

## Identificación de los agentes causantes de biodeterioro en un monumento histórico (Tucumán, Argentina)

Parrado María F.<sup>1</sup>; Adriana I. Hladki<sup>1</sup>; Amalia B. Biasuso<sup>1-2</sup>  
y Virginia Mirande<sup>1-3</sup>

<sup>1</sup> Área de Botánica, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina. E-mail: mfparrado@hotmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales e IML, Miguel Lillo 205, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Diamante, Entre Ríos, Argentina.

**RESUMEN** — Parrado María F.; Adriana I. Hladki; Amalia B. Biasuso y Virginia Mirande. 2008. "Identificación de los agentes causantes de biodeterioro en un monumento histórico (Tucumán, Argentina)". *Lilloa* 45 (1-2). Se citan e ilustran 21 organismos responsables del proceso de biodeterioro del monumento "El Indio": algas: *Scytonema millei*; hongos: *Alternaria alternata*, *Curvularia* sp., *Epicoccum nigrum* y *Monilia* sp.; líquenes: *Leptogium* sp. y *Lecanora* sp.; musgos: *Bryum* sp., *Bryum argenteum*, *Hyophila* sp., *Racopilum tomentosum*, *Sematophyllum* sp. y *Tortula* sp.; helechos: *Pleopeltis tweediana* y *Thelypteris hispidula*; monocotiledóneas: *Cynodon hirsutus*, *Polypogon viridis*, *Sporobolus indicus* y *Tillandsia* sp.; dicotiledóneas: *Duchesnea indica* y *Parietaria debilis*.

**PALABRAS CLAVE:** Agentes de biodeterioro, monumento histórico, Tucumán, Argentina.

**ABSTRACT** — Parrado María F.; Adriana I. Hladki; Amalia B. Biasuso y Virginia Mirande. 2008. "The causing agents of biodeterioration identification in a historical monument (Tucumán, Argentina)". *Lilloa* 45 (1-2). Twenty one agents of biodeterioration were registered and illustrated: algae: *Scytonema millei*; fungi: *Alternaria alternata*, *Curvularia* sp., *Epicoccum nigrum* and *Monilia* sp.; lichens: *Leptogium* sp. and *Lecanora* sp.; mosses: *Bryum* sp., *Bryum argenteum*, *Hyophila* sp., *Racopilum tomentosum*, *Sematophyllum* sp. and *Tortula* sp.; ferns: *Pleopeltis tweediana* and *Thelypteris hispidula*; monocotyledon: *Cynodon hirsutus*, *Polypogon viridis*, *Sporobolus indicus* and *Tillandsia* sp.; dicotyledon: *Duchesnea indica* and *Parietaria debilis*.

**KEYWORDS:** Agents of biodeterioration, historical monument, Tucumán, Argentina.

### INTRODUCCIÓN

El monumento histórico "El Indio" fue esculpido por el artista tucumano Enrique Prat Gay en el año 1943, a fin de rendir homenaje a "los Chasquis", mensajeros del Inca. Esta escultura es un mortero de cemento de 6 m de altura sobre un basamento de 10 m que contiene algunas alegorías. Se encuentra emplazada en el camino hacia los Valles Calchaquíes, ruta provincial 307, constituyendo un atractivo turístico del denominado Circuito Grande de la provincia de Tucumán.

El monumento en estudio se ubica en la región Neotropical, provincia fitogeográfica

de Las Yungas, caracterizada por la presencia de elementos perennifolios y caducifolios (Morrone, 2001), clima templado moderado lluvioso con precipitaciones anuales de 1500-2000 mm e invierno seco no riguroso (Torres Bruchmann, 1978).

Debido a que la escultura está expuesta a la intemperie fue colonizada por numerosos organismos que dieron lugar a una serie de alteraciones, causando un impacto estético negativo con repercusiones desde el punto de vista histórico y cultural, como también económico e incluso turístico.

Las algas, líquenes y musgos se encuentran entre los primeros colonizadores y con frecuencia, son parte de procesos sucesiona-

les claramente discernibles en espacio y tiempo. Las algas provocan fenómenos de biodeterioro a través de reacciones químicas y alteraciones físicas del sustrato (Griffin *et al.*, 1991). Los líquenes pueden invadir las colonias de musgos (y viceversa) favoreciendo la acumulación de material orgánico que posteriormente es utilizado por otros organismos. La acción química de las plantas se desarrolla por la acidez de los ápices radiculares y la quelatinización de los exudados (Williams y Coleman, 1950; Keller y Fredericson, 1952).

Por otra parte, se suceden fenómenos puramente mecánicos, como la acción de las raíces que se introducen por las grietas debido al crecimiento y engrosamiento radial aumentando la presión en las áreas circundantes. También la contracción y expansión de los talos liquénicos, bajo condiciones de sequía y humedad, producen una acción de remoción de la superficie rocosa.

Kumar y Kumar (1999) reunieron toda la información existente sobre los agentes de biodeterioro que afectan monumentos o esculturas de piedras en regiones tropicales. En la República Argentina se están encarando, recientemente, este tipo de investigaciones (Rosato, 2005, 2006, en prensa a, b; Lopez y Giménez, 2007), entre las que merece destacarse la tarea pionera realizada en la provincia de Tucumán por Hladki (2000) en la escultura "La Libertad", con el asesoramiento de especialistas del "Instituto Centrale del Restauo de Roma".

Este trabajo forma parte del proyecto "Restauración y Revalorización Integral del Monumento El Indio", que se realizó bajo la dirección técnica de la restauradora Lic. Beatriz Cazzaniga. El objetivo es la identificación de los agentes causantes de biodeterioro, como primera medida de control para implementar las mejores estrategias de manejo y eliminación de estos organismos.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La escultura fue rodeada de una estructura de hierro y madera, con andamios a distintas alturas que permitieron acceder a la

misma y optimizar el trabajo en cada sector del monumento (Fig. 1: A). Se realizaron 3 muestreos en los meses de octubre y noviembre de 2006, previos a las tareas de limpieza y desinfección encarada por los restauradores. Se tomaron 30 muestras en diferentes niveles y orientaciones de la escultura y de su basamento; se extrajeron plantas, helechos, musgos y se rasparon las superficies que contenían líquenes, algas o manchas ocasionadas por hongos. En este último caso fue necesario sembrar las muestras en agar-papa-glucosado al 2%, incubando en estufa a 27 °C durante 10 días. Las preparaciones microscópicas se montaron en floxina 1%, KOH al 10%, azul de algodón al lactofenol 2%.

Los especímenes de musgos, helechos y plantas se identificaron sobre la base de un estudio morfológico y/o anatómico realizando preparaciones microscópicas semipermanentes para observar los caracteres diagnósticos de los mismos.

Se incluyen láminas con fotografías de los organismos estudiados y en algunos casos de los caracteres diagnósticos que permitieron su identificación taxonómica.

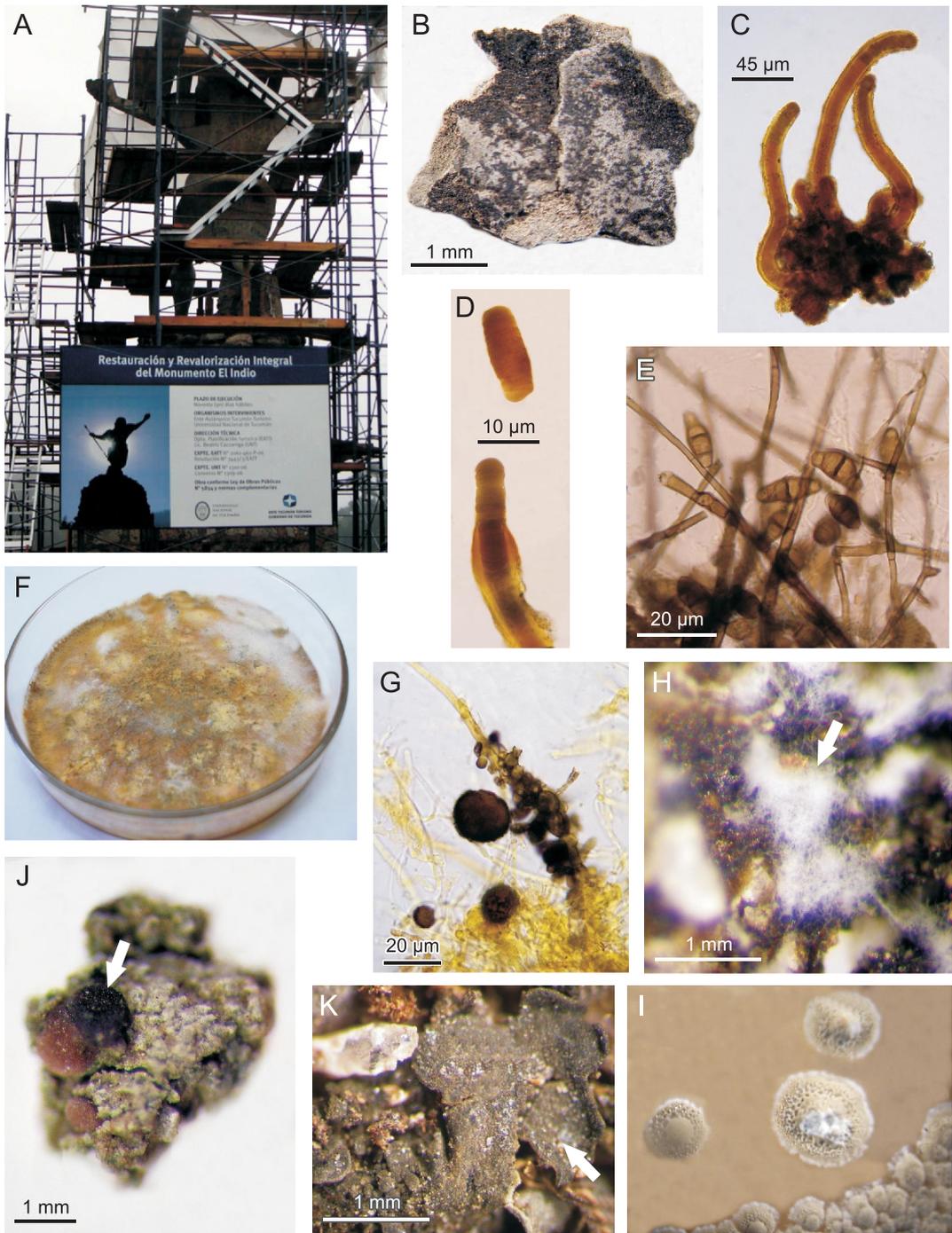
#### RESULTADOS

De las observaciones *in situ* y su posterior examen y/o en cultivo en el laboratorio, se reconocieron los siguientes agentes responsables del proceso de biodeterioro de la escultura:

##### ALGAS

*Scytonema millei* Born. (Fig. 1: B-D)

*Observaciones.*— Talo formado por filamentos entremezclados que se extienden sobre el sustrato y ramificaciones falsas erectas. Los filamentos presentan una vaina firme de color amarillo oscuro, la cual contiene un único tricoma verde-azulado, constricto a nivel de los tabiques celulares, de 10-15  $\mu\text{m}$  de ancho. Tanto las células como los heterocistos son comprimidos (Fremy, 1930; Geitler, 1932). Esta cianobacteria, capaz de fijar nitrógeno atmosférico, coloniza diversos tipos



**Fig. 1.** A) escultura rodeada de una estructura que facilita la toma de las muestras; B) muestra cubierta de algas. *Scytonema millei* Born., C) ramificaciones erectas, D) tricoma. *Curvularia* sp., E) conidióforos y conidios en cultivo. *Epicoccum nigrum* Link., F) cultivo; G) conidióforos y conidios. *Monilia* sp., H) micelio algodonoso blanco sobre la escultura; I) aspecto de la colonia en agar-papa-glucosado. *Lecanora* sp., J) talo crustoso diminuto con importantes apotecios castaños oscuros a negros. *Leptogium* sp., K) talo folioso.

de hábitat (rocas, suelos, maderas en descomposición y troncos vivos) y fue registrada en Las Antillas, Guyana, Papuasía, África y Norteamérica (Frémy, 1930; Geitler, 1932). También fue encontrada en China sobre rocas carbonatadas (Tian *et al.*, 2004).

#### HONGOS

##### *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler

*Observaciones.*— Es un saprofito común de distribución cosmopolita; este hongo cromógeno ocasiona tinciones difíciles de remover y es considerado un importante agente de biodeterioro (Ionita, 1971; Ivanona, 1983). Numerosas esculturas de mármol se ven afectadas por este microorganismo tal como lo observó Anon (1976) en la India y Hladki (2000) en la Argentina.

##### *Curvularia* Boedijn (Fig. 1: E)

*Observaciones.*— Es un hongo de suelo cuyos conidios son muy frecuentes en el aire, generalmente está presente en zonas tropicales. Fusey y Hyvert (1966) cita a *Curvularia* sp. afectando monumentos de rocas sedimentarias en Camboya, por otra parte Valentín (2001) identificó a *C. lunata* (Wakker) Boedijn como responsable del biodeterioro de material bibliográfico en museos, archivos y librerías.

##### *Epicoccum nigrum* Link. (Fig. 1: F-G)

*Observaciones.*— Es un saprofito común que ataca la madera ocasionando su pudrición. No se conocen reportes de esta especie como agente de biodeterioro.

##### *Monilia* Bonord. (Fig. 1: H-I)

*Observaciones.*— Hladki (2000) describe e ilustra este organismo afectando monumentos históricos de mármol, asimismo es considerado responsable de la desintegración de piedra caliza en Cuba (Cepero *et al.*, 1992).

#### LÍQUENES

##### *Lecanora* Ach. (Fig. 1: J)

*Observaciones.*— Este líquen crustoso endolítico presenta hifas que penetran la roca y le sirven de fijación. Hale (1980) y Garg *et al.* (1995) identifican a *Lecanora* sp. como el causante del deterioro de esculturas de piedra caliza en Honduras e India, además Rosato (2006) cita a *L. umbrina* (Ach.) Massal, *L. dispersa* (Pers.) Sommerf. y *L. muralis* (Schreb.) Rabenh. como responsables del biodeterioro de morteros de cemento en la provincia de Buenos Aires.

##### *Leptogium* (Ach.) Gray (Fig. 1: K)

*Observaciones.*— Es un líquen folioso muy bien representado en las regiones tropicales. Hale (1980) lo reporta como agente de biodeterioro de ruinas Mayas en Guatemala y Honduras.

#### MUSGOS

##### *Bryum* Hedw. (Fig. 2: A)

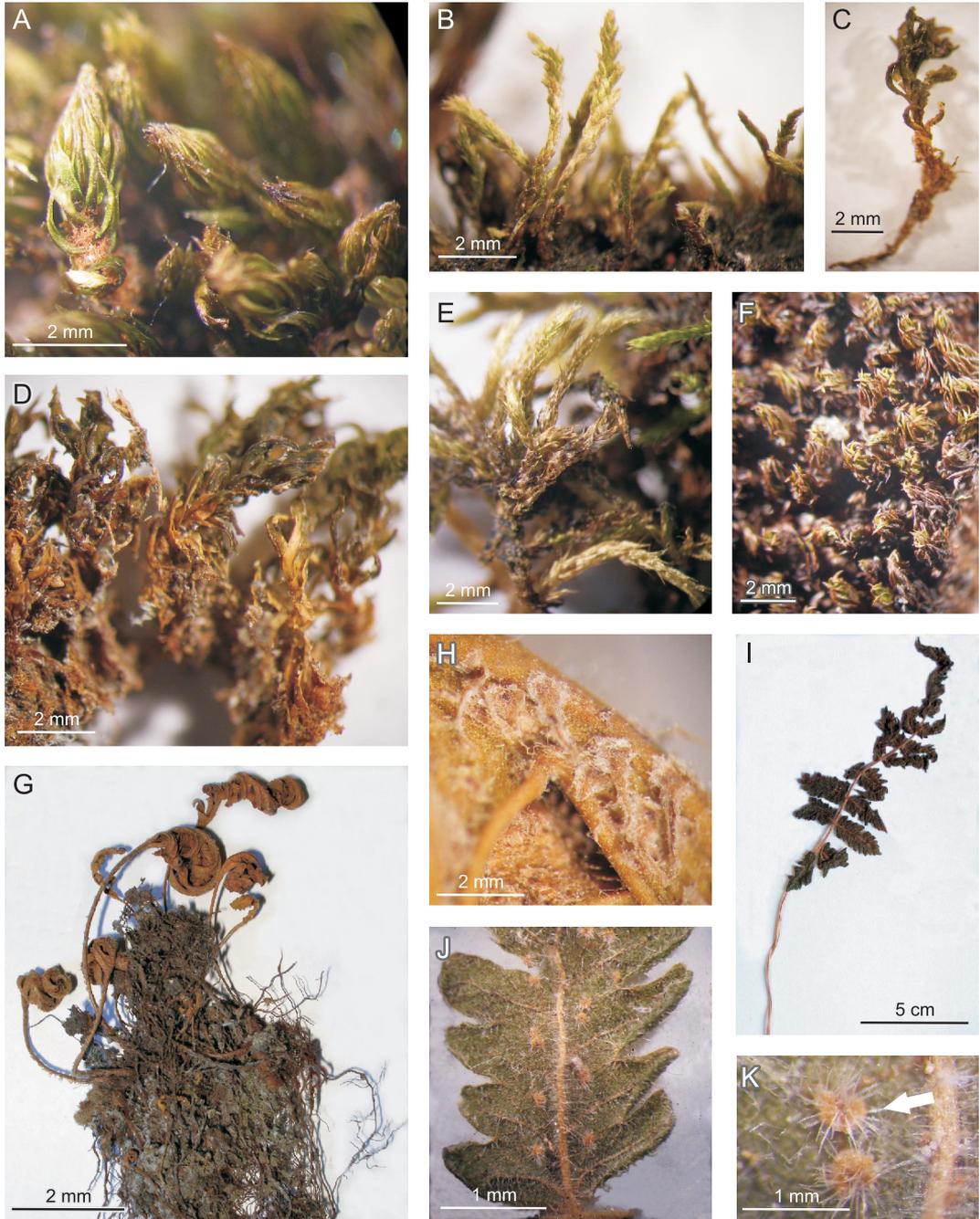
*Observaciones.*— Es el género mejor representado de la familia Bryaceae, en el Neotrópico se pueden hallar 50 especies (Churchill y Linares, 1995). Su distribución es cosmopolita, crecen en bosques y sitios abiertos; comúnmente sobre suelo y humus. Según datos bibliográficos algunas especies son citadas como abundantes en todo tipo de sustratos y con elevadas coberturas (Vicente *et al.*, 1986; Ayuso *et al.*, 1995). Los ejemplares examinados se encontraron formando un cojín casi puro de plantas estériles solamente en la pared este del monumento, mientras que en otras muestras se localizaron plantas aisladas entremezcladas con ejemplares de Pottiaceae.

##### *Bryum argenteum* Hedw. (Fig. 2: B)

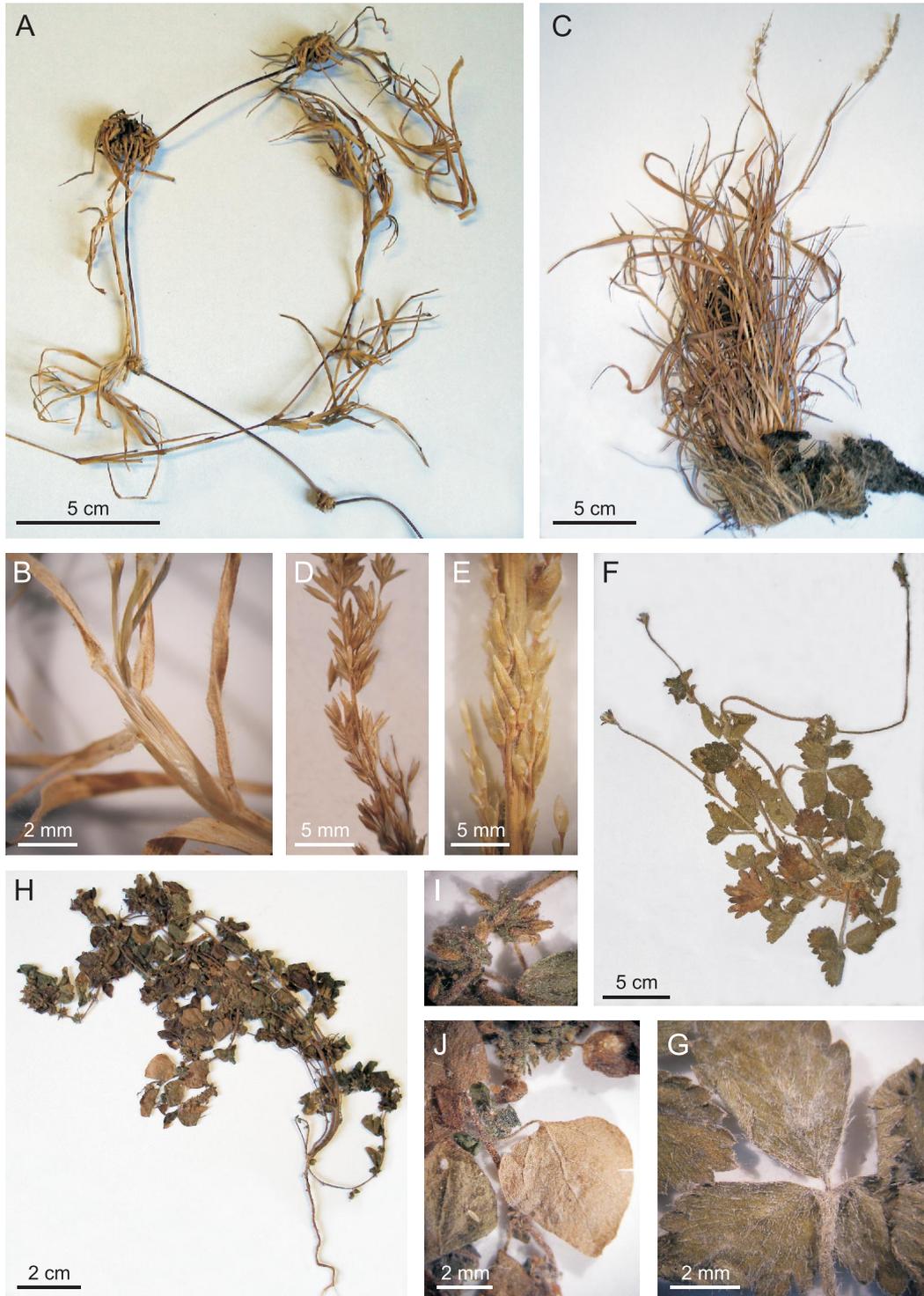
*Observaciones.*— Especie común, cuyas plantas son delicadas con un atractivo color verde plateado. Asociada con hábitat antro-

ogénicos perturbados, crecen sobre rocas, suelos arenosos, cemento, entre ladrillos en los jardines y bosques quemados (Allen,

2002). En un estudio sistemático de los briófitos que habitan en los núcleos urbanos de España, Ayuso *et al.* (1995) cita a la especie



**Fig. 2.** A) *Bryum* sp.; B) *Bryum argenteum*. *Hyophila* sp., C) hábito de la planta al estado seco; D) aspecto general; E) *Sematophyllum* sp.; F) *Tortula* sp. *Pleopeltis tweediana*, G) aspecto general; H) detalle de las frondes con escamas. *Thelypteris hispidula*, I) aspecto general, J) detalle de la fronde, K) detalle de soro con inducio.



**Fig. 3.** *Cynodon hirsutus*, **A)** aspecto general, **B)** detalle de lámina pubescente. *Polypogon viridis*, **C)** aspecto general, **D)** detalle de la inflorescencia. *Sporobolus indicus*, **E)** detalle de la inflorescencia. *Duchesnea indica*, **F)** aspecto general, **G)** detalle de hoja trifoliada. *Parietaria debilis*, **H)** aspecto general, **I)** detalle de inflorescencia, **J)** detalle de hojas.

como casmófito creciendo en todo tipo de grietas, bordillos de acera y base de los edificios. En las muestras estudiadas las plantas son escasas con bajo recubrimiento, estériles y crecen mezcladas junto con *Hyophila* sp.

*Hyophila* Brid. (Fig. 2: C-D)

*Observaciones.*— Es un género que se incluye en la familia Pottiaceae, se distribuye en los trópicos y zonas templadas. Crece en bosques húmedos tropicales a andinos, a lo largo de cursos de aguas o en sitios expuestos sobre roca o suelo (Churchill y Linares, 1995). Algunas especies se han reportado creciendo en piedras, rocas calizas y en bloques de cemento (Allen, 2002) no conociéndose datos bibliográficos sobre su presencia en esculturas. Del material examinado constituye el género mejor representado tanto por el número de ejemplares como por la amplia cobertura en el monumento, crece junto con ejemplares de Bryaceae y entremezclado con tricomas de *Scytonema millei* los que se observan en la base de las plantas y ocasionalmente cubriendo la mayor parte de las mismas.

*Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid.

*Observaciones.*— Especie de amplia distribución en el Neotrópico, crece sobre troncos y ramas de árboles y arbustos, trozos de madera, suelo y rocas. De los ejemplares muestreados es el más escaso debido a que sólo se observaron dos plantas estériles. No se conocen registros de esta especie como causante de biodeterioro.

*Sematophyllum* Mitt. (Fig. 2: E)

*Observaciones.*— Es un género de distribución pantropical y en el Neotrópico es uno de los más diversos (Churchill y Linares, 1995). Viven como epífitos formando tapiques sobre ramas, troncos de árboles y arbustos, así como rocas y ocasionalmente sobre suelo. En dos muestras pertenecientes a la pared sur de la escultura, se observaron plantas medianas verde brillantes, estériles,

que crecen mezcladas con ejemplares de Bryaceae sobre talos liquénicos. En la literatura, no ha sido reportado como agente de biodeterioro.

*Tortula* Hedw. (Fig. 2: F)

*Observaciones.*— Es un género que se incluye en la familia Pottiaceae, numerosas especies fueron registradas creciendo sobre diversos sustratos como granito, cemento, argamasa, tejas, y suelo arenoso en centros urbanos (Vicente *et al.*, 1986; Ayuso *et al.* 1995). En este estudio se lo observó formando cojines pequeños, puros o mezclados con otros géneros de Pottiaceae.

HELECHOS

*Pleopeltis tweediana* (Hook.)

A. R. Sm. (Fig. 2: G-H)

*Observaciones.*— Plantas epífitas o saxícolas con rizomas rastreros de 3-4 mm diám., poiquilohídricas o reviviscentes. Es la especie más frecuente en el noroeste argentino, habita bosques caducifolios pedemontanos, selva basal y bosques montanos de *Alnus* sp. y *Podocarpus* sp. Crece desde los 200 hasta los 2400 m s.n.m. No se conocen reportes de esta especie como agente de biodeterioro.

*Thelypteris hispidula* (Decne.)

C. F. Reed (Fig. 2: I-K)

*Observaciones.*— Plantas con rizomas erectos a suberectos, es un elemento relativamente común en el noroeste argentino, que crece en ambientes fluviales o en paisajes alterados a baja o mediana altura. No se conocen reportes de esta especie como agente de biodeterioro.

MONOCOTILEDÓNEAS

*Cynodon hirsutus* Stent (Fig. 3: A-B)

*Observaciones.*— Plantas perennes, rastreas, con estolones superficiales comprimidos lateralmente y carentes de rizomas subterrá-

neos. Originaria de Sudáfrica, naturalizada en Argentina y Australia. Es una maleza invasora de cultivos, frecuente en terrenos arenosos y modificados. Mishra *et al.* (1995) y Aranyanak (1992) citan a *C. dactylon* (L.) Pers. como agente de biodeterioro en monumentos de piedra en India y Tailandia.

*Polypogon viridis* (Gouan)  
Breistr. (Fig. 3: C-D)

*Observaciones.*— Plantas perennes cespitosas, hidrófilas y alcalinófilas de regiones templado cálidas. Es una especie introducida en América. No se conocen reportes de esta especie como agente de biodeterioro.

*Sporobolus indicus* (L.)  
R. Br. (Fig. 3: E)

*Observaciones.*— Plantas perennes cespitosas y glabras. Es un pasto semiduro de 30 cm a 1 m de altura, común en pastizales u orillas de camino de América cálida, frecuente en Argentina. En la literatura, no ha sido reportado como agente de biodeterioro.

*Tillandsia* L.

*Observaciones.*— Plantas epífitas y litófitas (sobre rocas, techos, líneas de teléfono, etc.) de América cálida. La característica más sobresaliente es la habilidad para sobrevivir sin un sistema radicular funcional, sus raíces sólo sirven para la fijación por lo que toda el agua y los nutrientes requeridos se absorben directamente a través de las hojas. En la literatura, no ha sido reportado como agente de biodeterioro.

DICOTILEDÓNEAS  
*Duchesnea indica* (Andrews)  
Focke (Fig. 3: F-G)

*Observaciones.*— Hierbas perennes, rastreas, con tallos tendidos radicales en los nudos, pubescentes, de 30-50 cm de longitud. Originaria de la India y adventicia en América. No ha sido citada como agente de biodeterioro.

*Parietaria debilis* G. Forst.  
(Fig. 3: H-J)

*Observaciones.*— Hierba de 8-40 cm de altura, anual, pubescente, tierna, más o menos ramificada, ascendente o decumbente. Cosmopolita, de amplia distribución en la Argentina. Crece en muros viejos y lugares modificados, generalmente húmedos y sombríos. Se menciona a *P. diffusa* Merl. & Koch como una especie común de paredes en Europa (Caneva *et al.*, 1991)

#### CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

El grado de alteración biológica fue alto debido a la acción de plantas, helechos, musgos, algas, hongos y líquenes.

En el monumento en estudio predominaron las cianobacterias, lo cual coincidió con lo observado por Tian *et al.* (2004) en China. Estos autores destacaron los efectos erosivos dados por las algas, en los cuales influyeron la forma de la comunidad (crustosa, película, globosa, etc.) y el metabolismo algal que, junto al factor climático, condujeron a deterioros mecánicos y químicos de los sustratos.

Los hongos identificados son Deuteromycetes saprófitos de suelo que también afectan roca caliza, silícica y granítica (Manoharachary, 1986; Caneva *et al.*, 1991; Hirsch *et al.*, 1995). Con respecto a los líquenes, Rosato (2006) observó una alta proporción de talos foliosos creciendo en morteros de cemento y hormigón, algunos de los cuales solamente habían sido citados sobre corteza de los árboles. Estas observaciones coinciden con las nuestras, aunque también se incluye talos crustosos de *Lecanora* sp. como causante de daños en el monumento.

La familia de musgos mejor representada son las Pottiaceae ya que se trata de especies pioneras, de carácter heliófilo y muy resistentes a condiciones adversas como las que ofrece este tipo de sustrato. La acción erosiva del ambiente proporciona un medio que permite el desarrollo de cojines pequeños con la presencia de otros musgos acrocárpico (*Bryum* sp.) de iguales exigencias.

Las Poaceas son las monocotiledóneas presentes en mayor proporción (*Cynodon hirsutus*, *Polypogon viridis* y *Sporobolus indicus*) en la escultura, y los registros bibliográficos de esta familia como causantes de biodeterioro corresponden a Aranyanak (1992) y Mishra *et al.* (1995) en India y Tailandia.

Como conclusión se citan por primera vez para la Argentina a *Scytonema millei*, *Hypophila* sp., *Racopilum tomentosum*, *Sematophyllum* sp., *Curvularia* sp., *Epicoccum nigrum*, *Leptogium* sp., *Pleopeltis tweediana*, *Thelypteris hispidula*, *Cynodon hirsutus*, *Polypogon viridis*, *Sporobolus indicus*, *Tillandsia* sp., *Duchesnea indica* y *Parietaria debilis* como agentes de biodeterioro.

#### AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Fundación Miguel Lillo donde se llevó a cabo esta investigación y al CIUNT por financiar parcialmente la misma.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Allen, B. 2002. Moss Flora of Central America, Part 2. Encalyptaceae-Orthotrichaceae. Miss. Bot. Gard., St. Louis, MI, USA. 699 pp.
- Anon, A. 1976. Studies for the Preservation of Monuments in Agra from Mathura Refinery Air Pollution: Third Report. San Ippolito (Pesaro), Italy. Tecneco. 33 pp.
- Aranyanak, C. 1992. Biodeterioration of cultural materials in Thailand. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, October 5-8, 1992. Held at Pacifico Yokohama, ed. K. Toishi, H. Arai, T. Kenjo, and K. Yamano, 23-33. Tokyo: International Communications Specialists.
- Ayuso, J. B.; M. J. E. Rivas & J. L. Rupidera Giraldo. 1995. Botánica Complutense 20: 45-53. Servicio de Publicaciones. Universidad Complutense.
- Caneva, G.; M. P. Nugari & O. Salvadori. 1991. Biology in the conservation of Work of Art. I.C.C.ROM. International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property, Rome R.M., Italy, 150 pp.
- Cepero, A.; P. Martinez; J. Castro; A. Sanchez & J. Machado. 1992. The biodeterioration of cultural property in the republic of Cuba: A review of some experiences. In Proceedings of the 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, October 5-8, 1992. Held at Pacifico Yokohama, ed. K. Toishi, H. Arai, T. Kenjo and K. Yamano, 479-87. Tokyo: International Communications Specialists.
- Churchill, S. P. & E. L. Linares. 1995. Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Bibl. J. J. Triana 12 (1): 1-453.
- Frémy, P. 1930. Les Myxophycées de l'Afrique aquatoriale française. Caen. Arch. Bot., 3 (2): 508 pp.
- Fusey, P. & G. Hyvert. 1966. Biological deterioration of stone monuments in Cambodia. Monograph of the Society for Chemical Industry 23: 125-129.
- Garg, K. L.; A. K. Mishra; A. Singh & K. K. Jain. 1995. Biodeterioration of cultural heritage: some case studies. In Conservation, Preservation and Restoration: Traditions, Trends and Techniques, ed. G. Kamalakar and V. Pandit Rao 31-38, Hyderabad, India: Birla Archaeological and Cultural Research Institute.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. En: Rabenhorst's, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig. 1196 pp.
- Griffin P. S.; N. Idictor & R. J. Koestler. 1991. The biodeterioration of stone, a review of deterioration mechanisms: Conservation case histories and treatment. International Biodeterioration, 28: 187-207.
- Hale, M. E. 1980. Control of biological growths on Mayan archaeological ruins in Guatemala and Honduras. In National Geographic Research Reports, 1975, Projects 305-21, Washington, D.C.: National Geographic Society.
- Hladki, A. I. 2000. Identificación de los hongos que afectan a un monumento histórico. Lilloa 40 (1): 71-86.
- Hirsch, P.; F. E. W. Eckhardt & R. J. Palmer. 1995. Fungi active in weathering of rock and stone monuments. Can. J. Bot. 73 (1): 1384-1390.
- Ionita, I. 1971. Contributions to the study of biodeterioration of works of art and historic monuments, 3. Species of fungi isolated from stone monuments. Rev. Roum. Biol. Botanique 16 (6): 433-36.
- Ivanova, A. M. 1983. Studies on the stability of cultural and morphological featur-

- res of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler isolated from non-metal materials. Mikologiya y Fitopatologiya 18 (2): 94-98.
- Keller, N. D. & A. F. Fredericson. 1952. The role of plants and colloid acids in the mechanisms of weathering. Amer. J. Sci. 250: 594-608.
- Kumar, R. & A. V. Kumar . 1999. Biodegradation of Stone in Tropical Environments. An overview. Research in conservation. The Getty Conservation Institute. 75 pp.
- Lopez, S. E. & M. C. Giménez. 2007. *Asterostroma cervicolar* (Lachnocladiaceae, Basidiomycota) en un edificio histórico en Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 42 (Supl.): 220.
- Manoharachary, C. 1986. Mycoflora of soil samples associated with rocks. Journal of Archaeological Chemistry. M. C. Ganorkark (ed.) 4: 17-18.
- Mishra, A. K.; K. K. Jain & K. L. Garg. (1995). Role of higher plants in the deterioration of historic buildings. The Science of the Total Environment 167: 375-92.
- Morrone, J. J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M & T- Manuales y Tesis SEA, vol. 3., Zaragoza, 148 pp.
- Rosato, V. G. 2005. Agentes de deterioro biológico en ambientes rurales, urbanos y costeros de la Provincia de Buenos Aires. Ciencia y Tecnología del Hormigón. La Plata, 12: 25-29.
- Rosato, V. G. 2006. Diversity and distribution of lichens on mortar and concrete in Buenos Aires province, Argentina. Darwiniana 44 (1): 89-97.
- Rosato, V. G. (en prensa, a). Pathologies and biological growths on concrete dams in tropical and arid environments in Argentina. Materials and Structures. Paris.
- Rosato, V. G. (en prensa, b). The lichen *Caloplaca felipponei* growing on quartz sandstone in Mar del Plata (Argentina): SEM observations. Lilloa 44.
- Tian, Y.; J. Zhang; L. Song & H. Bao. 2004. The role of aerial algae in the formation of the landscape of the Yunnan Stone Forest, Yunnan Province, China. Science in China Ser. D. Earth Sciences 47 (9): 846-864.
- Torres Bruchmann, E. 1978. Las clasificaciones climáticas de Köppen y Thornthwaite. Serie Didáctica N° 48. Fac. de Agronomía y Zootecnia. U.N.T. 27 pp.
- Valentín, N. 2001. Microbial contamination and insect infestation in spanish museums, archives and libraries. Coalition (3): 5-6.
- Vicente J.; I. Granzow De La Cerda; V. Mazimpaka & E. Ron. 1986. Contribución al conocimiento de la flora briológica de la ciudad de Avila. Trab. Dep. Botánica 13: 39-43
- Williams, D. E. & N. T. Coleman. 1950. Cation exchange properties of plants root surface. Plant and soil II: 243-256.