

ORGANISMOS HALLADOS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS

GARCÍA Renato¹ y ROSATO Vilma Gabriela^{1,2}

1-LEMIT (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica),
direccion@lemit.gov.ar

2-UTN, Facultad Regional La Plata, LEMaC (Laboratorio de Estudios Viales)
vgrosato@utn.frlp.edu.ar

RESUMEN

Al ser un material altamente poroso, los ladrillos cerámicos comunes absorben humedad del ambiente, lo que favorece el crecimiento de los microorganismos que encuentran más agua disponible, aunque también la pierden con gran rapidez en un ambiente seco. En este caso, se realizó el estudio de un monumento religioso construido con mampostería de ladrillos y morteros cálcicos que ya fueron anteriormente analizados y caracterizados, y se desea identificar las especies de líquenes y otros microorganismos que crecen sobre la mampostería luego de diez años de realizado el último trabajo de limpieza, mencionando además las plantas vasculares. Se hallaron diecinueve especies de criptógamas, entre ellas algas, líquenes y musgos. En los cultivos de mohos realizados se comprobó la presencia de *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp, *Mucor* sp, *Trichoderma* sp. *Aspergillus niger* y *Sordaria*. En cuanto a las plantas superiores, se observaron diez especies: La presencia de estas plantas, en especial *Nicotiana glauca*, reviste gravedad para el edificio, ya que causan grietas, fisuras, pérdidas de material y riesgo de colapso.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción de las viviendas y edificios públicos de la ciudad de La Plata se realizó originalmente utilizando ladrillos de producción local y morteros de cal y cemento. Esto es característico y tradicional del Río de La Plata, debido a la ausencia de rocas y bosques que suministraran buena madera.

La materia prima utilizada para la producción de ladrillos es, fundamentalmente, la arcilla. Este material está compuesto, en esencia, de sílice, calcita, dolomita, alúmina, agua y cantidades variables de óxidos de hierro y otros materiales alcalinos. (Cultore et. al. 2002)

Los organismos capaces de crecer y desarrollarse sobre los muros de ladrillo están adaptados a vivir sobre rocas, gracias a esto pueden colonizar estructuras de material rocoso creadas por el hombre, como los ladrillos que por su porosidad junto con su contenido de arcillas absorben y retienen agua; además, su superficie es rugosa e irregular, característica que se acrecienta con el paso del tiempo. También la colonización se puede dar gracias a la acumulación de sedimentos arrastrados por el viento, el agua y depositados en sectores irregulares, vértices, concavidades o

pequeñas salientes de las estructuras formando un sustrato natural donde pueden crecer diversos organismos.

Por estos motivos los organismos pueden colonizar fácilmente este tipo de sustrato, y resultan un problema para la conservación y el mantenimiento de las construcciones de valor patrimonial, desde lo estético hasta los daños estructurales.

En este trabajo se mencionan y describen los organismos hallados en muros de ladrillos de valor patrimonial de la ciudad de La Plata y se hace referencia a los daños que pueden ocasionar.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuaron relevamientos en la Iglesia Catedral y el Convento de San Francisco de La Plata. Los microorganismos se recolectaron mediante raspado superficial, y luego se observaron bajo microscopio estereoscópico y óptico para determinarlos mediante el uso de claves (Adler 1986, 1992; Scutari 1992, 1995, Osorio 1970). En el caso de las plantas vasculares, el muestreo fue de tipo oportunista y se identificaron según Cabrera y Zardini (1978). Para la identificación de las algas, se consultó Bourrely (1966, 1970) y para los hongos, Carmichael et al. (1980) y von Arx (1974)

2.1 Estudios de ladrillos

Rosato, García y Viera (2009) realizaron mediciones a los ladrillos utilizados en construcciones patrimoniales de la ciudad, éstos mostraron que la absorción de los ladrillos dieron como resultados valores entre 20 y 25%, lo que es esperable ya que los ladrillos son materiales porosos, y se caracterizan por la presencia de poros grandes, visibles a simple vista.

Al exponerlos a la humedad ambiente, se observa la pérdida abrupta del agua en las primeras 72 horas, aunque queda un pequeño resto. Fenómeno que también se atribuye a su porosidad, en particular a las características dimensionales de los poros.

En cuanto a la porosidad medida como porcentajes del volumen, el promedio fue de 32.05%, con valores mínimos de 27.36% y máximo de 38.76. Los ensayos de resistencia a compresión dieron como resultado un promedio de 12.6 MPa.

3. RESULTADOS

Se hallaron siete especies de plantas vasculares y diecinueve especies de criptógamas, entre ellas algas y aproximadamente cinco especies de musgos (Tabla 1). Las clorofilas y las cianobacterias fueron anteriormente estudiadas por Gómez de Saravia, Fontana y Guiamet (2009)

Taxón	Géneros
<i>Chlorophyta</i> (Algas verdes)	<i>Chlorococcales</i> , <i>Ulothrix</i> y <i>Chaetophora</i> ,
<i>Bacillariophyta</i> (Diatomeas)	diatomea Pennada,

Cyanobacteria (Algas verde-azuladas)	<i>Oscillatoria</i> y <i>Aphanocapsa</i>
Zygomycota (hongos)	<i>Mucor</i>
Ascomycota (hongos)	<i>Alternaria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Sordaria</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Aspergillus niger</i>
Hongos liquenizados (líquenes)	<i>Caloplaca austrocitrina</i> , <i>Xanthoria fallax</i> , <i>Staurothele monosporoides</i> , <i>Physciaceae</i> , <i>Lecanora albescens</i> , <i>Caloplaca sp.</i> y <i>Sarcogyne orbicularis</i>
<i>Pteridophyta</i> (Helechos)	<i>Pteris longifolia</i> , <i>Microgramma mortoniana</i> y <i>Adiantum raddianum</i>
<i>Angiospermae</i> (Plantas con flor)	<i>Cymbalaria muralis</i> , <i>Nicotiana glauca</i> , <i>Commelina erecta.</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Dichondra</i> y <i>Pittosporum tobira</i> .

Tabla 1 –Lista de organismos hallados

En los cultivos de hongos realizados se comprobó la presencia de *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp*, *Mucor sp.*, *Sordaria*, *Trichoderma sp* y *Aspergillus niger*.

3.1 Algas (“Verdín”)

Chlorococcales: algas unicelulares, de células globosas, con un gran cloroplasto color verde claro. Debido a las dificultades para su identificación, no fue posible adjudicarlas a un género. Visualmente se ven como manchones verdes, comunes sobre muros húmedos

Ulothrix: es un alga filamentosa, no ramificada, con cloroplastos en forma de anillo. Crece generalmente sobre rocas, pero se ignora si son frecuentes en muros.

Chaetophora: alga microscópica filamentosa, ramificada dicotómicamente, con las células de los extremos aguzadas.

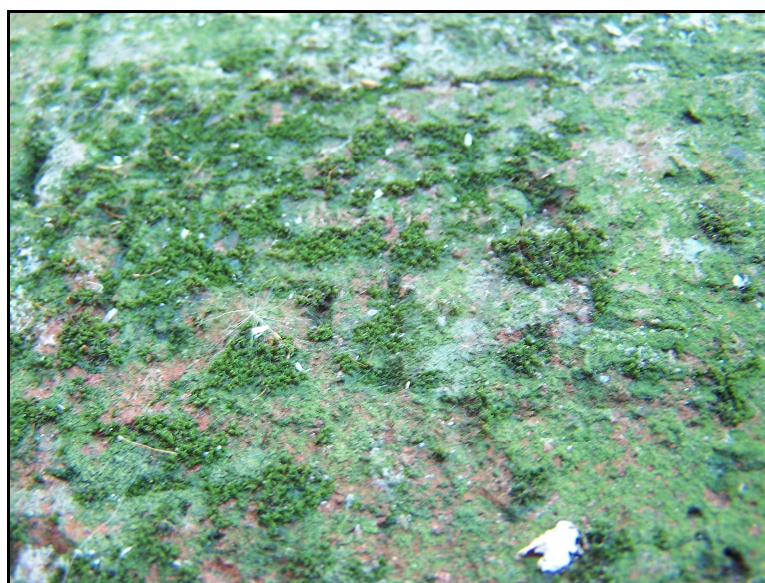


Fig. 1: Algas y musgos creciendo sobre ladrillos

3.2 Cianobacterias (Algas verde-azuladas)

Por su organización celular más simple están directamente relacionadas con las bacterias, pero son capaces de fotosintetizar.

Oscillatoria sp.: tipo filamentoso, con células más anchas que largas (forma de monedas apiladas) y la células terminales tienen forma de cúpula o domo.

Aphanocapsa sp.: colonia de células globosas dispuestas de manera desordenada en una capa de mucílago.

3.3 Diatomea

De forma rectangular, con rafe, de coloración pardo amarillenta, común sobre lugares muy húmedos. La identificación dentro de este grupo es muy complicada, y por eso no fue posible ubicarla dentro de un género.

3.4 Líquenes

Caloplaca austrocitrina: talo amarillo limón, pulverulento, que ocupa grandes superficies, muy común sobre muros

Xanthoria fallax: talo folioso, de pequeño tamaño (1,5-2cm) anaranjado, con cara inferior blanquecina, ricines y soraliolos labriformes. Generalmente crece sobre cortezas, pero también se lo puede hallar en muros.

Staurothele monosporoides: líquen crustoso, areolado, pardo oscuro, de pequeño tamaño. Tiene estructuras reproductivas hundidas en el talo y da esporas pardas muriformes. Es saxícola y aparece con bastante frecuencia sobre muros.

Physciaceae: líquen folioso, verde grisáceo, cara inferior de color claro.

Lecanora albescens: crustoso, con talo areolado poco desarrollado, gris blanquecino. Estructuras reproductivas circulares, con el borde grisáceo y centro gris oscuro. Frecuentes en los muros

Caloplaca aff. erythranta: este líquen, observado una única vez, es crustoso, de color verde grisáceo. Tiene estructuras reproductivas circulares, con el borde grisáceo y centro anaranjado brillante, que se vuelve rojo púrpura con KOH. Es una especie que crece sobre corteza, pero es posible que excepcionalmente, esté creciendo en el muro.

Sarcogyne orbicularis: esta especie se halló sobre el mortero, ya que es calcícola. El talo es endolítico (crece por debajo de la superficie del sustrato) y sólo son visibles las estructuras reproductivas muy pequeñas (0,5 mm), discordes, de color negro, con la superficie recubierta de un polvillo blanquecino (pruina). No es común observarlo debido a su pequeño tamaño y a la ausencia de un talo visible.



Fig. 2: Pared colonizada por *Caloplaca austroclitina*

3.5 Helechos

Pteris longifolia (Fig. 3) : helecho con frondes divididas en pinnas ubicadas en pares opuestos, márgenes serrados y una pinna terminal. Muy común en muros y cornisas.

Microgramma mortoniana: helecho con tallo escamoso, hojas grandes, enteras, alternadas. Es común como epífita sobre árboles, pero no en muros.

Adiantum raddianum (Culantrillo): helecho con fronde dividida en tres pinnas, con forma de abanico, y el raquis de color negro brillante. Es muy común en muros, en sitios sombríos y húmedos.



Fig. 3 : *Pteris longifolia* (helecho) y *Cymbalaria muralis* (Besitos porteños)

3.6 Plantas con flor

Cymbalaria muralis (Besitos porteños – Fig. 3, junto con *P. longifolia*): herbácea, de hojas arriñonadas, y flores azul lila, frecuentemente encontrada en muros.

Nicotiana glauca (palán-palán) (Fig. 4): arbusto de gran porte, que se reproduce por vástagos, con flores amarillas tubulares, típica de zonas montañosas y crece sobre rocas. Se adapta al hábitat urbano creciendo en muros y cornisas.



Fig.4: *Nicotiana glauca* (Palán-palán)

Commelina erecta (flor de Santa Lucia): Planta herbácea, de flores azules, con tres pétalos, poco común en edificios.

Fabaceae; debido a su escaso desarrollo, no es posible identificarla con más exactitud. Es raro hallarla creciendo en muros.

Asteraceae: planta herbácea con hojas pubescentes en roseta; tampoco se puede identificar debido a su estado inmaduro.

Dichondra mycrocalyx (Oreja de ratón): planta herbácea, pequeña, hojas arriñonadas, no es común en los muros, aparece en fisuras con acumulación de tierra.

Pittosporum tobira. (Azaharero): Esta planta arbustiva está cultivada como ornamental en el jardín de la Catedral. No es común que colonice muros, pero aquí aparece creciendo en una fisura.

3.7 Hongos

Mucor: tiene estructura micelial y carece de tabiques o septos, por lo que es de tipo cenocítico. Macroscópicamente, las colonias son blancas y de aspecto algodonoso.

Las esporas son unicelulares, elipsoides y oscuras, y se producen en gran número dentro de un esporangio globoso, con columela en su interior.

Alternaria: tiene micelio septado, con paredes oscuras, Produce conidios pardos, con septos transversales y longitudinales (dictioconidios) A su vez, estos conidios pueden brotar y generar otros conidios, de modo que se disponen en forma de cadena.

Cladosporium: colonias grisáceas, micelio septado, incoloro. Conidios brotantes, uni o bicelulares, incoloros.

Sordaria: micelio septado, colonias oscuras; los ascos y ascosporas se desarrollan dentro de cuerpos fructíferos globosos con paredes oscuras llamados peritecios.

Trichoderma: tiene micelio septado, incoloro y los conidios verdes, unicelulares y globosos brotan a partir de células alargadas llamadas fiálides.

Aspergillus niger: micelio incoloro, con conidióforos erguidos y extremos ensanchados en una cabezuela donde se desarrollan fiálides de las cuales brotan conidios unicelulares oscuros, de paredes espinosas.



Fig. 5: Cultivos de hongos realizados en laboratorio

4. DISCUSIÓN

Los efectos que los organismos pueden causar sobre las estructuras se clasifican en:

Deterioro estético: es dado por organismos que solo se apoyan o crecen sobre sedimentos acumulados en la estructura, sin producir ningún tipo de efecto sobre el mismo, solo desmejoran la visual propia de la estructura. Es dada por organismos como las algas, musgos y algunas plantas vasculares.

Deterioro mecánico: se lleva a cabo por estructuras que penetran el sustrato tales como raíces, hifas, rizinas, que producen una presión sobre el material circundante a medida que estas estructuras crecen se ahondan en el sustrato. Esto puede llevar a la formación de desprendimientos, fisuras, y hasta problemas estructurales de grandes sectores. Es producido por hongos, líquenes, pero las plantas vasculares con sus raíces duras, su rápido crecimiento y el gran tamaño que estas pueden llegar a alcanzar son las principales causantes de este tipo de deterioro. Un ejemplo de este caso es el de *N. glauca*.

Deterioro químico: es producido por las sustancias químicas que los organismos liberan para degradar el sustrato, poder obtener nutrientes y poder adherirse mejor a las superficies. Esto produce el desgaste del material, cambios en su textura y aspecto. Este efecto es principalmente producido por líquenes.

En los lugares muestreados se hallaron diversas especies pertenecientes a los varios grupos capaces de producir los tipos de deterioro mencionados, por lo que la correcta identificación de las especies que crecen sobre las estructuras es importante para elegir tratamientos adecuados que detengan el desarrollo y minimicen el deterioro del material.

El conocer las especies también permite estimar el grado de daño que pueden ocasionar, aplicando la escala de Signorini (1995, 1996), que establece una valoración de 0 a 10 del riesgo ocasionado por las distintas especies según su tipo biológico y la velocidad de su desarrollo (Tabla 2) El valor se halla por la suma de los números indicados en la tercera columna.

Tipo de Plantas	Invasividad y vigor	Aparato radical
0- Plantas anuales	0.0-No reptantes, desarrollo normal	0.0.0- Sin eje central 0.0.1- Eje central débil 0.0.2- Eje central robusto
	0.1-Reptantes, desarrollo normal	0.1.0- Sin eje central 0.1.1- Eje central débil 0.1.2- Eje central robusto
	0.2- Desarrollo muy vigoroso	0.1.0- Sin eje central 0.1.1- Eje central débil 0.1.2- Eje central robusto
1- Plantas bianuales	1.0 No reptantes y reptantes	1.0.0- Sin eje central 1.0.1- Eje central débil 1.0.2- Eje central robusto
2-Perennes herbáceas	2.0 Musgos y líquenes	2.0.0 Sin eje central
	2.1 Hierbas no invasoras o de desarrollo grácil	2.1.0- Sin eje central 2.1.1- Eje central débil 2.1.2- Eje central robusto
	2.2 Hierbas invasoras o de desarrollo robusto	2.2.0- Sin eje central 2.2.1- Eje central débil 2.2.2- Eje central robusto
3-4 Arbustos	3.0 subfrutices	3.0.0- Poco invasor 3.0.1- Medianamente invasor

		3.0.2- Muy invasor
	4.0 Arbustos sin vástagos o de pequeño tamaño	4.0.0- Poco invasor 4.0.1- Medianamente invasor 4.0.2- Muy invasor
	4.1 Arbustos con vástagos	4.1.0- Poco invasor 4.1.1- Medianamente invasor 4.1.2- Muy invasor
	4.2 Arbustos con vástagos radicantes	4.2.0- Poco invasor 4.2.1- Medianamente invasor 4.2.2- Muy invasor
5-Lianas	5.0- Sin vástagos	5.0.0- Poco invasor 5.0.1- Medianamente invasor 5.0.2- Muy invasor
	5.1- Con vástagos	5.1.0- Poco invasor 5.1.1- Medianamente invasor 5.2.2- Muy invasor
6-Árboles	6.0 Sin vástagos	6.0.0- Poco invasor 6.0.1- Medianamente invasor 6.0.2- Muy invasor
	6.1 Con rebrote por vástagos al ser cortados	6.1.0- Poco invasor 6.1.1- Medianamente invasor 6.1.2- Muy invasor
	6.2 También vástagos radicales	6.2.0- Poco invasor 6.2.1- Medianamente invasor 6.2.2- Muy invasor

Tabla 2: Clasificación de las especies en función de su peligrosidad para los elementos arquitectónicos. (Signorini, 1995-1996)

Aplicando estos índices a las especies halladas, se obtienen los valores indicados en la tabla 3. Se observa que la de mayor índice es *Nicotiana glauca*, seguida por los helechos y demás plantas con flores que son medianamente peligrosas)

Especie	Índice de peligrosidad
Musgos y líquenes	2
<i>Commelina erecta</i>	2
<i>Dichondra microcalyx</i>	2
<i>Pittosporum haematospermum</i>	4
<i>Pteris longifolia</i>	5
<i>Microgramma mortoniana</i>	5
<i>Adiantum raddianum</i>	5
<i>Cymbalaria muralis</i>	5
Asteraceae	5
Fabaceae	6
<i>Nicotiana glauca</i>	8

Tabla 3: índices de peligrosidad calculados para las plantas halladas (Hasta 3: poco peligroso; de 4 a 6 medianamente peligroso y de 7 a 10: muy peligroso)

5. CONCLUSIONES

Se identificaron diversas especies de hongos, líquenes, musgos, algas y cianobacterias, junto con helechos y plantas con flor. Estas especies causan un deterioro estético de los monumentos, pero también daños químicos y mecánicos.

Al aplicar el índice de peligrosidad de Signorini (1995-1996) se encontró que *Nicotiana glauca* (Palán-palán) adquiere un valor de 8, siendo muy peligrosa. Los helechos y demás plantas con flor tuvieron valores entre 4 y 6 (medianamente peligrosos), aunque algunas de estas plantas no sobreviven mucho tiempo en estas condiciones. En cuanto a musgos, líquenes y demás especies del biofilm, sólo tiene un índice de 2, es decir, aunque cubren áreas extensas, el riesgo de daño es bajo.

Como recomendación, se debería dar prioridad a la eliminación de *Nicotiana glauca* y demás plantas. La eliminación de líquenes y microalgas, al tener índices de peligrosidad bajos, obedece más a motivos estéticos. En estos casos, es necesario utilizar técnicas de limpieza poco agresivas, dada la naturaleza porosa y frágil del ladrillo.

6. ANEXO

6.1 Glosario

Asco: en Ascomycota, es una estructura en forma de saco donde se forman ascosporas.

Ascospora: en Ascomycota esporas de origen sexual.

Cenocítico: Micelio en el cual los núcleos incluidos en un citoplasma común no están separados por tabiques que delimiten células.

Conidio: espora de origen asexual, no contenidas en un esporangio.

Conidióforo: célula diferenciada portadora del conidio.

Crustoso: tipo de talo que esta fuertemente unido al sustrato.

Esporangio: estructura que produce y contiene las esporas.

Fiálide: célula que desde un extremo origina por brotación y sin aumentar su longitud, conidios. Presenta una forma alargada y en su extremo un collarín.

Folioso: tipo de talo plano, dorsoventral y adherido al sustrato.

Frondes: se denomina así a las hojas de los helechos.

Hifa: fila de células alargadas envueltas por la pared celular.

Labriformes: con forma de labios.

Micelio: conjunto de hifas.

Peritecio: cuerpos fructíferos con forma de pera y con una abertura para la salida de las ascosporas.

Pinna: cada una de las divisiones de las divisiones de una hoja compuesta.

Rafe: fisura en el eje longitudinal implicada en los movimientos.

Raquis: eje de donde nacen cada una de las pinnas de una hoja compuesta.

Rizines: estructura de fijación, gruesas, ramificadas o no y de color oscuro.

Saxícola: que crece sobre rocas.

Soralios: estructura de reproducción vegetativa, compuestos por hifas del hongo y algunas células del alga, sin corteza.

Subfrútices: arbusto de pequeño porte, no presenta un eje principal, sino que desde su base se originan varias ramificaciones.

Talo: conjunto de células que forman un organismo aunque que no alcanzan a formar un tejido.

AGRADECIMIENTOS

Al Padre Daniel Magliano, Párroco de San Francisco y a la Fundación Catedral por el permiso por el permiso para acceder y realizar los muestreos. Al personal del área Mineralogía y Petrografía del LEMIIT por la realización de las fotos.

REFERENCIAS

- Cultrone G.; De La Torre M. J.; Sebastian E.; Azalla O. (2002), "Evaluación de la durabilidad de ladrillos mediante técnicas destructivas (TD) y no destructivas (TND)". Mater construcc vol 53 n° 269.
- Adler, M. T. (1988), "La familia Parmeliaceae (Liquenes, Ascomycotina) en la Provincia de Buenos Aires: estudio taxonómico y florístico". Tesis, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Adler, M. T. (1992), "Clave de los géneros y las especies de Parmeliaceae (Lichenes, Ascomycotina) de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)". *Bol. Soc. Argent. Bot.* 28: 11-17.
- Rosato V. G., García R., Viera Barreto J. (2009), "Análisis de cobertura de Caloplaca Astrocitrina en las paredes de la Catedral de la Inmaculada Concepción de La Plata". 1er. Congreso Iberoamericano y VIII Jornada "Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio". La Plata, 2009.
- Scutari, N. C. (1992), "Estudios sobre Pyxinaceae foliosas (Lecanorales, Ascomycotina) de la Argentina IV: Clave de los géneros y las especies de la Provincia de Buenos Aires". *Bol. Soc. Argent. Bot.* 28: 169-173.
- Scutari, N. C. (1995), "Los macrolíquenes de Buenos Aires, I: Dirinaria, Heterodermia e Hyperphyscia (Physciaceae, Ascomycotina)". *Darwiniana* 33: 149-176.
- Osorio, H. S. (1977), "Apuntes de liquenología y clave para los géneros de líquenes de los alrededores de Buenos Aires". *Sociedad Argentina de Botánica, Notas Botánicas*. 1
- Cabrera AL y Zardini E. (1978). "Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires". Editorial ACME, Buenos Aires.
- Bourrelly, P. (1966), "Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome 1: Les algues vertes." N. Boubée, Paris,
- Bourrelly, P. (1970), "Les Algues d'eau Douce: Initiation a la Systematique, Tome III: Les Algues bleues et rouges, Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines." Editions N. Boubée & Cie., Paris.
- Carmichael, J. W., Kendrick, W. B., Connors, J. L. & Sigler, L., (1980), "Genera of Hyphomycetes". 386 S., 129 Taf. The University of Alberta Press. Edmonton, Alberta, Canada.,
- A. Von Arx, (1974), "Genera of Fungi sporulating in pure culture" J Vaduz (Germany) J.Cramer.
- Gómez de Saravia S.G., Fontana J.M. y Guiamet P. (2009), "Caracterización de Biofilms algales provenientes de la catedral de La Plata". Reunión interdisciplinaria de la Provincia de Buenos Aires sobre Biofilms. La Plata, 2009.
- Signorini M. A. (1995), "Lo studio e il controllo della vegetazione infestante nei siti archeologici. Una proposta metodologica". In Marino L., Nenci C. (Eds.), *L'area archeologica di Fiesole. Rilievi e ricerche per la conservazione*. Alinea ed., Firenze: 41-46.
- Signorini M.A. (1996), "L'indice di pericolosità: un contributo del botanico al controllo della vegetazione infestante nelle aree monumentali". *Inf. Bot. Ital.*, 28 (1): 7-14