



Biodeterioro por plantas vasculares en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, Lima–Perú

Biodeterioration by vascular plants in the Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, Lima-Perú

José N. Gutiérrez Ramos¹ y Nugkui T. Noningo Mauricio²

¹Allpa Wasi Conservación Sac. ²Museo de Historia Natural Vera Alleman – URP

RESUMEN

Se realizó un estudio de plantas vasculares causantes de biodeterioro en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, ubicado en Barrios Altos en el distrito de Cercado de Lima - Perú, considerado como monumento histórico debido a que alberga tumbas de diversos personajes históricos del Perú. Se realizó un recorrido de las instalaciones del Museo Cementerio para recolectar plantas que se encontraron ocasionando biodeterioro en el patrimonio arquitectónico y lítico; en mausoleos, tumbas, nichos, caminos y veredas. Se identificaron un total de 22 especies, agrupadas en 17 familias, encontrando a la familia Poaceae con mayor prevalencia con un 13.63 %. Se determinó que del total de especies el 40.91 % fueron reconocidas como malezas. Además, el 27.27 % fueron de porte arbóreo, el 22.72 % arbustivas y el 50 % herbáceas. Las especies arbóreas con mayor potencial deteriorante son: *Schinus terebinthifolius*, *Inga feuillei*, *Parkinsonia aculeata* y *Ficus* spp. seguidas por las plantas arbustivas *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bougainvillea glabra*, *Tecoma* spp. y *Cestrum auriculatum*.

Palabras Clave: Biodeterioro, museo, cementerio.

ABSTRACT

A study of vascular plants cause biodeterioration was held at the Museum Presbítero Maestro, located in Barrios Altos in the district of Cercado de Lima - Peru, considered a historical monument because houses graves of many historical figures of Peru. A tour of the facilities of the Cemetery Museum to collect plants found causing biodeterioration in architectural heritage and lytic was made; in mausoleums, tombs, niches, roads and sidewalks. A total of 23 species, grouped in 18 families, finding the most prevalent family Poaceae with 13.04% were identified. It was determined that the total 39.13% of the species were recognized as weeds. In addition, the 21.74% were arboreal, 26.09% shrubby and 47.82% herbaceous. The tree species most damaging potential are: *Schinus terebinthifolius*, *Inga feuillei*, *Parkinsonia aculeata* and *Ficus* spp. followed by shrubby plants *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bougainvillea glabra*, *Tecoma campesis* and *Cestrum auriculatum*.

Keywords: Biodeterioration, museum, cemetery.

INTRODUCCION

Los objetos artísticos y patrimoniales son capaces de actuar como sustrato para el desarrollo de organismos y microorganismos que en muchos casos producen deterioros y efectos indeseables

sobre el mismo, como consecuencia de su crecimiento y metabolismo. Pero además, la gran variedad de materiales de los que se componen las obras de arte, hace que el estudio de los fenómenos de biodeterioro en estos soportes sea una tarea bastante compleja ⁽¹⁰⁾.

Estos materiales pueden ser deteriorados tanto física como químicamente, dañándose estética y estructuralmente. Sin embargo, existen agentes biológicos evidenciados a través del crecimiento y actividad, los cuales causan un efecto no menos preocupante denominado biodeterioro ^(10, 19). El biodeterioro, es considerado como la alteración irreversible producida por organismos biológicos (bacterias, hongos, algas, plantas y animales) debido a la actividad metabólica.

Entre los distintos materiales empleados por el hombre como medio de expresión de su creatividad artística la piedra, es debido a su propia naturaleza, uno de los que mejor soporta el paso del tiempo ⁽¹⁵⁾. Sin embargo, a pesar de su resistencia, muchas de sus características iniciales se ven modificadas a lo largo de los años como consecuencia de los procesos de alteración que todo material expuesto a la intemperie sufre. Entre estos procesos de alteración, aquellos que son provocados por organismos vivos han sido objeto de un estudio más profundo en los últimos años debido al avance tecnológico, que ha supuesto la aparición de nuevos métodos que permiten un análisis más puntual de las muestras ⁽¹¹⁾.

El deterioro por agentes bióticos en materiales pétreos, no es un fenómeno aislado, sino que es el resultado de la interacción de numerosos factores que hay que contemplar en su conjunto. Si estudiamos detenidamente un monumento con biodeterioro, comprobaremos que funciona como un auténtico ecosistema en el cual una notable variedad de especies de flora y fauna se desarrolla merced a la interacción de factores relacionados con su entorno ⁽²⁰⁾. Cuando este substrato es una obra patrimonial la presencia de estas plantas es un factor de riesgo en la conservación del inmueble ⁽⁶⁾. El biodeterioro que experimentan los materiales pétreos de edificios, yacimientos arqueológicos y esculturas aumenta progresivamente. Una de las mayores causas de este proceso es la acción de la vegetación infectante ⁽¹⁷⁾. Las plantas vasculares se encuentran entre los agentes biodeteriorantes más importantes de climas tropicales ⁽⁹⁾.

La identificación temprana de las especies vegetales puede ser de interés para quienes han de tomar decisiones ya que las raíces pueden horadar visiblemente las rocas porosas que constituyen las edificaciones, y provocar, por tanto, daños apreciables a los inmuebles, al tiempo que destruyen con su acción otros elementos que para geólogos, arqueólogos o historiadores pudieran ser de interés ⁽¹⁾.

Considerando que el Cementerio Presbítero Maestro ha sido declarado como monumento histórico debido a que alberga tumbas de muchos personajes históricos del Perú y al visitarla se pueden observar distintas especies de plantas que han crecido en tumbas, nichos mortuorios, monumentos y en el mismo suelo, muchas de estas se encuentran ocasionando biodeterioro en el lugar. Motivo por el que consideramos conveniente y necesario realizar un estudio sobre el biodeterioro de organismos botánicos, con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre la flora que causa deterioro.

Antecedentes Históricos del MCPMM

El Cementerio General de Lima, su construcción se realizó en 1786 inaugurándose el 31 de mayo de 1808 bajo la administración del Virrey Abascal contando con el auspicio del Arzobispo de Lima don Bartolomé de las Heras ^(3, 13, 14). La construcción estuvo a cargo del arquitecto español Matías Maestro Alegría, quien desarrollo el proyecto con un diseño estilo neoclásico francés e italiano. El cementerio cambio su denominación el 17 de agosto de 1923 adoptando el de Cementerio Presbítero Matías Maestro en reconocimiento al arquitecto que lo diseño.

El cementerio fue declarado Monumento Histórico el 28 de diciembre de 1972 y como Museo el 9 junio de 1999, e incorporado a la Red Andina de Valorización y Gestión de Cementerios Patrimoniales en el año 2000. El cementerio recibió luego la denominación de Museo Cementerio Presbítero Maestro, por acuerdo de Directorio de la Sociedad de Beneficencia de Lima Metropolitana el 9 de junio de 1999 a iniciativa del Consejo Internacional de Museos (ICOM - PERU) en coordinación con el Instituto Nacional de Cultura, con la finalidad de salvaguardar el patrimonio histórico y artístico que allí se conserva. Fue declarado Museo Cementerio el 12 de agosto 2003 y actualmente forma parte de la Red Iberoamericana de Cementerios y de la Red de Cementerios Patrimoniales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro Lima – Perú, ubicado en Barrios Altos (Cercado), localizado aproximadamente a los 12°02'28"S y 77°00'29"O, con una elevación de 197 msnm. El área total aproximada del MCPM es de aproximadamente 20 hectáreas. (**Fig. 1**).

El espacio en estudio se distribuye a manera de una ciudad mortuoria, que comprende calles, cuarteles y mausoleos que obedecen a un modelo europeo. En su interior existen 374 cuarteles de nichos, en los cuales están inhumados más de 250 mil nichos de difuntos; asimismo 685 tumbas, 766 mausoleos – capillas y 92 monumentos históricos.



Fig. 1: Vista aérea del Museo Cementerio Presbítero Maestro (Tomado de Google Earth 19/08/2017)

Recolección de material botánico

Se realizaron tres visitas entre los meses de octubre y noviembre de 2015 para recolectar muestras de plantas vasculares que se encontraron ocasionando biodeterioro en tumbas, monumentos, mausoleos, cuarteles, calles y suelo (paso peatonal).

Para la toma de muestras se tuvieron en cuenta las plantas leñosas y herbáceas que se encontraron en espacios característicos o ambientes susceptibles de presentar colonización ya sea que crezcan de forma espontánea sobre la piedra ocasionando fisuras o grietas de estructuras de los nichos, esculturas de tumbas y mausoleos. También, plantas que se encuentren en el suelo cercano a las estructuras patrimoniales. Adicionalmente se hicieron registros fotográficos de las plantas y del daño por estas al patrimonio; así como un registro de información descriptiva del daño.

En el transcurso de la colecta se marcaron las zonas o lugares de procedencia del ejemplar recolectado, anotando su ubicación y acceso. Por último, cada una de las muestras fue herborizada en base a protocolos de herbario.

Identificación y estudio de las muestras botánicas

Las plantas fueron identificadas con ayuda de material óptico (estereoscopio binocular), claves dicotómicas, bibliografía especializada como inventarios de flora y otros materiales que ayudaron a la determinación del género o especie. Los nombres y sistemática botánica se realizaron en base a la clasificación de Cronquist ⁽²⁾.

RESULTADOS

En el presente estudio se identificaron 22 especies que vienen ocasionando biodeterioro en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, agrupadas en 17 familias, encontrando representada a la familia Poaceae con 3 especies; Malvaceae, Fabaceae y Asteraceae con dos especies respectivamente y Anacardiaceae, Amaranthaceae, Arecaceae, Brassicaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Cupressaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Nyctaginaceae, Moraceae y Solanaceae con una especie para cada una de las familias. **(Tabla 1)**. Del total de especies identificadas el 50 % fueron reconocidas como herbáceas, el 27.27 % arbóreas y el 22.72 % fueron arbustivas, el 40.91 % fueron reconocidas como malezas y se encontró una mayor prevalencia de la familia Poaceae con un 13.63 %.

De las especies de porte arbóreo y con potencial deteriorante se encontraron: *Ficus* spp., *Schinus terebinthifolius*, *Inga feuillei* y *Parkinsonia aculeata*, de las cuales esta última se encontró con un mayor grado de colonización y ocasionando rajaduras en el suelo, seguidas en menor medida

por *Cupressus* spp.. Mientras que las especies arbustivas con potencial deteriorante fueron: *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bougainvillea glabra*, *Tecoma campestris* y *Cestrum auriculatum*.

El mayor número de especies encontradas fueron de porte herbáceo, creciendo sobre tumbas, mausoleos, monumentos y paredes como es el caso de *Sonchus oleraceus*, otras creciendo en fisuras y grietas en el suelo como: *Bromus* spp., *Sisymbrium irio*, *Distichlis spicata*, *Setaria verticillata*.

Las especies *Hibiscus rosa-sinensis*, *Schinus terebinthifolius*, *Crassula ovata* y *Ficus* spp. han sido sembradas como plantas ornamentales en áreas de jardines dentro del museo, las cuales también, se han observado creciendo en monumentos, tumbas y mausoleos.

Tabla 1. Especies que ocasionan biodeterioro en el MCPMM (Octubre – noviembre, 2015)

ESPECIES QUE OCASIONAN BIODETERIORO EN EL MUSEO CEMENTERIO PRESBITERO MATIAS MAESTRO				
N°	Lugar de recolección : Pabellón/Cuartel- Tumba/Mausoleo	Familia	Especie	Porte
1	San Ezequiel (C) - Felipe de Osma (T) Manuel Marcelo Proaño (T)	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.	H*
2	José Payan (T) San Lucas (C) - Familia Juan V. Larrañaga (T)	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi, 1820	Ar
3	San Jeremías (C) San Ezequiel (C)	Arecaceae	<i>Washingtonia</i> spp.	Ar
4	Entre Santa Ana y Santa Elena (C) – Augusto B. Leguía (T)	Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist, 1943	H*
5	Familia Quiroz (T)	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L. 1753	H*
6	Henry Meiggs M.D. (T) Juan de Dios Carrillo (T)	Bignonaceae	<i>Tecoma campesis</i> (Thunb.) Lindl.	Ab
7	San Matías (C) - Clodomira M. de Cisneros (T) Santa Ana Central (C) - Graham Urresti y Rosa Elsa de Graham (T)	Boraginaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i> Vahl, 1770	H*
8	San Lino (C) - Familia de la Puente Candamo (T)	Brassicaceae	<i>Sisymbrium irio</i> L. 1753	H*
9	San Antero (C)	Convolvulacea	<i>Ipomoea</i> spp.	H
10	Pedro Gallagher (T)	Cupresaceae	<i>Cupressus</i> spp. L. 1753	Ar
11	Pedro Gallagher (T)	Crassulaceae	<i>Crassula ovata</i> (Miller) Druce, 1759	Ab
12	Familia Eulogio Higuera (T)	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peplus</i> L. 1753	H
13	Familia Wiese (T)	Fabaceae	<i>Inga feuillei</i> DC.	Ar
14	Ricardo García Delgado (T)	Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L. 1753	Ar
15	San Cristóbal (C)	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. 1753	Ab
16	Juan de Dios Carrillo (T) General Mariano Necochea (T) San Julio (C) - General Clemente Althaus (T)	Malvaceae	<i>Sida</i> spp.	H*
17	San Alfredo (C) San Simón (C) - Julio Moran (T) Emma M. Tolmos - Samuel E. Tolmos (T)	Moraceae	<i>Ficus</i> spp.	Ar
18	San Alfredo (C) Ray F. Pelaez (T)	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy, 1849	Ab
19	San Juan Bautista (C) - José Manuel Tirado y Juan de La Torre (T)	Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene, 1887	H*
20	Monumento al Presbítero Matías Maestro	Poaceae	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv. 1812	H*
21	San Julio (C) - General Clemente Althaus (T)		<i>Bromus</i> spp.	H*
22	Santa Carlota (C)	Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham, 1828	Ab

H: Herbácea
Ab: Arbustiva
Ar: Arbórea
*Malezas
T: tumba
C: cuartel



Fig. 2. *Columba livia*, “paloma domestica” posada sobre estructura lítica de un mausoleo.; **Fig. 3.** *Cathartes aura* “gallinazo de cabeza negra”; A. posada sobre esculturas de monumento mortuorio; B. Excremento líquido lechoso de gallinazo (urohidrosis); **Fig. 4.** C. Ruptura de canal de agua con sedimentación de las aguas negras.; D. Jardín interior con riego con aguas negras.

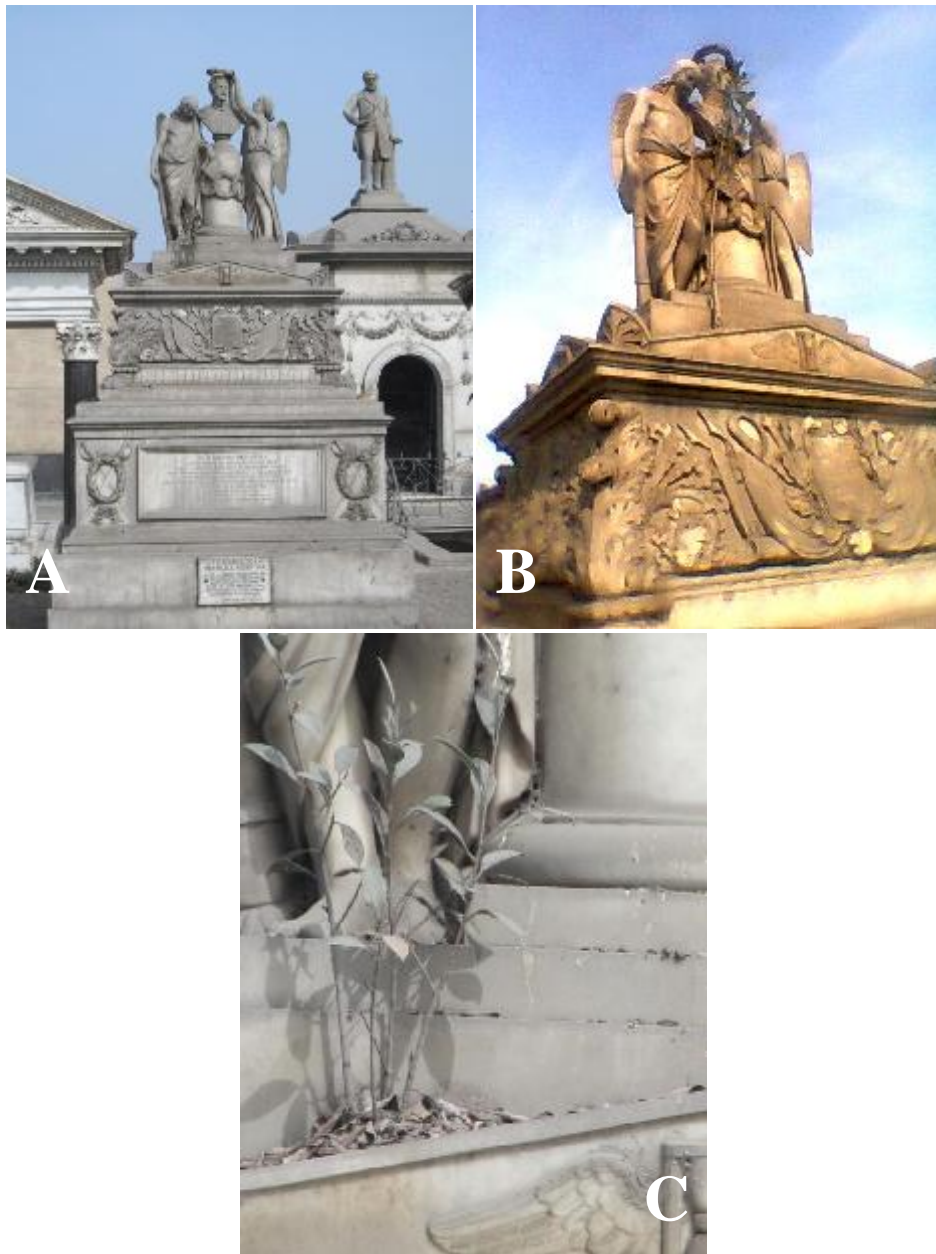


Fig. 5. A Mausoleo del General Mariano Necochea; B y C. Presencia en lo alto del mausoleo de una planta de *Ficus* spp. posiblemente zoocoria por aves.

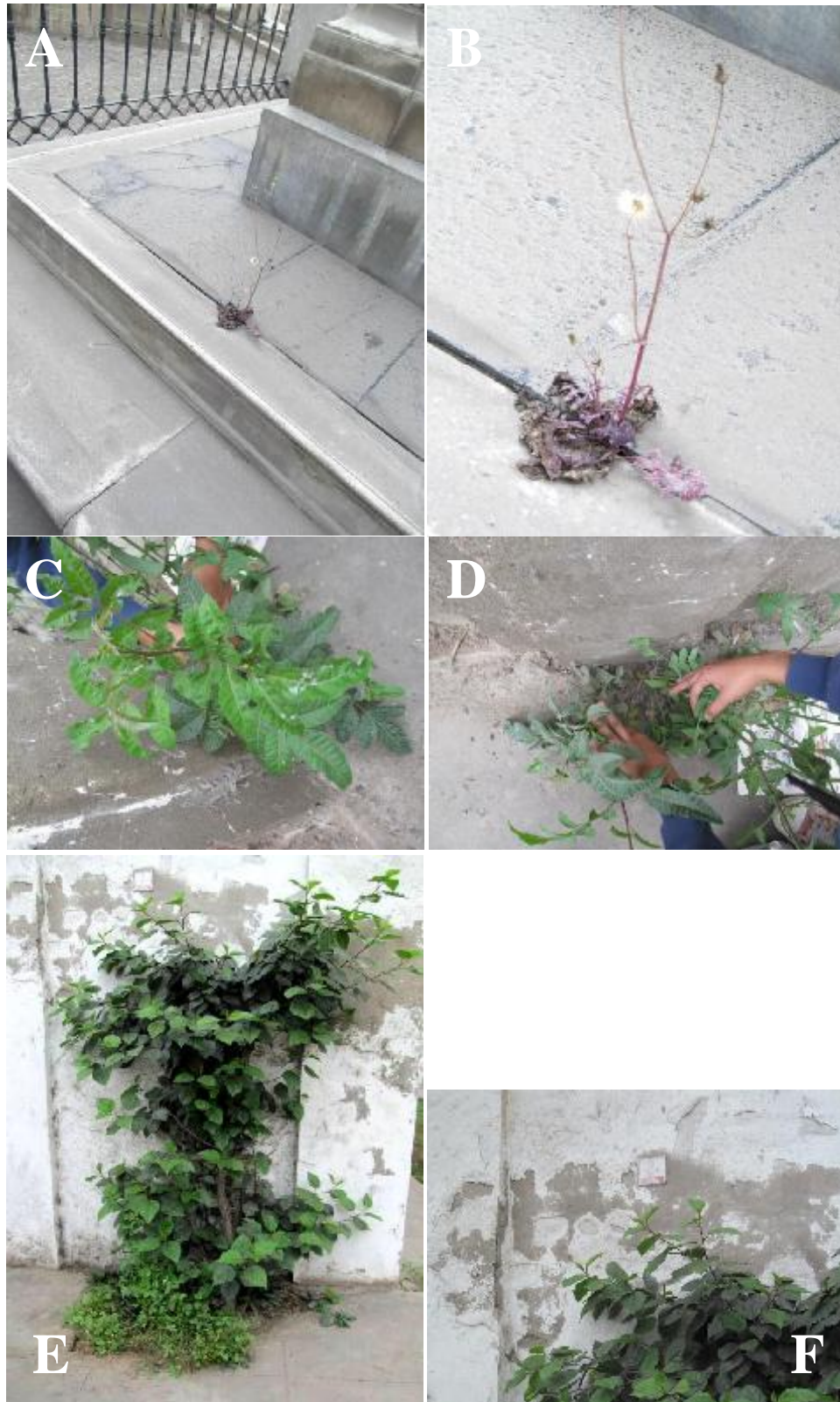


Fig. 6. *Sonchus oleraceus*; Ay B. Planta presente por diáspora de las semillas (anemocoria) entre las juntas de lajas de piedra en un mausoleo; *Inga feuillei*; C y D. Planta presente entre las juntas de la vereda y pared del cuartel de nichos mortuorios por antropocoria; *Hibiscus rosa – sinensis*; E y F. Tiene como soporte la pared, creando microclima en oscuridad y humedad, negativo para el soporte (pared).



Fig. 7. *Boungavillae* spp; A y B. utilizando la pared de un cuartel de nichos mortuorio como soporte para su crecimiento; C y D. Engrosamiento del tallo, ejerce presión y daño en la pared.



Fig. 8. *Parkinsonia aculeata*; A. especie arbórea desarrollándose pegada a la base de un mausoleo mortuorio.; B. Flor característica y espinas ubicadas en sus ramas; C. Vista panorámica mostrando el daño por el engrosamiento del tronco base del tallo; D. Desplazamiento de lajas de piedra lateralmente.

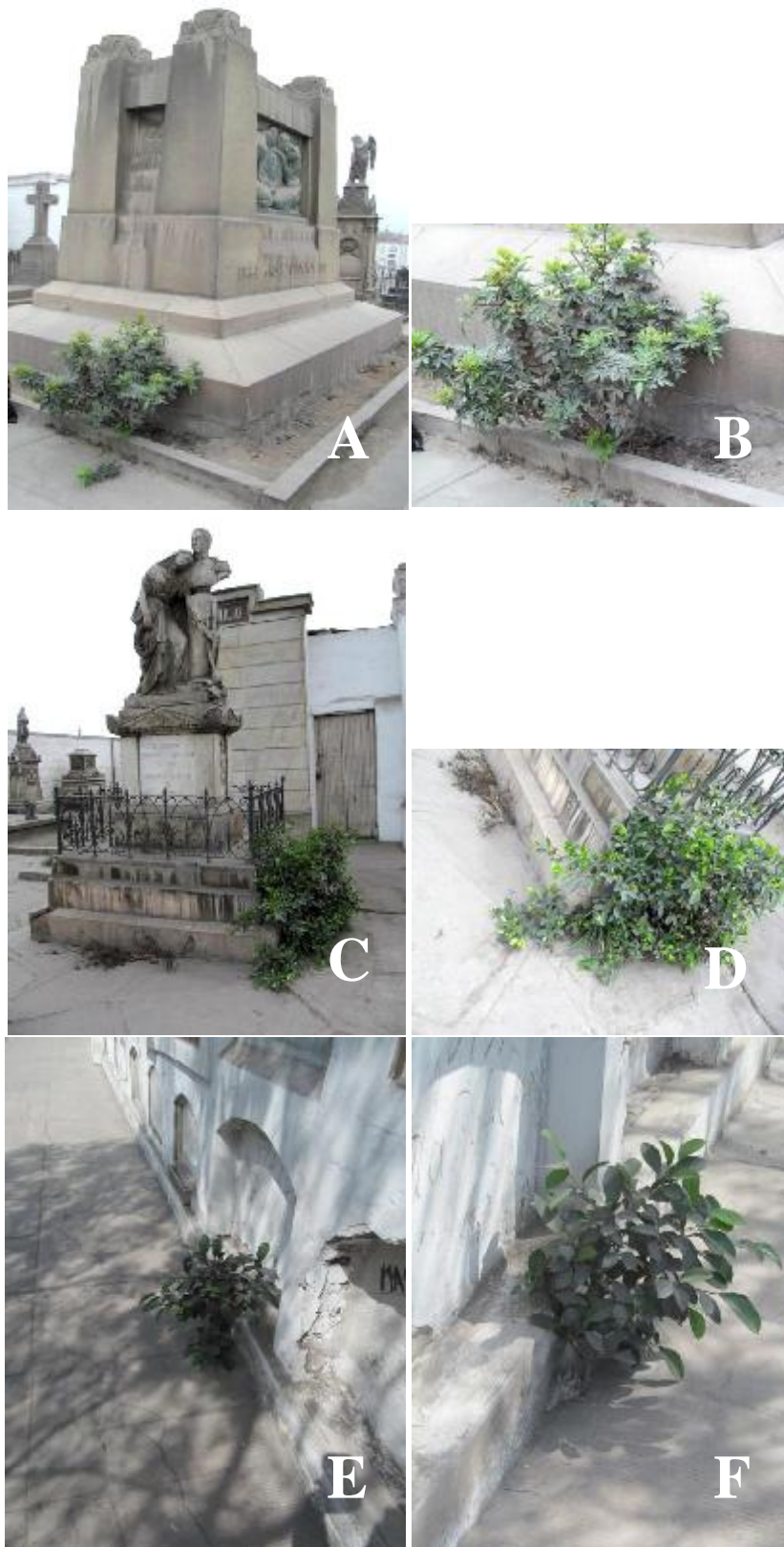


Fig. 9. 1. *Schinus terebinthifolius*; A y B. En pleno crecimiento en la base del mausoleo de José Payán; *Ficus* spp. C y D. Desarrollándose entre la juntura de base del mausoleo y la vereda.; *Ficus* spp. E y F. Desarrollándose entre la juntura de la vereda y la base de un cuartel de nichos funerarios.

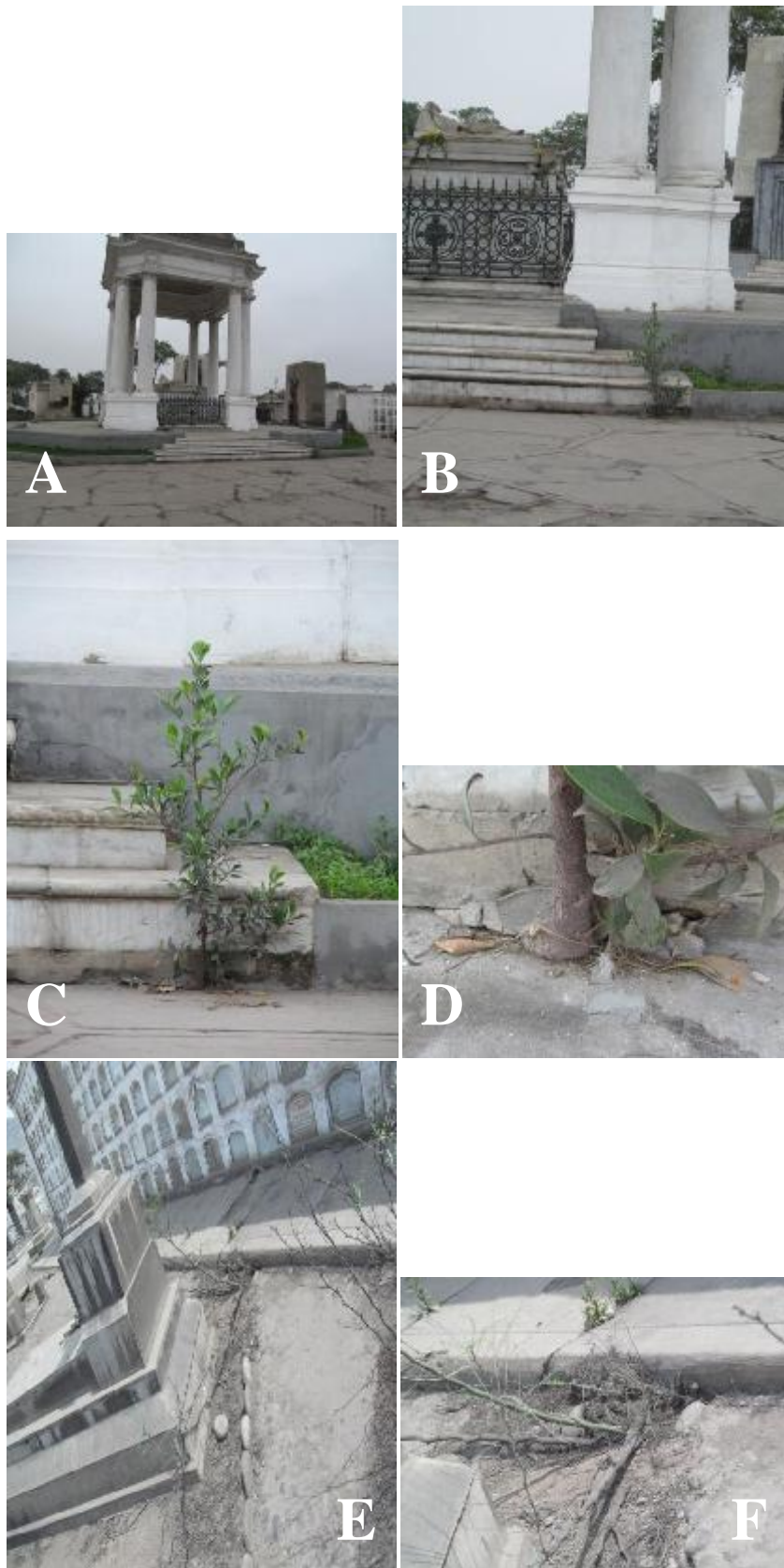


Fig. 9. 2.-*Ficus* spp.; A. Monumento a Cristo yacente al ingreso al cementerio presentando en la escalinata posterior una planta en crecimiento; B y C. Planta fija y erguida en crecimiento.; D. Daño por fractura de la base de la escalera; *Parkinsonia aculeata*; E. En crecimiento horizontal inusual; F. desplazamiento y elevación de la vereda por engrosamiento de la base del tallo.



Fig. 9. 3. *Cipressus* spp.; A. Planta creciendo en la base de una tumba.; B. saturación de ramas y follaje con engrosamiento de la base del tallo; **Fig. 10.** *Washingtonia* spp.; A y B. Engrosamiento de la base del tronco ocasiona fracturas y desplazamientos de estructuras líticas.



Fig. 11. *Tecoma capensis*; A. Flores; B. Planta colonizando la base de un mausoleo; **Fig. 12.** *Bougainvillea glabra*; A. Cubriendo totalmente una tumba; B. Deterioro en la pared y base de la tumba por crecimiento de la base del tallo; **Fig. 13** *Distichlis spicata*; A y B. Crecimiento entre las fracturas y rajaduras de las veredas (pasos peatonales).

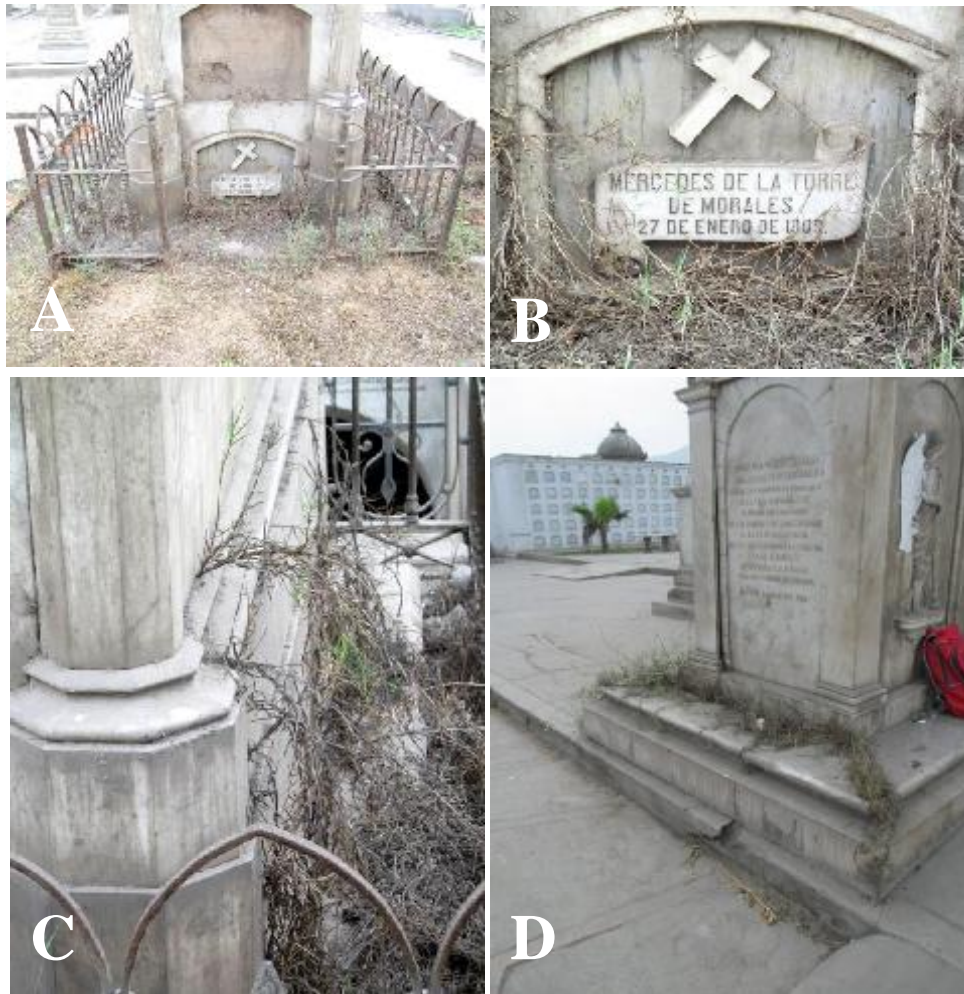


Fig. 14. 1. *Distichlis espicata*; A. B. y C. Crecimiento en la base y entre las lajas de mármol; D. Desarrollándose y colonizando la base de un mausoleo mortuario entre las lajas de mármol.



Fig. 14. 2. *Setaria verticillata*; A y B. Creciendo en la base del monumento al Presbítero Matías Maestro; *Bromus* spp.; C. Colonizando la base de un mausoleo; *Sisymbrium irio*, D. Presente en fracturas o rajaduras en la veredas o pasos peatonales.

DISCUSIÓN

En el país no se ha encontrado reportes o publicaciones respecto al deterioro causado por organismos bióticos como son las plantas, en particular por plantas vasculares en edificaciones, patrimonio arquitectónico, ni cementerios patrimoniales.

De los elementos bióticos más evidentes y observables en cuanto se refiere a biodeterioro, este se trata de la acción y efecto de las plantas vasculares sobre estructuras arquitectónicas, monumentales y áreas arqueológicas como históricas, que por lo general interactúan afectando la integridad parcial o total de estos. Los fenómenos de biodeterioro no pueden ser

considerados de manera aislada, sino que siempre aparecen asociados a procesos de alteración físicos y químicos ⁽¹⁵⁾. Hecho que se evidencia en las instalaciones del MCPM, con la presencia de diversas especies botánicas interactuando con material y estructuras tanto de material noble como en material lítico.

Las plantas causan daño mecánico como consecuencia de la expansión de sus raíces, daño químico por la acidificación del medio y la excreción de sustancias quelantes (forma complejos con iones pesados), y alteración de los parámetros microclimáticos, incremento del riesgo de incendios y obstrucción física y visual ⁽⁴⁾. En este proceso de colonización, hay siempre plantas primitivas que causan daños menores como las plantas anuales y las perennes y que suelen ser desplazadas por plantas cuya penetración en la matriz de las rocas calcáreas es más agresiva, como por ejemplo árboles y pequeños arbustos cuyas raíces producen daños, colapsos estructurales y daños irreversibles ⁽¹⁹⁾. Por lo general interactúan el sistema radicular con la fracción lítica y con los elementos cementicios y otros materiales de construcción en patrimonio edificado y su interacción a través de acciones de deterioro físico (fisuras, rajaduras), potenciadas por la planta que busca agua, que en muchos casos el sistema de raíz desarrolla una simbiosis con mohos (micorriza) y bacterias. Esta simbiosis causa un sistema de humus que es capaz de mantener la humedad potencializando el crecimiento del tallo principal en altura y engrosamiento, facilitando así los procesos de biodeterioro físico y químico de la planta.

Según Sainz – Jiménez y Ariño ⁽¹⁶⁾ la flora alrededor del patrimonio arquitectónico es típicamente nitrófila (planta que apetece los suelos ricos en nitrógeno), comparable con la de los alrededores, muy alterados por el impacto humano y que se desarrollan en suelos no cultivados con una marcada nitrofilia por la presencia de pequeños mamíferos.

En el estudio realizado se observó que es posible se presente cierta nitrofilia por aves, considerando que al interior del museo ingresan aves en especial del grupo de las Cuculiformes (*Zenaida meloda*, “cuculi”; *Columba livia*, “paloma domestica”) esta ultima en un número considerable (Fig. 2), con sus deyecciones semisólidas; así como del grupo de las Catartiformes con un elevado número de individuos de *Cathartes aura* “gallinazo de cabeza negra” que se posan sobre esculturas y estructuras líticas y constructivas, que con sus deyecciones líquidas (proceso de urohidrosis) cubren de un color blanco lechoso las superficies de estas (Fig. 3. A-B), las que pueden ser lavadas y escurridas por lluvias esporádicas, condensación en épocas de invierno húmedo, por inundación y por saturación durante el riego en jardines, como sucede por la limpieza de estructuras mortuorias (mausoleos) a presión de chorro de agua. Dadas las concentraciones estas serian mínimas respecto a la presencia de la carga de nitrógeno presente en las aguas servidas que aparentemente es utilizada para el riego de las áreas de jardines las mismas que por inundación se desplazan por toda la superficie del suelo, caminos y veredas (Fig. 4. C- D).

La acción de las plantas vasculares en el deterioro de la roca puede ser mecánica, a través del crecimiento de raíces, o química, por la acidez de las raíces y diversos exudados ⁽¹⁶⁾. Una acción puramente mecánica, visible al exterior, y otra exclusivamente química, más oculta y menos perceptible a los ojos del observador ^(7, 15). En casos particulares son plantas terofíticas

(pioneras) formadoras de suelo; herbáceas de ciclo anual ó bianual que pasan el período desfavorable en forma latente (semillas) ⁽⁷⁾.

Una de las lesiones más frecuentes, debido al deterioro causado por organismos vivos (biodeterioro), lo es sin duda la presencia de grietas sobre muros, techos y balcones en las que crecen plantas superiores ⁽⁵⁾. Aquellas de porte arbóreo o arbustivo ejercen con sus raíces una acción mecánica sobre el substrato que puede traer consigo daños irreversibles ⁽⁶⁾. En el presente estudio se ha podido evidenciar con la mayoría de especies halladas ocasionando biodeterioro; es el caso particular de la especie *Ficus* spp. localizado en la parte alta de la tumba de un emblemático personaje de la historia de la independencia (General Mariano Necochea) (Fig. 5. A-B-C), la misma que tiene una planta de corto tamaño en evidente crecimiento, ubicado aparentemente entre las juntaras de las lajas de mármol de la parte superior de la tumba (mausoleo).

La presencia de este tipo de organismos en ellas se origina en algunos casos por la diáspora de las semillas, los mismos que son arrastrados o transportados por el viento (anemocoría: voladoras y rodadoras), por aves (zoocoría) como ha sucedido en el caso de *Ficus* spp. y *Sonchus oleraceus* (Fig. 6. A-B-C-D-E-F), por contaminación antropogénica ocasionada por los visitantes al dejar caer “pepas” o semillas de frutos comestibles (antropocoría) a su paso por el museo, por ejemplo *Inga feuillei* “paca” o por el agua de riego que a su paso arrastra semillas, en este caso por saturación de jardines que muchas veces inundan caminos y veredas. En consecuencia los ejemplares botánicos se desarrollan entre empalmes, rajaduras y grietas o fisuras de las estructuras arquitectónicas y mortuorias, las mismas que por su crecimiento natural produce engrosamiento radicular acompañado de un crecimiento primario del tallo tanto en grosor como en altura.

Si este crecimiento continuara indefinidamente, el eje sería muy inestable, y es por eso que en la mayoría de las dicotiledóneas el crecimiento secundario estabiliza al eje por un aumento del grosor que comienza desde la base ⁽⁸⁾. Si la planta se desarrolla a poca profundidad de la superficie o próxima a lajas pétreas las raíces por crecimiento y engrosamiento acelerado inicial tienden a expandirse y por consiguiente levantan y desplazan ocasionando fracturas, fisuras y quiebre de lajas líticas produciendo daños irremediables, como ocasionar fracturas parciales o totales de paredes y estructuras arquitectónicas.

Debido a que los árboles recolectan más energía del sol pueden crecer muy rápido. Las especies botánicas por su mismo crecimiento, hábito y hábitat, presentan un desarrollo foliar perenne no caducifolio. Los factores ambientales, en particular la luz puede tener efectos en el desarrollo en tamaño y grosor de las hojas. Las hojas que se desarrollan bajo altas intensidades de luz, las llamadas hojas de sol son más pequeñas y gruesas que las hojas de sombra que se forman en condiciones de baja intensidad lumínica ⁽¹²⁾.

Saralegui *et al* ⁽¹⁸⁾ mencionan que además de la acción devastadora de las raíces, el follaje de las plantas contribuye al aumento local de la humedad en sus alrededores y propicia la implantación y el crecimiento de otras especies, reforzando el efecto antiestético producido y sobre todo el deterioro de los inmuebles. Las hojas en su conjunto con las ramas de

crecimiento concentran mayor humedad condicionando la presencia de otros organismos que suman al biodeterioro y provocan sobre la superficie de estructuras arquitectónicas acumulación de sales, el corrido o desprendimiento de la pintura, como es el caso de *Hibiscus rosa-sinensis* “cucarda” y de la *Boungavillea* spp. “buganvilia o flor de papel”, que tenia a la pared de un pabellón mortuorio como soporte ocasionando acumulación de humedad, por consiguiente desprendimiento de la pintura y afloramiento de sales en la superficie constructiva (Fig. 7. A-B-C-D).

Las plantas arbóreas presentan una estructura radicular bastante desarrollada (sistema radicular pivotante) acorde con su crecimiento produciendo por consiguiente un tipo de daño de carácter físico (mecánico) bastante evidente y aparatoso frente a la infraestructura y al material lítico; ocasionando aberturas, fracturas, desplazamientos; en este ultimo efecto *Parkinsonia aculeata* se ha desarrollado en el área próxima de un mausoleo y unas lajas líticas sobre superficie horizontal, las misma que han sido desplazadas por el crecimiento del tallo y la raíz (Fig. 8. A-B-C-D).

Entre las especies arbóreas como *Ficus* spp., *Parkinsonia aculeata* “palo verde”, *Cupressus* spp. “cipres” e *Inga feuillei* “guaba” son especies que se les ha encontrado cerca o sobre las construcciones como entre las estructuras líticas mortuorias (mausoleos, escalinatas), ocasionando daño grave en paredes, baldosas y mausoleos (Fig. 9. 1. A-B-C-D-E-F, Fig. 9.2. A-B-C-D-E-F y 9.3. A-B). Las raíces, al crecer, actúan como zapadores que van socavando las juntas y oquedades de la piedra, siendo el caso extremo la fuerza extraordinaria que pueden llegar a ejercer las plantas vasculares leñosas (lignificadas, tipo árbol ó arbusto), alcanzando presiones internas de hasta 15 atmósferas capaces de mover sillares de algunos cientos de kilos ⁽⁷⁾. En cuanto al *Ficus* spp. por su hábito arbóreo y el desarrollo de extensas y robustas raíces, pueden conllevar a la destrucción total del inmueble donde se implantan ⁽¹⁸⁾. Los problemas se observan cuando presentan un desarrollo excesivo principalmente de sus raíces, ramas principales y secundarias, en particular el excesivo follaje. Cuando las condiciones climáticas son óptimas para su crecimiento crean problemas de espacio. Los ficus tienen un sistema radicular bastante basto y desarrollado de tipo fasciculado grandes y gruesas que invaden a distancia muros, veredas, paredes inclusive jardines vecinos mostrando fisuras y grietas.

En el caso de la palmera *Washingtonia* spp., esta especie de carácter perenne, sus raíces por lo general no presentan crecimiento secundario (lignificación de tejidos) (Fig. 10 A-B), tienen un sistema radicular homorrizo o fasciculado formado por un conjunto de raíces adventicias por lo que no destruyen el concreto en radios alejados al tronco, pero el engrosamiento de su base del tronco por desarrollo y crecimiento ocasiona fracturas y desplazamientos de estructuras líticas.

Las especies arbustivas por ser plantas leñosas presentan cierta estructura o porte bastante opuesto a las arbóreas por cuanto presentan ramificaciones desde su base, permitiéndoles crecer varios metros de altura. Algunas especies en época de mucha iluminación y de abundante calor entre las ramas presentan alta competencia por la luz solar, en que la temperatura les permite desarrollar vasos xilemáticos de gran diámetro, que son eficientes

para la conducción del agua a esas temperaturas. En estas circunstancias a las especies herbáceas como *Tecoma capensis*, *Crassula ovata*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bougainvillea glabra*, *Nicotiana glauca* (Fig. 11. A-B y Fig. 12. A-B) les permite un mayor y acelerado desarrollo ocasionando deterioro en nichos y tumbas tanto con el engrosamiento de los tallos y el crecimiento de los mismos y el incremento del follaje.

La presencia de plantas vasculares inducen cambios en el material lapídeo y constructivo que las alberga, facilitando la entrada de agua saturada de sustancias agresivas al interior del mismo, aumentando significativamente los niveles de humedad de su sistema poroso interno, un hecho verdaderamente crucial en el grado de alteración-degradación de los materiales pétreos ó similares (cerámicos, morteros de cal), pues el agua es el disolvente ó vehículo universal de toda clase de compuestos hidrosolubles potencialmente dañinos para cualquier tipo de material por el que circule libremente ⁽⁷⁾, como se presenta en el caso de *Distichlis spicata* especie rastrera y de pequeño porte que se encuentra invadiendo focalizada y lentamente áreas de mausoleos y veredas de preferencia suelos salinos y también arcillosos (Fig. 13. A-B).

Las plantas herbáceas (malezas) denominadas también como mala hierba si crece en un lugar en el que no es deseable. Por lo general son consideradas dañinas en el ámbito agrícola. Presentan tallos fibrosos y frágiles de consistencia más o menos blanda y flexible, por lo general son de fácil adaptación a lugares abiertos y de gran facilidad para extenderse. En el caso de la presente evaluación se observaron en evidente interacción de biodeterioro en ámbitos de estructuras arquitectónicas mortuorias (cuarteles mortuorios y veredas) como en accesos peatonales (*Amaranthus* spp., *Conyza bonariensis* “cuatro cantos”, *Sonchus oleraceus* “cerraña”, *Heliotropium angiospermum* “cola de alacrán”, *Sisymbrium irio* “Mostacilla”, *Ipomoea* spp. “campanilla”, *Euphorbia peplus* y *Sida* spp.).

En el caso de las plantas en estudio las Poaceas, son de tipo graminoide (tiene las hojas angostas), como son *Distichlis spicata* “grama salada”, *Setaria verticillata* y *Bromus* spp. (Fig. 14. A-B-C-D-E-F) estas crecen y se desarrollan en forma agresiva engrosando el tallo en un volumen acelerado ocasionando el desplazamiento y desprendimiento de lajas de mármol de mausoleos, en ocasiones impide el desarrollo normal de otras especies. En cuanto a su distribución en el espacio de estudio las herbáceas contribuyen a la retención de humedad en el substrato y facilitan el crecimiento de otras plantas más agresivas.

Las plantas superiores, además, llevan a cabo indirectamente importantes fenómenos de bioalteración. Su presencia induce modificaciones climáticas importantes en los sustratos adyacentes, reducción de la insolación y del viento, aumento de la retención de agua y partículas que repercuten negativamente en el estado de conservación, tanto por sí mismas, como porque favorecen la implantación y desarrollo de otros organismos vivos ⁽¹⁵⁾.

CONCLUSION

Fueron identificadas 23 especies de plantas vasculares causantes del deterioro en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, 14 de las cuales son leñosas y causantes de un mayor impacto.

La acción destructiva de las plantas vasculares puede observarse en cualquier edificio histórico o monumento carente de mantenimiento y limpieza. Este tipo de organismos representa un grave problema, principalmente, en la conservación de patrimonio arquitectónico y monumental, considerando que son lugares donde su crecimiento se encuentra favorecido por condiciones negativas; por consiguiente su presencia determina un inconveniente para la intervención en su conservación.

Para que la eliminación de las manchas más impactantes sea duradera, es necesario tener en cuenta que no son las plantas las únicas que deben ser eliminadas sino también las condiciones que les permitieron accionar en estos lugares.

RECOMENDACIONES

Habiendo reconociendo determinadas especies de plantas vasculares causantes de deterioro, entre las cuales son frecuentes especies de valor ornamental, plantas ruderales, trepadoras, frutales como invasoras se recomienda realizar algunas acciones que contribuyan a disminuir y controlar la presencia de estas en estructuras arquitectónicas (incluyendo veredas) como en mausoleos con la finalidad de contribuir a su conservación.

Basado en Saralegui *et al* ⁽¹⁷⁾, diversas acciones pueden establecerse como estrategia en el ámbito de la conservación preventiva, mediante una intervención sistemática, que permita:

- El control de los procesos de biodeterioro o evitarse con una intervención temprana y un adecuado mantenimiento, así como la aplicación de estrategias de evaluación, eliminación y control.
- La eliminación de las plantas, particularmente de las especies arbóreas en las etapas más tempranas de su desarrollo, antes que sus raíces se consoliden en el suelo y/o se implanten definitivamente en la estructura arquitectónica y mortuoria dañándolas irreversiblemente.
- La eliminación de las plantas cuyo desarrollo se encuentran ocasionando con el deterioro por rotura, desplazamiento o fractura del material lítico y arquitectónico.
- El control del desarrollo de las plantas ya establecidas a través de la poda periódica (programada) de ramas y raíces, siempre que el corte de las mismas no comprometa la estructura pétreo (incluso por muerte posterior de la planta).
- La eliminación de las plantas y de los desechos (ramas, tallos, frutos y hojas caducifolias) para evitar se conviertan en ambiente centro de dispersión de semillas.
- La selección de las especies pertinentes y adecuadas; así como sustituir las no adecuadas de las áreas de jardines tanto cercanas a mausoleos, como de cuarteles mortuorios y sus alrededores (veredas, escalinatas), disminuyendo con ello la probabilidad de implantación de especies no aptas.
- La adecuada y moderada aplicación del sistema de riego, con sistemas de canales y distribución formales mecanizados.

- La constante capacitación del personal vinculado con los servicios del museo para un manejo integrado idóneo y efectivo (en lo cultural, etológico como biológico), así como la participación de personas capacitadas para llevar a cabo las actividades de poda y por ende el control de su propagación.
- La divulgación de normas y restricciones entre los visitantes con la finalidad de una detección temprana y eliminación de estas plantas.

Resulta de gran importancia controlar, eliminar o sustituir especies potencialmente deteriorantes utilizadas fundamentalmente como ornamentales en áreas públicas; así como eliminar posibles centros de dispersión de las mismas, principalmente en mausoleos deteriorados, de ahí que se sugieran algunas medidas preventivas para contribuir a la conservación del MCPM.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos especial agradecimiento al Dr. Wilberto Fernández Ramos, de la Universidad Nacional de Trujillo por la revisión, sugerencias y recomendaciones en el contexto general de preparación del trabajo, a la Blg°. Mercedes Gonzales de la Cruz directora del Museo y Herbario del Museo de Historia Natural Vera Allemant Haeghebaert de la Universidad Ricardo Palma por el apoyo en la identificación de las muestras botánicas, a las señoritas Joan L. Quipuzco Gutiérrez estudiante de la Universidad Nacional de Trujillo – UNT y Karina Meléndez Mauricio estudiante de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM por el apoyo desinteresado en la colecta de las muestras botánicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cabrera, R. Plantas epilíticas asociadas a los sillares constructivos del Castillo de Atarés. Gabinete de Arqueología. Boletín 2000; N° 8. Año 8: 219 – 220
2. Cronquist, A. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Copyright © 1981 Columbia University Press. 1981.
3. Barentzen, H. El romántico panteón general de la ciudad de Lima en el siglo XIX. Escritura y pensamiento. 2006; Año IX, N°18: 67-102
4. Caneva, G. y Salvadori, O. Biodeterioration of stone, en Lazzarini, L. & Pieper, R. (Eds.) Studies and documents on the cultural heritage. UNESCO 16. 1988.
5. Cuza, P. y R. Rodríguez. (a) Plantas en la Habana Vieja. 2006. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia29/HTML/articulo08.htm>
6. Cuza, P. y R. Rodríguez. (b) Plantas epilíticas del Castillo de La Fuerza en el Centro Histórico de La Habana Vieja, mecanismos de dispersión y distribución. Revista del Jardín Botánico Nacional. 2006; N° 27:61 -64

7. García, M. Biología y Patrimonio Cultural: Estudio de la comunidad de plantas que colonizaban la fachada de la Iglesia de San Pablo (Valladolid). Ge-conservación N°. 8/ 2015. ISSN: 1989-8568
8. Gonzales, A. Morfología de Plantas Vasculares. Tema 17: Estructura primaria de tallo. 2013. <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema17/17-8engrosamiento.htm>
9. Gonzales R.; P. Cuza; Pazos y L. Casadesus. Colonización de la piedra por plantas vasculares en edificaciones monumentales de la Habana vieja. Revista del Jardín Botánico Nacional. 2002; 23(2):243-247
10. Marco, L. Las malas hierbas del arte. 2013. <http://www.espores.org/es/component/k2/destrucci%C3%B3-de-lart-per-lacci%C3%B3-vegetal.html>
11. Prieto, B.; T. Rivas y B. Silva. Alteración del granito por acción de los líquenes. Aspectos biogeofísicos y biogeoquímicos. En: Biodeterioro de monumentos de Iberoamerica. Edit. Cesáreo Sainz Jiménez y Héctor Videla. 2002: 127 – 147
12. Raven, P. H.; R. F. Evert y S. E. Eichhorn. Biología de las Plantas. Editorial Reverté, Barcelona – España. 1991.
13. Repetto, L. 200 Años del Presbítero Maestro: Primer Cementerio Monumental de América Latina. Lima: MIXMADE. 2008.
14. Repetto, L. y C. Caraballo. Museo Presbítero Maestro. Cementerio General de Lima. Apuntes. 2005; Vol. 18 N° 1- 2: 134-153
15. Rodríguez, J. Las plantas y el deterioro del Patrimonio Inmueble, un acercamiento al problema. Patrimonio y Desarrollo. Boletín digital N° 18 / 2010.
16. Saiz - Jiménez, C. y X. Ariño. Colonización biológica y deterioro de morteros por organismos fotótrofos. Materiales de construcción. 1995; 45(240):5-16.
17. Sameño, M. y J. García. Biodeterioro. Alteración biológica de monumentos y obras de arte. Revista PH. Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. 1995.
18. Saralegui, H.; D. Álvarez y A. Cuza. Las plantas y el deterioro de edificaciones no patrimoniales del Centro Histórico de la Habana Vieja. Revista del Jardín Botánico Nacional, 2008; Vol. 29:145-150. <http://www.jstor.org/stable/42597274>
19. Tatis, R. D. y A. L. Barbosa. Enfoque químico del deterioro y biodeterioro de rocas calcáreas conformantes de monumentos patrimoniales de importancia histórica y cultural. Universidad de Caldas – Colombia. Luna Azul. 2013; No. 36, enero - junio 2013.

20. Valentín, N. El biodeterioro de materiales orgánicos. 2011.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.508.5786&rep=rep1&type=pdf>

Presentado en: marzo, 2016
Aprobado en: mayo, 2016
Correspondencia: chalanjgr24@gmail.com