

Biodeterioro del palacio Nik An (Tschudi), Complejo Arqueológico Chan Chan, Trujillo, La Libertad, Perú: Flora

Biodeterioration of the Nik An (Tschudi) palace, Chan Chan Archaeological Complex, Trujillo, La Libertad, Peru: Flora

Eric F. Rodríguez Rodríguez

Herbarium Truxillense (HUT), Universidad Nacional de Trujillo, Jr. San Martín 392, Trujillo,
PERÚ. erodriguez@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0003-0671-1535>

José N. Gutiérrez Ramos

Baluarto Conservación Eiri, Trujillo, PERÚ. chalangr@yahoo.es
<https://orcid.org/0000-0001-5186-4122>

Margarita Mora Costilla

Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza-Trujillo (APECO-Trujillo), Trujillo,
PERÚ. apeco_tru@yahoo.es // <https://orcid.org/000-0001-5896-5591>

Elmer Alvítez Izquierdo

Departamento Académico de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Nacional de Trujillo. Avda. Juan Pablo II s.n. Trujillo, PERÚ. ealvitezi@yahoo.es
<https://orcid.org/0000-0001-8653-1811>

Segundo Leiva González

Facultad de Medicina Humana, Universidad Privada Antenor Orrego, Museo de Historia Natural
y Cultural, Casilla Postal 1075, Trujillo, PERÚ segundo_leiva@hotmail.com/cleivag@upao.
edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-1856-5961>

Resumen

El Complejo Arqueológico de Chan Chan (prov. Trujillo, región La Libertad, Perú), está conformado por diversas estructuras prehispánicas cuya arquitectura monumental tiene como materia prima la arcilla; una de ellas es el palacio Nik An (Tschudi). El estudio efectuado entre los años 2014 y 2017; estuvo basado en la recolección botánica y observaciones directas de campo tanto de flora como del deterioro. Se registraron 12 especies distribuidas en 11 familias y 12 géneros; de ellas 2 criptógamas (2 especies líquénicas) y 10 fanerógamas (5 hierbas, 1 sufrutice, 1 subarbusto, 2 arbustos y 1 árbol). Los taxa se encuentran al interior del complejo arquitectónico en la base, sobre los muros, caminos y pasadizos, ocasionando dos tipos de efectos sobre el sustrato: biogeofísicos (mecánicos) y biogeoquímicos; así como potenciales agentes de biodeterioro.

Palabras clave: Chan Chan, palacio Nik An, botánica, conservación, biodeterioro.

Abstract

The Archaeological Complex of Chan Chan is made up of various pre-Hispanic structures whose monumental architecture has clay as its raw material; one of them is the Nik An (Tschudi) palace. The study was carried out between 2014 and 2017; it was based on botanical collection and direct field observations of both flora and deterioration. Twelve species distributed in 11 families and 12 genera were recorded, of them 2 cryptogams (2 lichen species) and 10 phanerogams (5 herbs, 1 suffrutice, 1 subshrub, 2 shrubs and 1 tree). The taxa are found inside the architectural complex at the base, on the walls, roads and passageways, causing two types of effects on the substrate: biogeophysical (mechanical) and biogeochemical; as well as potential biodeterioration agents.

Keywords: Chan Chan, Nik An palace, botany, conservation, biodeterioration.

Citación: Rodríguez, E.; J. Gutiérrez; M. Mora; E. Alvéz & S. Leiva. 2021. Biodeterioro del palacio Nik An (Tschudi), Complejo Arqueológico Chan Chan, Trujillo, La Libertad, Perú: Flora. *Arnaldoa* 27 (3): 675-702. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.273.27302>

Introducción

Las estructuras monumentales arquitectónicas en el contexto del patrimonio cultural por lo general presentan patologías de origen biótico que muchas veces pasan desapercibidos lo cual implica una intervención en el ámbito de la conservación, por ende en la conservación preventiva (Guillemard, 1992; Herráez & Rodríguez, 2004). En la actualidad hay una tendencia para establecer intervenciones en las que se tiene que considerar además de los factores microclimáticos (humedad, temperatura, iluminación, entre otros), **físicos**, químicos, etc., el biológico. Los horizontes mediatos de lo biológico implica el deterioro de los mismos sobre los elementos culturales dentro de los grupos taxonómicos implicados.

Esa interacción de agentes bióticos induce a un daño o biodeterioro. En el caso de patrimonio monumental arquitectónico, muchas veces están expuestos a la intemperie y a la acción de diversos organismos capaces de colonizarla y de causar deterioro en igual o mayor grado que los agentes físico-químicos. Para comprender los mecanismos involucrados en este proceso, es necesario considerar la obra arquitectónica como un ecosistema (Rosato, 2008). La estructura arquitectónica actúa como sustrato y/o soporte que muchas veces aporta los elementos base (minerales-nutrientes) que interactúa con los factores externos y los condicionan a una sucesión ecológica a lo largo del tiempo favoreciendo con ello el deterioro progresivo.

Las acciones en el patrimonio cultural durante los procesos de intervención en su conservación también radica en la planificación de estudios de conservación preventiva que representa fundamentalmente una estrategia basada en un método de trabajo sistemático que tiene por objetivo evitar o minimizar el deterioro mediante el seguimiento y control de los riesgos de deterioro que afectan o pueden afectar a un bien cultural (Instituto del Patrimonio Cultural de España, s/f). Uno de esos elementos dentro de la conservación preventiva se basa en los efectos (daño) ocasionados por agentes biológicos, a lo que se le denomina biodeterioro.

Diferentes investigadores han incidido también sobre la necesidad de contemplar los estudios sobre los organismos vivos y sus efectos en el patrimonio inmueble (Lazzarini & Tabasso, 1986; Doehne & Price, 2010; citado por Sameño, 2018).

El biodeterioro fue definido por H. J. Hueck (1965, 1968) como ciertos cambios indeseables en las propiedades de un material causados por la actividad vital de algunos organismos (Sameño & García, 1995). En consecuencia el biodeterioro de la propiedad cultural es el daño físico o químico efectuado por diferentes tipos de organismos en objetos, monumentos o edificios que pertenecen al patrimonio cultural (Videla, 1996). Este deterioro puede ser directo e indirecto, tanto en el plano estético, físico y químico. Condicionado por el impacto en este caso particular por agentes de origen vegetal o botánico.

Sameño (2018) indica que “el biodeterioro o el daño causado en las obras o piezas histórico-artísticas por organismos y microorganismos (plantas superiores, hongos, líquenes, briofitos, algas, cianobacterias...) ha sido estudiado a lo largo de los años,

debido a la creciente preocupación por las pérdidas irreparables y de gran valor que pueden ocasionar en el Patrimonio Cultural”. Este mismo autor precisa que el biodeterioro que experimentan los distintos materiales que componen los bienes culturales es un fenómeno complejo, todavía bastante desconocido. Investigar sobre los agentes biológicos de deterioro y sobre las principales causas que lo provocan requiere de nuevos estudios que permitan identificar qué alteraciones se producen y qué tratamientos se necesitan. Aunque hay que resaltar la escasez de bibliografía referente a este último tema, existen algunos estudios que se dedican de forma directa analizar las especies de organismos, los materiales que deterioran y el tipo de daño que provocan.

En este sentido, en las construcciones de adobe y arcilla del Complejo Arqueológico (C.A.) Chan Chan, se ha observado algún tipo de biodeterioro causado por vegetales y animales, que aún no ha sido tenido en cuenta. El único trabajo que se conoce al respecto es el estado de biodeterioro por insectos de los muros perimetrales de la ciudadela Tschudi (Gutiérrez & Mora, 2018). Sin embargo, no se conocen estudios científicos de biodeterioro causados por vegetales.

El presente trabajo busca establecer que agentes biológicos en el contexto botánico intervienen y ocasionan biodeterioro directo e indirecto en el patrimonio cultural arquitectónico de arcilla del palacio Nik An (Tschudi), C.A. Chan Chan, Trujillo, La Libertad, Perú entre los años 2014 y 2017.

Material y Métodos

Ubicación geográfica:

El C. A. Chan Chan se encuentra ubicado en el valle Moche, costa norte del Perú (8°06'32.04" S - 79°04'27.91" O y a 25 m.s.n.m.; Provincia de Trujillo, Distrito

Huanchaco) en la cuenca baja y margen derecha del río Moche, entre el balneario de Huanchaco y la ciudad de Trujillo.

Aspecto Histórico

Fue la capital del estado Chimú (900 d.C. - 1460 d.C., Intermedio Tardío) y ocupó una extensión de alrededor de 20 km² de los cuales ahora se conservan unos 14 km², que incluye: a) Área central o nuclear urbana con 6 km² y muestra arquitectura de gran escala (intermedia): diez conjuntos amurallados ("ciudadelas"): Chayhuac An o Quixmic An (Chayhuac), Chol An (Rivero), Utzh An (Gran Chimú), Tsuts An (Tello), Ñing An (Velarde), Ñain An (Bandelier), Fochic An (Squier), Xllangchic An (Uhle), Fechech An (Laberinto), Nik An (Tschudi), además numerosas construcciones semi-monumentales, pirámides truncas, espacios cercados, chacras hundidas y caminos; y b) Área marginal más rural con 8 km² rodeando el área central, comprende conjuntos habitacionales, depósitos, templos de menor escala, cementerios, canales, chacras hundidas, hoyas de cultivo o huachagues/wachagues al sur y SE del área central (Chico, Grande y Gran Huachaque o Pampas de Alejandro), caminos, entre otros (ver Rodríguez *et al.*, 2015).

Metodología:

El estudio estuvo circunscrito al palacio o ciudadela Nik An (Tschudi) del C.A. Chan Chan. Se realizaron recorridos en cinco visitas entre el 2014 y 2017, a fin de efectuar observaciones y recolecciones de vegetales que se encontraron ocasionando biodeterioro en las estructuras patrimoniales.

En el transcurso de las visitas se tomaron 10 puntos de georeferenciación en las zonas de ubicación donde fueron observados los efectos del biodeterioro y recolectados los

ejemplares botánicos (Fig. 1 y Tabla 1). Para la toma de muestras se tuvieron en cuenta tanto las criptógamas como las fanerógamas, de estas últimas se consideraron las plantas leñosas y herbáceas. Se tomó en cuenta a las especies que se encontraron en espacios característicos predispuestos por la infestación (colonización) creciendo espontánea y directamente arraigadas a la base o soportadas sobre o entre el material constructivo de las estructuras de adobe y arcilla. También, se consideraron plantas que se encontraron en espacios cercanos a las estructuras patrimoniales que a través del tiempo podrían afectarlas. Para tal efecto se siguió la metodología de García (2016) y Gutiérrez & Noningo (2016) por similitud de estudios. Para la flora se efectuó el proceso de herborización siguiendo la metodología y técnicas convencionales recomendadas por Rodríguez & Rojas (2006). La toma de datos referidos a las características exomorfológicas, formas de vida, nombres vulgares, hábitat, entre otros se realizó siguiendo a los mismos autores. La determinación taxonómica se efectuó con ayuda de bibliografía especializada, claves taxonómicas dicotómicas basadas en los caracteres exomorfológicos y de hábito (Sagástegui & Leiva, 1993; Rodríguez *et al.*, 2015, 2017). Además por comparación morfológica con los ejemplares existentes en el herbario HUT. La clasificación seguida para la liquenobiota es a Mycobank Database (Mycobank, 2015) las fanerógamas es la de Chase & Reveal (2009) (e.g.: Clase Equisetopsida).

El material botánico recolectado fue depositado en el herbario de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT). Adicionalmente se hicieron registros fotográficos de las plantas y del daño al patrimonio en forma descriptiva.

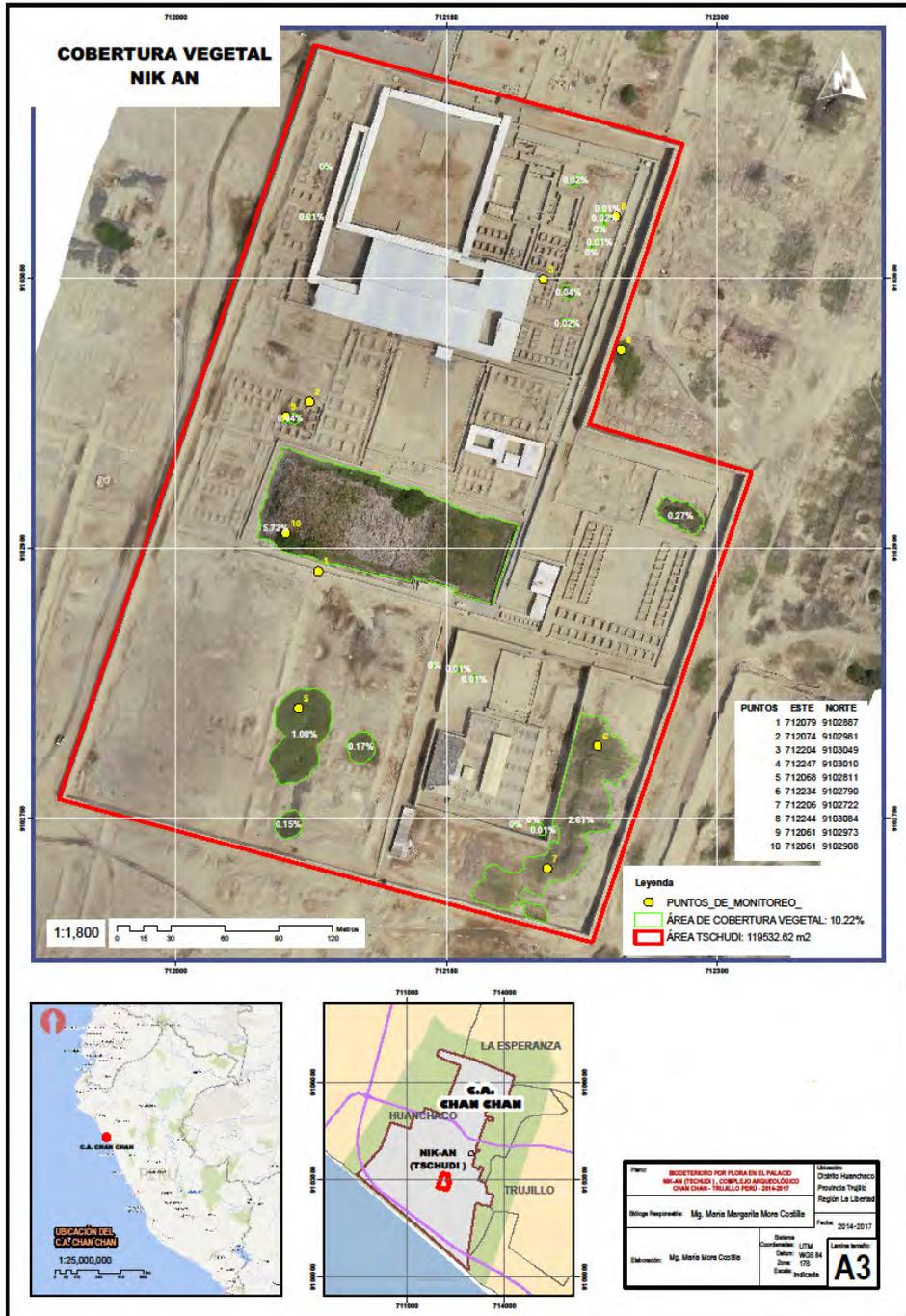


Fig. 1. Ubicación del área de estudio y los puntos de monitoreo de la Flora responsable del Biodeterioro del palacio Nik An (Tschudi), Complejo Arqueológico Chan Chan, Trujillo, Perú. 2014-2017.

Tabla 1. Puntos de monitoreo de la Flora responsable del Biodeterioro del palacio Nik An (Tschudi), Complejo Arqueológico Chan Chan, Trujillo, La Libertad, Perú. 2014-2017.

PUNTOS DE MONITOREO	COORDENADAS (UTM)
Punto N° 1	712079E 9102887N
Punto N° 2	712074E 9102981N
Punto N° 3	712204E 9103049N
Punto N° 4	712247E 9103010N
Punto N° 5	712068E 9102811N
Punto N° 6	712234E 9102790N
Punto N° 7	712206E 9102722N
Punto N° 8	712244E 9103084N
Punto N° 9	712061E 9102973N
Punto N° 10	712061E 9102908N

Resultados

Se determinaron doce especies de vegetales que causan biodeterioro al patrimonio cultural que actúa como sustrato para su crecimiento y metabolismo en el palacio Nik An del Complejo Arqueológico Chan Chan, Trujillo, Perú (Tabla 2). Se encuentran distribuidas en 11 familias y 12 géneros; de ellas 2 criptógamas (2 especies liquénicas) y 10 fanerógamas (flora vascular) (5 hierbas, 1 sufrútice, 1 subarbusto, 2 arbustos y 1 árbol).

Todas las especies están produciendo un factor de riesgo en la conservación patrimonial por la falta de mantenimiento y la infestación de las mismas. Producen daños físicos (mecánicos) y químicos. Las fanerógamas son los agentes biodeteriorantes de alto riesgo teniendo en cuenta que la mayoría son perennes (presentan base leñosa) y que la acción mecánica efectuada por las raíces es la más importante. Se recomienda efectuar control manual a manera de conservación preventiva para evitar daños irreversibles.

Tabla 2. Clasificación Taxonómica y forma de vida de la Flora responsable del Biodeterioro en el palacio Nik An (Tschudi), Complejo Arqueológico Chan Chan, Trujillo, La Libertad, Perú. 2014-2017. *Criptógamas +Fanerógamas.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	FORMA DE VIDA
*Lecanoromycetes	Caliciales	Caliciaceae	<i>Buellia babingtonii</i> (Hook. f. & Taylor) I.M. Lamb ex C.W. Dodge	liquen
*Arthoniomycetes	Arthoniales	Roccellaceae	<i>Roccella gracilis</i> Bory	liquen
*Equisetopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Alternanthera halimifolia</i> (Lam.) Standl. ex Pittier	hierba
*Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Spilanthes leiocarpa</i> DC.	hierba
*Equisetopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis glutinosa</i> Pers	arbusto
*Equisetopsida	Boraginales	Boraginaceae	<i>Tiquilia paronychioides</i> (Phil.) A.T. Richardson	hierba
*Equisetopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	árbol
*Equisetopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Waltheria ovata</i> Cav.	subarbus- to
*Equisetopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Cryptocarpus pyriformis</i> Kunth	sufrútice
*Equisetopsida	Rosales	Rhamnaceae	<i>Scutia spicata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Weberb.	arbusto
*Equisetopsida	Lamiales	Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	hierba
*Equisetopsida	Poales	Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	hierba
TOTAL			12 especies	

La Flora responsable del Biodeterioro en el palacio Nik An (Tschudi) del Complejo Arqueológico Chan Chan es:

CRIPTOGAMAS

Familia: Caliciaceae Chevall.

Género: *Buellia* De Not

Nombre Científico: *Buellia babingtonii* (Hook. f. & Taylor) I.M. Lamb ex C.W. Dodge

Nombre vulgar: "liquen"

Biodeterioro: líquenes (asociación alga + hongo) costráceos terrícolas que invaden grandes extensiones del sustrato, cubriéndolas de una estructura

oscura de aspecto desagradable. Se encuentra en lugares sin mantenimiento. Esta colonización es parte del proceso de sucesión; generalmente asociada a cianobacterias ubícuas y pioneras de la misma. El deterioro es mayormente químico por secreción de ácido oxálico, formando diversos compuestos con el sustrato arcilloso o pétreo. Propagación generalmente por anemocoria de las diásporas. Fig. 2. A-C.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.* 3311a (HUT)

Familia: Roccellaceae Chevall.

Género: *Roccella* DC.

Nombre Científico: *Rocella gracilis* Bory

Nombre vulgar: "liquen"

Biodeterioro: Liquen fruticuloso grisáceo con varias ramas y numerosos soredios discoideos. En este caso se comporta como terrícola, cuyo disco de fijación del talo liquénico deteriora mecánicamente las estructuras de soporte. Así mismo, también existe deterioro químico por secreción de ácido liquénico y oxálico, formando diversos compuestos con el sustrato arcilloso o pétreo. Las numerosas poblaciones coadyuvadas con la humedad del medio ambiente imperante, deterioran las estructuras de barro. Propagación generalmente por anemocoria de las diásporas o talos fragmentados. Fig. 2. D-F.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.* 3313a (HUT).

FANEROGAMAS

Familia: Amaranthaceae Juss.

Género: *Alternanthera* Forssk.

Nombre Científico: *Alternanthera halimifolia* (Lam.) Standl. ex Pittier

Nombre vulgar: "hierba blanca"

Biodeterioro: Hierba invasora, perenne, decumbente o procumbente, ramificada; abundante sobre suelos y muros abandonados o por falta de mantenimiento. El deterioro es mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces que perforan el suelo y gran cobertura de sus ramas bajo las cuales viven numerosos invertebrados; o química, por la acidez de las raíces y por las exudaciones que genera la planta. Asimismo, la humedad imperante del medio ambiente condensada sobre el vegetal, crean microclimas que deterioran las estructuras ya sean paredes, bases o muros de contención del humedal. La dispersión de semillas puede ser vía

zoocoria o anemocoria. Fig. 3.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.* 3384a (HUT).

Familia: Asteraceae Bercht. & J. Presl

Género: *Baccharis* L.

Nombre Científico: *Baccharis glutinosa* Pers.

Nombre vulgar: "chilco hembra".

Biodeterioro: Planta arbustiva, perenne, erguida o ascendente, ramificada, resinosa. El deterioro es mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces que perforan el suelo produciendo rajaduras y ablandamiento del terreno mermando la verticalidad de los cimientos; o química, por la acidez de las mismas y por las resinas producidas típicas de esta especie. Asimismo, la humedad imperante del medio ambiente condensada sobre el vegetal, crean microclimas que deterioran las estructuras ya sean paredes, bases o muros de contención del humedal. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 4.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.* 3382a (HUT).

Familia: Asteraceae Bercht. & J. Presl

Género: *Spilanthus* Jacq.

Nombre Científico: *Spilanthus leiocarpa* DC.

Nombre vulgar: "turre macho"

Biodeterioro: Hierba invasora, perenne, estolonífera, ramificada, decumbente-ascendente, cobertora de suelo. El deterioro es mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces y la incrustación de estolones, o química, por la acidez de las mismas y diversos exudados o resinas producidas; asimismo, la humedad imperante del medio ambiente condensada sobre el vegetal, crean

microclimas que deterioran las estructuras ya sean paredes o muros de contención del humedal. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 5.

Colección: *E. Rodríguez R. et al.3383a (HUT)*.

Familia: Boraginaceae Juss.

Género: *Tiquilia* Pers.

Nombre Científico: *Tiquilia paronychioides* (Phil.) A.T. Richardson

Nombre vulgar: "flor de arena"

Biodeterioro: Herbácea o sufruticosa, postrada; invasora, crece por falta de mantenimiento. El deterioro es mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces que horadan las estructuras, o químico, por la acidez de las mismas y diversos exudados. Igualmente, la humedad imperante del medio ambiente condensada sobre el vegetal, crean microclimas que deterioran las estructuras, sobre todo los cimientos (base) de las construcciones y los muros de contención del humedal. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 6.

Colección: *E. Rodríguez R. et al.3395a (HUT)*.

Familia: Fabaceae Lindl.

Género: *Acacia* Mill.

Nombre Científico: *Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd.

Nombre vulgar: "espinó".

Biodeterioro: Árbol erguido, espinoso, raíces profundas. Planta leñosa cerca al monumento histórico, causa daño mecánico como consecuencia de la expansión de sus raíces a fin de obtener agua, en el tiempo si el sistema radicular sigue interactuado puede causar rajaduras a las

edificaciones contiguas por debilitamiento de sus cimientos, coadyuvado por el daño químico por la acidificación del medio y la creación de microclimas de humedad variable. Por tratarse de una leguminosa en sus raíces presentan nódulos donde viven organismos fijadores de nitrógeno. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 7.

Colección: *E. Rodríguez R. et al.3395a (HUT)*.

Familia: Malvaceae Juss.

Género: *Waltheria* L.

Nombre Científico: *Waltheria ovata* Cav.

Nombre vulgar: "lucraco"

Biodeterioro: Subar busto postrado-ascendente que crece como invasora por falta de mantenimiento. El deterioro del patrimonio cultural es mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces que se profundizan a fin de obtener agua, produciendo rajaduras y ablandamiento del terreno, debilitando de esta manera los cimientos de los muros; o química, por la acidificación del medio y la excreción de sustancias quelantes (forma complejos con iones pesados) producidas también por las raíces, y por diversos exudados que produce la planta. Asimismo, se comportan como plantas apoyantes sobre las paredes (soporte para crecimiento), cuya humedad imperante del medio ambiente condensada sobre el vegetal, crean microclimas que deterioran las estructuras de barro. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 8.

Colección: *E. Rodríguez R. et al.3319a (HUT)*.

Familia: Nyctaginaceae Juss.

Género: *Cryptocarpus* Kunth

Nombre Científico: *Cryptocarpus pyriformis* Kunth

Nombre vulgar: "chope".

Biodeterioro: Sufrútice, postrado de gran expansión sobre el suelo, escandente o apoyante; abundante en el área de estudio. Tiene como soporte a paredes, muros, etc., en donde produce erosión, crea y mantiene microclimas especialmente de humedad negativos para el soporte, además de horadar el suelo con sus raíces. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 9.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.*3393a (HUT).

Familia: Rhamnaceae Juss.

Género: *Scutia* (Comm. ex DC.) Brongn.

Nombre Científico: *Scutia spicata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Weberb.

Nombre vulgar: "peal".

Biodeterioro: Arbusto sarmentoso, espinoso, tallos difusamente ramificados. Se encuentra en lugares de escaso mantenimiento. El deterioro es mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces produciendo rajaduras de las estructuras, o química, por la acidez de las raíces; asimismo, la humedad imperante del medio ambiente condensada sobre el vegetal con numerosas ramas, crean microclimas que deterioran las estructuras (especialmente las bases de las construcciones) que la soportan debido a su gran cobertura. Fig. 10.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.*3331a (HUT).

Familia: Verbenaceae J. St.-Hil.

Género: *Phyla* Lour.

Nombre Científico: *Phyla nodiflora* (L.) Greene

Nombre vulgar: "turre hembra".

Biodeterioro: Hierba invasora, perenne, rastrera, cobertura; abundante sobre suelos y muros abandonados o por falta de mantenimiento. El deterioro es mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces, ubicadas en los tallos radicantes, que perforan el suelo y gran cobertura de sus ramas rastreras largas, bajo las cuales viven numerosos invertebrados; o química, por la acidez de las raíces y por las exudaciones que genera la planta. Asimismo, la humedad imperante del medio ambiente condensada sobre el vegetal, crean microclimas que deterioran las estructuras ya sean paredes, bases o muros de contención del humedal. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 11.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.*3320 (HUT).

Familia: Poaceae Barnhart

Género: *Distichlis* Raf.

Nombre Científico: *Distichlis spicata* (L.) Greene

Nombre vulgar: "grama salada".

Biodeterioro: Hierba invasora, perenne, rizomatosa. El deterioro es mecánico (físico) a través del crecimiento de los rizomas, los cuales se incrustan en las estructuras ocasionando fracturas o rajaduras de las paredes o desplazamientos de estructuras líticas de los muros de contención del humedal; igualmente trepan a alturas considerables. Por la humedad imperante del medio ambiente condensada sobre las plantas, crean microclimas que deterioran las estructuras. La dispersión de semillas puede ser vía zoocoria o anemocoria. Fig. 12.

Colección: E. Rodríguez R. *et al.*3385a (HUT).

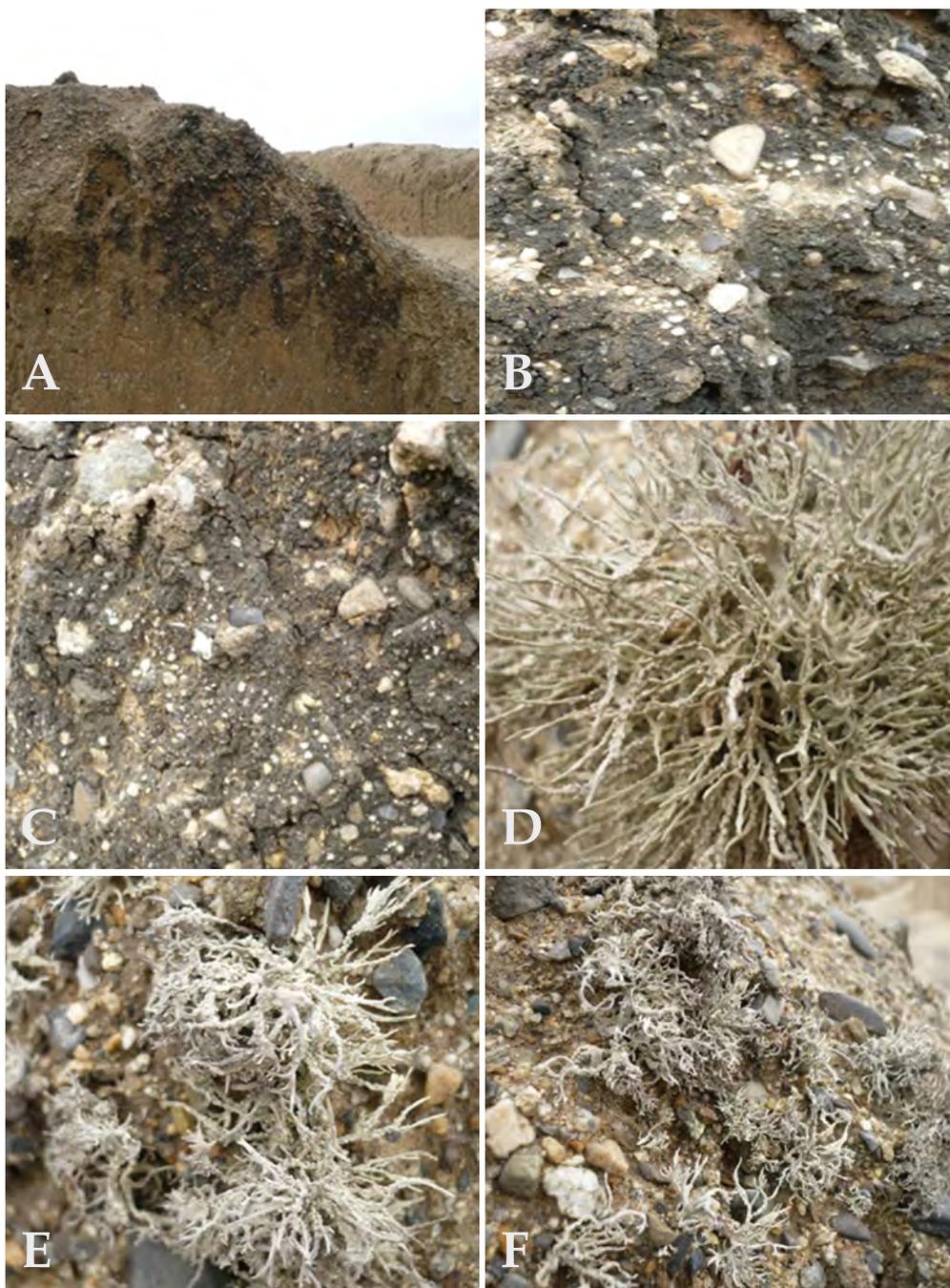


Fig. 2. A-C. *Buellia babingtonii* A. Liqueen crustáceo cubriendo superficies de muros expuestos próximos al mar, B y C. Imágenes proximales, superficie cubierta de grandes extensiones del sustrato mostrando coloración oscura de consistencia costrosa, D-F. *Rocella gracilis*. D. Liqueen fruticuloso grisáceo con varias ramas y numerosos soledios discoideos, asociada con rocas o restos líticos, E y F. Disco de fijación del talo liquénico deteriora mecánicamente el sustrato. (Fotos E. Rodríguez R.)



Fig. 3. *Alternanthera halimifolia*. A, B y C. Hierba invasora, perenne abundante sobre suelos y muros abandonados o por falta de mantenimiento. Produce daño mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces que perforan el suelo, y gran cobertura de sus ramas que proporciona humedad y acumulación de suelo húmedo favorece la proliferación de especies de flora y fauna. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 4. *Baccharis glutinosa*. A-B. Habito e inflorescencia; perenne, erguida y resinosa, de poca altura formando parte del matorral xerófilo, C-E. Adaptada a la vida en un medio seco; produciendo deterioro mecánico por crecimiento de raíces que perforan el suelo produciendo rajaduras y ablandamiento del terreno, mermando la verticalidad de los cimientos. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 5. *Spilanthes leiocarpa*. A-B. Hierba invasora, perenne, estolonífera, C-D. Especie cobradora de suelo, produciendo deterioro mecánico (físico) a través del crecimiento de raíces y la incrustación de estolones, deteriorando las estructuras sean estas paredes o muros de contención del humedal. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 6. *Tiquilia paronychioides*. A-B. Planta invasora, postrada, C-F. Nótese el deterioro mayormente mecánico por crecimiento de las raíces leñosas que horadan las estructuras. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 7. *Acacia macracantha* A-C. Árbol erguido, espinoso, con raíces profundas. D. Causa daño mecánico por la expansión de sus raíces a fin de obtener agua, el sistema radicular sigue interactuado causando rajaduras a las edificaciones contiguas por debilitamiento de sus cimientos. (Fotos E. Rodríguez R.).

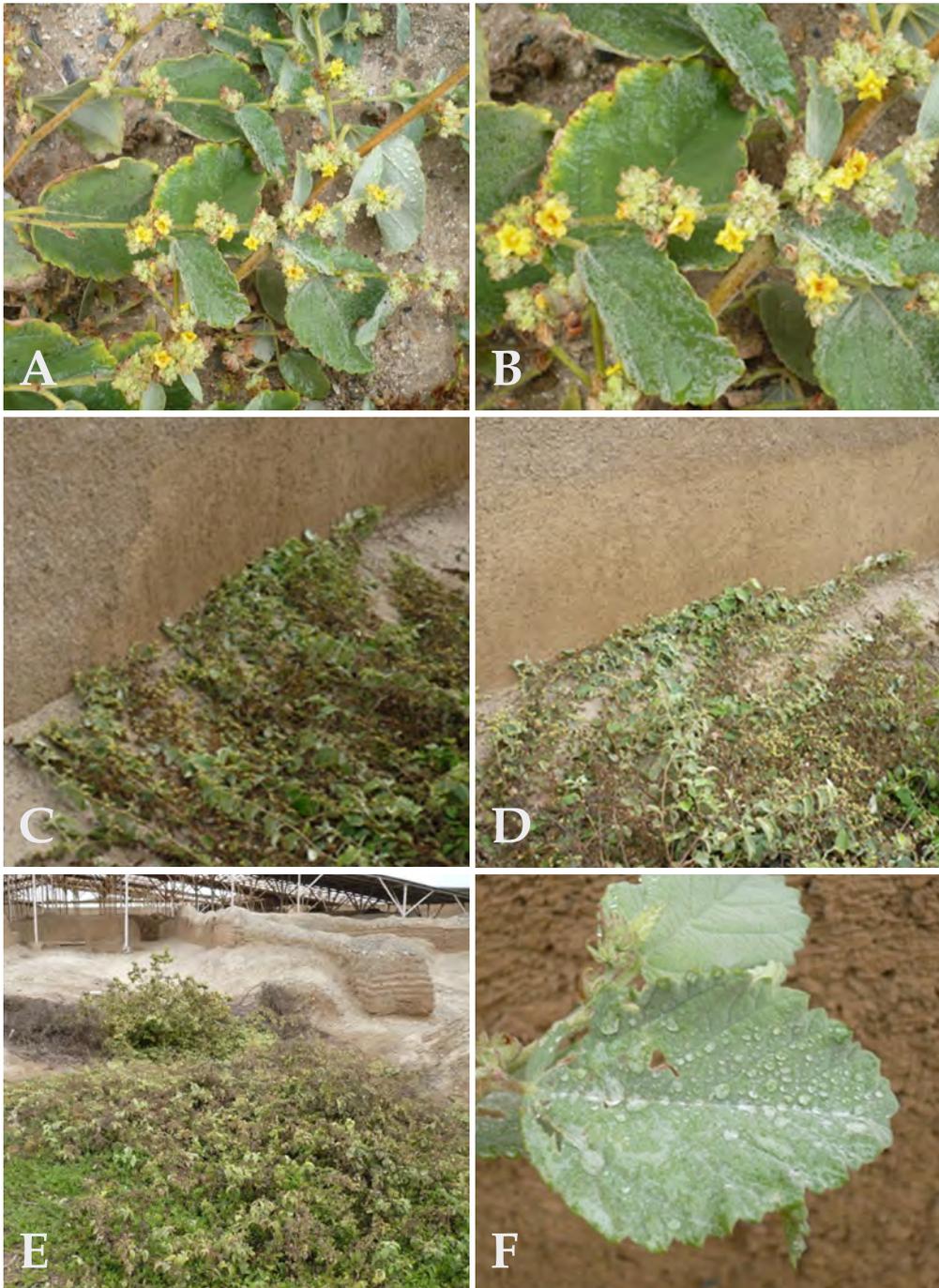


Fig. 8. *Waltheria ovata*. A-B. Subarbusto postrado-ascendente, C-E. Sus raíces se profundizan y ramifican a fin de obtener agua, produciendo rajaduras y ablandamiento del terreno, debilitando de esta manera los cimientos de los muros, F. La pubescencia de sus hojas retiene agua por condensación e incrementan la humedad localizada. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 9. *Cryptocarpus pyriformis*. A-D. Especie de gran expansión que se comporta como postrada sobre el suelo, E-F. Escandente o apoyante teniendo como soporte las paredes y muros arquitectónicos. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 10. *Scutia spicata*. A-B. Arbusto sarmentoso, espinoso, tallos difusamente ramificados, C-F. Produce deterioro mecánico a través del crecimiento de raíces produciendo rajaduras de las estructuras debilitadas por la humedad acumulada sobre el vegetal, o química, por la acidez de las raíces. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 11. *Phyla nodiflora* A-B. Especie invasora, rastrera, cobertora, C. Nótese la acumulación de agua y la humedad producida en el suelo, D-F. Crece rápidamente tapizando las superficies, desarrollando tallos radicantes que al avanzar en su crecimiento ocasionan deterioro mecánico al perforar el suelo por acción de sus raíces. La gran cobertura crea microclimas húmedos que deterioran las estructuras. (Fotos E. Rodríguez R.).



Fig. 12. *Distichlis spicata* A. Planta herbácea invasora, perenne, rizomatosa, B-E. Crece y se desarrolla en forma agresiva engrosando el tallo en un volumen acelerado ocasionando el desplazamiento, debilitamiento y desprendimiento de estructuras compactas de suelo o de estructuras arquitectónicas. (Fotos E. Rodríguez R.).

Discusión

En el ámbito de la estructura arquitectónica monumental de la ciudadela de Chan Chan cuya construcción es a base de material de arcilla, pocas veces se ha tomado en cuenta la presencia de la flora como factor de deterioro. En esta oportunidad, se ha efectuado la detección de los agentes causantes del biodeterioro de origen botánico, los mismos que fueron encontrados tanto en la base, superficies de los muros, caminos y espacios próximos y colindantes a estos.

Tomando en cuenta que los agentes biológicos, entre estos los de origen botánico, interactúan en el medio donde se desarrollan en relación a los factores bioclimáticos que se condicionan con estos y afectan su crecimiento, como son la humedad, la temperatura, los vientos, la presión y las precipitaciones; en este caso respecto a una estructura arquitectónica que se asienta en área desértica costera y tiene proximidad al mar.

Considerando que los oasis de neblina representan de manera habitual un hotspot de biodiversidad, particularmente de plantas vasculares en el hiperárido desierto costero. En estos ecosistemas, la mayor parte del agua ingresa por efecto de la condensación de la neblina costera, y se restringen a pequeñas áreas donde la topografía de la Cordillera de la Costa favorece la captura del flujo aéreo marino (Vargas *et al.*, 2017).

En este sentido, el área de estudio se encuentra ubicado en la franja costera de la provincia de Trujillo, región La Libertad con las características antes mencionadas, la cual es una estrecha región que bordea sus costas, con paisajes áridos y zonas subtropicales interrumpidas con monte ribereño costeros, acantilados, y playas.

La infraestructura de esta ciudadela es de material de arcilla la misma que presentan alta capacidad higroscópica (absorber humedad del medio circundante -humedad atmosférica), produciendo absorción y retención de agua, elemento importante para el desarrollo de agentes biológicos, que se ubican en lo que se conoce como sucesión ecológica. En este caso los líquenes por la presencia de algas de tipo cianofitas y hongos liquenizados; por cuanto las superficies superiores están expuestas a las condiciones ambientales climáticas de neblina y condensación de agua. Los líquenes tienen la capacidad de colonizar diversos sustratos como característica importante (Rosato, 2008). De acuerdo, con la cercanía que tengan con el agua del mar, los líquenes pueden habitar tres zonas de la costa: sublitoral, litoral y supralitoral; así como también la región terrestre (Fletcher, 1973a, 1973b; tomado de Guzmán *et al.*, 2019).

Siendo su bioclima en este espacio desértico y subtropical caracterizado por escasas precipitaciones líquidas usualmente asociadas a eventos ENOS con un ingreso habitual de neblina o "camanchaca". Esta característica es compartida con las zonas costeras del sur de Perú, por lo que la potencial extensión en la distribución de las especies presentes en el área de estudio estaría determinada por la continuidad de este bioclima (Vargas *et al.*, 2017). La zona considerada por los diferentes oasis está dominada por un bioclima de tipo tropical desértico a hiperdesértico (Luebert & Plissock, 2006; Moreira-Muñoz, 2011; tomado de Vargas *et al.*, 2017). Condicionadas con variables ambientales como humedad, salinidad y vegetación se encuentran estrechamente relacionadas a los océanos (Guzmán *et al.*, 2019).

Poseen hábitats íntimamente relacionados a la presencia del agua marina, son líquenes costeros que se encuentran generalmente en la región terrestre o en la zona supralitoral de las costas (Brodo, 2001; Tehler, 2002, 2006, 2011; Tehler *et al.*, 2009; tomado de Guzmán *et al.*, 2019). Las condiciones microclimáticas que favorecen la alta diversidad liquénica (humedad elevada, nieblas o neblinas frecuentes y densas), se espera que favorezcan de igual manera la diversidad de flora vascular (Vargas *et al.*, 2017).

Considerando que el elemento base de los muros constructivos de la arquitectura de Chan Chan es la arcilla, este material es de origen de rocas sedimentarias descompuestas constituidas por agregados de silicatos de aluminio hidratados procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito, provenientes de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias descompuestas por la meteorización o alteración hidrotermal (García, 1985). También se debe tener en cuenta las acciones químicas debidas a la meteorización son muy complejas y lentas coadyuvantes al biodeterioro de las construcciones de adobes y arcilla. Al respecto García (1985) indica que el agua participa como vehículo universal en el desarrollo de estas transformaciones, ya que en ella pueden disolverse multitud de agentes químicos agresivos (e.g.: CO₂, ácidos húmicos, variadas sales minerales, etc.) que disueltos en el agua producen la descomposición de algunos minerales primarios de las rocas. El mismo autor refiere la transformación de los feldespatos en caolinita u otros minerales de la arcilla, la formación de cloritas y de micas hidratadas, etc. Esto ha sido evidenciado en el estudio especialmente cuando las plantas que presentan abundante follaje acumulan

grandes cantidades de agua que humedecen sostenidamente las edificaciones de arcilla. Implica que su estructura molecular favorece a la captación de agua la misma que reacciona con los componentes o elementos minerales como nutrientes frente a la presencia de ciertas especies biológicas de origen vegetal, como algas y hongos, organismos bióticos para la presencia de los líquenes saxícolas.

En relación con eso, Ariño & Gómez (2002) consideran dos tipos de efectos de los líquenes sobre un sustrato: procesos físicos o mecánicos (biogeofísicos), que producen la desintegración del sustrato, y procesos químicos (biogeoquímicos), que conducen a la descomposición del sustrato, los agentes implicados son la producción de dióxido de carbono, de sustancias quelantes y de ácido oxálico.

De este grupo botánico, una de las especies de liquen hallado asociado a este estudio es *Buellia babingtonii*, por lo general esta es una especie comunitaria de estructuras líticas adaptada a condiciones extremas tanto en temperatura como a humedad pero también es terrícola como en el presente estudio cuya acción principal de biodeterioro es biogeoquímica por secreción de ácido oxálico. Otra especie hallada es el liquen *Rocella gracilis* que vive de forma litófita o epilítica o saxícola, sobre troncos o ramas secas (cortícolas) o de comportamiento terrícola como en este estudio. Los talos deterioran mecánicamente las estructuras de soporte existiendo además un deterioro por la acumulación de humedad y acción química por reacción con el sustrato por secreción de ácido liquénico y oxálico. En general, las especies de este género pueden ser cortícolas o saxícolas (en ocasiones ambas), poseen hábitats íntimamente relacionados a la presencia del agua marina, son líquenes

costeros que se encuentran generalmente en la región terrestre o en la zona supralitoral de las costas (Brodo, 2001; Tehler, 2002, 2006, 2011; Tehler *et al.*, 2009; tomado de Guzmán *et al.*, 2019).

Estas especies de líquenes por su presencia, desarrollo y exposición tanto en posición y ubicación se les encuentra sometidas a condiciones climáticas extremas y oscilantes. Por consiguiente, estos organismos están adaptados a soportar constantes ciclos de secado-humectación, como alta radiación solar y una elevada salinidad que acarrea consigo la brisa oceánica (Hawksworth, 2000, Nash & Lange, 1988; tomado de Guzmán *et al.*, 2019).

El uso de los muros de arcilla como soporte o apoyo de descanso y ventilación de ciertas aves en especial los gallinazos (*Coragyps atratus* "gallinazo de cabeza negra" y *Cathartes aura* "gallinazo de cabeza roja"); airean y refrigeran el cuerpo evacuando sus deyecciones sobre las patas (urohidrosis), las mismas que escurren hacia la superficie de los muros. Esto implica el nitrificar y adicionar materia orgánica como producto de su alimentación, acelerando el estado de descomposición; consecuentemente, favorece el acceso de nutrientes a organismos de flora (líquenes) y fauna (Gutiérrez & Fernández, 2018).

Las especies de plantas vasculares que invaden los espacios directos e indirectos de la estructura arquitectónica (camino, patios y muros), pueden conllevar a efectos totalmente negativos de los agentes botánicos respecto al deterioro estético, como al deterioro físico y químico. Las plantas ejercen una acción devastadora, en donde las raíces, ramas y el follaje contribuye al aumento local de la humedad en sus alrededores y propicia la implantación y el

crecimiento de otras especies (Saralegui *et al.*, 2018).

La presencia de plantas vasculares de tipo arbustivo y leñoso en los caminos y pasadizos, entre los muros y portales relacionados con esta arquitectura monumental, corresponde a la cobertura de la vegetación de plantas leñosas y arbustivas, poco influenciada directamente por la salinidad del océano, próximo a las estructuras arquitectónicas. Estas 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, y alteración de los parámetros microclimáticos, incremento del riesgo de incendios y obstrucción física y visual (Caneva & Salvadori, 1988; tomado de Saralegui *et al.*, 2008).

Las especies tales como: *Waltheria ovata*, *Tiquilia paronychioides* y *Spilanthes leiocarpa* por lo general son propias de suelos arcillosos y sus variantes, propios de hábitat de cultivos y suelos abandonados. De ramificación al ras del suelo. Retiene ligeramente la humedad. *T. paronychioides*, crece en asociación con otras plantas como *Baccharis glutinosa* (Saldaña *et al.*, 2020). *S. leiocarpa*, es una especie de tipo estolonífera como un brote lateral que nace en la base del tallo que crece horizontalmente con respecto al nivel del suelo, de manera epigea (sobre el suelo) o subterránea, deteriorando estructuras.

Respecto a *Distichlis spicata*, es una planta herbácea conformante de las comunidades de los Gramadales (Rodríguez *et al.*, 2015), crece y se desarrolla en forma agresiva engrosando el tallo (rizomas) en un volumen acelerado ocasionando deterioro, el cual es mecánico (físico) con rajaduras de muros, por el desplazamiento y desprendimiento de estructuras compactas de suelo o la base

de estructuras arquitectónicas. En cuanto a su distribución contribuyen a la retención de humedad en el substrato y facilitan el crecimiento de otras plantas más agresivas (Gutiérrez & Noningo, 2016). Esta especie tiene una particularidad, que se presentan en consocias, es decir una comunidad natural con una sola especie dominante. Al aumentar la sequedad del suelo de arenas, las consocias se tornan gregarias y, poco a poco la superficie queda sin vegetación, llegando a la litorideserta absoluta (López & Rivas, 1952).

Tanto *Alternanthera halimifolia* como *Cryptocarpus pyriformis*, son especies herbáceas y sufruticasas respectivamente, que crecen postradas sobre los arenales o apoyándose sobre otras plantas de la costa y parte baja de los valles occidentales. Con sistema radicular amplio y potente para mayor captación de agua. Son especies xerofitas que actúan como sombrilla para otras especies botánicas. Por presentar sistema radicular subterráneo grueso y ramificado (Tejada & Ayasta, 2016), tendrían capacidad de acumular agua a su alrededor propiciando el encharcado a las proximidades de caminos y pasos al interior de la estructura arquitectónica. Por presentar estructura foliar pubescente esta también acumula agua por condensación de la neblina nocturna e invernal.

En cuanto a la especie herbácea *Phyla nodiflora*, por lo general tapiza rápidamente la superficie del suelo, desarrolla sus raíces conforme avanza en su crecimiento los tallos radicantes. Se propaga rápidamente y es invasiva; así como, resistente a la sequía, lo cual lo hace más potente en su poder invasivo de cubrimiento en el área de estudio.

Entre la flora leñosa, los arbustos presentes en el estudio, *Baccharis glutinosa*,

es una especie resinosa de poca altura formando parte del matorral xerófilo, adaptada a la vida en un medio seco. Presentan raíces gemíferas, es decir, estructuras que tienen nudos y entrenudos con yemas adventicias que producen los brotes, permitiendo la reproducción vegetativa, en consecuencia se vuelve invasiva de las superficies del suelo. *Scutia spicata*, es una especie de zonas áridas cercanas a las playas, mejor adaptada para esta condición; es conformante de la comunidad de los Matorrales (Rodríguez *et al.*, 2017). De las especies arbóreas se ubicó a *Acacia macracantha*, de mucha utilidad que se distribuye por valles interandinos secos, sus copas radio máximo hasta 12 metros altura entre 4 a 6 m con diámetro máximo del tronco de 8 metros. Esta especie contrarresta la desertificación ya que proporciona nutriente al suelo y fija nitrógeno capturado del aire y es muy resistente a la sequía de manera que puede sobrevivir en zona áridas. Resiste a las prolongadas sequías y a suelos salinos. Es una especie conformante de la comunidad Vegetación macrotérmica - xerofítica denominada Espinales (Rodríguez *et al.*, 2015); ayuda a la fertilización de los suelos áridos, por su influencia en reducir la erosión, sedimentación, degradación de los suelos y la adición de materia orgánica, generado por la acumulación de las hojas en el suelo (Castromonte, 2018). Sin embargo, su ubicación cerca a los muros produce rajaduras y deterioro por debilitamiento de sus cimientos, coadyuvado por el daño químico evidenciada por la acidificación del medio y la creación de microclimas de humedad variable.

Finalmente, de la evaluación prospectiva se observó biodeterioro y bioalteración de los muros y bases de la ciudadela. Se recomienda la rápida intervención sobre la

flora invasora, la eliminación mecánica y mantenimiento permanente de la ciudadela, previo diseño de un plan integrado de control.

Conclusiones

En el palacio Nik An (Tschudi) del Complejo Arqueológico Chan Chan se registraron 12 especies distribuidas en 11 familias y 12 géneros; de ellas 2 criptógamas (2 especies liquénicas) y 10 fanerógamas (5 hierbas, 1 sufrutice, 1 subarbusto, 2 arbustos y 1 árbol). Los taxa se encuentran al interior del complejo arquitectónico en la base y sobre los muros, caminos y pasadizos, ocasionando dos tipos de efectos sobre el sustrato: biogeofísicos (mecánicos) y biogeoquímicos; así como potenciales agentes de biodeterioro.

Contribución de los autores

E.R.: Colecciones botánicas y ejecución del trabajo de campo, determinación taxonómica de las especies, registro fotográfico, énfasis en la discusión sobre biodeterioro; J.G. y M.M.: Apoyo en las colecciones botánicas, georeferenciación de los puntos muestreados, registro fotográfico, elaboración de mapas, discusión sobre biodeterioro. E. A. y S.L.: Apoyo en la determinación taxonómica de las especies, revisión de material de herbario registro fotográfico preliminar. Todos redactaron, revisaron y aprobaron del texto final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Literatura citada

Ariño, X. & A. Gómez. 2002. Colonización de Monumentos y Construcciones Pétreas por los Liqueenes. Estudios Realizados en la Península Ibérica. En: Jiménez, S.S & H. Videla (Edits.). Biodeterioro de Monumentos de Iberoamérica,

Programa CYTED. 95-108.

Castromonte, C. 2018. Efecto del compost y riego por goteo solar en el crecimiento de *Acacia macracantha* en la Zona Reservada Lomas de Ancón, Lima 2018. Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. 117 pág.

Chase, M.W. & J.L. Reveal. 2009. A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 161: 122–127.

García, A. 1985. Origen y composición de las arcillas cerámicas. *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.* 24(6): 395-404.

García, J.P. 2016. Flora ruderal sobre las edificaciones del centro histórico en las ciudades de Trinidad y Sancti Spiritus, Cuba central. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 37: 103-113.

Guillemard, D. (Édit.). 1992. La Conservation Préventive. 3e colloque international de l'ARAAFU. Paris, 8-10 octobre.

Gutiérrez, J. & N.T. Noningo. 2016. Biodeterioro por plantas vasculares en el Museo Cementerio Presbítero Matías Maestro, Lima- Perú. *Rebiol* 36(2): 40-64.

Gutiérrez, J. & M. Mora. 2018. Biodeterioro en los muros perimetrales de barro en el palacio Nik An (Tschudi) del Complejo Arqueológico de Chan Chan - Trujillo, Perú: El caso de los insectos Himenópteros. *Sagasteguiana* 6(1): 3 - 18.

Gutiérrez J. & V. Fernández. 2018. El gallinazo de cabeza negra *Coragyps atratus* (Cathartidae) en el deterioro de patrimonio arquitectónico. *Sagasteguiana* 6(1): 35 - 68.

Guzmán, J.; C. Barrera & G. Torres. 2019. Primer registro del género *Rocella* (Ascomycota: Roccellaceae) para las costas mexicanas del Golfo de México. *UVserva* 9 (abril-septiembre): 96-104.

Herráez J.A. & M. A. Rodríguez. 2004. La conservación preventiva en las obras de arte. *En: Jornadas Monográficas Prevención del Biodeterioro en Archivos y Bibliotecas.* Instituto del Patrimonio Histórico Español 14-15 junio 2004. Pág. 57-68.

Instituto del Patrimonio Cultural de España. s/f. Conservación preventiva. Disponible en: <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/conservacion-y-restauracion/conservacion-preventiva.html#:~:text=Se%20puede%20considerar%20que%20la,afectar%20a%20un%20bien%20cultural>.

Acceso: 25 de mayo de 2017.

- López, J. & S. Rivas.** 1952. Preferencias edáficas de la *Distichlis spicata* (L.) Greene, en los «gramadales» de Conchan (Lima, Perú). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. Pp. 605-618.
- Mycobank.** 2015. Mycobank Database. Disponible en: <http://www.mycobank.org/>. Acceso: 15 de agosto de 2016.
- Rodríguez, E. & R. Rojas.** 2006. El Herbario: Administración y Manejo de Colecciones Botánicas. 2da. Edición. Edit. por R. Vásquez M., Jardín Botánico de Missouri, Perú.
- Rodríguez, E.; K. Monzón; B. Martínez; V. Liza; M. Morillo; L. Bernabé; L. Pollack; E. Alvítez & M. Mora.** 2015. Comunidades vegetales del Complejo Arqueológico Chan Chan, provincia Trujillo, región La Libertad, Perú. *Arnaldoa* 22 (1): 119-138.
- Rodríguez, E.; A. Sagástegui; L. Pollack; E. Alvítez & M. Mora.** 2017. Manual de la Flora Vasculare del Complejo Arqueológico Chan Chan (Trujillo, La Libertad, Perú). *Sagasteguiana* 5(2): 69-230.
- Rosato, V.** 2008. Deterioro causado por los seres vivos a las construcciones de valor patrimonial. VII Jornada "Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio". 17 pág.
- Sagástegui, A. & S. Leiva.** 1993. Flora invasora de los cultivos del Perú. Edit. Libertad. Trujillo, Perú.
- Saldaña, V. & J. Kennedy.** 2020. *Tiquilia paronychioides* (Phil.) A. T. Richardson (Boraginaceae): Una revisión etnobotánica, etnofarmacológica y toxicológica. *Ethnobotany Research & Applications*. 13 pág.
- Sameño & García.** 1995. Biodeterioro. Alteración biológica de monumentos y obras de arte. *Revista PH*. 3(10): 26-27.
- Sameño, M.** 2018. El biodeterioro en edificios del patrimonio cultural. Metodología de evaluación de tratamientos biocidas. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 152 pp.
- Saralegui, H.; D. Álvarez & A. Cusa.** 2008. Las plantas y el biodeterioro de edificaciones no patrimoniales del Centro Histórico de la Habana Vieja. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 29: 145-150.
- Tejada E. & J. Ayasta.** 2016. Caracterización Ecológica y Florística de las Dunas Litorales y Costeras del Departamento de Lambayeque. *Rev. Ciencia, Tecnología y Humanidades* 7(1): 67- 82 pág.
- Vargas, R.; D. Staton & P. Nelson.** 2017. Aportes al conocimiento de la biota líquénica del oasis de neblina de Alto Patache, Desierto de Atacama. *Revista de Geografía Norte Grande*, 68: 49-64.
- Videla, H. A.** 1996. *Manual of Biocorrosión*. Lewis Publishers/CRC Press. Boca Raton, FL, USA.

