

## ARTÍCULO ORIGINAL

### 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

#### BIODETERIORATION IN THE PERIMETER MUD WALLS IN TSCHUDI OF THE CITY OF CHAN CHAN - TRUJILLO, PERU: THE CASE OF THE HYMENOPTERAL INSECTS

José N. Gutiérrez Ramos<sup>1</sup> & Margarita Mora Costilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Baluarto Conservación Eirl. Correo para correspondencia: chalangr@yahoo.es*

<sup>2</sup>*Asociación Peruana de Conservación – Trujillo (APECO-Trujillo). moracostillamaya@gmail.com*

#### RESUMEN

Con el objetivo de diagnosticar el estado de biodeterioro por insectos de los muros perimetrales de la ciudadela Tschudi se procedió a inspeccionar visualmente las estructuras de los muros altos, bajos, cornisas y dinteles para detectar alteraciones, identificar especies y determinar la actividad directa o indirecta de deterioro por los insectos presentes. Encontrándose presente insectos constructores (alfareros y a base de celulosa) que pertenecen al orden Hymenoptera (avispa), hallándose insectos vivos, muertos y/o partes de ellas; así como nidos o panales, elementos estructurales de parte de su ciclo biológico y su biología, correspondiente a la Familia Sphecidae con el género *Sceliphrom* y de la Sub familia Eumeninae (avispa alfarera) y Familia Vespidae con el género *Polistes* (avispa de panal de papel o celulosa).

**Palabras clave:** Biodeterioro, insectos, barro, Chan Chan.

#### ABSTRACT

In order to diagnose the state of biodegradation by insects of the perimeter walls of the Tschudi citadel, the structures of the high and low walls, cornices and lintels were visually inspected to detect alterations, identify species and determine the direct or indirect activity of deterioration by insects present. Builder insects (alphabets and cellulose-based) that belong to the order Hymenoptera (wasps) are present, finding live and dead insects and / or parts of them; as well as nests or honeycombs, structural elements of part of their biological cycle and biology, corresponding to the Sphecidae family with the genus *Sceliphrom* and the Sub-family Eumeninae (potter wasps) and Family Vespidae with the genus *Polistes* (paper honeycomb wasps or cellulose).

**Keywords:** Biodeterioration, insects, clay, Chan Chan.

**Recibido: 6 Enero 2018. Aceptado: 21 Mayo 2018. Publicado online: 30 Junio 2018.**

#### INTRODUCCIÓN

El Patrimonio Cultural de un pueblo comprende las obras de sus artistas, arquitectos, músicos, escritores y sabios, así como las creaciones anónimas, surgidas del alma popular, y el conjunto de valores que dan sentido a la vida, es decir, las obras materiales y no materiales que expresan la creatividad de ese pueblo; la lengua, los ritos, las creencias, los lugares y monumentos históricos, la literatura, las obras de arte y los archivos y bibliotecas

(Conferencia UNESCO, 1982). Todos estos valores se transmiten como herencia social a cada generación (Guiamet *et al.*, 2008; citado por Gonzales, 2012).

Por consiguiente, es menester considerar que los elementos, objetos o estructuras patrimoniales manifiestan procesos de deterioro por diversos factores que inciden en su estructura y conformación. Estos factores se establecen en el orden físico, químico y biológico. En el ámbito biológico, está dentro de la intervención de la Conservación Preventiva es pocas veces previsto y analizado, respecto a la interacción de los organismos vivos que intervienen en procesos de desgaste, desaparición y deterioro. Por consiguiente, se establece un proceso directo a través de acciones mecánicas o como resultado de interacción de los componentes orgánicos de sus ciclos biológicos; señalado como biodeterioro.

En consecuencia el biodeterioro del Patrimonio Cultural se entiende como una alteración irreversible de los materiales que lo constituyen, debido a la biología y la actividad metabólica de una o más poblaciones de microorganismos u organismos vivos pertenecientes a distintos grupos sistemáticos (<https://www.juntadeandalucia.es>).

En tal sentido, el biodeterioro de un soporte histórico es un fenómeno complejo que implica alteraciones de las propiedades físico-químicas y mecánicas del material por acción de organismos biológicos. A ello hay que añadir las modificaciones del aspecto estético que se producen en los objetos afectados. La intensidad de las alteraciones, se produce en función de los componentes (materialidad) de los soportes y de las condiciones ambientales y si estos les permite desarrollar parte o su ciclo biológico completo (Valentín & García, 1999).

Es frecuente y posible detectar la presencia de organismos entre ellos los insectos en las estructuras arquitectónicas de barro. Los daños causados por organismos animales son de gran importancia, ya que pueden constituir plagas de difícil erradicación (Bolívar, 1995). En el caso de los insectos en particular, como en este caso que referenciamos es uno de los más importantes a tomar en cuenta durante el proceso de la conservación preventiva en el patrimonio monumental arquitectónico. Considerando que son cuatro las funciones principales en que se ocupan los insectos a lo largo de su ciclo vital: alimentación, refugio, reproducción y dispersión; etapas en las que pueden ocasionar grave deterioro.

El poco conocimiento relacionado con la interacción de los insectos en el proceso de deterioro de estructuras históricas patrimoniales monumentales impulsa a ampliar la búsqueda de los mismos y referenciar los efectos de estos organismos y la importancia respecto del biodeterioro en las estructuras arquitectónicas de barro (arcilla) la misma que está relacionada con las serias y drásticas modificaciones que producen en el sustrato y el medio circundante adyacente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo es el resultado del análisis y evaluación prospectiva para la identificación del biodeterioro entomológico (por insectos) en los muros perimetrales principales de la ciudadela de barro Chan Chan, en el área correspondiente al Palacio Nik An o de Tschudi (Palacio Central). En su tiempo fue la capital del estado Chimú. (Fig. 1) ubicado en las proximidades a la ciudad de Trujillo, realizado entre los días 15 al 21 julio del 2017.



**Fig. 1.** Imagen del área evaluada correspondiente al Palacio Nik An (Tschudi), en el Complejo Arqueológico de Chan Chan (Tomado de Google Earth).

## Referencias Geográficas

La costa norte del Perú es una angosta faja en donde se alternan desiertos y valles, en una zona de vida que Holdridge (1967) clasifica como desierto desecado Sub Tropical (dd-st). En donde la franja costera de la Libertad es una estrecha región que bordea sus costas, con paisajes áridos y zonas subtropicales interrumpidas con monte ribereños costeros, acantilados, playas. La zona de vida que se encuentra en la costa de la provincia de Trujillo hasta aproximadamente los 1000 m de elevación, la precipitación es escasa, generalmente menor de 100 mm. al año y la temperatura media varía entre los 16°C y 23°C. En esta zona comprende dos regiones latitudinales subtropical y tropical (Guerrero et al., 2019). Es una zona que está permanentemente amenazada por los sismos y lluvias torrenciales de los eventos ENSO (Morales, 2014).

El Complejo Arqueológico de Chan Chan se encuentra ubicado en la costa norte, asentado en el Valle de Moche, en la Provincia de Trujillo, Distrito de Huanchaco, al norte de la margen derecha del río Moche. Ocupando una extensión de 20 km<sup>2</sup>. Siendo las coordenadas de ubicación del palacio Ni kan (8°06'32.04" S - 79°04'27.91").

## Antecedentes

Es reconocida como la ciudadela de adobe precolombina más grande del mundo, forma parte del Patrimonio Cultural de la Nación y declarado como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1986 e incluida en la Lista del Patrimonio de la Humanidad en peligro en el mismo año. El 21 de enero del 2000 por Decreto Supremo (D.S. 003-2000-ED) se aprobó el "Plan Maestro de Conservación y Manejo de Chan Chan", proponiendo

acciones científicas y técnicas interdisciplinarias dirigidas a la conservación del Complejo Arqueológico Chan Chan (Rodríguez *et al.*, 2015).

### **Intervención Prospectiva**

La intervención se realizó mediante un examen pormenorizado de muros, cornisas, dinteles (oquedades en los muros, ventanales) lo cual es imprescindible para establecer un diagnóstico de bioalteración que nos permitan diseñar luego a posteriori un plan integrado de control de plagas.

### **Examen y evaluación de las estructuras del edificio de adobe**

Se procedió mediante un diagnóstico y evaluación organoléptica visual para observar y seleccionar las zonas alteradas y proceder al aislamiento de las muestras entomológicas y estructuras relacionadas con su biología. Se empleó la captura directa mediante la recolecta manual como único método de muestreo y se realizaron observaciones exhaustivas de los organismos en el campo en su medio natural.

Se inspeccionaron los muros bajos y altos que nos permitiera aislar en lo posible los ejemplares de insectos adultos. Inspección de estructuras arquitectónicas en conjunto para la detección de insectos. La toma de muestras de insectos tiene como objetivo conocer las vías de entrada de las especies deteriorantes y los riesgos potenciales de reinfestación una vez eliminados los insectos. Siendo importante observar otros espacios, objetos y elementos colindantes o colaterales en relación a su etología (comportamiento).

Los especímenes y muestras o estructuras relacionadas a su biología colectados, se conservaron en seco en sobres entomológicos a base de papel manteca, otros se fijaron en húmedo en viales de vidrio en alcohol al 70%. Las estructuras correspondientes a los nidos tanto de arcilla como de celulosa se conservaron en contenedores de plástico (tapers), sobre papel toalla como soporte para evitar la fractura y desintegración de las mismas. En ambos casos se adiciono una pequeña etiqueta con los datos e información necesarios los mismos que fueron trasladados al laboratorio y proceder a la evaluación, identificación, observación y la correspondientes tomas fotográficas mediante cámara fotográfica CANON PowerShot SX 150 (12X) y estereoscopio digital usb DINO LITE AM3013T 10x-220x.

## **RESULTADOS**

Como se ha señalado, las actividades alimentarias de los insectos son de importancia máxima en relación al biodeterioro, ya sea éste producido por ninfas o larvas o por adultos. En el presente trabajo se basa en la interacción de insectos del Orden de los Heminópteros (avispa del grupo de las alfareras y de las papeleras); que ocasionan deterioro indirecto, mencionando que existen aquellos que ocasionan deterioro directo.

Se propone clasificación por los tipos de material utilizado y el ataque por los insectos y de los daños infringidos, de las cuales es la siguiente: por insectos alfareros y por insectos que utilizan celulosa. Las especies halladas corresponden al grupo de las avispa y a las familias Sphecidae y Vespidae.

### **Insectos alfareros**

Clase: Insecta  
Orden: Hymenoptera  
Familia: Sphecidae

Género: Sceliphron

Especies:

*Sceliphron caementarium* (Drury, 1773)

*Sceliphron fistularium* (Dahlbom, 1843)

El género *Sceliphron* Klug, 1801, ambas especies de amplia distribución en la costa y selva del país (Gonzales, 1993). Es un grupo de avispas que ha colonizado gran parte del planeta (Barrera & Sepulveda, 2014).

*Sceliphron caementarium* (Drury, 1773) especie originaria de Norte América que se ha establecido en el Perú. Según Van der Vecht & Van Breugel, 1968 en Lima y Piura (Rasmussen & Asenjo, 2009).

*Sceliphron fistularium* (Dahlbom, 1843) de amplia distribución en la región.

Las avispas alfareras del género *Sceliphron* Klug, 1801 se caracterizan morfológicamente por presentar cuerpo alargado de 1,4 a 2,7 cm de largo, coloración negra con manchas amarillas, patas alargadas, abdomen pequeño con un largo peciolo y por su hábito de construir celdas de barro que aprovisionan con numerosas arañas para alimento de las larvas (Bohart & Menke, 1976; Compagnucci & Roig Alsina, 2008) (mencionado por Flores et al., 2010). Teniendo ciertas características que los diferencian; como, la distribución de la maculación amarilla del cuerpo, en el caso de *S. fistularium* por tener mandíbulas simples respecto a *S. caementarium* que presenta un diente en el margen interno de la mandíbula (Florez et al., 2010).

Conocidos como avispas alfareras o avispas del barro. Son solitarios y construyen nidos hechos de barro de celdas digitiformes (Fig. 2), longitudinalmente unidas en forma de racimo. Los nidos se suelen construir en zonas de sombras por lo general al interior de puertas y ventanas (dinteles y cornisas). La construcción del nido corre a cargo de la hembra, que puede construir una celda (Fig. 3 y 4) por día. El barro es trasladado desde su punto de origen al edificio y cercano hasta el nido mediante decenas de viajes de la hembra.

Estas especies recogen el barro y desarrollan la técnica de enrolle igual a la de los alfareros humanos; en donde cualquier barro no sirve, ni muy seco ni demasiado líquido. Extiende el barro dándole forma adecuada con sus mandíbulas, la moldea y comprueba el grosor con sus patas. El ruido que emite al moldear el barro, lo hace al vibrar su cuerpo con los músculos de sus alas para hacer asimismo vibrar el barro y así propiciar la eliminación de burbujas de aire evitando su fragilidad, facilitar su compactación y terminar sin contratiempos la cámara de cría.

La hembra provee cada celda con un huevo y con arañas paralizadas, según Gonzales, 1993 son arañas del género *Micrathena* Sundewall, 1833 (Araneidae) las cuales servirán de alimento para la larva que va a desarrollarse. Se aprovisionan de estas arañas saliendo fuera del área de interacción con sus panales o nidos de barro, teniendo que aproximarse a ambientes silvestres (campo o áreas agrícolas en busca de su presa). Al culminar el grupo de celdas requeridas la cara inferior del conjunto de celdas tienen forma de cartucho Fig. 5, 6 y 7.

Por lo general añaden una celda al nido una por vez que esta aprovisionada. Estas avispas no son ofensivas, sino no son maltratadas. Son considerados benéficos (como controladores biológicos) por ejercer control de arañas y el control de insectos plaga en espacios agrícolas.

En el Perú este género y especies (Fig. 8) se encuentra mencionada su presencia y distribución en los departamentos de Lima y Piura (Rasmussen & Asenjo, 2009), separados

por aproximadamente 975 km, pero ambas se encuentran distribuidas en gran parte de otros departamentos costeros (Lambayeque y La Libertad).



**Fig. 2.** Celdas digitiformes de nidos de barro de *Sceliphrom* sp.



**Fig. 3.** Fragmento base del nido, mostrando interior vacío de *Sceliphrom* sp.



**Fig. 4.** Cápsula de nido de avispa alfarera *Sceliphrom* sp, mostrando ingreso a las celdas.



**Fig. 5.** Cono base del nido y cara inferior del mismo, con posición en forma de cartucho.



**Fig. 6.** Tipo de nido de avispa alfarera *Sceliphrom* sp., vista lateral.



**Fig. 7.** Vista lateral de nido de avispa alfarera *Sceliphron* sp. mostrando celda fracturada mostrando pelecho (muda) de pupa de la avispa que emergió.



**Fig. 8.** Adulto de avispa alfarera *Sceliphrom* sp. a. vista dorsal b. vista lateral.

Orden: Hymenoptera  
Familia: Vespidae  
Sub Familia: Eumeninae  
Especie: ND

El género *Eumenes* presenta una distribución cosmopolita (Carpenter & Garcete-Barrett, 2003) mencionado por (Barrera y Lukhaup, 2015). Formada por especies de avispas alfareras, algunas especies construyen nidos de barro en forma de olla, cazuela, botija o de odre de manera aislada e independiente o en pequeños grupos asociados a piedras, muros o ramas de plantas (Spradbery, 1973; Colomo & Berta, 2005) (Fig. 9 y 10).

Esta especie de avispas alfareras construye el nido con barro seco y agua que acarrear en el buche (estructura anterior de su sistema digestivo). La mayoría de especies son predatoras algunas otras son sociales. Sin embargo la mayoría utiliza cavidades en el suelo o en la madera o incluso los nidos abandonados de otras avispas o abejas. Colomo y Berta, 2005 manifiestan que estas especies de avispas utilizan rendijas o cavidades en las rocas, madera o en cavidades preexistentes. Otras usan tallos huecos o agallas de las plantas. Algunas presentan gran plasticidad de hábitos.

Son avispas solitarias, en algunos casos gregarios. Todas son predatoras, en general de larvas de lepidópteros, aunque también alimentan a sus crías con larvas de coleópteros o himenópteros símfitas; los adultos visitan flores (Colomo & Berta, 2005).

La mayoría son negras o marrones, y marcadas comúnmente con patrones llamativos que ponen en contraste amarillo, blanco, anaranjado o rojo (o combinaciones de los

mismos). Como la mayoría de los vespídeos, sus alas se doblan longitudinalmente en la posición de descanso.

Los machos son más pequeños y su período de desarrollo es más corto que el de las hembras. Generalmente las presas con que alimentan a sus crías son orugas de distintas especies de Lepidoptera, aunque también alimentan a sus crías con larvas de coleópteros o himenópteros símfitas (Colomo & Berta, 2005); unas pocas especies cazan larvas de escarabajos crisomélidos, gorgojos o bupréstidos.

Los adultos visitan flores (Colomo & Berta, 2005) de numerosas especies para beber el néctar que proporciona energía para el vuelo. Esto contribuye a la polinización de ciertas plantas (Richard, 2004).

Estas avispas alfareras tienen una relación con algunas especies de ácaros, desarrollando una cavidad en la base del abdomen llamada “acarinario” donde estos alojan a los ácaros. Durante el apareamiento los machos transfieren a las hembras los ácaros y luego éstas hacia los nidos donde se alimentan de las larvas sin causarles aparente daño. Se desconoce el significado de esta relación y si beneficia a las avispas.

En las imágenes se puede observar la estructura y dimensión de los mismos así como el material del cual son elaborados, en este caso la arcilla esta mezclada con arena y micro fragmentos de roca y cuarzo. En los bordes o marcos de espacios rectangulares y/o cuadrados. Accidentalmente se halló un panal de este tipo botija elaborado en la base baja de un panal abandonado de *Polistes* “avispa de los muros”.



**Fig. 9.** Estructura de la pequeña oquedad u hornasina mostrando presencia de nido de avispa de la Sub Familia Eumeninae (Foto J. Gutiérrez R.).



**Fig. 10.** Nidos esféricos de avispa alfarera de Sub Familia Eumeninae tipo olla (Foto J. Gutiérrez R.).

## **Avispas que utilizan celulosa para elaborar sus nidos**

### ***Polistes peruvianus* BEQUAERT, 1934**

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Familia: Sphecidae

Género: *Polistes*

Especie: *Polistes peruvianus*

Especie de distribución geográfica en la costa del país y vertientes andinas hasta los 2,600 msnm., desde Palpa (Ica) en el sur, pero su expansión en el norte es incierta según Willik (1964) la especie llegaría hasta Talara (Piura). Se le confunde con *Polistes weyrauchorum* por tener nidos o panales similares, pero estos nidos tanto el pedúnculo como el dorso tienen una cubierta de barniz negrozco. Además porque *P. weyrauchorum* se distribuye más al norte llegando hasta Olmos según García (1978).

Son conocidas como avispas de los muros, viven siempre cerca de un cuerpo de agua del cual no se alejan demasiado, debido a la cortedad de sus alas. Considerado como controlador de orugas y dípteros nocivos en campos de cultivo. *Polistes* es una avispa depredadora, atrapan insectos para alimentar a las larvas en sus nidos.

Frecuente en campos de cultivo de frutales dulces. Consumen grandes cantidades de orugas (García, 1978). Se les considera beneficiosa en la agricultura. También visitan la flora de vegetación agrícola y/o alledaña cercana al panal para consumir néctar que provee energía para el vuelo, realizan polinización en algunas plantas; así como proveedora del material base (celulosa) para la elaboración de sus nidos o panales denominados de papel.

En el caso de esta especie de avispa se ha observado se alimenta del polen de las flores de la especie *Cryptocarpus pyriformis* (Nyctaginaceae) “chope”, denominada como matas o maleza (Fig. 12). Especie botánica que pertenece a la comunidad de matorrales como vegetación macrotérmica o xerofítica (Rodríguez *et al.*, 2015). Sin embargo Beingolea, 1987 menciona que en la región de Arequipa esta especie también se acerca y utiliza una planta perenne, el chilco *Baccharis lanceolata* de cuyas flores los adultos pueden obtener néctar, material para la elaboración de los nidos o panales y en los cuales puede cazar las presas alimento para sus crías.

Los nidos son fundados en hábitats con apariencia de pequeñas cuevas, o por lo menos, donde existe una cobertura superior adecuada. Se les ha hallado en huacas, muros de barro, adobe o piedras grandes, paredones de tierra o tapias caídas, intersticios de pedregales, farallones de roca o de tierra, en viviendas y construcciones, cavidades del suelo.

Si estos construyen nidos; Weyrauch & Willink (1964) reportan nidos de forma circular u ovalada con pedúnculo central (Fig. 11) y García (1978) menciona otros tipos de nidos de diversas formas. Los nidos se adaptan al clima local y a las condiciones del sustrato donde son fundados.

En cuanto a estas avispas de papel *Polistes peruvianus*, estas construyen sus nidos o panales a base de celulosa, materia prima que la obtienen de la vegetación u objetos próximos a donde construirán su nido; por lo general campos de cultivo próximo o vegetación alledaña, construidas con celdillas hexagonales. Así como, también de alimentación para sus crías (miel de las flores y polen). La macromolécula celulosa está formada por cadenas de glucosa que no pueden ser destruidas (asimiladas por hidrólisis) si no se cuenta con los enzimas específicos para ello (celulasas) (Bolívar, 1995).

Las colonias o panales son elaboradas por hembras fundadoras (Fig. 13) y las obreras. En el verano nacen hembras y machos que se aparean después. Sobreviven las hembras fecundas de la nueva generación que buscan y encuentran donde invernar y en primavera inician una nueva colonia en ubicaciones opuestas a la incidencia de los rayos del sol. Es una especie propia de ambientes carentes de lluvias. Sus nidos presentan un pedúnculo base que suele estar adherido a un saliente de un muro o cornisa u estructura arquitectónica como muros, dinteles, alfeizar, cortes de ventanas y ventanales. Siempre en resguardo del sol y el viento. Generalmente no son agresivas, pero si cuando son molestados.



**Fig. 11** Nido o panal de avispa de celulosa ubicado en estructura de material noble y sobre estructura de barro.



**Fig. 12.** Especie botánica *Cryptocarpus pyriformis*, chope (Nyctaginaceae) cercana a estructura de barro (muro) y cercana al panal de avispa de celulosa cuya especie toman alimento (miel y polen). (Foto J. Gutiérrez R.)



**Fig. 13.** Muestra capturada y espécimen montada en alfiler entomológico.

## DISCUSIÓN

En los insectos es al satisfacer parte de su ciclo vital cuando pueden producir los tipos fundamentales de daño o deterioro, directo o indirecto. Sin duda, las actividades relacionadas con la alimentación son las principales causantes de biodeterioro, que puede ser producido mecánicamente (al arrancar con las mandíbulas parte del objeto atacado) en el caso de las avispas perforadoras o químicamente (por efecto de sustancias presentes tanto en la saliva y otras secreciones bucales con el acarreo o traslado de material constructivo) en las avispas elaboradoras – alfareras y moldeadoras de celulosa.

Además la actividad reproductora y de cría tiene una importancia vital en la búsqueda de un ambiente para desarrollar el proyecto de sus nidos y asegurar su descendencia. Es en este proceso constructivo durante su actividad reproductora que en este tipo de insectos, produce alteraciones de naturaleza fundamentalmente mecánica (al horadar cavidades o remodelar materiales en busca de espacios donde protegerse, o construir o modelar sus "nidos" donde llevar a cabo la cópula o la puesta – etapa reproductiva).

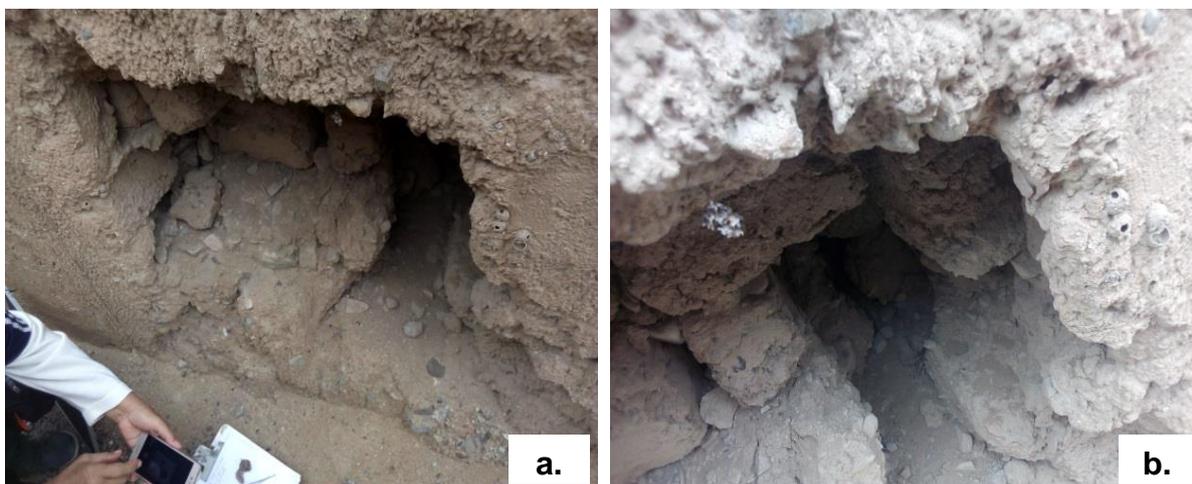
Los nidos por lo general tienen orientación sureste – sur; esto puede deberse a la necesidad de darle calor al nido por la mañana y evitar la incidencia de rayos solares durante la tarde (insolación). Su presencia podría estar relacionada con la estacionalidad del ambiente o espacio geográfico y esto vinculado con la reproducción y elaboración de sus nidos. Dentro de los espacios o recintos los nidos ubicados en zonas cálidas son más exitosos que los que se ubican en zonas frías.

Esta región tiene dos estaciones muy marcadas por la temperatura y la humedad relativa, una primera de primavera - verano (septiembre - marzo) y otra de otoño - invierno (abril - agosto), cuya magnitud depende del paralelo en que se ubiquen. Entiéndase por otoño - invierno como estaciones con una temperatura mínima de 15 °C y máxima de 22 °C, pero sin lluvias, con una alta condensación de humedad y la de primavera – verano con temperaturas entre 18°C y 25°C con insolación creciente. Como referencia base, en las Huacas de Moche la temperatura varía notablemente, en verano durante el alba registra

20°C y 32°C al medio día, lo cual genera el mencionado proceso de dilatación-contracción que agrieta las superficies (Morales, 2014).

En el caso tratado, tanto la T° como la HR, condicionan la presencia permanente, temporal u ocasional de ciertos artrópodos, en el ámbito de estudio. Por lo cual, es posible estimar que habría una relación con la estacionalidad del medio ambiente, en cuanto al incremento de la temperatura a finales de primavera y durante todo el verano. Este incremento de la temperatura y la humedad acelera procesos metabólicos y reproductivos; así como, la necesidad de búsqueda de refugio y alimento.

En consecuencia las condiciones ambientales como la temperatura (T°) y la humedad (H°); así como la humedad relativa (HR) inciden directamente en la etiología y en el asentamiento de los artrópodos en general y los insectos en particular. Por lo general, está relacionada con aspectos arquitectónicos y estructurales del edificio y a su ubicación respecto al factor ambiental y climático, en cuanto a su orientación respecto al sol y los vientos (Fig 14. a y b.) Por ejemplo, la humedad por condensación, y de capilaridad en los muros son frecuentes, y su presencia alarma porque son fácilmente detectables, a través de las manchas que ocasionan y de la presencia de sales.



**Fig. 14.** a y b Pequeña hornasina mostrando deterioro y desgaste incluido la pequeña cornisa que sirvió de refugio para elaboración del nido de un Eumenido. (Fotos J. Gutiérrez R.)

El riesgo se acentúa cuando el nivel freático del subsuelo es alto próximos a las bases de los muros. Podría favorecer la presencia y acción mecánica de hemípteros perforadores y excavadores, por la facilidad a acceder al material arcilla y su condición de degradación. En otros al facilitar la cobertura de ciertas contextos estructurales que faciliten la instalación de nidos o panales como punto de sujeción.

La insolación es otro agente de actividad constante y que combinado con el viento, propicia cambios de humedad relativa del aire y que a la vez genera severos procesos físicos de dilatación-contracción, con resultados negativos inmediatos por el impacto directo en las superficies arquitectónicas, más aún cuando presentan frágiles policromías por el aglutinante orgánico y cargas de yeso usados en su ejecución (Morales, 2014). Es en este sentido en relación con la HR, la ubicación geográfica de la zona y territorio donde es proclive a desarrollarse el fenómeno del niño con manifestación global e incidencia principal en la costa norte con abundante lluvia, fuerte insolación y rápida evaporación. Esto último incide en el incremento de la humedad relativa ambiental por condensación en los cuerpos, superficies, objetos y estructuras a todo nivel expuestas o no, con diferentes niveles de porosidad y con alta capacidad higroscópica que les facilita a tomar cierta carga de agua,

por capilaridad en los muros de arcilla, haciéndolos más susceptibles a ser intervenidos por los hemípteros. Otro factor sería que la radiación UV no genera decoloraciones en pigmentos inorgánicos, solo afecta los aglutinantes orgánicos por su naturaleza celulósica (Morales, 2014), que podría coadyuvar a ello, por la hidrólisis ante la interacción con el porcentaje de humedad.

En los nidos de estructuras de barro, para ciertos organismos como los insectos, en el caso de las avispas como *Sceliphrom caementarius* o *S. fistularium* y las avispas de la Sub Familia Eumeninae que utilizan la arcilla para elaboración de sus nidos o panales, es posible que en épocas de fuertes lluvias, los muros se cargan de humedad en exceso y durante la insolación a las avispas les podría facilitar y permitir acceder a ella y utilizarla de manera selectiva según sus requerimientos, como materia prima; tomándola tanto, de esos muros o paredes y facilitar también su traslado, y/o tomarlos de espacios húmedos o charcas de suelo aledaños por lo general campos y canales de regadío agrícolas próximas a las bases o soportes de sus posibles nidos o panales.

Cuando las crías o descendencia nacen, por lo general ya no vuelven a utilizar el nido de donde salieron, a excepción de las avispas de la sub familia Eumenidae que pueden volver a reutilizarlas. En consecuencia la hembra vuelve a construir su propio nido o panal. En este caso de las avispas alfareras estas son depredadoras, cazan otros artrópodos – insectos para alimentarse y/o alimentar a sus crías especialmente arañas.

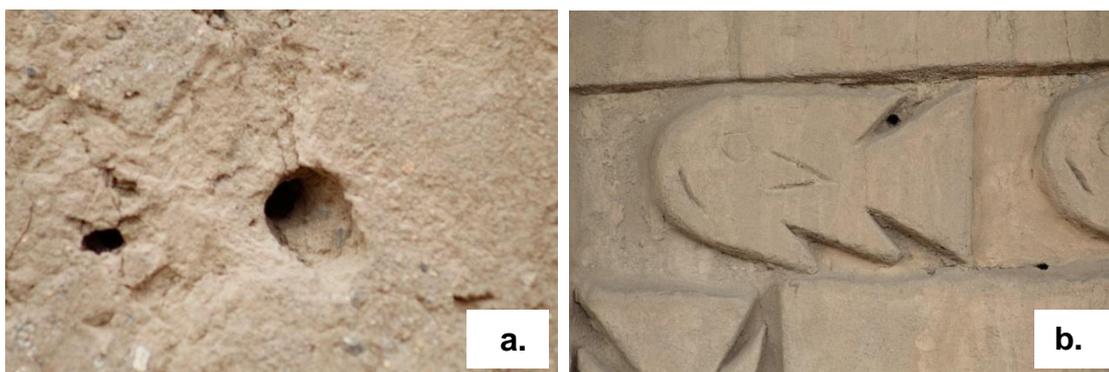
Tanto la T° como la HR también les afecta positivamente en su reproducción y alimentación, pero por lo general en épocas de finales de verano y cuando baja la incidencia de lluvia. Esto, para evitar que los puntos de anclaje o fijación del nido o panal se desprendan o se inundan perdiéndose así su descendencia. Para otro les facilita el escavado de cavidades tubulares tanto en el suelo al pie o cerca de la base de los muros y a otros perforar en los muros pequeños túneles.

Respecto a las avispas que construyen panales o nidos de celulosa, los panales al terminar su ciclo quedan vacíos y permanecen sujetos de su anclaje en las paredes o muros de barro, estos condicionan en épocas de lluvia a cierta acumulación de agua y producen correnteras de agua, ocasionando desgaste por lavado de superficies dejando líneas o surcos de desgaste.

La construcción de sus nidos enjambres o panales por lo general son ubicados por lo observado cuidando la orientación y protección respecto a los vientos alisios procedentes del sur y desde el mar que son la principal causa del deterioro de las estructuras de tierra por el material que acarrea desde el litoral: arena, sales y todo ese tipo de material particulado en suspensión. Las velocidades máximas que desarrolla constituyen una presión constante que debe ser tomada decisivamente en cuenta (Morales, 2014).

En el contexto de la evaluación prospección referente a deterioro de los muros se observaron también perforaciones en los diferentes muros de la ciudadela. Este aparente daño se pudo observar en detalle más no el espécimen identificado, a excepción de dos situaciones tanto de ingreso y salida de individuos de hemípteros de un túnel pequeño finamente acabado, tanto la posición y ubicación de estas y lo sorpresivo de la acción de los insectos impidió proceder a la captura. Las perforaciones por estos insectos pueden ocasionar y acentuar su desgaste por efecto de la acción erosiva de los vientos (Tinkuy, 2012) y de la humedad e insolación por resecamiento al humedecerse.

Hacemos mención que tanto en la muralla paralela a la del ingreso de unos 10 m de altura aproximadamente, hecha de ladrillos de adobe y de sección trapezoidal, como en el corredor de los peces y las aves, espacio decorado con bajo y sobre relieve la migración de los peces de norte a sur se hallaron perforaciones finamente acabadas. (Fig 15. a y b.)



**Fig. 15.** a y b. Perforaciones posiblemente hecho por un insecto perforador (hemíptero – avispa), ubicados en a. muro de ingreso al Palacio Nik An b. entre los frisos decorativos de los relieves de peces en el corredor de los peces y las aves. (Fotos J. Gutiérrez R.)

Al respecto existen referentes respecto a estas perforaciones como se mencionan en el expediente técnico Puesta en valor del Sector I de la Huaca Monterrey, Ate – Lima (Tinkuy, 2012); en el Palacio Taurichumpi ubicado en el extremo sureste sobre un promontorio rocoso del Santuario Arqueológico de Pachacamac durante el proceso de conservación de emergencia (2012) en el frontis sur 1 en que se reportan hoyos producidos por avispas (Oshiro, 2014 y Oshiro y Pozzi, 2015). Como en los muros de la Huaca Pucllana – Miraflores, Lima (Alccarima, 2016); en la Huaca de la Luna en la Plataforma Ulhe, en el muro sur de las serpientes, en el frontis norte y en el museo (Fernández, 2020).

## CONCLUSIONES

En la ciudadela de barro Chan Chan, en el área correspondiente al Palacio Nik An o de Tschudi, se reporta la presencia de especies de insectos del grupo de las avispas Hymenóptera, tanto de las alfareras como de las que modelan sus nidos en celulosa, pertenecientes a las familias Vespidae y Sphecidae.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su gratitud al Sr. Rubén Guzmán Pittman Conservador del Museo de Historia Natural Vera Allemant de la Universidad Ricardo Palma y director de la Asociación Científica para la Conservación de la Biodiversidad por el apoyo en la identificación de las especies en estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera, R. & J. Sepulveda.** 2014. Primer reporte de *Sceliphron caementarium* (Drury, 1773) (Hymenoptera: Sphecidae) para Chile. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), N° 55 (31/12/2014): 295–297.
- Barrera, R. & C. Lukhaup.** 2015. Eumenes LATREILLE, 1802 (HYMENOPTERA: VESPIDAE), un nuevo género para Chile. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), N° 56: 309–311 pp.
- Beingolea, O.** 1987. Grandes conglomerados de nidos de la avispa *Polistes peruvianus* en Bella Unión (Arequipa-Perú). Rev. Per. Ent. N° 29:25-28 pp.
- Bolívar, F.** 1995. Los agentes del biodeterioro del patrimonio pictórico, textil y gráfico. PH – Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. 50 – 51 pp.

- Colomo, M. & D. Berta.** 2005. Los Ejemplares Tipo de Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) depositados en la Colección del Instituto Fundación Miguel Lillo (IFML), Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 64(3):23-33.
- Deza, M. & J. Andia.** 2009. Diversidad y riqueza de especies de la familia Araneidae (Arachnida, Araneae) en Cicra (Madre de Dios-Perú). *Ecol. Apl.* 8(2):81-91.
- Fernández, V.** 2020. (Conservador – Restaurador, Comunicación personal).
- Florez, E.; F. Yépez & E. Rodéiguez.** 2010. Aprovechamiento de nidos por la avispa alfarera *Sceliphron asiaticum* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera, Sphecidae) en Santafé de Antioquia, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, nº 46 (2010) : 611–612.
- García, R.** 1978. Cuatro estudios sobre avispas sociales del Perú (Hymenoptera: Vespidae). *Revista Peruana de Entomología*. Vol. 21, Nº? 1 Junio. 22 pp.
- Gonzales, D.** 2012. Diagnóstico de biodeterioro por insectos y hongos filamentosos en la Colección de Libros Raros con Valor Patrimonial del Archivo “Coronado”. Tesis de Diploma. Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba. 103 pp.
- Gonzales B., L.** 1993. Nota científica: *Micrathena* spp. (Araneida: Araneidae), presa preferida por *Sceliphron* sp. (Hymenoptera: Sphecidae) en Pilcopata (Cusco). *Rev. Per. Ent.* 36:22. Diciembre 1993 (Agosto 1994). 22 pp.
- Guerrero, A.; E. Rodríguez; S. Leiva & L. Pollack.** 2019. Zonas de vida en el proceso de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de la provincia de Trujillo, región La Libertad, Perú. *Arnaldoa* 26 (2): 761-792 pp.
- Guimet, P.; P. Battistoni & S. Gómez.** 2008. Biodeterioro, ¿dónde estás? Desde la Patagonia difundiendo saberes. Vol.5 Nº7:34 – 38.
- Gonzales, L.** 1994. Nota Científica. *Micrathena* sp.p. (Araneida: Araneidae), presa preferida por *Sceliphron* sp. (Hymenoptera: Sphecidae) en Pilcopata (Cusco). *Re. Per. Ent.* 36: 22. Dic. 1993 (Agosto, 1994).
- Morales, R.** 2014. Arqueoconservación de superficies arquitectónicas de tierra: deslindes teóricos, metodología y resultados. En: *Pachacamac: Conservación en arquitectura de tierra*. 25-30 pp.
- Oshiro, J.** 2014. Conservación de emergencia en Taurichumpi. En: *Pachacamac: Conservación en arquitectura de tierra*. 53-75.
- Oshiro, J. & Pozzi, D.** 2015. Conservación del edificio de Taurichumpi – Santuario Arqueológico de Pachacamac. Perú. 15 SIACOT. Seminario Ibero Americano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Ecuador. Cuenca, 9 al 13 de Noviembre. 11 pag.
- Pollack, L.; E. Rodríguez; Y. Paredes; J. Gutiérrez & M. Mora.** 2018. Aves silvestres asociadas a la flora urbana del distrito de Trujillo, región La Libertad, Perú, 2016-2017. *Arnaldoa* 25 (1): 241-272.
- Rasmussen, C. & A. Asenjo.** 2009. A checklist to the wasps of Peru (Hymenoptera, Aculeata). *ZooKeys*, 15:1-78.
- Richard, T.** 2004. Flower visitors and pollination in the Oriental (Indomalayan) Region. *Biological Reviews*, 79: 497-532 pp.
- Rodríguez, E.; K. Monzón; B. Martínez; V. Liza; M. Morillo; L. Bernabé; L. Pollack; E. Alvétez & M. Mora.** 2015. Comunidades vegetales del Complejo Arqueológico Chan Chan, provincia Trujillo, región La Libertad, Perú. *Arnaldoa* 22 (1): 119 – 138.
- Spradbery, J.** 1973. Wasps. An account of the biology and natural history of social and solitary wasps. Sidgwick & Jackson. London. XVI. 408 pp.

**UNESCO, 1982.** Conferencia Mundial sobre Políticas Culturales. Informe Final. Mexico, julio – agosto 1982. 232 pág.

**Valentín, N. & R. García.** 1999. El Biodeterio en el Museo. Arbor CLXIV, 645(Septiembre 1999), 85-107 pp.

**Van Der Vecht, J. & F. Van Breugel.** 1968. Revision of the nominate subgenus *Sceliphron* Latreille (Hymenoptera, Sphe-cidae) (Studies on the Sceliphronini, Part I). Tijdschrift voor Entomologie, 111:185-25 pp.

**Willink, A.** 1964. Algunas especies peruanas vecinas a *Polistes versicolor* (OLIV.) (Hym. Vespidae Polistinae). Act. Zool. Lili., 20: 5-20 pp.

## **LINKOGRAFIA**

### **Las ciencias aplicadas a la restauración**

<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/culturaypatrimoniohistorico/iaph/areas/conservacion-restauracion/ciencias-aplicadas.html?lang=es&m>