polymorpha</i> (Müll. Hal.) Kindb. |
| 73 | M | <i>Physcomitrium lorentzii</i> Müll. Hal. |
| 74 | M | <i>Pogonatum perichaetiale</i> (Mont.) A. Jaeger subsp. <i>oligodus</i> (Kunze ex Müll. Hal.) Hyvönen |
| 75 | M | <i>Pohlia chilensis</i> (Mont.) A.J. Shaw |
| 76 | M | <i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb. |
| 77 | M | <i>Pohlia looseri</i> (Thér.) |
| 78 | M | <i>Pohlia papillosa</i> (Müll. Hal. ex A. Jaeger) Broth. |
| 79 | M | <i>Pohlia wahlenbergii</i> (F. Weber & D. Mohr) A.L. Andrews var. <i>wahlenbergii</i> |
| 80 | M | <i>Pohlia wilsonii</i> (Mitt.) Ochyra |
| 81 | M | <i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw. var. <i>juniperinum</i> |
| 82 | M | <i>Pseudocrossidium apiculatum</i> R.S. Williams |
| 83 | M | <i>Pseudocrossidium chilense</i> R.S. Williams |
| 84 | M | <i>Pseudocrossidium crinitum</i> (Schultz) R.H. Zander |
| 85 | M | <i>Pseudocrossidium excavatum</i> (Mitt.) R.S. Williams |
| 86 | M | <i>Pseudocrossidium leucocalyx</i> (Mont.) Thér. |
| 87 | M | <i>Pseudocrossidium replicatum</i> (Taylor) R.H. Zander |
| 88 | M | <i>Prychomitrium hieronymi</i> Besch. var. <i>obtusifolium</i> (Thér.) T. Cao & Guo Shui-liang |
| 89 | M | <i>Pyrrhobryum mnioides</i> (Hook.) Manuel |
| 90 | M | <i>Rhynchostegiella chilensis</i> Thér. |
| 91 | M | <i>Rhynchostegium complanum</i> (Mitt.) A. Jaeger |
| 92 | M | <i>Rhynchostegium tenuifolium</i> (Hedw.) Reichardt |
| 93 | M | <i>Rigodium brachypodium</i> (Müll. Hal.) Paris |
| 94 | M | <i>Sagenotortula quitoensis</i> (Taylor) R.H. Zander |
| 95 | M | <i>Schimperobryum splendidissimum</i> (Mont.) Margad. var. <i>splendidissimum</i> |
| 96 | M | <i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp. |
| 97 | M | <i>Schistidium perplexum</i> (Thér.) Ochyra |
| 98 | M | <i>Schizymenium pleurogynum</i> (Mont.) Matteri |
| 99 | M | <i>Syntrichia breviseta</i> (Mont.) M.J. Cano & M.T. Gallego |
| 100 | M | <i>Syntrichia epilosa</i> (Broth. ex Dusén) R.H. Zander var. <i>epilosa</i> |
| 101 | M | <i>Syntrichia flagellaris</i> (Schimp.) R.H. Zander |
| 102 | M | <i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr. |
| 103 | M | <i>Tortula atrovirens</i> (Sm.) Lindb. |
| 104 | M | <i>Tortula hoppeana</i> (Schultz) Ochyra |
| 105 | M | <i>Tortula muralis</i> Hedw. |
| 106 | M | <i>Tortula platyphylla</i> Mitt. |
| 107 | M | <i>Vittia pachyloma</i> (Mont.) Ochyra |
| 108 | M | <i>Warnstorfia exannulata</i> (Schimp.) Loeske |
| 109 | H | <i>Asterella chilensis</i> (Nees & Mont.) A. Evans |
| 110 | H | <i>Chiloscyphus rigens</i> (Hook. F. & Taylor) Hässel de Menéndez |

| | | |
|-----|---|--|
| 111 | H | <i>Jungermannia crassula</i> Nees & Mont. |
| 112 | H | <i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort. ex Lindb. |
| 113 | H | <i>Marchantia berteorana</i> var <i>polylepida</i> Herzog. |
| 114 | H | <i>Metzgeria divaricata</i> A. Evans |
| 115 | H | <i>Plagiochasma rupestre</i> (G. Forst.) Stephan |
| 116 | H | <i>Riccia nigrella</i> DC |
| 117 | H | <i>Symphyogyna rubritincta</i> A. Evans. |

No obstante, a partir de la recolección y determinación de las muestras recolectadas en los 14 sitios de estudio se obtuvo una riqueza total de 55 especies. De este total 35 corresponden a musgos, 19 a hepáticas y 1 antocerota, las cuales se distribuyen en 38 géneros y 26 familias. La familia de musgos Pottiaceae Schimp., es la mejor representada, con ocho géneros y 17 especies. En las hepáticas la familia Ricciaceae Rchb., es la mejor representada, con un género (*Riccia* L., monotípico), y cuatro especies. Las antocerotas por su parte están solo representadas por la familia Anthocerotaceae Dumort., con la especie *Paraphymatoceros* aff. *diadematus* Hässel de Menéndez (Cuadro 2).

La riqueza promedio de especies es menor en los parques Urbanos ($\bar{X} = 4,42$), sin embargo, poseen especies que no se encuentran en los Cerros Urbanos por ejemplo *Leptobryum pyriforme*, *Marchantia polymorpha* y *Tortula* spp., solo están presentes en el Parque Bicentenario de Vitacura. Por su parte *Syntrichia papillosa*, sólo está presente en el Parque Quinta Normal. *Didymodon* aff. *fuscus*, solo está presente en el Parque Brasil, de la comuna de la Florida. Por último *Tortula modica*, solo está presente en el Parque Araucano, en la Comuna de Las Condes.

Por el contrario, los cerros urbanos concentran una mayor riqueza promedio de especies ($\bar{X} = 13,8$), conteniendo aquellas que sólo están presentes en estas áreas. Por ejemplo, *Riccardia* aff. *corralensis*, *Frullania quillotensis* (Epífita), *Chiloscyphus heterostipus*, *Chiloscyphus muricatus*, *Catagoniopsis berteriana*, solo están presentes en el Parque Quebrada de Macul. Por su parte *Rhynchostegium tenuifolium*, *Orthotrichum* sp., *Calyptopogon mnioides* y *Syntrichia* cf. *muricata*, están solo presentes en el Cerro Manquehue en la Comuna de La Dehesa. *Fossombronia crassifolia*, *Riccia* aff. *crystalina* y *Sphaerocarpos stipitatus*, sólo están presentes en el Cerro San Cristóbal. *Fabronia jamesonii* y *Fissidens bryoides* var. *viridulus*, sólo están presentes en el Parque Mahuida de la Comuna de La Reina. *Amphidium tortuosum*, solo está presente en el Cerro Santa Lucía y *Riccia ciliata* spp. *canescens* está presente sólo en el Cerro Chena. Por último *Sphaerocarpos texanus* Austin, solo está presente en el cerro Blanco de la Comuna de Recoleta (Cuadro 3).

Un análisis de presencia/ausencia de especies para el total de sitios de estudio (N=14), revela que las especies más frecuentes son *Bryum argenteum*, *Lunularia cruciata* y *Funaria hygrometrica*. Por el contrario, las especies de musgos presentes solo en uno de los sitios estudiados son 10; *Amphidium tortuosum*, *Calyptopogon mnioides*, *Catagoniopsis berteriana*, *Didymodon* aff. *fuscus*, *Fabronia jamesonii*, *Fissidens bryoides* var. *viridulus*, *Leptobryum pyriforme*, *Rhynchostegium tenuifolium*, *Syntrichia papillosa*, *Tortula* cf. *modica*, y en las hepáticas son 9; *Chiloscyphus heterostipus*, *Chiloscyphus muricatus*, *Riccardia* aff. *corralensis*, *Fossombronia crassifolia*, *Frullania quillotensis*, *Marchantia polymorpha*, *Riccia ciliata* ssp. *canescens*, *Sphaerocarpos stipitatus* y *Sphaerocarpos texanus*.

En cuanto a la caracterización de los hábitats a partir de las parcelas realizadas en los transectos (Parques Urbanos y Cerros urbanos), se observa que en ambos casos que la mayor parte de las especies habita suelos, ya sean desnudos o cubiertos por un estrato herbáceo dominado por gramíneas introducidas. Sin embargo, se diferencian por la presencia de especies que habitan concreto en los parques y en afloramientos rocosos en los Cerros. En el caso de las especies de categoría suelo-húmedo, se hace referencia especies que habitan acequias o áreas cercanas a canales de riego dentro de los parques urbanos (Ej: parque O'Higgins, Quinta Normal y Bicentenario Vitacura). En las categorías suelo-concreto y suelo roca, se hace referencia

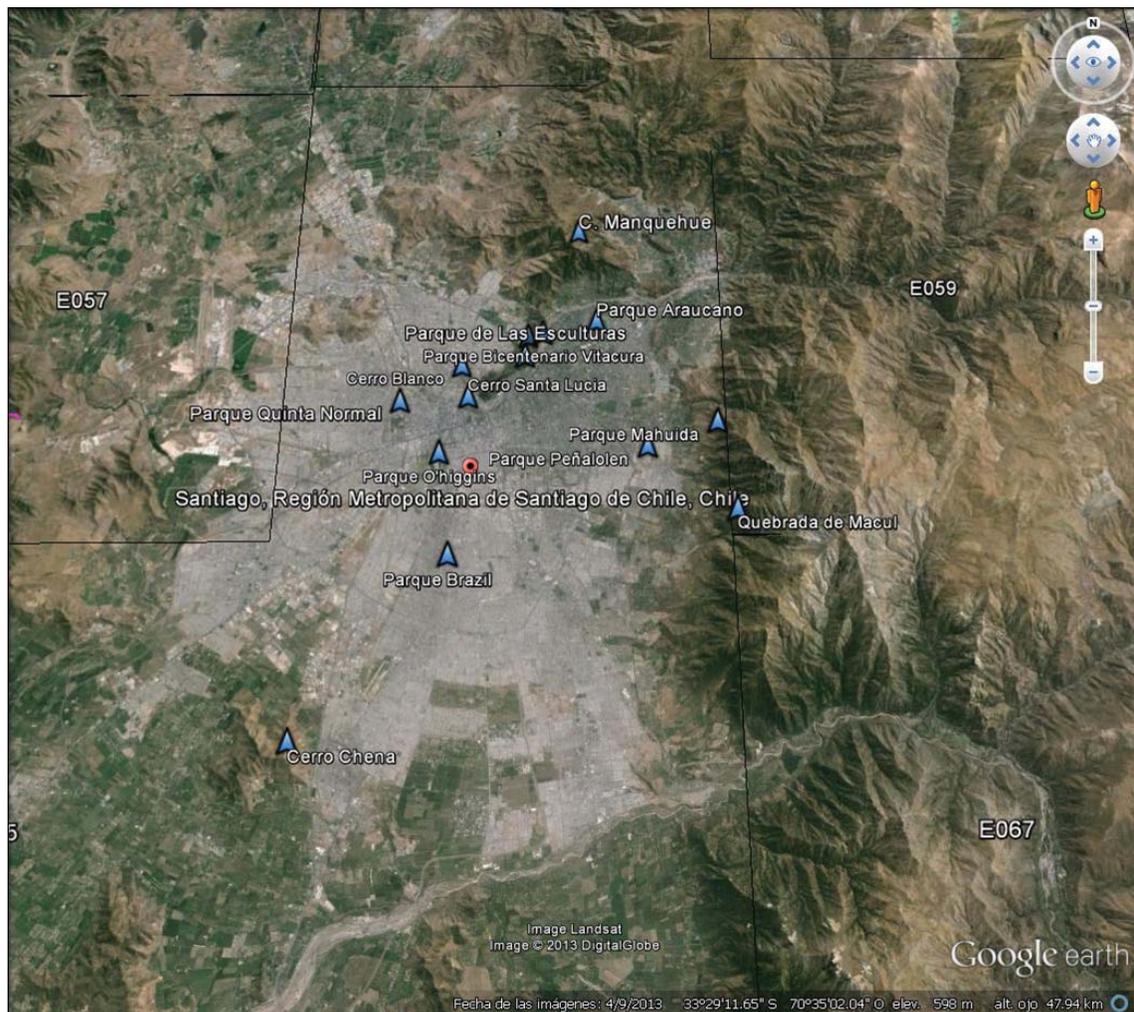


FIGURA 1. Mapa del área urbana de la ciudad de Santiago. En azul se muestran los 14 sitios de estudio. (Fuente: Elaboración propia en base a MapSource 6.13.7 (Garmin) y Google Earth 7.0.2)

a especies que habitan sobre la depositación de sedimento o partículas de suelo mineral entre el concreto o roca subyacente. La categoría corteza-suelo explica a las especies que se encontraron tanto en cortezas de árboles (epífitas) y como en suelo (Figura 2).

Respecto al hábito de crecimiento tradicionalmente los gametofitos de musgos se han diferenciado por la localización de sus esporofitos en dos categorías principales: Acrocarpos y Pleurocarpos. En el área urbana de Santiago el tipo acrocarpo es el dominante con 30 especies (83%), mientras que solo 6 son pleurocarpos (17%). Los Musgos acrocarpos poseen tallos erguidos con los órganos reproductores en el ápice, como las especies *Bryum argenteum* y *Funaria hygrometrica*. Por su parte los musgos pleurocarpos poseen muchas ramas que se extienden por el suelo y los órganos reproductores aparecen en ramillas cortas, como son por ejemplo, *Amblystegium serpens*, *Juratzkaea seminervis* subsp. *Seminervis* y *Rhynchostegium tenuifolium*. Las hepáticas por su parte poseen tres morfologías características (Ardiles *et al.* 2008), siendo nueve especies talosas complejas (48%), y cinco especies talosas simples, al igual que para las foliosas (26%). La única antocerota registrada (*Paraphymatoceros* aff. *diadematus*), corresponde, al igual que para todas las especies conocidas, al tipo taloso (Figura 3).

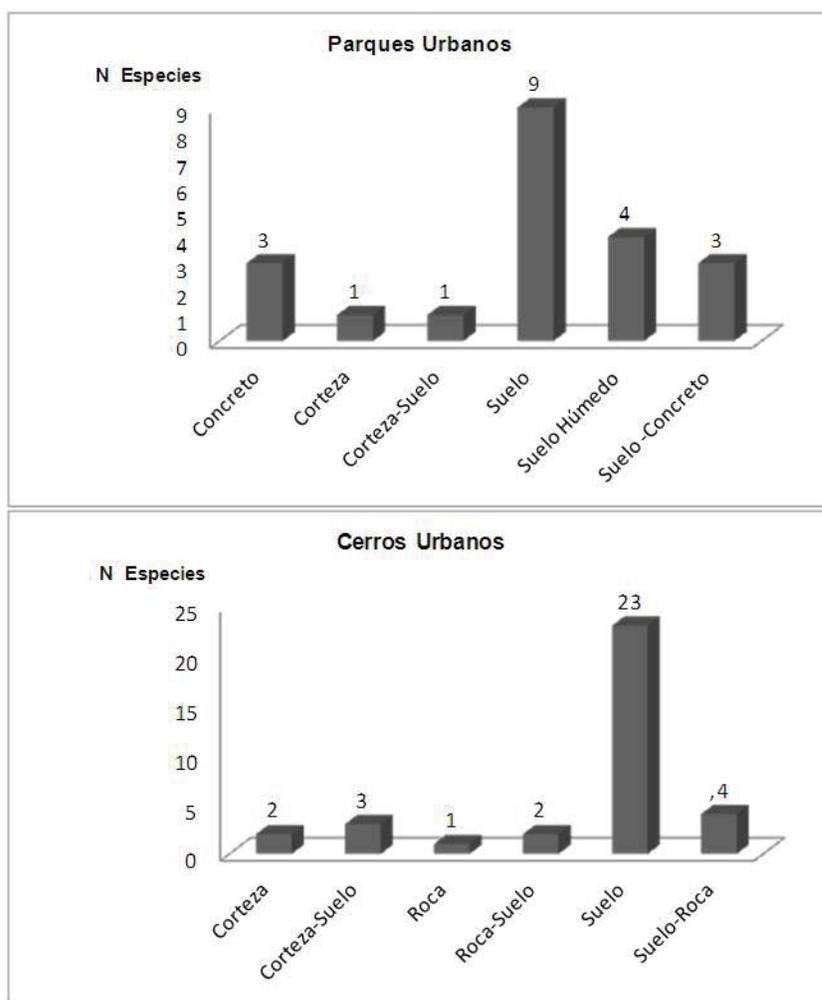


Figura 2. Sustratos habitados por las especies de briófitas de los Parques Urbanos y Cerros Urbanos.

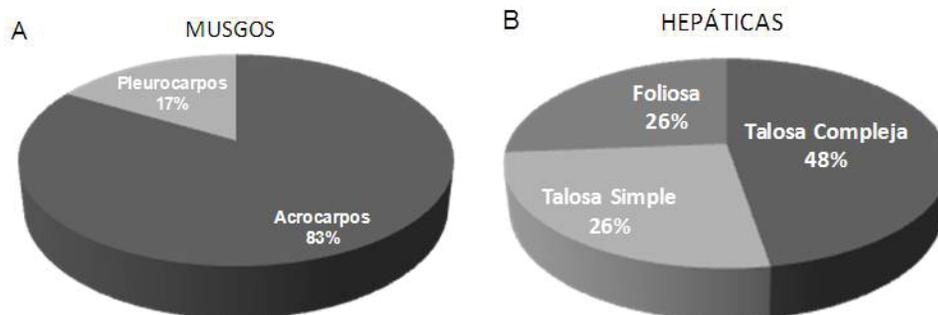


FIGURA 3. Sustratos habitados por las especies de briófitas de los Parques Urbanos y Cerros Urbanos.

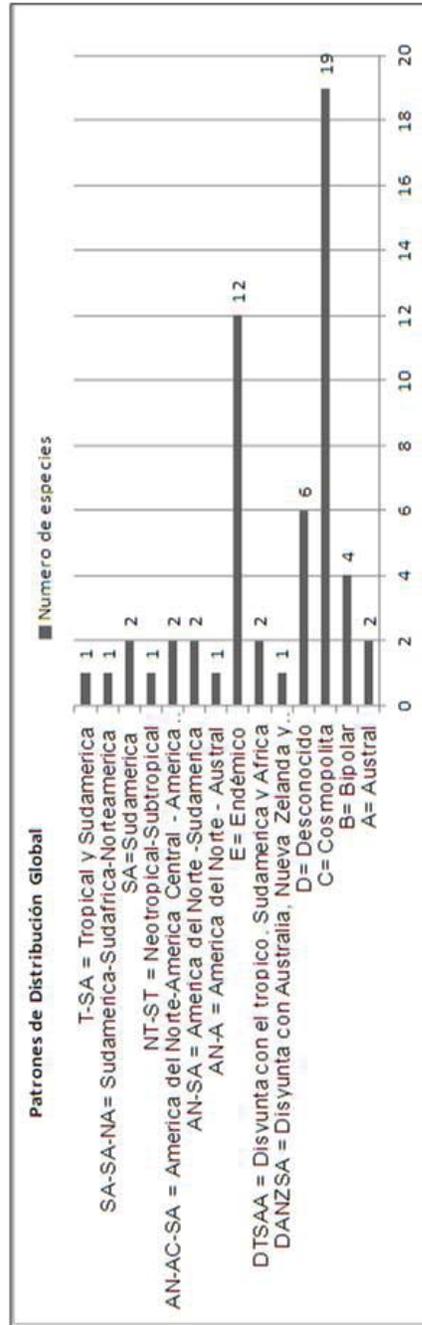


FIGURA 4. Patrones de distribución global (PDG) de las briófitas que habitan el área urbana de Santiago.

CUADRO 3. Lista de especies de briófitas registradas en el área urbana de Santiago a partir del muestreo botánico sistemático (Presencia: Nomenclatura de acuerdo a la tabla N°1, Sitios de Estudio)

| N° | DIVISION | FAMILIA | ESPECIE | PRESENCIA | ORIGEN | MORFOLOGÍA | SUSTRATOS | SGO |
|----|------------------|---------------------------|--|--------------------------------------|--------|-----------------|---------------|--------|
| 1 | Marchantiophyta | Acrobolbaceae E.A. Hodgs. | <i>Jungermannia cressula</i> Ness & Mont. | 9 | E | Foliosa | Suelo | 162427 |
| 2 | Bryophyta | Amblystegiaceae G. Roth. | <i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp. | 1, 2, 8 | B | Pleurocarpo | Suelo | 162428 |
| 3 | Marchantiophyta | Aneuraceae Klinggr. | <i>Riccardia aff. corralensis</i> (Steph.) A. Evans | 13 | E | Talosa Simple | Suelo | 162429 |
| 4 | Anthocerotophyta | Anthocerotaceae Dumort. | <i>Paraphymatoceros aff. ditadematius</i> Hassel de Menéndez | 9, 13 | E | Taloso | Suelo | 162430 |
| 5 | Marchantiophyta | Aytoniaceae Cavers | <i>Cryptomitrium tenerum</i> (Hook.) Austin | 8, 9, 13 | DTSAA | Talosa Compleja | Suelo-Roca | 162431 |
| 6 | Bryophyta | Aytoniaceae Cavers | <i>Plagiochasma rupestre</i> (G. Forst.) Stephan | 10, 14 | C | Talosa Compleja | Roca-Suelo | 162432 |
| 7 | Marchantiophyta | Aytoniaceae Cavers | <i>Targionia hypophylla</i> L. | 9, 13 | C | Talosa Compleja | Suelo | 162433 |
| 8 | Bryophyta | Bartramiaceae Schwägr. | <i>Bartramia stricta</i> Brid. | 9, 13 | B | Acrocarpo | Suelo-Roca | 162434 |
| 9 | Bryophyta | Brachytheciaceae Schimp | <i>Rhynchostegium tenuifolium</i> (Hedw.) Reichardt | 11 | A | Pleurocarpo | Corteza-Suelo | 162436 |
| 10 | Bryophyta | Bryaceae Schwägr. | <i>Bryum argenteum</i> Hedw. | 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 | C | Acrocarpo | Suelo | 162437 |
| 11 | Bryophyta | Bryaceae Schwägr. | <i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) S.O. Lindberg | 6; 8 | C | Acrocarpo | Suelo Húmedo | 162438 |
| 12 | Bryophyta | Bryaceae Schwägr. | <i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) S.O. Lindberg | 5, 7 | C | Acrocarpo | Suelo Húmedo | 162439 |
| 13 | Marchantiophyta | Cephalozeliaceae Douin | <i>Cephalozella aff. varians</i> (Gottsche) Stephani | 14 | DANZSA | Foliosa | Suelo | 162440 |
| 14 | Bryophyta | Fabroniaceae Schimp. | <i>Fabronia jamesonii</i> Taylor | 10 | SA | Pleurocarpo | Roca-Suelo | 162441 |
| 15 | Bryophyta | Fissidentaceae Schimp. | <i>Fissidens crispus</i> Mont. | 9, 10, 13 | B | Acrocarpo | Suelo | 162442 |
| 16 | Bryophyta | Fissidentaceae Schimp. | <i>Fissidens rigidulus</i> Hook. f. & Wilson | 5, 7 | AN-A | Acrocarpo | Suelo Húmedo | 162443 |

| | | | | | | | | |
|----|-----------------|-----------------------------|---|-----------------------------------|----------|-----------------|----------------|--------|
| 17 | Bryophyta | Fissidentaceae Schimp. | <i>Fissidens bryoides</i> var. <i>viridulus</i> (Sw.) Broth. | 11 | AN-CA-SA | Acrocarpo | Suelo | 162444 |
| 18 | Marchantiophyta | Fossombroniaceae Hazsl. | <i>Fossombronia lamellata</i> Stephani | 9, 13, 14 | TSA | Talosa simple | Suelo | 162445 |
| 19 | Marchantiophyta | Fossombroniaceae Hazsl. | <i>Fossombronia crassifolia</i> Spruce | 15 | NI-ST | Talosa simple | Suelo | 162446 |
| 20 | Marchantiophyta | Frullaniaceae Lorch | <i>Frullania quillotensis</i> (Nees & Mont.) | 13 | E | Foliosa | Corteza | 162447 |
| 21 | Bryophyta | <i>Funariaceae</i> Schwägr. | <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw. | 1, 3, 4, 6; 8, 9, 10, 14 | C | Acrocarpo | Suelo-Concreto | 162448 |
| 22 | Marchantiophyta | Geocalyceae H. Klindgg. | <i>Chiloscyphus heterostipus</i> (Spruce) Hässel de Méndez. | 13 | E | Foliosa | Suelo | 162449 |
| 23 | Marchantiophyta | Geocalyceae H. Klindgg. | <i>Chiloscyphus muricatus</i> (Lehm.) J.J. Engel & R.M. Schust. | 13 | C | Foliosa | Suelo | 162450 |
| 24 | Bryophyta | Gigaspermaceae | <i>Costesia macrocarpa</i> (Schimp.) Cuvertino, Misere & Buffa | 9, 12 | E | Acrocarpo | Suelo | 162451 |
| 25 | Bryophyta | Grimmiaceae Arn. | <i>Grimmia</i> sp. | 10, 11, 14 | D | Acrocarpo | Roca | 162452 |
| 26 | Marchantiophyta | Lunulariaceae H. Klindgg. | <i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort. ex Lindb. | 1, 5, 7; 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 | C | Talosa Compleja | Suelo | 162453 |
| 27 | Marchantiophyta | Marchantiaceae Lindl. | <i>Marchantia polymorpha</i> L. | 6 | C | Talosa Compleja | Suelo Húmedo | 162454 |
| 28 | Bryophyta | Meesiaceae Schimp. | <i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson | 6 | B | Acrocarpo | Suelo | 162455 |
| 29 | Bryophyta | Orthotrichaceae Arn. | <i>Orthotrichum</i> sp. | 11 | D | Acrocarpo | Suelo | 162456 |
| 30 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Barbula santiagensis</i> Broth. | 7, 8, | E | Acrocarpo | Suelo-Concreto | 162457 |
| 31 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Barbula aff unguiculata</i> Hedw. | 6, 7 | C | Acrocarpo | Suelo | 162458 |
| 32 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Calypotopogon mnioides</i> (Schwägr.) Broth. | 11 | A | Acrocarpo | Suelo | 162459 |

| | | | | | | | | |
|----|-----------------|-------------------------|--|------------------|----------|-----------------|----------------|--------|
| 33 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R.H. Zander | 5, 7; 9, 11, 14 | C | Acrocarpo | Suelo | 162460 |
| 34 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Didymodon</i> sp. | 4, 6, 15 | D | Acrocarpo | Suelo-Concreto | 162461 |
| 35 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Didymodon</i> aff. <i>fuscus</i> (Müll. Hal.) J.A. Jimenez & Cano | 3 | SA | Acrocarpo | Suelo | 162462 |
| 36 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Hennediella heinii</i> (Hedw.) R.H. Zander | 3, 4, 6, 13, 14 | C | Acrocarpo | Suelo | 162463 |
| 37 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Pseudocrossidium</i> sp. | 9, 13 | D | Acrocarpo | Suelo | 162464 |
| 38 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Pseudocrossidium</i> aff. <i>chilense</i> R.S. Williams | 9, 12 | E | Acrocarpo | Suelo | 162465 |
| 39 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Pseudocrossidium</i> aff. <i>crinitum</i> (Schultz) R.H. Zander | 12, 13 | AN-SA-AC | Acrocarpo | Suelo | 162466 |
| 40 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Syntrichia muralis</i> (Hedw.) Raab | 1, 2, 3, 5, 7; 8 | C | Acrocarpo | Concreto | 162467 |
| 41 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Syntrichia</i> cf. <i>muricata</i> M. T. Gallego & Cano | 11 | C | Acrocarpo | Suelo | 162468 |
| 42 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Syntrichia papillosa</i> (Wilson) Jur. | 5 | NA-SA | Acrocarpo | Corteza | 162469 |
| 43 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Syntrichia flagellaris</i> (Schimp.) R.H. Zander | 9, 12, 13, 14 | E | Acrocarpo | Suelo-Roca | 162470 |
| 44 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Tortula</i> spp. | 6 | D | Acrocarpo | Concreto | 162471 |
| 45 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Tortula modica</i> R.H. Zander | 1 | AN-SA | Acrocarpo | Concreto | 162472 |
| 46 | Bryophyta | Pottiaceae Schimp | <i>Trichostomum elliotii</i> Broth. ex Dusén | 2, 7; 8, 9, 14 | D | Acrocarpo | Suelo | 162473 |
| 47 | Bryophyta | Rhabdoweisiaceae Limpr. | <i>Amphidium tortuosum</i> (Hornsch.) Cufod. | 8 | SA-SA-AN | Acrocarpo | Suelo-Roca | 162474 |
| 48 | Marchantiophyta | Ricciaceae Rchb. | <i>Riccia ciliata</i> spp. <i>canescens</i> (Steph.) | 9 | DTSA | Talosa Compleja | Suelo | 162475 |
| 49 | Marchantiophyta | Ricciaceae Rchb. | <i>Riccia</i> aff. <i>crystalina</i> | 14 | C | Talosa Compleja | Suelo | 162476 |

| | | | | | | | | |
|----|-----------------|--------------------------------------|---|---------------|---|-----------------|---------------|--------|
| 50 | Marchantiophyta | Ricciaceae Rehb. | <i>Riccia nigrella</i> DC. | 9 | C | Talosa Compleja | Suelo | 162477 |
| 51 | Marchantiophyta | Ricciaceae Rehb. | <i>Riccia sorocarpa</i> Bisch. | 9, 10, 13, 14 | C | Talosa Compleja | Suelo | 162478 |
| 52 | Bryophyta | Sphaerocarpaceae (Dumort.) Heeg | <i>Sphaerocarpos stipitatus</i> Bisch. ex Lindenb. | 14 | C | Talosas simples | Suelo | 162479 |
| 53 | Bryophyta | Sphaerocarpaceae (Dumort.) Heeg | <i>Sphaerocarpos texanus</i> Austin | 12 | C | Talosas simples | Suelo | 162480 |
| 54 | Bryophyta | Stereophyllaceae W.R. Buck & Ireland | <i>Catagoniopsis berteriana</i> (Mont.) Broth. | 13 | E | Pleurocarpo | Corteza-Suelo | 162481 |
| 55 | Bryophyta | Stereophyllaceae W.R. Buck & Ireland | <i>Juratzkaea seminervis</i> (Kunze ex Schwägr.) Lorenz. <i>subsp. seminervis</i> | 11, 13 | E | Pleurocarpo | Corteza-Suelo | 162482 |

Los patrones de distribución globales (PDG) de las especies del área urbana de Santiago indican una predominancia de elementos cosmopolitas ($C=19$), y de elementos endémicos del cono sur de Sudamérica ($E=12$) (Figura 4). Sin embargo es importante destacar que *Costesia macrocarpa* (Schimp.) Cuvertino, Miserere & Buffa, es una especie endémica de la zona central del país, específicamente de las regiones de Coquimbo, Valparaíso y O'Higgins y recientemente citada para la región Metropolitana (Quebrada de La Plata, Comuna de Maipú) (Cuvertino y Buffa 2009). En el presente estudio se ha recolectado en dos cerros urbanos; Chena, en la comuna de San Bernardo y Blanco, en la comuna de recoleta. Se desconoce el patrón de seis especies debido al nivel taxonómico genérico, el cual debe ser revisado ulteriormente. Las otras especies son diversas en sus patrones de distribución, estando disjuntas en general con áreas lejanas como Norteamérica, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica, como también con áreas Neotropicales y Subtropicales de Sudamérica. Los patrones han sido obtenidos a partir del catálogo de hepáticas de Hässel de Menéndez y Rubies (2009) y de los diferentes artículos consultados (Figura 4).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las briófitas del área urbana de Santiago han sido históricamente recolectadas por naturalistas del siglo XIX y XX, quienes describieron entonces nuevas especies para el país. En este mismo sentido y considerando el alto número de especies registradas (117), en contraposición 55 especies recolectadas en el presente estudio, se debiera considerar que el esfuerzo de muestreo no es equivalente y que la superficie prospectada es bastante menor, por lo que se hace necesario explorar otras áreas urbanas para complementar aún más la riqueza de especies.

Los parques urbanos de la ciudad de Santiago tienen en promedio una baja riqueza de especies ($X=4,42$) y en su mayoría compuesta por elementos cosmopolitas, lo cual es esperable en áreas donde el concreto y las continuas modificaciones producto de las remodelaciones y mantenciones de las áreas verdes producen cambios de hábitat, lo que se suma a las condiciones de sequía estival y microclima de la ciudad de Santiago (Chicas 2012). En los cerros urbanos la riqueza de especies es mayor ($X=13,8$), lo cual se puede deber a que poseen una matriz de vegetación arbustiva y arbórea, ya sea con elementos exóticos-naturalizados, nativos o un conglomerado de ambos, lo que otorga condiciones de humedad y sombra que favorecen el establecimiento de un mayor número de especies y cuyas pendientes dificultan el acceso para el ser humano, reduciendo las perturbaciones. En este sentido los transectos y parcelas realizadas han sido de carácter exploratorio para complementar los tradicionales muestreos florísticos, entregando descripciones de hábitat más acotadas a la superficie conocida ($1m^2$). Sin embargo la heterogeneidad de relieve hace complejo y costoso en términos de esfuerzo y tiempo su realización en los cerros urbanos, y en parques urbanos la homogeneidad de prados y superficies de concreto no permiten que dicha metodología rescate la presencia de las especies, por lo que en este sentido, las parcelas dirigidas (PD), fueron una buena herramienta para optimizar los resultados (Figura 5).

Territorialmente los sitios de estudio tienden a concentrarse en el área centro-norte-oriental del área urbana de la ciudad de Santiago. Dos de ellos están ubicados en el llamado contrafuerte Andino (Quebrada de Macul y Parque Mahuida), área de interés para la conservación de la diversidad biológica de la Región Metropolitana por poseer fragmentos de matorral y renovales de bosque esclerófilo andino (CONAMA 2009). Lo mismo acontece para el sitio Cerro Chena, incluido en el sitio Pucarás del Maipo, el cual posee comunidades de matorral esclerófilo en su cumbre y laderas muy erosionadas (Santos 2006). Los parques históricos, como el Cerro Santa Lucía y el Parque Quinta Normal presentan heterogeneidad de sustratos y el segundo poseen además cuerpos de agua artificiales que aportan nuevos hábitats. Por su parte los Parques tipo Forestales son exclusivos de los cerros urbanos, como el cerro Manquehue, Chena y Blanco. Dichos sitios poseen una vegetación arbórea, sin embargo están bastante erosionados y su vegetación tiende a reunir elementos introducidos o exóticos, como ucaliptos y pinos, entre otros arbustos exóticos. Los parques tradicionales corresponden a aquellos que datan de mediados del siglo XX y que concentran un gran número de visitas y poseen extensos prados, como el Parque Araucano y el de Las Esculturas, en las comunas de



FIGURA 5.1. Briófitas del área urbana de Santiago. 1A Parcela de muestreo en el Parque de las esculturas de Providencia, dominada por césped. 1B. Hepática *Lunularia cruciata* y musgo (*Syntrichia muralis*), habitando rocas en el Cerro Santa Lucía. 1C. Transecto (30 m) en el Parque de las Esculturas de Providencia 1D. Musgos y hepáticas asociadas a acequias en el parque O'Higgins 1E. Búsqueda macroscópica de briofitas en una parcela del Parque Peñalolén.



FIGURA 5.2. 2A Recolección ejemplares frescos en el Cerro Manquehue para análisis anatómicos (taxonomía) y conservación. 2B Muestras en el Laboratorio de Preservación de Plantas Criptógamas (LPPC) bajo refrigeración. 2C Musgo cortícola (*Rhynchostegium tenuifolium*) y hepática en suelo-roca (*Plagiochasma rupestre*, 2D), en ladera de exposición sur y norte respectivamente en el cerro Manquehue



FIGURA 5.3. 3A. Parcela de muestreo en el Parque Mahuida en ladera exposición norte con escasa presencia de ejemplares desecados 3B. Transecto (30 m), ladera sur cerro Manquehue en presencia de abundante neblina invernal 3C. Transecto (30 m), en ladera exposición sur bajo quema 3D. Parcela de muestreo en el Parque Quebrada de Macul, que incluye rocas y suelo con musgos, herbáceas y hojarasca durante día de lluvia 3E. Parcela dirigida (PD), en el Cerro San Cristóbal, en sitio con fuerte inclinación y difícil acceso pero con variados ejemplares de musgos y hepáticas 3F. Recolección de muestras en paredes verticales de piedra en el cerro Santa Lucia.

Las Condes y Providencia respectivamente, los que no albergan más de tres especies. Finalmente, los Nuevos corresponden a sitios de reciente creación, específicamente a principios del siglo XXI, como el Parque Bicentenario de Vitacura y el Parque Peñalolén, donde no hay más de cuatro especies.

Es importante destacar que la expansión urbana e industrial de la Región Metropolitana de Santiago ha producido cambios principalmente en el uso de suelo y la disminución de las áreas “naturales” en el casco urbano de la ciudad (Armijo y Caviedes 1997; Reyes y Aldunce 2010). Sin embargo y a partir de los resultados, nuevas especies de musgos, hepáticas y antocerotas han sido recolectadas en los que llamamos Cerros Urbanos o recientemente señalados como “Cerros Islas” (Fernández 2009). Un buen ejemplo de ello es el musgo *Costesia macrocarpa*, el cual fue propuesto como vulnerable en la lista de especies con problemas de conservación de la UICN el 2009 y que en el presente estudio fue recolectado desde el cerro Chena, en la comuna de San Bernardo y sorprendentemente en el cerro blanco, en la Comuna de Recoleta, en pleno centro de la ciudad. Del mismo modo la antocerota *Paraphymatoceros* aff. *diadematus*, recientemente descrita para la flora chilena desde la Quebrada de Zapallar, en la Región de Valparaíso y endémico de esa región, fue registrado en el cerro Chena y la quebrada de Macul, lo cual se contrapone a la idea de que este grupo de plantas prefieren lugares poco perturbados, transformándose en el primer registro de este grupo de plantas para la ciudad de Santiago.

Desde la perspectiva de la conservación es muy valioso haber encontrado especies endémicas de la zona mediterránea en áreas urbanas de Santiago, a pesar del alto grado de fragmentación e intervención que ha sufrido la ciudad de Santiago, actividad que se remonta no solo a los últimos 500 años y que se atribuye a la llegada de los colonos españoles, sino que se remonta a tiempos prehispánicos, hace aproximadamente 14.000 años, cuando se ocuparon las riberas de la cuenca del Mapocho y el Maipo para la agricultura y los asentamientos humanos (Aldunate 2010; Stehberg *et al.* 2012).

La permanencia de dichas especies puede explicarse en parte a que el valle de Santiago posee una

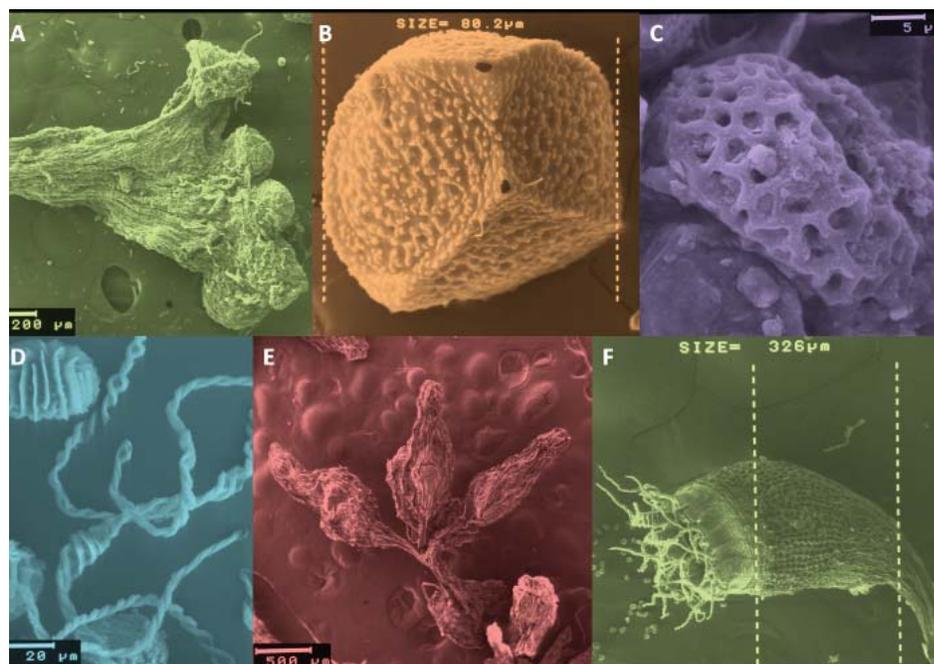


Figura 5.4. Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). 4A Tallo de *Paraphymatoceros* aff *diadematus* recolectado desde el cerro Chena, en la comuna de San Bernardo. 4B Espora de la hepática talosa compleja *Riccia sorocarpa* 4C Espora de la hepática talosa simple *Sphaerocarpos texanus* en vista ecuatorial. 4D. Eláteres y esporas de la hepática talosa simple *Fossombronia lamellata* 4E. Gametofito de la hepática talosa simple *Sphaerocarpos stipitatus* con arquegonios 4F Cápsula del esporofito del musgo *Fissidens bryoides* var *bryoides* mostrando dientes del peristoma y esporas

topografía montañosa, por lo que las poblaciones de briófitas, al ocupar microhábitat (m^2) y tener una distribución discontinua (Hällinback 1996), pudieron sobrevivir a los cambios de la matriz de vegetación original. Los nuevos registros para el área urbana de Santiago presentados en este estudio es una evidencia de que estas áreas podrían contribuir desde ahora, no solo a los esfuerzos para la conservación de la flora vascular de la ciudad de Santiago, sino que también para las briófitas, las cuales aún no están bien consideradas en los planes de conservación y menos aún en la Región Metropolitana de Santiago. En ese sentido recomendamos considerar el Cerro Manquehue, Chena, Blanco y Renca¹ como refugio de hábitat para estas plantas, y en particular el cerro Manquehue, el cual no se encuentra aislado, por el contrario, forman parte de un continuo de cerros (cordones montañosos), que se encuentran directamente conectados con ambientes naturales (Fernández 2009).

En este mismo sentido cabe resaltar que el área urbana de nuestra capital se ha cuadruplicado en los últimos 50 años, significando sólo para el período de 1970-1991 la pérdida de 16.699 hectáreas de suelos agrícolas, lo que es superior a la área ocupada por Santiago en 400 años, ya que ella tenía, hacia 1940, 11.348 ha (CIREN 2012). En este contexto Cuvertino *et al.* (2012) y Larraín (2009) indican la necesidad de estudiar áreas mediterráneas del país, como es la Región Metropolitana de Santiago, porque allí residen especies de briófitas endémicas con estrechos rangos de distribución y que complementando lo anterior, muestran afinidades florísticas con las briófitas del mediterráneo de Europa (Frahm 2010; Ros *et al.* 2007; Bischler 1998, 2004).

Finalmente y de gran importancia es destacar que el material ingresado a la colección de briófitas chi-

¹ En el cerro Renca, también se han hallado poblaciones de *Costesia macrocarpa*, aunque no ha sido incluido dentro del presente trabajo

lenas del Museo Nacional de Historia Natural junto con incrementar la colección (150 muestras), enriquece con ejemplares interesantes como por ejemplo aquellos de briófitas no documentadas para el área, es decir, especies nuevas para el área urbana de la Región Metropolitana.

AGRADECIMIENTOS

Al Parque Metropolitano de Santiago por permitirnos desarrollar parte del proyecto en sus parques. A Jorge Cuvertino por su asistencia en la determinación de algunos ejemplares y el apoyo en las labores de terreno. A Patricio Medina por su apoyo en terreno y sus alcances sobre la vegetación de los cerros urbanos visitados, y a Jimena Arriagada por su asistencia con la identificación de fanerógamas. A Nancy Olea y Marta Gacitúa por su asesoría en la obtención de fotografía electrónicas de barrido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDUNATE, D.L. y H. RODRÍGUEZ
2010 Santiago de Chile 14.000 años. Museo Chileno de Arte precolombino. Aldunate de la Maza y Hernan Rodríguez Ed. 305 p.
- ARDILES, V.
2012 Colecciones de historia natural y conservación: el caso de la familia Hypopterygiaceae (Bryopsida), del Herbario SGO. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 61: 153-159.
- ARDILES, V., J. CUVERTINO y F. OSORIO
2008 Briófitas de los bosques templados de Chile. Una introducción al mundo de los Musgos, Hepáticas y Antoceros. Guía campo CORMA. 169 pp.
- ARMIJO, G. y H. CAVIEDES
1997 El Avance de la Urbanización del Campo en la Región Metropolitana de Chile y sus Efectos Espaciales. Anales de la Universidad de Chile. Sexta Serie, N° 5, págs. 73-88.
- ARROYO, M.T.K., P. MARQUET, C. MARTICORENA, J.A. SIMONETTI, L. CAVIERES, F.A. SQUEO, R. ROZZI, R. y F. MASSARDO
2006 El Hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. In: (P. Saball, M.T.K. Arroyo, J.C. Castilla, C. Estades, J.M. Ladrón De Guevara, S. Larrain, C. Moreno, F. Rivas, J. Rovira, A. Sánchez & L. Sierralta, eds), "Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos". Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago. 94-99 p.
- ARROYO, M.T.K., C. MARTICORENA, O. MATTHEI, M. MUÑOZ y P. PLISCOFF
2002 Analysis of the contribution and efficiency of the Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, 33°S in protecting the vascular plant flora (Metropolitan and Fifth regions of Chile). Revista Chilena de Historia Natural 75: 767-792 p.
- ARROYO, M.T.K., D. ROUGIER, F. PÉREZ, P. PLISCOFF y K. BULL
2003 La flora de Chile central y su protección: antecedentes y prioridades para el establecimiento del Jardín Botánico Chagual. Chagual 1: 31-40.
- BARRERA, E.
1994 Colección de Pteridophyta chilenas y de tipos de Pteridophyta, conservadas en el Museo Nacional de Historia Natural. Informes 1994, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana: 14-17.
- BARRERA, E.
2000 Catálogo de la colección de Musgos Antárticos del Museo Nacional de Historia Natural. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 55: 56 p.
- BARRERA, E.
2006 Tipos de musgos depositados en el Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 55: 7-20.
- BARRERA, E. y V. ARDILES
2007 Contribución al Conocimiento de las briófitas de la Región Metropolitana I. Áreas del Cajón del Maipo y Monumento Natural El Morado. Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial. Centro de investigaciones Diego Barros Arana 7-18 p.
- BARRERA, E. y V. ARDILES
2008 Contribución al conocimiento de las Briófitas de la Región Metropolitana II. Áreas Altos del Mapocho y Contrafuerte Andino Norte. Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial. Centro de investigaciones Diego Barros Arana: 7-18.

BARRERA, E. y F. OSORIO

2008 Briófitas (Musgos, Hepáticas y Antocerotes). Págs. 346-351. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Saball A., P. M.T.K. Arroyo, J. C. Castilla, C. Estades M., S. Larraín, C. Mortenao, L. Sierralta, J. Rovira, J. Ladrón de Guevara y F. Rivas. Eds. CONAMA. 637 p.

BISCHLER, H.

2004 Liverworts of the Mediterranean. Bryophytorum bibliotheca 61: 1-252.

BUCK, W.R.

2002 Preliminary Key to the Mosses of Isla Navarino, Chile (Prov. Antártica Chilena). – Published by the author: Bronx, NY. 147 pp.

CANO, M.J. y M.T. GALLEGO

2008 The genus *Tortula* (Pottiaceae, Bryophyta) in South America. Botanical Journal of the Linnean Society 156: 173-220.

CHICAS, J.C.

2012 Morfología urbana y clima urbano. Estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto de cañón urbano e índices de confort térmico. Tesis Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos. 131 pp.

CIREN

2012 Estudio de impacto de la expansión urbana sobre el sector agrícola en la Región Metropolitana de Santiago. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa). Ministerio de Agricultura. 55 p.

CONAMA RNS

2009 Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago. Plan de Acción. Comisión Nacional de Medio Ambiente. 16 p.

CUVERTINO, J., MISERERE, L. y G. BUFFA

2009 *Costesia macrocarpa* comb. nov. for *Funaria macrocarpa* (Gigaspermaceae). The Bryologist 112: 287–289.

DE LA MAZA, C., HERNÁNDEZ, J., BOWN, H., RODRÍGUEZ, M. y F. ESCOBEDO

2002 Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. Arboricultural Journal 26, 347-357.

DUSÉN, P.

1906 Beiträge zur Bryologie der Magellansländer von Westpatagonien und Südchile. IV. Arkiv för Botanik utgivet av K. Svenska Vetenskaps-Akademien 6:1-40, Tafl. 1-12.

ESCOBEDO, F., D. NOWAK, J. WAGNER, C. DE LA MAZA, M. RODRÍGUEZ, D. CRANE y J. HERNÁNDEZ.

2006 The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. Urban Forestry & Urban Greening 4, 105-114.

FERNÁNDEZ, I.

2009 Recuperación de los cerros islas: ¿una posible solución a los problemas ambientales de Santiago? Revista Electrónica Ambiente Total. Ecología, Geografía, Urbanismo y Paisaje. Vol. 2:1-12

FRAHM, J.P.

2010 Mosses and Liverworts of the Mediterranean: An Illustrated Field Guide.

GALLEGO, M.T. y M.J. CANO

2007 A new species of *Syntrichia* Brid. (Pottiaceae, Bryophyta) from Chile. Journal of Bryology 29: 183–187.

GBIF

2010 Darwin Core Archives – How-to Guide, version 1, released on 1 March 2011, (contributed by Remsen D, Braak, K, Döring M, Robertson, T), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 21 pp, accessible online at: http://links.gbif.org/gbif_dwca_how_to_guide_v1

GOFFINET, B. y A. SHAW

2009 Bryophyte Biology. Second Edition. Cambridge University Press. 565 p.

GORE-RM

2005 Proyecto OTAS: Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago, Informe Final. Gobierno Regional Región Metropolitana. Santiago, Chile. 133 p.

GORE-RM

2008 Catastro de áreas verdes ejecutadas y por ejecutar en áreas urbanas y áreas rurales (protegidas). Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. División de Planificación y Desarrollo Regional. 43 p.

GRADSTEIN, S. R., S. P. CHURCHILL y N. SALAZAR ALLEN

2001 Guide to the Bryophytes of Tropical America. New York, N.Y. Bot. Gard: 1-577

- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G.
1963 Estudio de la Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina. *Opera Lilloana* 7: 1-297.
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G. y C. VILLAGRÁN
2007 Hepáticas y antocerotas del área de la flora de Zapallar. En: "Flora de las plantas vasculares de Zapallar", Villagrán C., C. Marticorena y J. Armesto (Eds), Capítulo II; 557-580, Editorial Puntángelos.
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G. y M. RUBIES.
2009 Catalogue of the Marchantiophyta and Anthocerotophyta from Chile, Argentina and Uruguay. *Nova Hedwigia* 134: 1-672.
- HALLINGBÄCK, T., N. HODGETTS y E. URMI
1996 How to Use the new IUCN red list categories on bryophytes. Guidelines proposed by the IUCN SSC bryophyte specialist group. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México*. 67(1): 147-157.
- HALLINGBÄCK, T., N. HODGETTS, G. RAEYEMAKERS, R. SHUMACKER, C. SÉRGIO, L. SÖDERSTRÖM, N. STEWART y J. VÁÑA
1998 Guidelines for application of the revised IUCN threat categories to bryophytes. *Lindbergia*, 23, 6-12.
- HEDENÄS, L.
2003 *Amblystegiaceae* (Musci). *Flora Neotropica Monograph* 89. The New York Botanical Garden. 108 pp.
- HERNÁNDEZ, J.
2007 La situación del arbolado urbano en Santiago. *Ambiente Forestal* 3, 14-16.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE).
2007 Enfoque Estadístico. Nuevas Regiones de Chile. Boletín Informativo del Instituto Nacional de Estadísticas IUCN
- 2008 The 2000 IUCN World Red List of Bryophytes. IUCN (International Union for Conservation of Nature, Species Survival Commission Bryophyte Specialist Group). Available online at: <http://www.artdata.slu.se/guest/SSCBryo/WorldBryo.htm> (Website accessed: Marzo, 2013).
- JIMÉNEZ, J.A. y M.J. CANO
2006 Two new combinations in *Didymodon* (Pottiaceae) from South America. *The Bryologist* 109: 391-397.
- KÜRSCHNER, H.
2003 Life Strategies and Adaptations in Bryophytes from the near and Middle East. *Turk Journal of Botany* 28: 73-84
- LARRAÍN, J., F. HERRERA, J.M. BUDKE y B. GOFFINET
2009 Phylogenetic affinities and conservation status of the Chilean endemic *Costesia spongiosa* (Gigaspermaceae). *The Bryologist* 112: 278-286.
- LARRAÍN, J.
2011 Estado actual del conocimiento de los briófitos de Chile. LIV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile. *Biological Research* Vol. 44 (Suplemento A) R-1-R-192. pp.
- LONGTON, R.E.
1992 The role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems, pp. 32-76. In J. W. Bates & A. M. Farmer (eds.), *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Clarendon Press, Oxford.
- MATTERI, C.M.
1985 Bryophyta, Musci: Bartramiaceae. – In: Guarrera, S.A., Gamundi de Amos, I. & Rabinovich de Halperin, D. (eds.), *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego* 14 (7), 62 pp. 18 pl.
- MÜLLER, F. y R. PURSELL
2003 The genus *Fissidens* (Musci, Fissidentaceae) in Chile. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 93: 117-139.
- MÜLLER, F.
2009 An updated checklist of the mosses of Chile. *Archive for Bryology* 58: 1-124.
- MUÑOZ, J.
1999 A revision of *Grimmia* (Musci, Grimmiaceae) in the Americas. 1: Latin America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 118-191.
- MUÑOZ, J. y F. PANDO
2000 A world synopsis of the genus *Grimmia*. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 83, 133 p.
- OCHI, H.
1970 A revision of the subfamily Bryoideae in Australia, Tasmania, New Zealand and the adjacent islands. *Journal of the Faculty of Education, Tottori University, Natural Science* 21: 7-67.

- OCHI, H.
1982 A revision of the Bryoideae (Musci) in southern South America. *Journal of the Faculty of Education, Tottori University, Natural Science* 31: 11–47, 17 fig.
- OLIVER M., J. VELTEM y B. MISHLER
2005 Desiccation tolerance in Bryophytes: A Reflection of the primitive Strategy for plant Survival in Dehydrating Habitats? *Integrated Comparative Biology* 45:788-799.
- PEREIRA, I., F. MÜLLER y A. VALDERRAMA
2006 Diversity and distribution of Bryophytes and Lichens of El Colorado, Central Chile. *Nova Hedwigia* 83: 117–127.
- PROCTOR, M. y Z. TUBA
2002 Poikilohydry and homoihydry: antithesis or spectrum of possibilities? *New Phytologist*. 156: 327-349.
- REYES, S. e I. ALDUNCE
2010 Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile [versión electrónica]. *Eure*, 36 (109), 89-110.
- ROBINSON, H.
1975 The mosses of Juan Fernández Islands. *Smithsonian Contributions to Botany* 27: 1-88.
- ROMERO, X., J. CUVERTINO, J. FURCI e I. PEREIRA
2012 Guía de reconocimiento. Los bosques en miniatura de Altos del Cantillana. Aculefu Editores, 61 p.
- ROS, R.M., V. MAZIMPAKA, U. ABOU-SALAMA, M. ALEFFI, T.L. BLOCKEEL, M. BRUGUÉS, R.M. CROS, M.G. DIA, G.M. DIRKSE, I. DRAPER, W. EL SAADAWI, A. ERDAĞ, A. GANEVA, R. GABRIEL, J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO, C. GRANGER, I. HERRNSTADT, V. HUGONNOT, K. KHALIL, H. KÜRSCHNER, A. LOSADA-LIMA, L. LUÍS, S. MIFSUD, M. PRIVITERA, M. PUGLISI, M.S. REFAI, M. SABOVLJEVIĆ, C. SÉRGIO, H. SHABBARA, M. SIM-SIM, A. SOTTIAUX, R. TACCHI, A. VANDERPOORTEN y O. WERNER
2013 Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist Cryptogamie, *Bryologie* 34(2): 99-437
- ROZZI, R., J. ARMESTO, B. GOFFINET, W.R. BUCK, F. MASSARDO, J. jr. SILANDER, M. KALIN-ARROYO, S. RUSSELL, C. ANDERSON, L. CAVIERES, y B. CALLICOTT
2008 Changing biodiversity conservation lenses: Insights from the Subantarctic non-vascular flora of southern South America. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6: 131-137.
- SANTOS, G.Z.
2006 Diagnóstico del estado Erosivo en el Cerro Chena. Parque Metropolitano Sur Cerros de Chena/Ejercito de Chile. Tesis Universidad de Santiago de Chile. 107 p.
- STEHBERG, R. y G. SOTOMAYOR
2012 Mapocho Incaico. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*. 61: 85-149
- STEUBING, L., R. GODOY, L. MIREN y R. ALBERDI
2002 Métodos de ecología vegetal. Editorial Universitaria. 345 p.
- SUBDERE
2010 Código único territorial (CUT). Subdirección de desarrollo regional, Chile. 9 p.
- TEILLIER, S.
2003 Mediterranean forests in Chile: limits, communities and dynamics. *In: The mediterranean world, environment and history* (Fouache, E., ed.), pp. 215-232. Elsevier, France.
- TEILLIER S. y A. TOMÉ.
2004 Contribución al conocimiento de la flora de la cuenca de la quebrada de Ramón (Región Metropolitana). Chile. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*, 53: 17-36.

Recibido: 31 de julio de 2013; Aceptado: 20 de Septiembre de 2013; Administrado por Gloria Rojas.