

Insect extermination by anoxia in the collections of the Museo del Traje. CIPE

Silvia Montero Redondo
Restorer of Cultural Assets
at the Museo del Traje. CIPE
silvia.montero@mcu.es

ABSTRACT: Pest control at the Museo del Traje. CIPE is an arduous task to which the Conservation Department dedicates a great deal of effort. One of the measures taken to prevent the presence and propagation of biological species that could pose a threat to the integrity of the pieces in the museum consists of insect extermination by anoxia. Given the enormous quantity of newly acquired pieces that have been added to the clothing collection in recent years and the increasing number of pieces loaned out for temporary exhibitions, this system allows the collection to be safeguarded against pests that could be brought in from the outside.

KEYWORDS: Conservation, Restoration, Pest Control, Insect Extermination, Clothing.

Insect extermination by anoxia in the collections of the Museo del Traje. CIPE

The Museo del Traje. CIPE is home to approximately 110,000 pieces divided into collections of apparel, textiles, ethnography, toys, painting, photography and jewellery. Each collection contains a wide diversity of pieces that share several common characteristics, one of which is the fact that they are made of organic materials such as wood, textiles, plastics, leather, paper, etc. In the course of their natural ageing processes, these materials are susceptible to presenting and developing biological deterioration

due to the presence of microorganisms and/or various insect species, each of which has a preference for a certain type of material.

Most of the insects that can infect a collection, thanks to their ability to digest cellulose and proteins, feed off the structural substrata of the pieces, but they have a special predilection for the substances applied on their surfaces in the form of fabric finishes, adhesives, pastes – materials that are easier to digest than those of the base. These insects do chemical, physical and even aesthetic damage to the collections, and they can actually eat away an entire piece.

In the Conservation Department of the Museo del Traje. CIPE, which is responsible for the physical care of the museum's collections, we try to protect the pieces and keep this kind of biological deterioration from occurring by applying preventive conservation control measures, both in storage and in the museum's exhibition halls. To this end, we have introduced different preventive policies based on a rigorous control of the museum's indoor atmospheric conditions. The Hanwell system allows us to take daily humidity and temperature measurements to detect any possible climate fluctuations that may occur. In addition to controlling the indoor environment of the building, we also have a policy of placing traps in strategic locations in the storage rooms and exhibition halls.

The causes of an infestation in a collection are numerous, but in the case of the Museo del Traje. CIPE it is important

Desinsectación por anoxia de las colecciones del Museo del Traje. CIPE

Silvia Montero Redondo
Restauradora de Bienes Culturales
en el Museo del Traje. CIPE
silvia.montero@mcu.es

RESUMEN: El control de plagas en el Museo del Traje. CIPE es una tarea ardua en la que el Departamento de Conservación vuelca sus esfuerzos. Una de las medidas tomadas, para impedir la presencia y desarrollo de especies biológicas que puedan poner en peligro la integridad de las obras custodiadas, consiste en la implantación del tratamiento de desinsectación por anoxia. Dada la ingente cantidad de piezas de nuevo ingreso que en los últimos años han pasado a formar parte de la colección de indumentaria y el aumento incesante de préstamos de piezas para exposiciones temporales, este sistema hace posible que se garantice la salvaguarda de la colección frente a un posible contagio desde el exterior.

PALABRAS CLAVE: Conservación, restauración, control de plagas, desinsectación, indumentaria.

Desinsectación por anoxia de las colecciones del Museo del Traje. CIPE

El Museo del Traje. CIPE alberga en torno a 110.000 piezas distribuidas en colecciones de indumentaria, textiles, etnografía, juguetes, pintura, fotografía, joyas. Todas ellas contienen piezas muy diversas caracterizadas, entre otros aspectos, por ser materiales orgánicos como madera, textil, plásticos, cuero, papel, etc. Estos materiales son susceptibles de presentar y desarrollar, en su proceso natural de envejecimiento, un deterioro biológico debido a la presencia de microorganismos

y/o insectos de diversas especies, cada una de ellas con preferencia por un tipo de material.

La mayoría de los insectos que pueden infectar una colección, gracias a su capacidad para digerir la celulosa y las proteínas, además de alimentarse del sustrato estructural de la obra, sienten especial predilección por las sustancias aplicadas sobre sus superficies en forma de apretos, adhesivos, engrudos, etc., materiales más fácilmente digeribles que los de base. Los daños que producen sobre las colecciones son de carácter químico, físico e incluso estético, pudiendo llegar a hacer desaparecer la obra en sí.

En el Departamento de Conservación del Museo del Traje. CIPE, encargado del cuidado físico de las colecciones del Museo, tratamos de protegerlas y evitar que se produzca este tipo de deterioro biológico aplicando medidas de control de conservación preventiva, tanto en almacén como en las salas de exposición del Museo. Para ello, hemos puesto en marcha distintas políticas preventivas basadas en el control riguroso de las condiciones medioambientales del interior del Museo. Mediante el sistema Hanwell se realizan mediciones diarias de humedad y temperatura, para observar las posibles fluctuaciones climáticas que pudieran producirse. Además del control medioambiental del espacio interior del edificio, se realiza una política de colocación de trampas en zonas estratégicas de los almacenes y las salas de la Exposición.

Las causas de infestación de una colección son múltiples, pero en el caso

to bear in mind its location within the city of Madrid. Measures taken indoors can often be insufficient and even useless if we fail to consider other risk factors, such as the environs of the museum. The museum building is located in an exclusive area of northwest Madrid, on the university campus, characterised by large green spaces. Concretely, the building stands in the middle of a 30,000-square-metre plot of land: 4,000 metres are occupied by the permanent exhibition halls, 1,200 are allotted to the temporary exhibition halls and over 6,000 correspond to the storage rooms. The rest of the plot is covered by lawns and gardens which hold the café-restaurant and the museum shop. Therefore, the building is surrounded on every side by areas that pose an infestation risk, given that gardening activities are carried out on a daily basis and the arboreal and floral species that embellish the environs are constantly being watered and cared for.

In order to prevent any biological species from invading the building, the museum relies on the services of an outsourced company which takes the necessary measures to ensure its safety.

Even so, the collections are still at risk from possible infestations, and because these collections are so vulnerable to contamination by biological agents, we must work tirelessly to preserve them in a clean and pest-free environment to ensure their conservation for future generations.

There is another possibility or risk factor that we must consider in order to protect the collections. One of these biological species, no less important and dangerous than those named above, gains access to the museum on the very pieces brought in to join the collection. If an infected work were to enter the building, the rest of the collection would immediately be exposed to the pest. In the worst-case scenario, if the piece were stored after being inventoried, the collection would become infected and vulnerable to a biological plague within the space of a few short days or months.

Another risk factor to bear in mind is the possible infestation of one of the museum's pieces sent out on loan for a temporary exhibition. During its time in other venues, cities or even countries, the work may be exposed to contagion if the conservation measures stipulated for the loan are not observed. In recent

years, the museum's activity "outside the museum" has grown, and increasingly more pieces are being loaned for temporary exhibitions. Consequently, when they return, the rest of the collection may be exposed to a possible infestation.

For all of these reasons, and given the quantity of new works that have been added to the collection in recent years, as well as the continuous comings and goings of pieces loaned out for exhibitions, the museum's Conservation Department has begun to use insect extermination by anoxia as a measure of prevention and control to avoid possible infestations. This treatment is systematically applied to all new pieces entering the collection. Combined with the aforementioned measures, this method effectively eliminates the possibility of the existence of insect plagues inside the building.

Since my arrival at the Museo del Traje as a textile restorer, I have dedicated my time to, among other tasks, carrying out the anoxic insect extermination treatments on the museum's collections. Given that the majority of the pieces entering the museum pertain to the textiles and clothing collection, the supervision and observation of the museum's textile restorer was required.

Over the course of these years, I have completed exhaustive research on this treatment. To this end I have gathered information on the systems used in other museums and conservation centres, both in Spain and abroad. But my work is primarily based on the extensive bibliography compiled by Nieves Valentín, a biologist at the IPHE (Spanish Historical Heritage Institute) and an expert on the control of cultural heritage biodeterioration. Her professionalism and her advice have allowed me to explore this fascinating world and learn in order to carry out this task at the Museo del Traje with well-defined criteria and goals, adapting my ideas to the possibilities and unique circumstances of the museum with regard to available infrastructures and resources.

What do we look for? Insect species that can infect the museum's collections

The nearly one thousand insect species that pose a threat to the museum's collections can be grouped into two cate-

del Museo del Traje. CIPE no hay que olvidar su ubicación en la ciudad de Madrid. Muchas veces las medidas tomadas en el interior pueden resultar insuficientes e incluso inútiles si no tenemos en cuenta otros factores de riesgo como puede ser el entorno en el que se halla el Museo. El edificio en el que se sitúa está enclavado en una zona privilegiada del noroeste de Madrid, en la Ciudad Universitaria, caracterizada por grandes espacios ajardinados. En concreto, el edificio se enclava en el centro de una parcela de 30.000 metros cuadrados, de los cuales 4.000 están dedicados a las salas de la Exposición Permanente, 1.200 a las de exposiciones temporales y más de 6.000 al almacén. El resto son jardines en los que se encuentra la cafetería-restaurante y la tienda del Museo. Por tanto, el edificio queda rodeado, en todo su perímetro, por zonas de riesgo de infestación, ya que la actividad de cuidado de los jardines es diaria, con riego y saneamiento continuo de las especies arbóreas y florales que embellecen el entorno.

Para evitar la penetración de cualquier especie biológica en el interior del edificio, se contratan los servicios de una empresa externa que toma las medidas necesarias para conseguirlo.

Pero aun así, las posibilidades de infestación de las colecciones siguen existiendo y, al tratarse de unas colecciones tan susceptibles de ser contaminadas por agentes biológicos, no debemos cesar en el empeño de conservarlas en un entorno limpio y libre de plagas, asegurando su conservación para generaciones futuras.

Existe otra posibilidad o factor de riesgo que debemos tener en cuenta a la hora de proteger las colecciones. Una vía de acceso de estas especies biológicas en el Museo, no menos importante y peligrosa que las anteriormente citadas, está en la propia obra que ingresa para formar parte de la colección. En el supuesto de que una obra infectada entrara en el edificio, el resto de la colección quedaría inmediatamente expuesta al contagio. En el peor de los casos, si la obra fuera almacenada tras su inventariado, la colección, en pocos días o meses, podría quedar contagiada y desprotegida ante una plaga biológica.

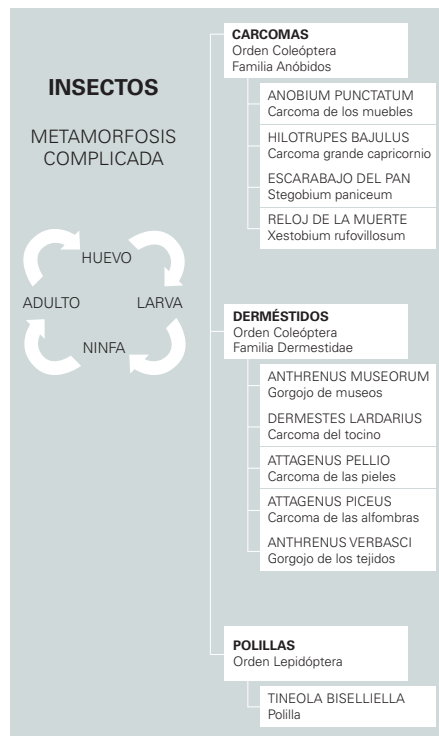
Otro factor de riesgo a tener en cuenta es la posible infestación de una de las piezas del Museo, al salir en préstamo a

una exposición temporal. Durante su permanencia en otras sedes, ciudades o, incluso, otros países, la obra puede quedar expuesta al contagio si no se siguen las medidas de conservación exigidas para su préstamo. Durante los últimos años, la actividad del Museo "fuera del Museo" ha ido creciendo y cada vez se prestan más piezas para exposiciones temporales. De esta forma, cuando regresan, se abre una nueva posibilidad de infestación al resto de la colección.

Por todo ello, y ante la cantidad de obras nuevas que en los últimos años está ingresando en la colección, así como por el continuo trasiego de entrada y salida de piezas en préstamo para exposiciones, el Museo, a través del Departamento de Conservación, ha puesto en marcha el tratamiento de desinsectación por anoxia como medida preventiva y de control ante una posible infestación. Este tratamiento se aplica, de forma sistemática, a todas las piezas de nueva incorporación a la colección. De esta forma, junto con las medidas anteriormente expuestas, queda garantizada y sellada la posibilidad de existencia de plagas de insectos en el interior del edificio.

Desde mi llegada al Museo del Traje como restauradora textil, me he dedicado, entre otras funciones, a realizar los tratamientos de desinsectación por anoxia de las colecciones del Museo. Dado que la mayor parte de las piezas que ingresan pertenecen a la colección de textiles e indumentaria, se requería el cuidado y observación de la restauradora textil del Museo.

A lo largo de estos años, he realizado una exhaustiva labor de investigación sobre dicho tratamiento. Para ello me he informado de los sistemas implantados en otros Museos y Centros de Conservación, tanto nacionales como internacionales. Pero, principalmente, me he basado en la extensa bibliografía desarrollada por Nieves Valentín, bióloga del IPHE, y experta en el control del biodeterioro en patrimonio. Su profesionalidad y sus consejos me han permitido adentrarme en este fascinante mundo y aprender para poder realizar esta función en el Museo del Traje con criterio y objetivos definidos, adaptándome a las posibilidades y circunstancias particulares del Museo en cuanto infraestructuras y medios disponibles.



Figuras 1 y 2. Ciclo vital de insectos con metamorfosis simple y complicada.
 Figures 1 and 2. Life cycle of insects with simple and complex metamorphosis.

gories according to their life cycles: the first group of insects undergoes a simple metamorphosis and the second presents a complex metamorphosis. The life cycle of the first group includes a series of stages such as egg, larva and adult, while the second undergoes a more complex metamorphosis in which the egg transforms into larva, later into a nymph and finally reaches adulthood (figures 1 and 2).

Some of the most notable simple-metamorphosis insects that can attack the cultural assets in our care are termites of the Isoptera order, cockroaches of the Dictyoptera order and silverfish or *lepisma saccharina* of the Thysanura order.

Cockroaches are omnivorous, but they feed especially off starch and proteins. Their presence in the museum could be primarily due to the existence of left-over food in rubbish bins or the accumulation of dirt in corners and places of transit, as well as the proximity of the museum facilities to the café-restaurant. Therefore, in order to avoid their presence, the halls and storerooms must be cleaned daily, without forgetting work zones, corridors, toilet facilities, etc. Nevertheless, the museum's internal regulations prohibit the introduction of any kind of food into the building.

The damage that this species does to the collections can be physical-mechan-

ical, given that it feeds on substrata made using protein glues and starch – and starch is found on many textile items in the fabric finishes. But cockroaches can also do chemical damage, because the waste they leave on the objects that cross their paths can react chemically with the original materials of the pieces.

The silverfish is one of the most common pests in libraries, museums and buildings in general. It feeds off products with high carbohydrate content (starch) and proteins, but it also eats cellulose and fabrics made of plant fibres such as linen, cotton and rayon.

Generally speaking, they hide in dark places and avoid direct contact with sunlight. Once they detect food, they position themselves nearby. They have a preference for paper or starched silk fabrics. There are numerous species of silverfish: some prefer cold, humid surroundings, while others prefer hot but equally humid environments. In general, their optimal conditions for living and growing are a temperature range of between 22 and 27 °C and a RH of between 75 % and 95 %.

The damage they do to the museum collection, primarily to clothing, is fundamentally mechanical and takes the form of a superficial erosion of the cloth (figure 3).

However, our interest is focused more on complex-metamorphosis insects due to their taste and predilection for the plant or protein-based materials present in the textile and clothing collection. The most important are woodworms and dermestid beetles, both of the Coleoptera order, and moths of the Lepidoptera order.

The most notorious of the dermestids are the museum beetle or *Anthrenus museorum*, the fur beetle or *Attagenus pello*, the black carpet beetle or *Attagenus piceus* and the varied carpet beetle or *Anthrenus verbasci*. They all feed on protein-based materials such as silks, leathers, parchments, feathers, natural adhesives, whalebones, wools, animal skins, horsehair, etc., but they also eat fabrics made from plant fibres, which are often starched. The larvae are small, dark and have a furry appearance. They leave behind multiple larval skins or exuvias as they move from one phase to the next over a period of four or five months. The larvae transform into chrysalides in their last larval cocoon and,

¿Qué buscamos? Especies de insectos que pueden infectar las colecciones del Museo

El casi millar de insectos susceptibles de atacar las colecciones del Museo, se puede clasificar en dos tipologías, atendiendo a su ciclo vital: un primer tipo de insectos que desarrollan una metamorfosis simple y un segundo tipo con metamorfosis complicada. El ciclo vital de los primeros pasa por una serie de estadios como son huevo, larva y adulto, mientras los segundos sufren una metamorfosis más complicada, en la que el huevo pasa a larva, posteriormente, a ninfa y por último se convierte en adulto (figuras 1 y 2).

Entre los insectos de metamorfosis simple que pueden atacar los bienes culturales que custodiamos destacan las termitas del orden Isóptero, las cucarachas del orden Dictyóptera y el pececillo de plata o *Lepisma saccharina*, del orden Thysanura.

Las cucarachas son omnívoras, pero se alimentan especialmente de almidón y proteínas. Su presencia en el Museo podría deberse, principalmente, a la existencia de restos de alimentos en papeleras o a la acumulación de suciedad en rincones y zonas de paso y a la cercanía a las instalaciones del Museo de la cafetería-restaurante. Por ello, para evitar su presencia, es necesaria una limpieza diaria de las salas y almacenes, sin olvidar las zonas de trabajo, pasillo, aseos, etc. No obstante, las normas de funcionamiento interno prohíben la introducción, en el edificio, de cualquier tipo de alimento.

El daño que provoca esta especie en las colecciones puede ser físico-mecánico, ya que se alimenta de sustratos realizados a base de colas proteínicas y almidón, presente este último en muchas piezas textiles como acabados de sus tejidos apretados. Pero también produce daños químicos, ya que los productos de deshecho que deposita sobre los objetos por los que deambula pueden llegar a reaccionar químicamente con los materiales originales de las obras.

El pececillo de plata es una de las plagas más comunes de las bibliotecas, museos y edificios en general. Se alimenta de productos con alto contenido en hidratos de carbono (almidón) y proteínas, pero también de celulosa o tejidos realizados

con fibras vegetales como el lino, el algodón, el rayón.

Por lo general, se ocultan en espacios oscuros y evitan el contacto directo con la luz solar. Una vez que detectan el alimento, se sitúan en zonas próximas. Tienen predilección por el papel o los tejidos de seda almidonados. Hay múltiples especies de pececillos de plata: algunos prefieren entornos fríos y húmedos y otros cálidos pero igualmente húmedos. En general, sus condiciones óptimas para vivir y desarrollarse son una temperatura comprendida entre 22 y 27 °C y una HR entre el 75 y 95 %.

El daño que produce en las colecciones del Museo, principalmente en indumentaria, es fundamentalmente mecánico y adquiere forma de erosión superficial del tejido afectado (figura 3).

Pero son los insectos de metamorfosis complicada los que más nos interesan por su afinidad y predilección por los materiales de origen vegetal o proteínico presentes en la colección de textiles e indumentaria. Entre ellos destacan las carcomas y los derméstidos, ambos del orden Coleóptero, y las polillas, del orden Lepidóptero.

Entre los derméstidos destacan el gorgojo de los museos o *Anthrenus museorum*, el escarabajo negro o *Attagenus pelli*, el escarabajo de las alfombras o *Attagenus piceus* y el gorgojo de los tejidos o *Anthrenus verbasci*. Todos ellos se alimentan de materiales de naturaleza protéica como sedas, cueros, pergaminos, plumas, adhesivos naturales, ballenas, lanas, pieles, crin, etc., pero también de fibras vegetales, a menudo apretadas. Las larvas son pequeñas, de color oscuro y aspecto peloso. Van abandonando múltiples pieles larvales o exuvias conforme mudan de una fase a otra a lo largo de un periodo de 4 o 5 meses. Las larvas se transforman en crisá-



Figura 3. Pececillo de plata (*Lepisma Saccharina*). Ilustración de Silvia Montero.

Figure 3. Silverfish (*Lepisma Saccharina*). Illustration by Silvia Montero.

Figura 4. *Attagenus pelli* larva.
Ilustración de Silvia Montero.
Figure 4. *Attagenus pelli* larva.
Illustration by Silvia Montero.

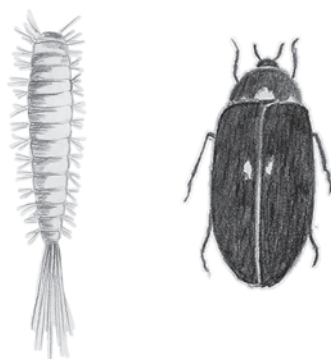


Figura 5. *Attagenus pelli* adulto.
Ilustración de Silvia Montero.
Figure 5. *Attagenus pelli* adult.
Illustration by Silvia Montero.

once they reach adulthood, they live for nearly a month. After laying eggs, the female usually dies a few days later (figures 4, 5, 6 and 7).

Their presence in the museum collections is devastating, above all to the clothing items. The damage they do to fabrics is mainly physical-mechanical, given that the larva feeds off the fibres it finds in its path and creates small holes. In animal skin or leather pieces, the damage takes the shape of tunnels measuring 1-2 mm in diameter.

In the museum we have discovered a few pieces affected by this insect, which have had to be treated and the bugs exterminated. Exuvias have been found in the silk lining of a 19th-century dress, and we have even discovered a live larva.

A fearsome member of the Lepidoptera order is the webbing clothes moth or *Tineola bisselliella*, which is responsible for serious damage to protein-based fabrics, especially wool, and can be found in countless items of popular and historical clothing in the museum (figures 8 and 9).

The larvae of the clothes moth can wreak havoc in a storeroom full of clothing, given that they primarily feed on proteins and have a particular taste for keratin, found in materials such as ani-

mal skins, feathers, hair, wool, silk, etc.

The larva measures 10 mm in length and is cream-coloured with a dark brown head. Over the course of its larval phase it sheds its skin on several occasions, leaving its exuvias spread on the substrata on which it feeds.

The webbing moth is a silver dun colour and has narrow, shiny golden wings with rows of long hairs on the edges. The female adult does not feed and dies once her eggs are laid, as her source of energy is consumed rapidly. This species lives in dark spaces and, unlike other moths, avoids the light.

Dead specimens of *Tineola Biselliella* have been found in the temporary exhibition halls of the museum. In the store-rooms there are examples of clothing items on which we have detected traces of their past presence, with their characteristic tracks of small-diameter holes (figure 10).

In every one of the aforementioned cases, the larval phase of both simple and complex-metamorphosis insects is the most prejudicial to cultural assets because it does the greatest damage. During this stage, the worm or larva feeds off the substrata in which it lives. Therefore, depending on the species, the damage may appear in the form of larger or smaller tunnels, holes, surface erosions, etc. Nevertheless, their presence in any of the other life stages is a threat to cultural assets because they can attract other species that feed on them, and their excrement can cause irreversible damage in the form of acidic or basic stains that degrade the substrata on which they are deposited.

As we have seen, the direct consequences of insect attacks are chemical, physical and aesthetic transformations that threaten the integrity of the piece and the rest of the collection, and therefore they must be eradicated using insect extermination treatments.

Figura 6. *Anthrenus versasci*, larva. Ilustración de Silvia Montero.
Figure 6. *Anthrenus versasci*, larva. Illustration by Silvia Montero.

Figura 7. *Anthrenus versasci*, exuvia. Ilustración de Silvia Montero.
Figure 7. *Anthrenus versasci*, exuvia. Illustration by Silvia Montero.

Figura 8. *Anthrenus versasci*, adulto. Ilustración de Silvia Montero.
Figure 8. *Anthrenus versasci*, adult. Illustration by Silvia Montero.



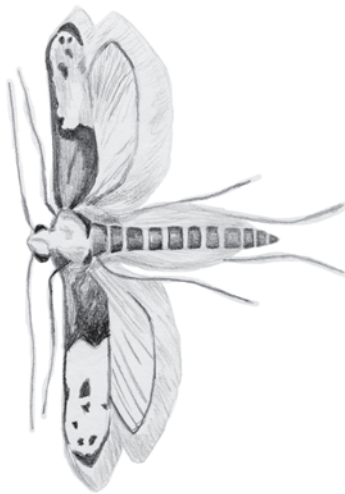
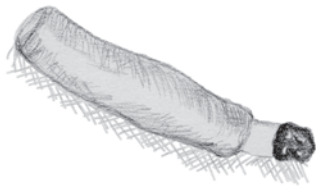


Figura 9. *Tineola bisselliella*, larva.
Ilustración de Silvia Montero.
Figure 9. *Tineola bisselliella*, larva.
Illustration by Silvia Montero.

Figura 10. *Tineola bisselliella*, adulto.
Ilustración de Silvia Montero.
Figure 10. *Tineola bisselliella*, adult.
Illustration by Silvia Montero.

lidas en su última envoltura larval y, una vez adultos, viven cerca de un mes. Después de poner los huevos, la hembra suele morir pasados unos días (figuras 4, 5, 6 y 7).

Su presencia en las colecciones del Museo es devastadora, principalmente en las de indumentaria. Los daños que produce sobre los tejidos son principalmente físico-mecánicos, ya que la larva se va alimentando de las fibras que encuentra a su paso, y produce roturas en forma de pequeños agujeros. En piezas de piel o cuero, el daño adquiere forma de galería de 1-2 mm de diámetro.

En el Museo se han detectado algunas piezas con presencia de este insecto, por lo que han tenido que ser tratadas y desinsectadas. Se han encontrado exuvias en el forro de seda de un vestido del siglo XIX. Incluso hemos encontrado una larva viva.

Dentro del orden Lepidóptero destaca la temible polilla de la ropa o *Tineola bisselliella*, responsable de los graves daños ocasionados en tejidos proteínicos, en particular la lana, y presente en innumerables ejemplares de indumentaria popular e histórica del Museo (figura 8 y 9).

Las larvas de las polillas de los vestidos o de la ropa pueden causar estragos en un almacén de indumentaria, ya que se alimentan principalmente de proteínas, con predilección por la queratina, presente en materiales como las pieles, plumas, pelo, lana, seda, etc.

La larva tiene un tamaño de 10 mm de longitud y es de color crema, con la cabeza más oscura de color marrón. A lo largo de su fase larval va mudando en varias oca-

siones, y deja sus exuvias depositadas sobre el sustrato del que se alimenta.

La polilla tejedora es de color pardo plateado y posee unas alas estrechas, dobladas y brillantes, con bandas de largos pelos en los bordes. El adulto hembra no se alimenta y muere una vez ha desovado, al consumirse rápidamente su fuente de energía. Vive en zonas oscuras y, a diferencia del resto de las polillas, huye de la luz.

Se han detectado ejemplares muertos de *Tineola bisselliella* en las salas de exposiciones temporales del Museo. En los almacenes existen ejemplos de piezas de indumentaria en las que hemos detectado su antigua presencia, con sus huellas características en forma de agujeros de pequeño diámetro (figura 10).

En cualquiera de los casos anteriormente expuestos, tanto en los insectos de metamorfosis simple como en los de complicada, la fase larvaria es la más perjudicial para los bienes culturales, pues es la que mayor daño produce. En esta fase cuando, en gusano o larva, se alimenta del sustrato en el que vive. Por ello, en función de cada especie, el deterioro provocado presenta forma de galerías de mayor o menor diámetro, agujeros, erosiones superficiales, etc. No obstante, su presencia en cualquiera de las demás fases vitales es perjudicial para los bienes culturales, ya que puede ser motivo de colonización por parte de otras especies que se alimenten de ellas, y, además, sus productos de deshecho pueden ocasionar daños irreversibles en forma de manchas ácidas o básicas que degraden el sustrato sobre el que se depositan.

Figura 11. MT000905. Chupa del siglo XVIII con huellas de ataque de polilla. *Tineola Bisselliella*. Museo del Traje. CIPE.
 Figure 11. MT000905. 18th-century jacket with traces of moth damage. *Tineola Bisselliella*. Museo del Traje. CIPE.



Insect extermination by anoxia

The goal of extermination by anoxia is to eradicate and eliminate any kind of insect that may be present in the museum's collections.

It consists of creating a transformed atmosphere in which oxygen is replaced by an inert gas (nitrogen or argon) until oxygen levels drop below 0.1 % and certain humidity and temperature conditions are achieved. This produces an anoxic atmosphere in which insects cannot survive.

In this atmosphere, created in an airtight space, the different pieces to be treated are introduced and remain there for a period of time that varies depending on the species being exterminated. The treatment is effective at any biological stage – egg, larva or adult.

The duration of the treatment depends on the insect species being eradicated and the developmental phase it is in (adult, larva or egg) as well as the temperature and RH inside the bubble. The nature, size and state of conservation of the work are also taken into account.

Studies done by Nieves Valentín have determined that this is an inert method; in other words, the treated work does not suffer any chemical alterations in its substratum after application (Valentín, N. 1998).

Methodology used at the Museo del Traje. CIPE

At the Museo del Traje, treatment is applied at two different times for different reasons.

Firstly, it is applied to all new pieces arriving at the museum, after they have been inventoried and labelled to avoid any possible misplacements or unnecessary confusion. This measure is purely preventive and attempts to protect the rest of the collection from possible pest invasions. Secondly, given the large number of new pieces entering the museum in recent years, this measure enables the Conservation Department to maintain a feasible work pace, because it does not have the time or resources to examine each piece in detail before they enter storage¹.

The treatment is also applied periodically to pieces in which the presence of insects has been detected that might pose a threat to their integrity. Prior to treatment, the work is analysed and closely examined in places where eggs or insect remains might be hidden, such as seams, finishes, hems, linings, etc. The insect is then isolated and identified, and finally the infected piece is given a mechanical micro-vacuum cleaning before and after the anoxic treatment. Any insect remains that are found are classified for study and identification. (figures 11, 12, 13, 14 and 15).

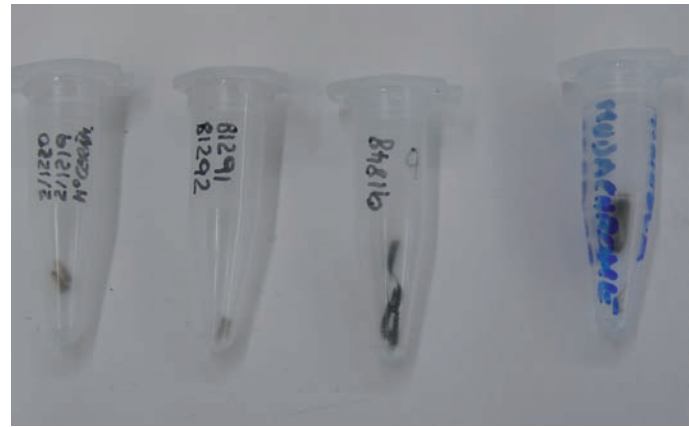
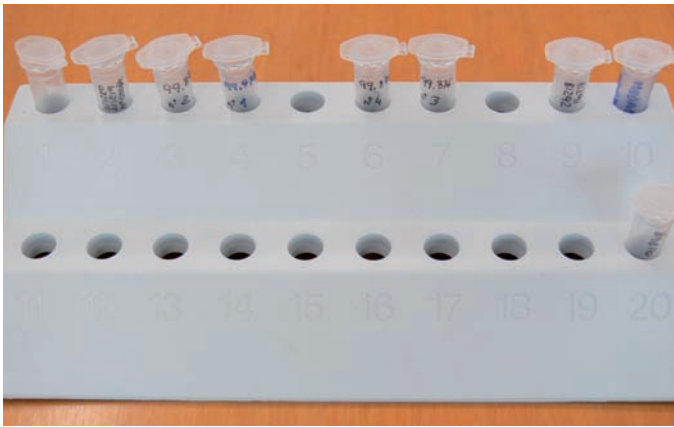
The treatment requires a daily and exhaustive control of the conditions in which it is being applied and a correct and careful handling of each of the treated items.

Methodology and documentation

Prior to treatment, different aspects of the pieces are analysed and then classified according to the information we discover.

Firstly, the pieces are analysed and grouped according to size, morphology and nature.

¹ According to the DOMUS database, between 2004 and the present date a total of 7,600 clothing items have entered.



Como hemos visto, las consecuencias directas del ataque de insectos suponen unas transformaciones químicas, físicas y estéticas que ponen en peligro la integridad de la obra y del resto de la colección, por lo que es necesaria su erradicación por medio de tratamientos de desinsectación.

Tratamiento de desinsectación por anoxia

El tratamiento de desinsectación por anoxia tiene como objetivo la erradicación y exterminio de cualquier tipo de insecto que pudiera estar presente en las colecciones del Museo.

Consiste en la creación de una atmósfera transformada en la que el oxígeno es sustituido por un gas inerte (nitrógeno o argón) hasta alcanzar unas concentraciones de oxígeno inferiores a 0,1 %, y unas determinadas condiciones de humedad y temperatura. Se crea, por tanto, una atmósfera anóxica incompatible con la vida de los insectos.

En dicha atmósfera, creada en un espacio estanco, se introducen las distintas piezas a tratar y en ella permanecen durante un tiempo variable en función de la especie a exterminar. El tratamiento es efectivo en cualquiera de sus fases biológicas; es decir, huevo, larva o adulto.

La duración del tratamiento depende de la especie de insecto que se quiere erradicar y de la fase de desarrollo en que se encuentre (adulto, larva o huevo), así como de la temperatura y HR del interior de la burbuja. De igual forma se tendrá en cuenta la naturaleza, tamaño y estado de conservación de la obra.

Estudios de Nieves Valentín determinan que se trata de un método inerte; es decir,

que tras su aplicación no se producen alteraciones físico químicas en el sustrato de la obra tratada (Valentín, N. 1998).

Metodología empleada en el Museo del Traje. CIPE

En el Museo del Traje el tratamiento se aplica en dos momentos distintos con casuísticas diferentes.

Por un lado, se aplica a todas las piezas de nuevo ingreso en el Museo, una vez que éstas han sido inventariadas y sigladas para evitar posibles extravíos o confusiones innecesarias. Esta medida es puramente preventiva e intenta evitar el contagio del resto de la colección. Por otra parte, dado el elevado volumen de piezas de nuevo ingreso que están entrando en el Museo en los últimos años, esta medida permite un ritmo de trabajo asequible para el Departamento de Conservación, que no puede abarcar la revisión minuciosa de cada una de las piezas, antes de que entren en los almacenes¹.

Por otro lado, se aplica puntualmente a las piezas en las que se ha detectado presencia de insectos que sean susceptibles de poner en peligro su integridad. Previamente al tratamiento, se analiza la obra buscando pormenorizadamente en lugares en los que pueda haber presencia de huevos o restos del insecto detectado, tales como costuras, remates, dobladillos, entretelas, etc. Posteriormente, se aísla e identifica el insecto y, por último, la pieza infectada se somete a un tratamiento de limpieza mecánica por microaspiración antes y después del tratamiento de anoxia. Los restos de insecto encontrado, se clasifican para su estudio e identificación (figuras 11, 12, 13, 14 y 15).

Figuras 12 y 13. Clasificación de los restos de insectos encontrados.

Figures 12 and 13. Classification of insect remains detected.

Figura 14. Restos de exuvias de derméstidos encontrados en piezas del Museo.

Figure 14. Traces of dermestid exuvias found on pieces in the museum.



Figura 15. Ejemplar adulto de *Tineola*.

Figure 15. Adult specimen of *Tineola*.

¹ Según consta en la base de datos DOMUS, desde el año 2004 hasta la fecha actual, han ingresado un total de 7.600 piezas de indumentaria.

TRATAMIENTO DE ANOXIA MUSEO DEL TRAJE. CIPE				
Número de bolsa: /2008		Inicio crecimiento: Fin crecimiento Duración de crecimiento completo		
Número total de piezas:		Condiciones sanolora transformada:		
		Cap mede ARGON Temperatura: Humedad:		
MEDICIONES				
Nº de días	Fecha	Hora de medición	Concentración Oxígeno	Rascuradería

Figuras 16 y 17 Documentos de "control de piezas" y "mediciones" en los que se detalla el proceso. Figures 16 and 17. "Piece control log" and "measurement log" documents containing detailed records of the process.

Secondly, their state of conservation is analysed, taking into account the process and degree of deterioration presented.

The piece is then checked to make sure it is correctly labelled with its corresponding inventory number.

Finally, as the pieces are introduced, those subjected to anoxic treatment are recorded in two kinds of documents, the "Piece Control Log" and "Measurements Log," where daily oxygen levels are recorded. Any incidents or variation in conditions that arise during treatment are also noted (figures 16 and 17).

After said process has been completed, the information is introduced into the conservation database of the DOMUS museographic documentation system, thus generating a specific conservation file for the treatment. In this way, the anoxic treatment applied to the piece is recorded and described, with details of the dates, person applying the treatment, type of gas used, required atmospheric conditions, oxygen level and any incidents that may have occurred during the process².

Treatment process

The pieces are treated over a 15-day period with an oxygen level of less than 0.1 %, maintaining a temperature of between 20 and 30 °C and a RH of 30-40 %.

Over the years two systems have been used: airtight bags and hermetic chambers.

Insect extermination by anoxia in airtight bags

This consists of making an airtight bubble of polyethylene plastic into which the pieces to be treated are introduced.

This bubble must meet a series of requirements in order for the treatment to work. It must be made of polyethylene plastic with low permeability to avoid leaks or the passage of gases between the interior and the exterior of the bubble; it must be transparent so that the interior can be seen and the state of the piece can be observed at all times; it

²This kind of conservation file began to be generated in 2006 through DOMUS. In this way, the DOMUS database keeps a record of treatments of insect extermination by anoxia as well as other treatments applied to the piece.



Figuras 18, 19 y 20. Fases del tratamiento de desinsectación por anoxia en bolsa estanca.
Figures 18, 19 and 20. Stages of anoxic insect extermination treatment in an airtight bag.

must be flexible to adapt to the morphology of the treated pieces and avoid damaging them; it must be resistant so that there are no alterations; and finally, it must be thermofusible so that the bubble can be sealed, making it perfectly airtight.

The bag is fitted with a valve through which the inert gas is pumped in and another larger exit valve. The gas is introduced in the bag at a gentle pressure of 0.5 bars while the exit valve simultaneously extracts the air, allowing for a gradual replacement of atmospheric air with argon or nitrogen. To facilitate the substitution of the air inside with the inert gas, the contents of the bag can be sucked out by closing the gas entry valve once the bubble is filled. This system can be combined with the constant entry-exit flow.

An analyser or oximeter is used to measure oxygen levels. A sample is taken through a valve connected beside the exit valve and, while the bag is being emptied of air, the oxygen levels are thus recorded. An oxygen concentration of less than 0.1 % indicates that insects can no longer survive inside. When this level of oxygen is reached in the bag, the gas is disconnected and the valves are hermetically sealed.

Materials used:

SARANEX low-permeability plastic.

Permagum low-permeability silicon.

Entry and exit valves with hermetic seals.

High-purity argon or nitrogen.

Thermohigrometer: 0-40 °C temperature range; 0-100 % humidity range.

Polyethylene thermosealer (figures 18, 19 and 20).

The bag anoxia system has several advantages such as the ability to make different sized bags according to the number of pieces to be treated, the pos-

sibility of adapting the bag to the piece's morphology, and the fact that it can be easily transported and used in any prepared space.

However, it also presents some inconveniences, because this system requires slow and meticulous work prior to treatment, namely making the bag and assembling its sealing phases, installing valves, etc. It also has low output efficiency because each bag can only contain a maximum of 80 or 100 pieces.

This system is not advisable for pieces in a very fragile state of conservation whose mechanical and structural resistance has been severely compromised, because when a vacuum is created as the oxygen is being extracted, pressure builds up inside the bag and crushes the pieces. For the same reason, it is not advisable for pieces of a delicate nature and morphology, such as objects with a complex structure and designs made with feathers.

Insect extermination by anoxia in a hermetic chamber

The museum has been using a chamber to apply anoxic treatments since 2007, when a hermetic chamber was acquired and installed. This chamber has an interior space of 9 m³ and is specially prepared to carry out insect extermination by anoxia (figure 21).

The process consists of creating a transformed atmosphere inside a hermetic chamber, where oxygen is replaced by inert gas using atmospheric pressure and a system of cleansing by dilution. The chamber permits the use of both argon and nitrogen, but nitrogen is used because it is more inexpensive and absolutely effective for anoxic extermination³.

de ambas válvulas un barrido continuo que permite la sustitución del aire atmosférico por argón o nitrógeno. Para facilitar la sustitución del aire interior por el gas inerte, es posible succionar el contenido de la bolsa cerrando la válvula de entrada del gas una vez que éste ha llenado la burbuja. Este sistema se puede combinar con el barrido continuo.

Para la medición del oxígeno, se utiliza un analizador u oxímetro. Se toma una muestra a través de una válvula conectada junto a la válvula de salida y, durante la purga de la bolsa, se conoce la concentración de oxígeno. Una concentración inferior a 0,1 % de oxígeno indica que a partir de ese momento la mortalidad de los insectos comienza a ser efectiva. Al alcanzar esta concentración de oxígeno en el interior de la bolsa, se desconecta el gas y se cierran herméticamente las válvulas.

Materiales empleados:

Plástico de baja permeabilidad SARANEX.

Permagum, silicona de baja permeabilidad.

Válvulas de entrada y salida con cierre hermético.

Argón o nitrógeno de alta pureza.

Termohigrómetro Rango Temperatura 0-40 °C; Humedad 0-100 %.

Termoselladora de polietileno (figuras 18, 19 y 20).

El sistema de anoxia en bolsa tiene una serie de ventajas como son la capacidad de fabricación de la bolsa de un tamaño determinado en función del número de piezas que vayan a ser tratadas. Posibilidad de adaptar la bolsa a la morfología de la pieza. Es un sistema móvil que se puede realizar en cualquier espacio habilitado.

Pero también presenta una serie de inconvenientes, ya que se trata de un sistema que requiere de un trabajo lento y metódico, previo al tratamiento, que consiste en la fabricación de la bolsa con sus fases de sellado, colocación de válvulas, etc. Su rentabilidad es baja, pues cada bolsa puede contener un número máximo de 80 o 100 piezas.

Este sistema es desaconsejable para piezas cuyo estado de conservación sea muy frágil y se vea afectada en un alto grado su resistencia mecánica y estructural, ya que, al producirse el vacío durante la fase de extracción del oxígeno, se provoca una gran presión en el inte-



Figura 21. Cámara de desinsectación por anoxia del Museo del Traje. CIPE.
Figure 21. Anoxic insect extermination chamber of the Museo del Traje. CIPE.

rior y como consecuencia el aplastamiento de las obras. Por el mismo motivo, tampoco es recomendable para piezas delicadas por su naturaleza y morfología como puede ser el caso de objetos de estructura y diseño complejo, realizados con plumas.

Tratamiento de desinsectación por anoxia en cámara hermética

El tratamiento de anoxia en cámara se realiza en el Museo desde el año 2007, año en que tuvo lugar la adquisición e instalación de una cámara hermética, con un espacio interior de 9 m³, especialmente preparada para realizar el tratamiento de desinsectación por anoxia (figura 21).

Consiste en la creación de una atmósfera transformada en el interior de una cámara hermética en la que, a presión atmosférica y mediante un sistema de arrastre por dilución, el oxígeno es sustituido por el gas inerte. La cámara permite la utilización tanto de argón como de nitrógeno, pero se utiliza el nitrógeno dada su mayor economía y su garantizada eficacia en la desinsectación por anoxia³.

La cámara está provista de una válvula de entrada del gas inerte, que penetra en el interior a través de una instalación de tubería de acero con manómetros que permiten graduar la presión de entrada del gas hasta 1 bar de presión. En el extremo opuesto se sitúa la zona de evacuación del aire o gas del interior,

³ Estudios de Nieves Valentin demuestran cómo el tratamiento con gas argón y nitrógeno son igual de efectivos para el tratamiento. En su artículo *Comparative analysis of insect control by nitrogen, argon and carbon dioxide in Museum, Archive and Herbarium collections* establece un cuadro comparativo de tiempos necesarios para la desinsectación de distintas especies de insectos, en función del tipo de gas empleado.

The chamber is fitted with an entry valve for the inert gas, which enters via a steel pipe installation with gauges that can regulate the pressure of gas intake up to 1 bar. On the opposite end is the area where the interior air or gas is evacuated by means of an extraction nozzle: a tube located in the upper part of the chamber that allows the gas inside to be piped outside the building. It is made with check valves that impede the entrance of oxygen from the outside. On the side, another valve serves to measure the oxygen inside the chamber.

The chamber also has a manual flowmeter that regulates the quantity of nitrogen that enters the room, depending on the requirements of each different treatment phase – in other words, when being filled or during the maintenance stage.

The nitrogen is supplied in liquid state in Ranger containers, characterised by their ability to use interior resistances to transform the contents into a gas state. In compliance with current safety regulations, these containers are located outside the building and are connected to a semi-automatic distribution mainframe that pumps the nitrogen to the chamber.⁴

The chamber's inner area is completely clear and has rods on the ceiling for the clothes hangers that hold the clothing items, facilitating a better use of available space as needed.

The chamber is entered via a 1-metre-wide door that admits large pieces and clothes racks with a considerable number of items. It is made of steel plating with a security lock, which allows the chamber to be hermetically sealed. The door also has a glass window that provides a view of the inside at every stage of treatment.

The chamber has an interior humidity and temperature sensor that transmits data by telemetry to the mainframe located outside. This control centre stores and reports the data recorded both inside and outside the chamber.

The room in the museum used for insect extermination by anoxia is equipped with all safety measures required by the regulations in effect: a sensor for detecting oxygen levels in the air, double folding doors at point of entry and ventilation through door and window vents.

The chamber treatment system is more effective because it demands less time and can apply the insect extermination treatment to a greater number of pieces at once. The preliminary prepara-

tions are also simpler, and consist merely of hanging pieces on the inside rods and introducing clothes racks in the lower area. The system can treat approximately 800 clothing items at a time. However, the most important advantage in terms of conservation is the limited handling of the pieces, because they are not subjected to strong pressure as in the airtight bags.

Post-treatment results. How does treatment affect the pieces?

The insect extermination methods that have been used for over twenty years in museums and institutions with collections that require such treatments are based on chemical treatments which attempt to eradicate the insects infesting the items by either soaking them in liquid chemical substances or sublimating toxic solid materials. The kind of products used – ethylene oxide, methyl bromide, para-dichlorobenzene and even naphthalene – require restorers to take special protective measures because they are highly toxic and some can even cause cancer. Today many of the products have been taken off the market and their use is prohibited. However, others are still sold, even for domestic use, despite their negative health side effects. But the damage they can do is not limited to the handler; these kinds of substances, applied directly to the pieces or placed near them, were absorbed and retained inside the pieces. Over time, it has been proven that such products have caused irreversible physical-chemical alterations. Many treated items have developed crystalline efflorescence on their surfaces, which in many cases needs to be analysed.

However, Nieves Valentín asserts that the presence of the nitrogen or argon used for anoxic insect extermination, because they are inert gases, does not affect the organic materials of which the pieces to be treated are made. This is particularly true for textiles, but the gases have proven equally harmless to other materials of organic origin such as wood, leather, paper and plastics, which can be found in most of the pieces in the museum's collection.

The experience I have gained over the past four years leads me to conclude that this treatment is effective in eradi-

³ Studies by Nieves Valentín show how treatments with argon and nitrogen gas are equally effective for treatment. In her article *Comparative analysis of insect control by nitrogen, argon and carbon dioxide in Museum, Archive and Herbarium collections*, she provides a comparative table of the times required to exterminate different insect species according to the kind of gas used.

⁴ At present we are considering the possibility of replacing the nitrogen supply through Rangers with a high output capacity nitrogen generator that would produce and store the gas, with a nitrogen humidification system, before it entered the chamber.

mediante una tobera de extracción: una tubería ubicada en la parte superior de la cámara que permite la extracción del gas interior hasta el exterior del edificio. Está realizada con válvulas antirretorno que impiden la entrada de oxígeno del exterior. En el lateral, otra válvula sirve para realizar las mediciones de oxígeno del interior.

Además, la cámara dispone de un caudalímetro manual que permite regular la cantidad de nitrógeno que pasa al interior, en función de las necesidades de las distintas fases del tratamiento; es decir, durante el llenado o mantenimiento.

El nitrógeno se suministra en estado líquido en envases tipo *ranger* que se caracterizan por gasificar el contenido por medio de resistencias interiores. Cumpliendo con la normativa de seguridad vigente, estos envases se sitúan en el exterior del edificio y están conectados a una central de distribución semiautomática que hacen llegar el nitrógeno hasta la cámara⁴.

El espacio interior de la cámara es diáfano y dispone de barras en el techo para colgar las perchas que soportan las piezas de indumentaria, posibilitando un mejor aprovechamiento del espacio en función de las necesidades.

Se accede al interior por medio de una puerta de 1 m. de ancho que permite el paso de piezas de gran tamaño y de percheros con una considerable cantidad de piezas. Está realizada en chapa de acero con cierre de seguridad, que permite el cierre hermético de la cámara. En ella, se sitúa una ventana de cristal que permite ver el interior en cualquier momento del tratamiento.

La cámara dispone de un medidor de humedad y temperatura interior que, mediante telemetría, transmite los datos a la central situada en el exterior. La central almacena e informa de los datos registrados tanto en el interior como en el exterior de la cámara.

La sala del Museo destinada a los tratamientos de desinsectación por anoxia dispone de todas las medidas de seguridad que exige la normativa vigente: alarma de detección de oxígeno en el ambiente, accesibilidad por medio de doble puerta de hojas abatibles y ventilación asegurada por rejillas en puertas y ventanas.

El sistema de tratamiento de cámara permite una mayor rentabilidad del trabajo tanto en tiempo de dedicación como en incremento del número de piezas des-

insectadas por tratamiento. Los preparativos previos son más sencillos, ya que únicamente consiste en introducir las piezas en las barras del interior y meter los percheros en la zona inferior. El sistema permite desinsectar en un solo tratamiento un número aproximado de 800 piezas de indumentaria. Pero la ventaja más importante desde el punto de vista de la conservación, es la minimización de la manipulación de las piezas que ya no son sometidas a fuertes presiones como en el caso de la bolsa.

Resultados tras el tratamiento. ¿Cómo afecta el tratamiento a las obras?

Los métodos de desinsectación empleados desde hace más de veinte años en los Museos e instituciones que custodian colecciones que requieren dichos tratamientos estaban basados en tratamientos químicos en los que, bien por impregnación de sustancias químicas en estado líquido o bien por sublimación de materias sólidas tóxicas, trataban de eliminar los insectos presentes en ellas. Este tipo de productos utilizados como el óxido de etileno, bromuro de metilo, paradiclorobenceno, incluso el naftaleno, requerían medidas de protección especiales para el restaurador, ya que son productos altamente tóxicos, incluso cancerígenos. Hoy día muchos de estos productos han sido retirados y prohibido su uso. Sin embargo, otros se siguen comercializando incluso para uso doméstico aunque sus efectos sobre la salud sean perjudiciales. Pero los daños no sólo afectaban al manipulador; este tipo de sustancias, aplicadas directamente sobre las obras o colocadas en su proximidad, quedaban retenidas en el interior de la pieza. Con el tiempo se ha comprobado que esta clase de producto ha originado alteraciones físico-químicas de carácter irreversible. Muchas obras tratadas han desarrollado en su superficie eflorescencias cristalinas que en muchos casos habría que analizar.

Sin embargo, la presencia tanto del nitrógeno como del argón, empleados en el tratamiento de desinsectación por anoxia, según afirma Nieves Valentín, al tratarse de gases inertes, no afecta a los materiales orgánicos con los que están constituidos las obras a tratar. En particular, a los textiles, pero tampoco a otro tipo de material de origen orgánico como son madera, cuero,

⁴ En la actualidad estamos estudiando la posibilidad de sustituir el suministro de nitrógeno a través de rangers, por la adquisición de un generador de nitrógeno de alta capacidad productiva que permita la producción y almacenaje del gas, con un sistema de humidificación del nitrógeno, antes de entrar en la cámara

cating any living being found among the pieces. After conducting an exhaustive analysis of the treated pieces, I have not detected any kind of alteration in the materials that make up the pieces after the process.

This treatment does not pose a threat to the restorer if the necessary precautions are taken, in accordance with the regulations in effect, both when handling the gas and using the bags or chamber.

Working capacity

Since the insect extermination treatment was first introduced at the museum in 2004, and over the four years it has been used up to the present day, the operating system and applied methodology have evolved to the point of achieving optimum results in terms of the system's capacity, cost-effectiveness and improved treatment for the conservation of the pieces.

The chamber system currently in use offers a monthly output of approximately 800 pieces per treatment as opposed to the 80 pieces that can be treated using a bag or bubble.

Conclusion

In summary, pest control in a museum requires the daily and disciplined efforts of a team working to ensure the conservation of its collections. Insect extermination by anoxia is only a small part of this work.

Avoiding the biodeterioration of the collections is an important goal, but there are other no less important threats that require our attention and effort. Identifying, controlling or eliminating these threats is part of the work we do every day. There are many factors that can cause deterioration and damage to the collections we care for, and we must also control and prevent them. All of our efforts are aimed at ensuring that the pieces are conserved and preserved for the future as intact and unaltered as possible.

Every treatment is founded on a solid scientific basis that combines biological, chemical and physical sciences with the conservation and restoration of cultural assets, and each one requires correct and expert handling and observation of the pieces to be treated, methodical and rigorous data gathering during the process and strict control of the conditions in which it is applied. All of this is necessary in order to ensure effectiveness and eradicate any trace of insects from the pieces without affecting them, bearing in mind their state of conservation, and without causing further deterioration.

Treating a piece does not mean that it will be immune to new infestations in the future. Therefore, this is just one phase in the prevention work carried out by the museum department responsible for the physical care of the collections. The observation and care of items in both the storerooms and the exhibition halls is an ongoing task.

papel o plásticos, presentes en la mayoría de las obras de la colección del Museo.

Mi experiencia a lo largo de cuatro años me hace concluir que el tratamiento es efectivo en cuanto a la erradicación de cualquier individuo vivo presente en las obras. Tras un análisis exhaustivo de las obras tratadas, no se ha detectado ningún tipo de alteración en los materiales constituyentes de las piezas, tras el proceso.

Es un tratamiento inofensivo para el restaurador si se toman las medidas de precaución necesarias, de acuerdo con la normativa vigente, tanto para la manipulación del gas como para el manejo de las bolsas o cámara.

Rendimiento del trabajo

Desde la instalación del tratamiento de desinsectación en el Museo, en 2004, y a lo largo de los cuatro años de funcionamiento hasta la fecha actual, el sistema de realización y la metodología empleada han evolucionado hasta obtener unos resultados óptimos en cuanto a rendimiento del sistema, rentabilidad económica y mejora del tratamiento para la conservación de las piezas tratadas.

El sistema actual en cámara permite un rendimiento mensual de aproximadamente 800 piezas por tratamiento frente a las 80 tratadas mediante bolsa o burbuja.

Conclusión

Para concluir, únicamente decir que el control de plagas en un museo exige una labor diaria y disciplinada de un equipo de trabajo cuya función es la conservación

de sus colecciones. El tratamiento de desinsectación por anoxia es sólo una pequeña parte.

Evitar el biodeterioro de las colecciones es un objetivo fundamental, pero existen otros riesgos no menos importantes y que requieren nuestro trabajo y esfuerzo. Identificar, controlar o eliminar sus agentes es una parte de la labor en la que nos esforzamos cada día. Existen muchos factores de deterioro y riesgos que sufren las colecciones que custodiamos, y que, de igual forma, debemos controlar y hacer que no se produzcan. Todo ello para garantizar su conservación y permanencia en el futuro lo más intactas e inalterables posibles.

Cada tratamiento se sustenta en una sólida base científica en la que confluyen tanto las ciencias biológicas, químicas y físicas como la conservación y restauración de bienes culturales; y cada uno requiere una correcta y especializada manipulación y observación de las piezas a tratar, una metódica y rigurosa toma de datos durante el proceso y un exigente control de las condiciones en que debe desarrollarse. Todo ello es necesario para hacerlo efectivo y conseguir la desinsectación de las obras, y, al mismo tiempo, no afectar a las obras, teniendo en cuenta su estado de conservación, y evitando que se produzcan nuevos deterioros.

Una vez tratadas las piezas, no significa que no puedan ser infestadas en cualquier otro momento de su vida. Por ello, ésta es sólo una fase del trabajo de prevención en la que trabaja el departamento del Museo encargado del cuidado físico de las colecciones. El trabajo de vigilancia y cuidado continúa tanto en el almacén como en las salas de exposición.

Bibliografía

ALVARADO, I. *et al.*, *Manual de conservación preventiva de textiles*. Comité Nacional de Conservación Textil. Fundación Andes, 2002.

BATTÁN HORENSTEIN, M., *Procedimientos para el diagnóstico y control de plagas en archivos, bibliotecas y museos*. [en línea]. Museo de Antropología, FFYH. Disponible en Internet: <<http://www.bmayor.unc.edu.ar/cursos/control%20de%20plagas.ppt>>.

BUCES, J.A. y HERRÁEZ, J.A., El almacén de los bienes culturales. En RICO J.C., *Museos, arquitectura, arte. Los conocimientos técnicos*, pp. 407-431.

DANIEL, V. y HANLON, G., *Non Toxic Methods for Pest Control in Museums*. Proceedings, 3rd International Conference, *Biodeterioration of Cultural Property*, Bangkok, Thailand, 1994.

KERSTIN ELERT, SHIN MAEKAWA, *Rentokil Bubble in nitrogen anoxia treatment of museum pests*. Studies in Conservation. IIC. Vol. 42, N. 4, 1997.

LINDBLOM PATKUS, B., *Control integral de plagas*, [en línea]. En Manejo de emergencias. Disponible en Internet: <<http://www.zoro.com/Conservacion/Plagas.pdf>>.

PARKER, Thomas A., *Estudio de un programa de lucha integrada contra las plagas en los archivos y bibliotecas*. Programa General de Información y UNISIST. París, UNESCO, 1988.

PELLAS, J., "Conservation matérielle des collections textiles". *Anales del Museo Nacional de Antropología*, N. 8, 2001, pp. 61-77.

PINNIGER, D.B., *Insect Pests in Museums*. London, UK: Archetype Press, 1994.

REGER DE, D., "Les insectes kératophages dans les musées". *Anales del Museo Nacional de Antropología*, N. 8, 2001, pp. 84-95.

VALENTÍN RODRIGO, N., *La conservación y preservación de las colecciones históricas en el museo*. En RICO, J.C., *Museos, arquitectura, arte. Los conocimientos técnicos*. pp. 265-318.

WALLENBORG, I. *DDT. An insecticide which can be found on museum textiles*. pp. 63-65 en Conferencia internacional de colecciones y museos de indumentaria. ICOM. Museo Nacional del Pueblo Español. Madrid, 1993.

VALENTÍN RODRIGO, N. "Comparative analysis of insect control by nitrogen, argon and carbon dioxide in Museum, Archive and Herbarium collections". *International Biodeterioration & Biodegradation*. N. 32, 1993, pp. 263-278.

VALENTÍN RODRIGO, N. y GARCÍA ORTEGA, R., "El biodeterioro en el Museo". *Arbor*. N. 645, septiembre 1999, pp. 85-107.

VALENTÍN RODRIGO, N., *et al.* "Microbial control in archives, libraries and museums by ventilation systems". *Restaurator*. 1998, pp. 85-107.