

ENTOMOLOGÍA FORENSE

- Los insectos y el hombre
- Introducción a la Entomología
- Introducción a la Entomología Cadavérica
- Clasificación de las Escuadras de la muerte de Pierre Begnin
- Episodios Entomológicos post mortem de Alfred Piera
- Inspección ocular

Autor: Josep Alfred Piera i Pelliçer

LOS INSECTOS Y EL HOMBRE

Los insectos representan cotidianamente una realidad molesta y perjudicial: los mosquitos y las avispas pican, las moscas son un incordio y las cucarachas nos provocan repulsión.

La historia nos referencia auténticos desastres producidos por los insectos como por ejemplo, el mosquito de la fiebre amarilla que fue capaz de interferir en la construcción del Canal de Panamá, muriendo 16.000 trabajadores a consecuencia de la fiebre amarilla, teniéndose que suspender los trabajos, hasta poder controlar la enfermedad.

La historia nos ha venido proporcionando datos de epidemias producidas por los insectos. También determinados insectos han sido considerados como amuletos e, incluso, estudios recientes defienden que la narración bíblica del maná de los israelitas se debió a una plaga de pulgones; una plaga de pulgones en un oasis con posteriores ráfagas de aire caliente y seco hicieron que la limaza excretada por el ano de los pulgones se secase y se desprendiera de las hojas vegetales volando con el viento en forma de finas obleas. Esta sustancia es rica en hidratos de carbono, ya que proviene de la sabia de los árboles, y pudo ser alimento para el Pueblo de Israel en su caminar hacia la Tierra Prometida.

Con todo ello, esto no es sino un breve recordatorio de las ventajas que nos han supuesto los insectos y los desastres que también han podido producir; aunque muchas veces por la mano del hombre; ya que al atacar a un género de artrópodos, corremos el riesgo de matar un predador de otro género y favorecer con ello la proliferación de una plaga mucho más dañina que la inicial.

Sin embargo, cada vez más, la Entomología proporciona sobre estos animales nuevos datos que, por un lado, tienen innegable interés científico y, por otro, permiten combatir las plagas de los insectos más perjudiciales.

Se puede decir que, a grandes rasgos, el hallazgo del exoesqueleto de un escarabajo o un artejo aislado en unas ruinas prehistóricas pueden darnos a conocer el tipo de animal que allí se encontraba en aquel momento. Hay que pensar que el escarabajo se podía alimentar de un determinado excremento que, como es lógico, ha desaparecido, pero no así la parte del insecto queratinizada.

Existen insectos carnívoros, carroñeros, caníbales y fitófagos. Todos ellos -en el supuesto de un aislamiento ecológico- se hallan en perfecto equilibrio. Cada fitófago tiene su nicho ecológico, que siempre

tiende a ser dominante frente al resto de especies o familias. Éste tiene sus predadores, que pueden ser carnívoros o endoparásitos. Por último, existen los carroñeros que, de alguna forma, son los encargados de mantener limpia la naturaleza de desperdicios.

Adaptación de los insectos

Los insectos tienen tal facilidad de adaptación que se ha dicho que, en el supuesto de una explosión nuclear masiva, la Tierra sería el planeta de los insectos.

Los insectos tienen un gran poder mimético; basta pensar que las mariposas no disponen de vistosos coloridos al azar, sino que son una adaptación al medio para defenderse. Si observamos la mariposa loba -maniola jurina L.- además de su colorido en el extremo de sus alas superiores, lleva unos círculos equidistantes, de forma que si la viéramos desde el aire posada en un árbol daría la sensación de que se trata de un ave depredadora descansando y ambos círculos los ojos del ave. En general, el



vistoso colorido constituye la advertencia de que se trata de una especie venenosa o de mal sabor para potenciales depredadores.

Veamos dos ejemplos claros sobre la adaptabilidad de los insectos:

- Las pulgas que viven sobre los conejos adultos no copulan, y las hembras no tienen desarrollados los ovarios. Sin embargo, cuando las conejas quedan preñadas las pulgas empiezan a madurar sexualmente, como consecuencia de la mayor concentración de corticosteroides en la sangre de aquéllas. Cuando la coneja tiene las crías, las pulgas la abandonan y se van a alimentar de éstas. La alta concentración de corticosteroides y de hormona del crecimiento en la sangre de las crías induce la copulación de las pulgas. Los huevos los dejan en las madrigueras y las pulgas adultas vuelven a las conejas a esperar otro embarazo.

- Cuando la hembra del escarabajo quiere poner sus huevos en un nido de hormigas, entra volando en el nido y es inmediatamente atacada por las hormigas, el escarabajo retrae todos los apéndices de su cuerpo en unos surcos que tiene al efecto. Adopta una forma de resistencia, y además se queda completamente quieto, como si estuviera muerto. Las hormigas se desentienden pronto de este escarabajo inofensivo, el cual adquiere poco a

poco el olor del nido. Entonces puede poner sus huevos con tranquilidad, su desarrollo se realiza durante más de 2 años. También los estafilínidos (otro coleoptero), llevan mechones de cerdas -tricomas- y las hormigas lamen un exudado especial. Ordeñan a sus escarabajos domésticos como si se tratara de vacas. Estas secreciones no son sustancias alimenticias necesarias, sino que se trata de estimulantes. Los escarabajos ruegan a sus hospedantes que los alimenten, mediante movimientos de las antenas que también emplean las hormigas, y éstas los alimentan gustosas; pero los escarabajos se comen además las crías de las hormigas. Es más, las larvas de los escarabajos viven exclusivamente de ellas.

Efectos nocivos de los insectos para el hombre



El problema se presenta cuando un determinado nicho ecológico se amplía en forma de cultivo. Pongamos, por ejemplo, los estragos que en su día hizo el escarabajo de la patata. Es un insecto del Orden Coleóptero de la familia de los Crisomélidos y de la especie *Leptinotarsa*



decemlineata; también denominado el escarabajo del Colorado, y que con sólo un centímetro de longitud fue capaz de provocar una epidemia de hambre en el mundo.

El escarabajo y su larva vivían en Colorado en solanáceas silvestres. Cuando se empezó a cultivar la patata, el escarabajo pasó a esta planta y



así fue introducido en todos los países que cultivaban patatas. En 1922 se estableció definitivamente en el sur de

Francia; a partir del 1936 se inició su entrada en Alemania y desde 1948 está establecido en todo el país. Actualmente este escarabajo se ha introducido en la Federación Rusa. Cuando se presenta de forma masiva puede devorar campos enteros de patatas. Su ventaja competitiva, frente a la acción de los seres humanos, es su capacidad de reproducción.

A buen seguro que, originariamente, este coleóptero en las solanáceas silvestres que constituían su

nicho ecológico, tenía allí sus predadores o endoparásitos; pero lo bien cierto es que cuando su nicho ecológico aumentó de forma tan considerable, en las plantaciones de patatas, pudieron ocurrir dos cosas: por una parte que los predadores no tuvieran tanta facilidad de reproducirse o bien, por otra, que no se adaptaran igual a otros climas. Con lo cual los escarabajos se podían multiplicar a sus anchas hasta exterminar las plantaciones sin poder ser contrarrestada esta acción de forma natural.

Otro ejemplo más reciente y cercano lo tenemos con el minador de cítricos, cuyo nombre genérico es la *Phyllocnistis Citrella* Stainton de la familia Gracillariidae y del Orden Lepidóptera. Fue introducido en España por las costas malagueñas y se reprodujo en nuestra Comunidad en breve espacio de tiempo. También este microlepidóptero encontró un nicho ecológico óptimo y abundante en las brotaciones de los cítricos y sus predadores y endoparásitos de origen no pudieron adaptarse al medio con la misma facilidad. Debemos destacar que en nuestra Comunidad decir minador es hablar de la *Phyllocnistis*; pero en entomología están enumerados 1800 tipos de larvas minadoras de hojas, aunque cada una con su nicho propio.

En las luchas insecticidas de este microlepidóptero se debe tener presente, no sólo que elimine la plaga en cuestión, sino que, además, no perjudique la aparición de nuevas plagas que, en la mayoría de los casos, suelen ser más perjudiciales y más resistentes que los daños causados por la larva minadora.

Conclusión

Hay que tener presente que los insecticidas cuya dosis letal es del cien por cien no son los más aconsejables, sino que los insecticidas deben ser controladores de la plaga. Hay que procurar siempre que los expertos nos indiquen no solamente el tipo de producto, sino además el más indicado en función de la época, para evitar daños a otros posibles insectos beneficiosos.

La observación del comportamiento de los insectos justifica que hayan sido capaces de perdurar durante millones de años, casi siempre viviendo de sus hospedantes, gracias, entre otros factores, a su capacidad de adaptación, su mimetismo y su colorido. También el ser humano que se acopla a un hospedante y vive de él, presenta, salvando las distancias, ciertas características de adaptación y mimetismo (que se muestra incluso en la forma de hablar o de vestir) pueden llevar a la conclusión de que, además de ser poco útiles, o son venenosos o saben mal.

INTRODUCCIÓN A LA ENTOMOLOGÍA

Introducción

Se emplea el nombre de Entomología para designar a la ciencia que estudia los insectos y con mayor precisión técnica, a los artrópodos. Existen alrededor de las 900.000 especies, anualmente se descubren alrededor de las 7.000 nuevas y a buen seguro quedan más especies sin descubrir que conocidas. Ninguna otra clase de animales ha invadido y colonizado de forma tan completa la Tierra, como lo han hecho los insectos. Existen fitófagos, carnívoros, predadores de otros insectos, carroñeros, endoparásitos, parásitos externos, caníbales, etc., y vectores de muchas enfermedades que padecen aves y mamíferos.

Los insectos son animales con un tegumento endurecido y miembros articulados. Su cuerpo está dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. La situación dominante que disfrutan sobre el reino animal se debe a:

- Su capacidad de vuelo
- Su adaptabilidad
- Su tamaño y su esqueleto
- Su resistencia a la desecación
- Su respiración traqueal
- Su metamorfosis.

Existen insectos beneficiosos y perjudiciales. Pero a buen seguro tal como avanzamos en el conocimiento de la Entomología se va obteniendo mayor provecho del comportamiento de los Insectos, como es el estudio y aprovechamiento de los insectos polinizadores, del estudio y aplicación de la Entomología Forense, o lo sucedido en Australia entre los años 1970 y 1985 que se vieron obligados a realizar fuertes inversiones en la introducción de escarabeidos coprófago, al tener este país carencia de una fauna adecuada y adaptada a la explotación de los excrementos del ganado que había sido introducido por los colonos, precisándose de una serie de especies de insectos que pudieran hacer una acción de destrucción y reciclaje de sus heces. Esto son algunos de los ejemplos recientes en los que el hombre no sólo ve lo molesto y perjudicial de este Phylum, sino las innumerables ventajas y provechos que nos puede aportar su observación.

La historia nos referencia auténticos desastres producidos por los insectos. En contraposición, ya

ciertas tribus africanas también supieron utilizar los beneficios que aportaban las hormigas, que han supuesto verdaderas plagas, al emplear las de la casta soldado, para suturar las heridas. Las hormigas mordían la piel y se las decapitaba después, las mandíbulas permanecían cerradas, se las dejaba en esa posición hasta que se unían los borde de la herida. Pertenecientes a este mismo Orden, las abejas también, son insectos altamente beneficiosos, tanto por su aportaciones a la economía apícola, como por su efecto polinizador.

Baer, cirujano en el año 1.930, comprobó que en muchos casos introduciendo larvas de Dípteros del Género *Calliphora* en llagas purulentas se obtenía una rápida curación. Esto que parece un contrasentido se debía a que las larvas eliminaban las partes contaminadas y putrefactas de los tejidos. Pero además demostró que inyectando debajo de la piel cerca de las llagas un filtrado estéril de larvas destruidas, se obtenían rápidas curaciones especialmente en la osteomielitis crónica. Se averiguó que las larvas producen ciertos principios muy activos contra los *Estreptococos piógenos* y los *Estreptococos aureus*.

Clasificación y biología

Cuando existe animales de diferencias constantes en algún carácter estructural o definido hablaremos de diferentes especies, que se agrupan en géneros. Un género es una reunión de especies, que tienen caracteres en común. Los géneros, a su vez, se agrupan en familias, cuyos componentes comparten caracteres muy importantes. Un orden lo forman las familias que muestran caracteres importantes que las relacionan formando un conjunto natural. Los ordenes forman la clase y estas se agrupan en un Phylum. Existen categorías intermedias como la sub y la superfamilia y dentro del orden está el suborden.

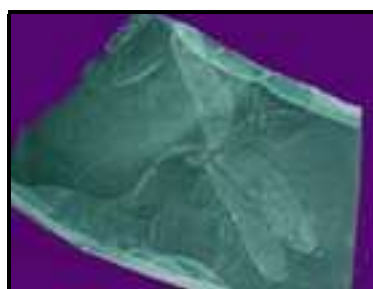
Quedando esquemáticamente de la siguiente manera:

Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: -----
Suborden: -----
Superfamilia: -----
Familia: -----
Subfamilia: -----
Género: -----
Especie: -----

Filogenia de los artrópodos

Existen muchas dudas sobre la evolución filogénica de los insectos. En cambio, desde el descubri-





Libélula fosilizada



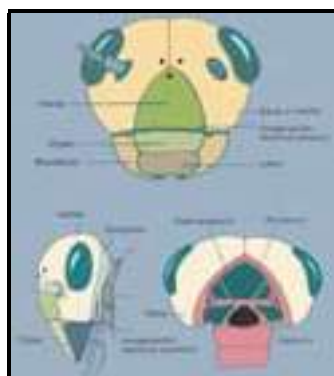
Corte longitudinal de un insecto



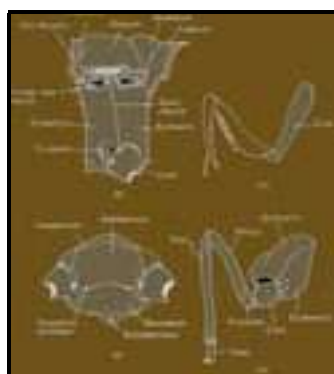
Topografía de la Venación alar y las celdas correspondientes



Tipos de sáculos presentes en los insectos



Estructura de la cápsula cefálica de un insecto



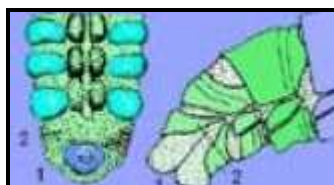
Tórax y patas de un insecto

miento del C14 se han conseguido considerables avances cronológicos. Los fósiles de los insectos que vivieron en períodos geológicos millones de años anteriores a la era humana, demuestran las vicisitudes por las que atravesaron éstos, en medios incompatibles para cualquier otra especie animal.

El nivel de desarrollo de la fauna entomológica es variable y difícil de valorar por criterios humanos. Muchas especies de hormigas, abejas y termitas de tendencias sociales, muestran un alto grado de eficiencia en sus laboriosas construcciones, movi-

das por alguna inexplicable fuerza, definida como instinto, si no es por facultades de razón e inteligencia. Darwin reconoció que la existencia de castas estériles entre los insectos sociales planteaba dificultades a la teoría de la selección natural.

La fauna entomológica actual es una pequeña parte del total de los que vivieron en los 350 millones de años atrás y que han sobrevivido durante todo ese tiempo, sin sufrir modificaciones tan marcadas como en otros seres vivientes. Pero han sabido adaptarse para



Segmentos del extremo abdominal. 1º ano; 2º periprocto



Sección transversal esquemática de un insecto



Tipos de neuronas de insectos: 1º. Monopolar; 2º. Bipolar; 3º. multipolar

soportar todas las condiciones del planeta, y posiblemente hayan podido adquirir especializaciones y adaptaciones que desconocemos

Se sabe poco acerca del origen de los insectos alados y su vuelo; existen hipótesis que explican la aparición de las alas, resultando la teoría más probable la paránotal. El Pérmico fue un período de abundante irradiación entre los insectos alados. En teoría también se supone que los antepasados de los insectos alados fueron acuáticos y en un anterior estado de su evolución las alas estuvieron más relacionadas con exhibiciones sexuales o de regulación de la temperatura que con el vuelo.

Un logro evolutivo fue su capacidad de utilizar el material vegetal, siendo que las plantas aportan, por lo general, sustancias alimenticias de menor valor nutritivo que la alimentación proveniente de animales. Es más, los insectos fitófagos suelen ser menos eficientes a la hora de transformar su dieta en sustancias corporales propias, que los insectos carnívoros. Por ello, aunque el hábito fitófago es muy frecuente, es el modo de vida principal o dominante en tan sólo nueve órdenes de insectos, frente a los veinte o más que se alimentan básicamente de animales y son carroñeros sobre materia orgánica en descomposición o microorganismos.

Fundamentos morfoanatómicos comunes de los insectos

La cutícula forma el exoesqueleto y la componen tres capas: La epicutícula, la exocutícula y la endocutícula.

El cuerpo de los insectos está formado por veinte segmentos primitivos.

La cabeza presenta la cápsula cefálica y los apéndices. El exterior de la cabeza está formado por varios escleritos soldados, constituyendo así una cápsula dura, en el dorso se encuentra la sutura epicraneal.

Las antenas se encuentran en la cabeza y son estructuras pares.

El tórax, se divide en tres segmentos: protorax, mesotórax y metatórax. Las patas están unidas al tórax y se dividen, normalmente, en cinco segmentos: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso.

Las alas no están presentes en todos los insectos. No están presentes en los ápteros y en algunos Pterygota, han perdido sus alas en el curso de la evolución.

En las venas alares se encuentran vasos sencillos, y también en las patas, pero la circulación es a baja presión a través de las cavidades sanguíneas. Los movimientos de las alas están producidos por la actividad de tres conjuntos de músculos alares; los directos, los indirectos y los accesorios indirectos.

El abdomen está dividido en doce segmentos fácilmente reconocibles en el embrión y dificultoso en los estados postembrionarios. En el macho el segmento genital es el noveno abdominal. En la hembra consiste en una abertura por debajo del 7º u 8º esternón

Los músculos de los insectos, tanto los esqueléticos como los viscerales, son estriados en todos los casos. Los músculos son mucho más poderosos que los de los vertebrados. El poder muscular relativo debe incrementarse según disminuye el tamaño del animal. En los insectos que pueden volar activamente, los músculos del vuelo son muy ricos en mitocondrias, muy grandes y provistas de crestas con muchos pliegues, que proporcionan una gran área superficial para el rápido intercambio de metabolitos entre el sistema enzimático mitocondrial oxidativo y el citoplasma general del músculo.

El Sistema circulatorio. La sangre o hemolinfa es el único líquido extracelular de los insectos. Es clara, sin color o de un amarillo verdoso muy pálido y está formada por plasma líquido, en el que se encuentran en suspensión flotando células ameboides que son los glóbulos sanguíneos. El plasma está formado por un 85% de agua, normalmente con un pH de 6,4 a 6,8 y contiene aminoácidos, proteínas, grasas, azúcares y sales inorgánicas.

El tejido nervioso está formado por dos tipos principales de células: las neuronas o nerviosas y las no nerviosas. El sistema nervioso se divide en sistema nervioso central, visceral y periférico.

Órganos de los sentidos y percepción

La percepción sensorial se realiza por medio de estructuras llamadas receptores o sensilos. Se pueden clasificar en:

- Mecanorreceptores, tacto, tensión y peso
- Auditivos, receptores de sonidos
- Quimiorreceptores, receptores de olores y sabores
- Receptores de humedad y temperatura
- Fotorreceptores u órganos visuales

Mecanorreceptores, tacto, tensión y peso. Son estímulos que actúan sobre la cutícula o en la proximidad de un sensilo. Son útiles en el equilibrio de vuelo y registran los cambios de tensión cuticular.

Auditivos, receptores de sonidos. Los órganos timpánicos son más sensibles a los sonidos de determinadas frecuencias, en tanto que las mariposas son sensibles a frecuencias ultrasónicas. La onda es importante sólo en tanto pueda caer dentro de la gama auditiva del insecto. En los insectos también existe algún grado de discriminación de frecuencias.

Quimiorreceptores, receptores de olores y sabores. Los receptores olfatorios están situados en las antenas y en ocasiones en los palpos. Cada receptor posee una cutícula, que suele ser de muy poco espesor y perforada por diminutos orificios, enervadas por neuronas bipolares. Los diversos tipos de receptores se han clasificado en; tricoideos, basiconicos, celocónicos y placoideos. Estos receptores pueden ser numerosos y juegan un papel muy importante en la vida del insecto. Algunas hembras son atraídas por aromas a los lugares que son adecuados para la puesta y el desarrollo de las larvas, aunque algunos insectos fitófagos son atraídos hacia su planta huésped gracias al olor de aceites esenciales contenidos en ella.

Los receptores gustativos son probablemente basiconicos o tricoideos. Se encuentran en la superficie de la cavidad preoral y en las piezas bucales y en los tarsos de muchos lepidópteros, con sus receptores tarsales, distinguen soluciones de sucrosa con sensibilidad casi 200 veces superiores a la de la lengua humana.

Si un insecto no es disuadido por su contacto sensorial inicial, empezará a alimentarse. Los jugos que ingiere de la planta contienen sustancias que estimulan los receptores de la superficie interna de las piezas bucales y de la cavidad preoral.

Los palpos maxilares de las larvas de lepidópteros también llevan sensilos olfativos, así como receptores gustativos estilo cónicos que se estimulan en contacto con la planta o con los jugos que ésta

exuda. Pueden existir cuatro células sensoriales asociadas con cada uno de los sensilos gustativos de un palpo y cada una de ellas responde a sustancias diferentes tales como sales, aminoácidos, fructosa, inositol o a diversas sustancias secundarias de las plantas.

Diferentes células pueden responder a una misma sustancia, pero con diferentes niveles de sensibilidad, y en cierto número de orugas de lepidópteros existen receptores sensibles a disuasivos que responden a diversos tipos de éstos con composiciones químicas distintas, tales como quinina, pilocarpina y azadiractina.

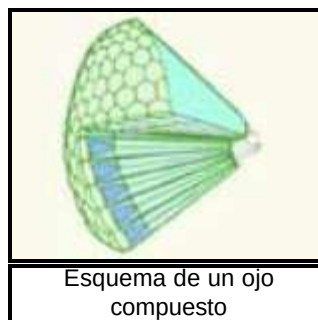
El sentido del olfato juega un papel muy importante en la vida de los insectos; pues muchos cambios de comportamiento y de desarrollo están producidos por feromonas.

Las feromonas sexuales mejor conocidas son los atrayentes sexuales liberados por muchas hembras de Lepidóptera para atraer a los machos a su inmediatez. En general estos atrayentes son producidos por glándulas epidérmicas en el abdomen de la hembra y forman un halo de aroma que se expande con el viento.

Algunas larvas lepidópteras pueden distinguir los olores de aceites esenciales diferentes con los sensilos de sus antenas. Estos sensilos llevan células receptoras de olores, con potenciales de acción diferentes de unas células a otras. Cuando se percibe un olor cada célula puede aumentar o disminuir su actividad, con lo que genera un impulso nervioso que altera el modelo de impulso sensorial del cerebro. Se realiza a través de células sensoriales con espectros de estímulos solapados, que se debe distinguir de los receptores sensoriales más especializados, que responden a feromonas específicas.

Receptores de humedad y temperatura. Algunos tienen en las antenas receptores de temperatura que son sensibles a cambios menores de 0.5°C. Los receptores de humedad se pueden encontrar en las antenas, palpos maxilares y tarsos, aunque se conoce relativamente poco de su estructura y de su fisiología. Se conocen pocos insectos que reaccionen al calor radiante. Muchos insectos reaccionan a diferencias atmosféricas de humedad, ya sea mostrando una preferencia por ciertas humedades.

Fotorreceptores u órganos visuales. Algunos insectos, pero no todos, poseen visión de los colores, aunque diferentes especies pueden distinguir entre diferentes conjuntos de colores, y se sabe que muchos insectos son capaces de percibir la radiación ultravioleta, invisible para el hombre.



En los insectos hay dos tipos de fotorreceptores: ocelos u ojos simples y ojos compuestos. Ambos tipos de ojos se encuentran en el mismo insecto, pero pueden faltar uno u otro.

Los ocelos son incapaces de formar una imagen, pero pueden percibir cambios en la intensidad luminosa, actuando como mediadores de la respuesta a la luz, pudiendo ser capaces de percibir movimientos y poder orientarse hacia el foco de luz y pudieran también apreciar el color. Los ocelos son reemplazados por los ojos compuestos cuando la larva sufre la metamorfosis.

Los ojos compuestos están caracterizados por la córnea dividida en facetas o lentes, usualmente de forma hexagonal. Cada faceta es parte de una estructura visual independiente u omatidio. El número de facetas u omatidios en un ojo compuesto se aproxima a 20.000 en algunas libélulas, a 12.000 en muchos Lepidóptera y 4.000 en Musca.

Cada omatidio tiene una cubierta transparente, la cornea, y un cristalino que concentra la luz en un fotorreceptor sensible, el rhabdoma. Cada receptor recibe luz sólo de una pequeña parte del campo visual y forma una pequeña imagen invertida. De este modo, el receptor muestra la intensidad luminosa promedio de esa zona. Todos los omatidios en conjunto producen una imagen compuesta o imagen en mosaico. Una vaina de células pigmentadas rodea cada omatidio. La formación de imagen se justifica por la teoría de la visión en mosaico. Las pequeñas zonas normalmente difieren en intensidad y juntas producen una imagen compuesta de puntos claros y oscuros, parecida a una fotografía de periódico al ser aumentada con una lupa.

Aunque hay insectos que detectan rápidamente el movimiento de los objetos, la agudeza de su visión es muy inferior a la del hombre.

Los ojos de los artrópodos suelen adaptarse a diferentes intensidades de luz. En los insectos de hábitos nocturnos o crepusculares y en muchos crustáceos, los pigmentos pueden migrar proximal y distalmente. Cuando el pigmento está en la posición proximal, cada omatidio queda aislado de su vecino, y sólo la luz que entra directamente a lo largo de su eje puede estimular los receptores. Si el pigmento está en la posición distal, la luz que incide a cualquier ángulo puede atravesar varios omatidios y estimular muchas unidades retinianas. Como resultado, la sensibilidad del ojo aumenta en la luz

tenue, y el ojo es protegido de la estimulación excesiva en la luz brillante. La migración pigmentaria está bajo control neural.

La claridad y definición de la imagen dependen de cuantos puntos hayan por unidad de área; cuantos más puntos, tanto mejor será la imagen. Lo mismo ocurre en el caso del ojo compuesto. La imagen percibida por el animal es probablemente mucho mejor en calidad de los que podría sospecharse con base en la estructura de ojo compuesto.

Numerosos insectos son capaces de percibir el plano de vibración de la luz polarizada. Aunque el ojo compuesto solo puede formar imágenes aproximadas, compensa ese hecho con su capacidad de seguir destellos o parpadeos de frecuencia elevada. Las moscas pueden detectar parpadeos hasta unas 256 veces por segundo; en cambio el ojo humano sólo puede detectar de 45 a 53 por segundo; para nosotros los destellos con frecuencia mayor los percibimos como si las imágenes tuvieran un movimiento uniforme, y la luz de una lámpara incandescente como si fuera continua. Para un insecto estos bajos umbrales les obliga a un constante parpadeo. La ventaja del elevado umbral de fusión de destellos crítico de los insectos es que permite la detección inmediata de cualquier movimiento de una presa o un enemigo. El ojo compuesto es una adaptación importante para el modo de vida de los artrópodos.

Los ojos compuestos son distintos del ojo humano en otros dos aspectos. Son sensibles a longitudes de onda de luz en el intervalo del rojo al ultravioleta. En consecuencia, un insecto ve bien la radiación ultravioleta y su mundo de color es muy distinto del nuestro. Dado que diversas flores reflejan la radiación ultravioleta en distintos grados, dos flores que para nosotros parecen de color idéntico pueden ser del todo distintas para los insectos.

Competencia

Cuando la población tiene una densidad pequeña los efectos de la depredación, parasitismo y competencia por el espacio y alimento son menos y la población como respuesta tiene un crecimiento más rápido.

Cualquier recurso es limitado y puede convertirse en tal si la población aumenta de tamaño. Para demostrar la competencia es necesario demostrar que la mortalidad aumenta a medida que la densidad de población por unidad de recurso aumenta. Habitualmente se distinguen dos formas de competencia: competencia intraespecífica, que se da entre los miembros de una misma especie, y competencia interespecífica, que se da entre los miembros de dos o más especies. Ambos tipos se pre-

sentan a la vez.

La competencia intraespecífica es de dos tipos: La competencia por explotación, cada individuo que compite recibe una parte aproximadamente igual al recurso que disminuye. En la competencia por disputa, por otro lado, el recurso limitado está desigualmente repartido entre los individuos que compiten, de manera que unos no reciben nada y otros están plenamente satisfechos. Esto puede darse, cuando hay un número limitado de lugares de puesta o de pupación o de zonas en las que puede darse el acoplamiento. Si los recursos son más o menos constantes en cantidad o número, la competencia por disputa tenderá a estabilizar el tamaño de la población y, en general, se puede distinguir de la competencia por explotación.

La teoría de la competencia interespecífica sugiere que si dos o más especies tienen requerimientos ecológicos idénticos no serán capaces de existir juntas; una de ellas desalojará a las otras, de forma que la especie triunfadora ocupará eventualmente ese nicho ecológico particular.

Un principio de exclusión competitiva es que cuando dos o más especies parecen coexistir en el mismo hábitat general, en realidad ocupan nichos ecológicos más o menos diferenciados, de forma que los recursos del hábitat son de hecho repartidos entre las diversas especies que lo ocupan.

El nicho ecológico

Es la posición relativa de un organismo dentro de la comunidad o ecosistema. El comensalismo es la relación en la cual dos especies viven juntas habitualmente y una de ellas (llamada comensal) obtiene beneficios de la asociación, mientras la otra no es perjudicada.

Insectos parasitoides

El término parasitoide hace referencia a un tipo especial de parasitismo que es característico de muchas especies de insectos y que se diferencia de las formas típicas de parasitismo por tres características:

1º únicamente se puede considerar que son parásitos los estados larvarios del parasitoide, que además tienen adaptaciones típicas en su forma de vida; los adultos no difieren fundamentalmente de las especies de vida completamente libre, salvo en su comportamiento de puesta;

2º la larva suele matar a su huésped, que en general es otra especie de insecto y más raramente otro pequeño invertebrado

3º el parásito es relativamente grande con relación al huésped.

Incluso en los parasitoides más típicos que se alimentan en el interior del huésped, la larva, una vez que se ha alimentado de la sangre y del cuerpo graso, devora otras vísceras, por lo que podría considerarse un predador interno.

Existen varios tipos de infestaciones por parasitoides. El parasitismo primario implica el ataque a huéspedes de vida libre, mientras que los hiperparásitos atacan los estados inmaduros de especies que a su vez son parásitos y pueden ser parásitos secundarios o incluso terciarios.

Órdenes de interés en entomología forense

Dípteros

Los Dípteros, se dividen en tres Subórdenes: Nematóceros, Braquíceros y Ciclorrafos. Dentro del Suborden Ciclorrafos, existen dos grandes grupos o Súper familias los Asquizos y los Esquizóforos.

Su ciclo vital puede ser muy corto, incluso menos de una semana, en condiciones óptimas para ellas, aunque depende de las especies. Las Ciclorrafos pueden tener varias generaciones al año, pero muchas otras pueden tener una sola generación al año.

Las especies de interés en Entomología forense son: Los óridos, perteneciente a la Súper familia de los Azquinos. Y dentro de los Esquizóforos: Piofílidos, Drosophilidos, Califoridos y Musca doméstica.

Coleopteros

Dentro de este Orden las principales familias son Catópidos, Cléridos, Derméstidos, Escarabeidos, Estafilínidos, Histéridos, Nitidúlidos, Ptilidos, Sílidos, Tenebriónidos. No todos ellos intervienen en el proceso de descomposición directamente, sino que será este Orden de insectos el que se adaptará mas que los otros al lugar donde esté depositado el cadáver o de donde venga, ante un posible traslado. También pueden intervenir sobre la población del resto de insectos que intervengan en el cadáver.

Los Coleopteros Necrophorus se ven relativamente poco, pero son fáciles de atrapar mediante cebo. Si enterramos un recipiente con el cadáver de un animal dentro o un trozo de carne sin llenar el bote al cabo de dos o tres días es probable que se encuentren en el bote algunos escarabajos enterradores.

Estos vuelan de noche en busca de un cadáver de animal. Su sentido del olfato está altamente desarrollado y probablemente olfatean la carroña a cientos de metros de distancia. En el curso de una noche pueden reunirse numerosos enterradores.

A los 5 días salen las larvas, mientras la madre hace un agujero en la superficie del cadáver y vomita dentro secreciones intestinales, la sustancia de la carroña se diluye y forma una papilla. Unos siete días después las larvas ya han crecido y van a pupar al suelo. Mientras tanto la madre permanece en la cripta y defiende la puesta de cualquier intruso, por ejemplo insectos carroñeros o depredadores. Los enterradores llegan a una relación directa entre la descendencia, lo cual es muy raro entre los insectos, a excepción de los sociales.

Lepidópteros

De mucha menor trascendencia que los Ordenes anteriores, destacables algunas especies de la familia Teneidos.

INTRODUCCIÓN A LA ENTOMOLOGÍA CADAVERICA

En los cadáveres expuestos al aire libre se desenvuelven miríadas de gusanos; de este hecho deriva precisamente la etimología de la palabra CADÁVER formada por la sílaba inicial de tres voces latinas: CARO-DATA-VERNibus (Carne-Tiempo - Gusanos).

Introducción

En 1886 Francia es el país de origen de la Entomología forense, cuando sus tribunales solicitaron la colaboración de los naturalistas para fijar la fecha de la muerte de individuos cuyos cadáveres habían sido ocultados y posteriormente descubiertos por la policía. Las primeras referencias aparecen en Anales de Higiene y Medicina Legal. En 1894 el entomólogo Pierre Mégnin del Muséum National d'Histoire Naturelle de París publica su obra 'Lafaune des cadavres: Application de l'Entomologie á la Médecine légale'. En ese momento se forma un grupo de estudio en el que se encuentran el propio Mégnin y otros dos autores, el profesor Brouardel y su alumno el doctor Yovanonitch, de la Facultad de Medicina de París.

Resulta de suma importancia el estudio de los insectos necrófagos, así como las sucesiones de especies a lo largo del proceso de descomposición del cadáver, siendo el objeto de la entomología

forense. Especialidad poco desarrollada y que sin embargo puede aportar pruebas cruciales en la resolución de investigaciones criminales. El problema reside en la realización de estudios entomológicos pormenorizados en diferentes regiones geográficas, ya que, en la mayor parte de los casos, los datos obtenidos en una región no son válidos en otra.

Insectos necrófagos

Los saprófagos se alimentan de materia muerta o de desechos, de este modo la materia orgánica pasa a otros niveles de organismos a través de las cadenas tróficas.

Según Putman la descomposición se puede definir como el proceso mediante el cual un organismo o derivados del mismo se llegan a fraccionar en las partes o elementos que lo componen, el resto animal se habrá desintegrado gradualmente hasta que sus estructuras ya no sean reconocibles y sus complejas moléculas orgánicas se hayan fragmentado. Es éste un proceso que comporta la liberación de energía y la mineralización de los nutrientes químicos convirtiendo los elementos orgánicos en inorgánicos.

Fases del proceso

- El proceso de destrucción es la fase inicial de la descomposición, se produce el fraccionamiento del resto orgánico, así al final de éste se convierte en partículas, jugando un importante papel los factores abióticos y los bióticos.

- En una segunda fase, a continuación, se producirá la degradación de la materia orgánica, produciéndose la desintegración de las pequeñas partículas en moléculas dando como productos finales CO₂, H₂O y sales minerales.

Flujo de energía

Los grupos de invertebrados que intervienen en los procesos de descomposición de restos orgánicos pertenecen a grupos taxonómicos muy variados. En su mayoría son grupos de animales ligados al medio edáfico y que poseen tamaños muy dispares. Su clasificación será acorde a su talla:

- **microfauna** cuando tienen menos de 100 mm
- **mesofauna** cuando su tamaño oscila entre 100 mm y 200 mm
- **mesofauna** cuando superan esta talla.

Todos estos grupos son los responsables de la trituración y fragmentación de los restos animales,

interviniendo en lo que hemos denominado fase de destrucción.

Gracias a la acción de los artrópodos durante la fase inicial de fragmentación, los restos orgánicos pueden ser degradados.

La entomofauna de los cadáveres

Para entender los procesos de degradación y reciclaje de cadáveres, debemos de tener presente que son medios abundantes en materia orgánica y que participan de unas condiciones micro climáticas especiales. Los cadáveres representan no sólo una rica fuente de energía, sino un hábitat muy especializado que es explotado por una entomofauna también muy especializada en la mayoría de los casos. Esta fauna obtiene alimento en estos acúmulos orgánicos, bien directamente como en el caso de los coprófagos y necrófagos, bien indirectamente como en el caso de los predadores.

La comunidad de artrópodos que intervienen en un cadáver forma el conjunto de todos ellos una unidad perfectamente definida a la vez que limitada en el espacio y tiempo. Los cadáveres presentan una serie de características que influyen en la composición y dinámica del conjunto de especies que los utilizan. Estos medios constituyen por tanto verdaderos microhábitats dentro del ecosistema en el que se encuentran depositados, formando en conjunto un sistema parcheado de unidades ricas en nutrientes, por lo que pueden soportar elevado número de especies. Son por otra parte microhábitats que se caracterizan fundamentalmente por sus sucesiones biocenóticas, pudiéndose considerar como micro ecosistemas que se dirigen hacia su total destrucción gracias a la acción de los animales que se van sucediendo en el tiempo.

Por otra parte, el número de individuos que se encuentran en cada una de las unidades puede variar enormemente, produciéndose una distribución agregada cuya consecuencia sea el que pueda coexistir un amplio número de especies en un mismo ecosistema. Sirva como ejemplo el que sólo en un cadáver de conejo pueden encontrarse mas de 100 especies de artrópodos pertenecientes a 16 ordenes y 48 familias, si bien son las larvas de



califóridos y en menor grado las de sarcófagidos, múscidos y derméstidos las responsables directas de su descomposición.

La fauna de artrópodos que interviene en los procesos de descomposición de cadáveres es descomponedora y de su acción se deriva el que otros organismos como bacterias y hongos actúen más tarde en el proceso de degradación.

Las larvas de moscas y otros insectos producen la licuefacción de los tejidos de los cadáveres preparando indirectamente el sustrato para la intervención de microorganismos descomponedores incluso las larvas minadoras y la acción de remover favorecen la presencia de microorganismos aerobios. Así pues, la acción de los necrófagos y coprófagos es complementaria de la acción de los organismos verdaderamente descomponedores que son los microorganismos.

Los vertebrados carroñeros adquieren importancia igual o mayor que los artrópodos descomponedores. Los vertebrados carroñeros actúan sobre el cadáver al igual que lo hacen los depredadores sobre sus presas, no implicándose en los procesos de descomposición. En los ecosistemas templados, dependiendo de la estación del año, los cadáveres pueden ser destruidos por los vertebrados carroñeros como zorros, lobos, perros. Durante el verano los artrópodos descomponedores pueden utilizar en mayor medida los cadáveres, las altas temperaturas provocan la descomposición antes de ser localizados por los vertebrados carroñeros.

Esta competencia entre vertebrados y artrópodos se establece en todos los cadáveres. Existen pocas diferencias entre una presa que acaba de ser cazada y el cadáver de un animal que acaba de morir. El proceso que ocurre en un cadáver en putrefacción es muy diferente, al tratarse de materiales específicos que soportan una entomofauna también muy determinada. Al igual que también existen diferencias entre la fauna de excrementos de carnívoros y los de herbívoros, debido a que la composición de nutrientes es totalmente distinta. Mientras en los excrementos de herbívoros existe un alto componente de materia vegetal no digerida, el sistema digestivo de carnívoros es mucho más eficaz y los excrementos contienen menos materia aprovechable, de ahí que la fauna que acude a este tipo de heces sea más pobre.

Descomponedores de cadáveres

La fauna de artrópodos descomponedora que acude a los cadáveres varía de acuerdo con el medio y las condiciones ambientales. En los ecosistemas templados los grupos dominantes son dípteros y coleópteros y su acción sobre el cadáver

acelera en gran medida el proceso de descomposición. No obstante el grado de actuación de estos animales descomponedores varía con la ubicación espacial del cadáver y la profundidad a que esté enterrado, observándose que el número de insectos es inverso a la profundidad que se encuentre el cadáver.

Los insectos que colonizan un cadáver lo hacen de forma secuencial y la naturaleza y duración de la descomposición depende de las condiciones climáticas y edáficas donde se encuentre el cadáver. En la descomposición de un cadáver se pueden distinguir cinco fases:

- Inicial (en la que intervienen sólo microorganismos ya presentes en el cuerpo).
- Putrefacción,
- Putrefacción negra
- Fermentación butírica
- Fermentación seca

Siendo paulatinamente mayor la duración de cada una de ellas en una misma estación.

La colonización de cadáveres por parte de la entomofauna necrófaga es ordenada. Los primeros en llegar son los dípteros califóridos y múscidos que acuden a las pocas horas a depositar los huevos. Posteriormente, son los dípteros sarcófagidos que junto con especies de los dos grupos anteriormente mencionados, depositan sus larvas o huevos sobre el cadáver. Los principales predadores de estas larvas son los coleópteros estafilínidos, histéridos y sílfidos, si bien todos ellos son también necrófagos. Cuando las vísceras comienzan a descomponerse, acuden a las partes líquidas los dípteros fóridos, drosofilidos y sírfidos. Por último, las larvas o adultos de coleópteros derméstidos, escarabeidos y cléridos comen las partes queratinizadas y las orugas de tineidos Lepidoptera se alimentan de los pelos y plumas restantes.

Hay que tener presente que los patrones de reparto de recursos tróficos dentro de un cadáver varían geográficamente, teniendo cada localidad su propio conjunto de especies de artrópodos que intervienen en los procesos de descomposición de cadáveres, ya que a excepción de algunas especies cosmopolitas, cada región presenta su propia entomofauna necrófaga especializada. No obstante, los niveles taxonómicos superiores se mantienen constantes en todo el mundo.

Los insectos descomponedores de cadáveres por excelencia son los dípteros fundamentalmente las

familias Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae. Si bien los adultos pueden alimentarse de los fluidos del cadáver, son las larvas los organismos verdaderamente descomponedores gracias a las secreciones enzimáticas que producen y que ocasionan la lisis de los tejidos que actúan de caldo de cultivo para los microorganismos. La importancia de los dípteros se centra fundamentalmente en los meses de verano y otoño como consecuencia de su fenología, pudiendo tener mayor importancia los coleópteros durante parte de la primavera. El ciclo de vida de la mayoría de las especies de dípteros es similar.

Las hembras de califóridos y múscidos ponen numerosos huevos sobre la superficie de los cadáveres recientes, generalmente alrededor de orificios naturales, facilitando de este modo la penetración hacia el interior. Por el contrario, las hembras ovovivíparas de los sarcófágidos son menos fecundas y no depositan todas sus larvas en el mismo cadáver, sino que las distribuyen equitativamente entre varios. El desarrollo larvario es muy rápido (3-4 días durante los meses estivales) y la pupación se hace fuera del cadáver, generalmente en el suelo bajo el mismo o en zonas cercanas. Tras un periodo que varía generalmente entre 10 y 30 días emergerán nuevos adultos que iniciarán el ciclo.

En los cadáveres se produce una sucesión de especies de dípteros en el tiempo, que ha sido utilizada en estudios de entomología forense, ya que la rápida colonización de los cadáveres por parte de los imagos y los predecibles patrones de crecimiento de sus larvas, les hacen ser buenos indicadores estimativos de los intervalos postmorte. Así, pueden dar información sobre el lugar, momento y condiciones en los que se encontraba el cuerpo antes de ser hallado. Los primeros dípteros en acudir al cadáver son los de mayor tamaño: califóridos seguidos de sarcófágidos y múscidos. Los adultos de las familias de menor tamaño como Psychodidae, Scatopsidae, Sciaridae, Phoridae, Sepsidae y Sphaeroceridae acuden a los cadáveres en su última fase de la descomposición, tras el abandono del cadáver por parte de los primeros colonizadores.

Un hecho a tener en cuenta es que muchas especies que se desarrollan sobre cadáveres, pueden vivir también sobre heridas de animales y personas provocando las conocidas miasis. La palabra miasis procede del griego myia = mosca y se refiere a la infección de animales vertebrados vivos por larvas de dípteros que se alimentan durante cierto tiempo de los tejidos vivos o muertos de su hospedador, o de la comida por él ingerida. Probablemente uno de los ejemplos mas conocidos por sus implicaciones económicas y medicoveterinarias es el de *Cochliomyia hominivorax*, Díptera



Callifora, cuyas larvas se desarrollan sobre heridas de animales y humanos, pudiéndoles provocar la muerte.

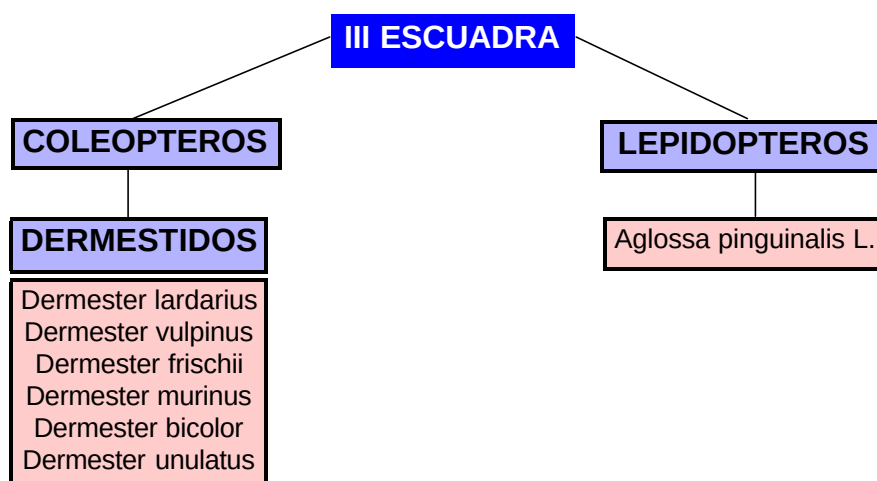
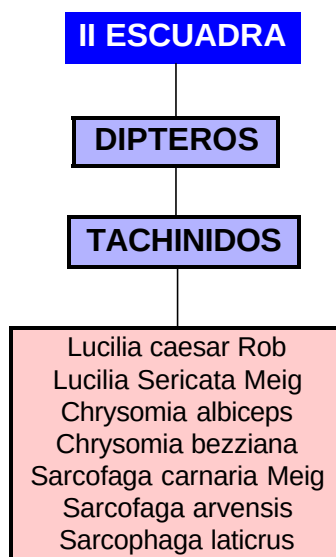
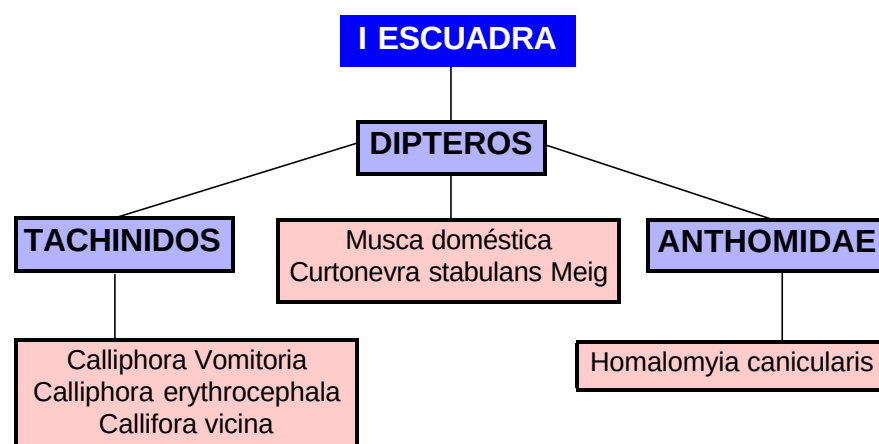
En cuanto a los coleópteros, son los Silphidae el grupo con una mayor incidencia en la destrucción de los cadáveres, siendo en algunos ecosistemas su acción comparable a la que

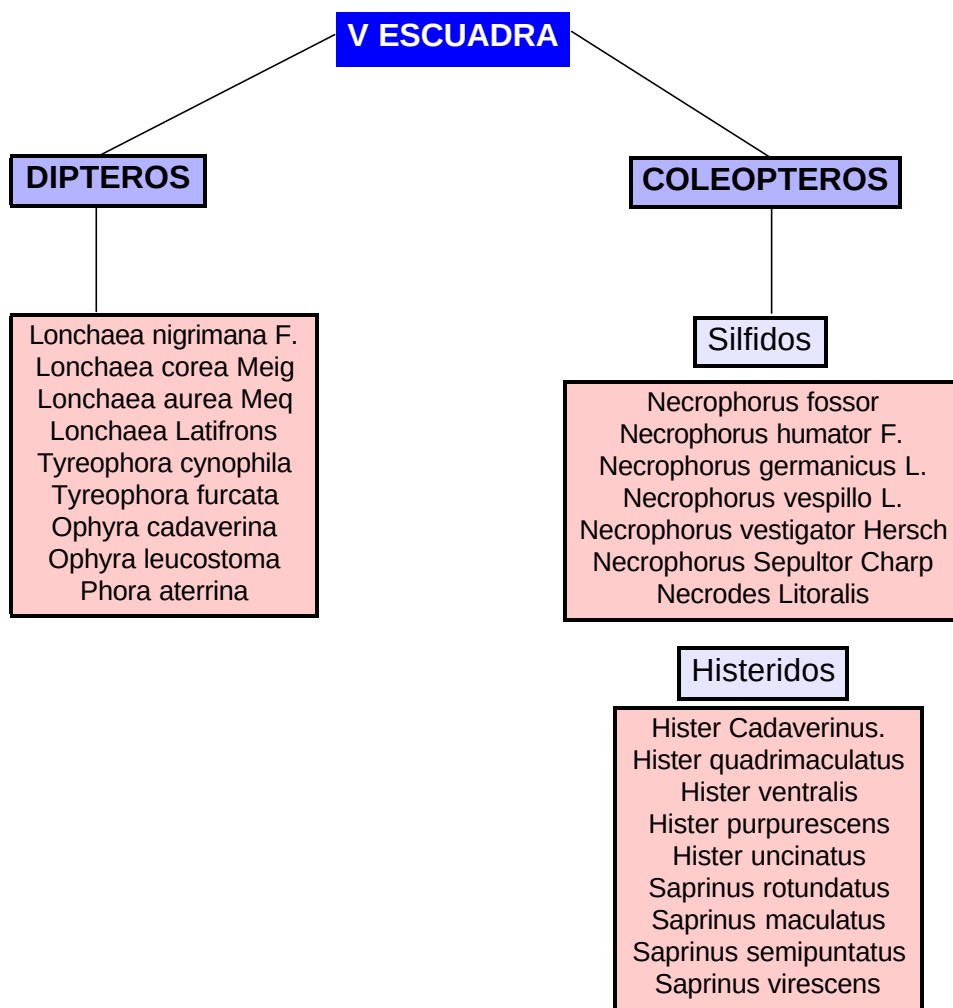
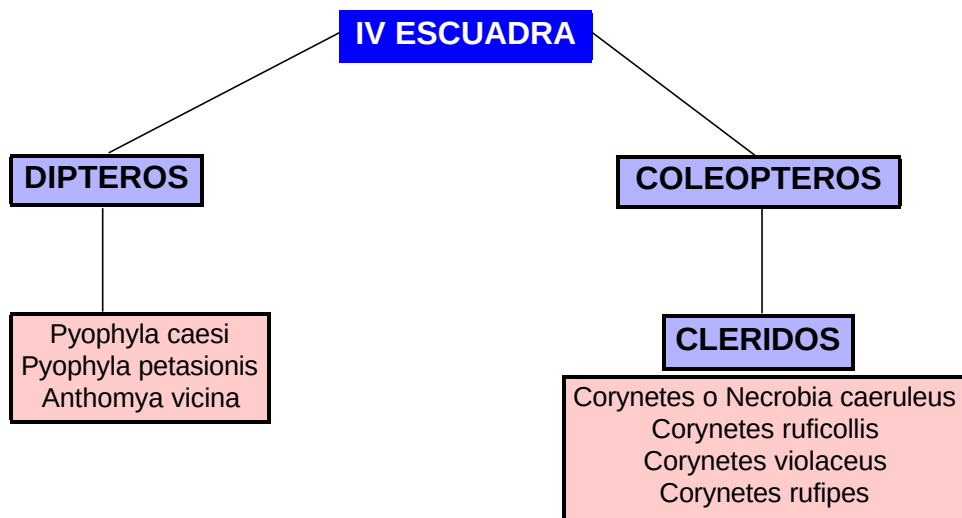
pueden ejercer los dípteros. Son un grupo de coleópteros perfectamente adaptados a vivir en la carroña, completando en la misma todo su ciclo biológico. Los adultos forman galerías debajo del cadáver, entierran en una cámara el cadáver y a continuación eliminan las plumas o pelos que incorporan a la cámara de cría, forma una bola nido y finalizan por depositar los huevos en estos acúmulos enterrados.

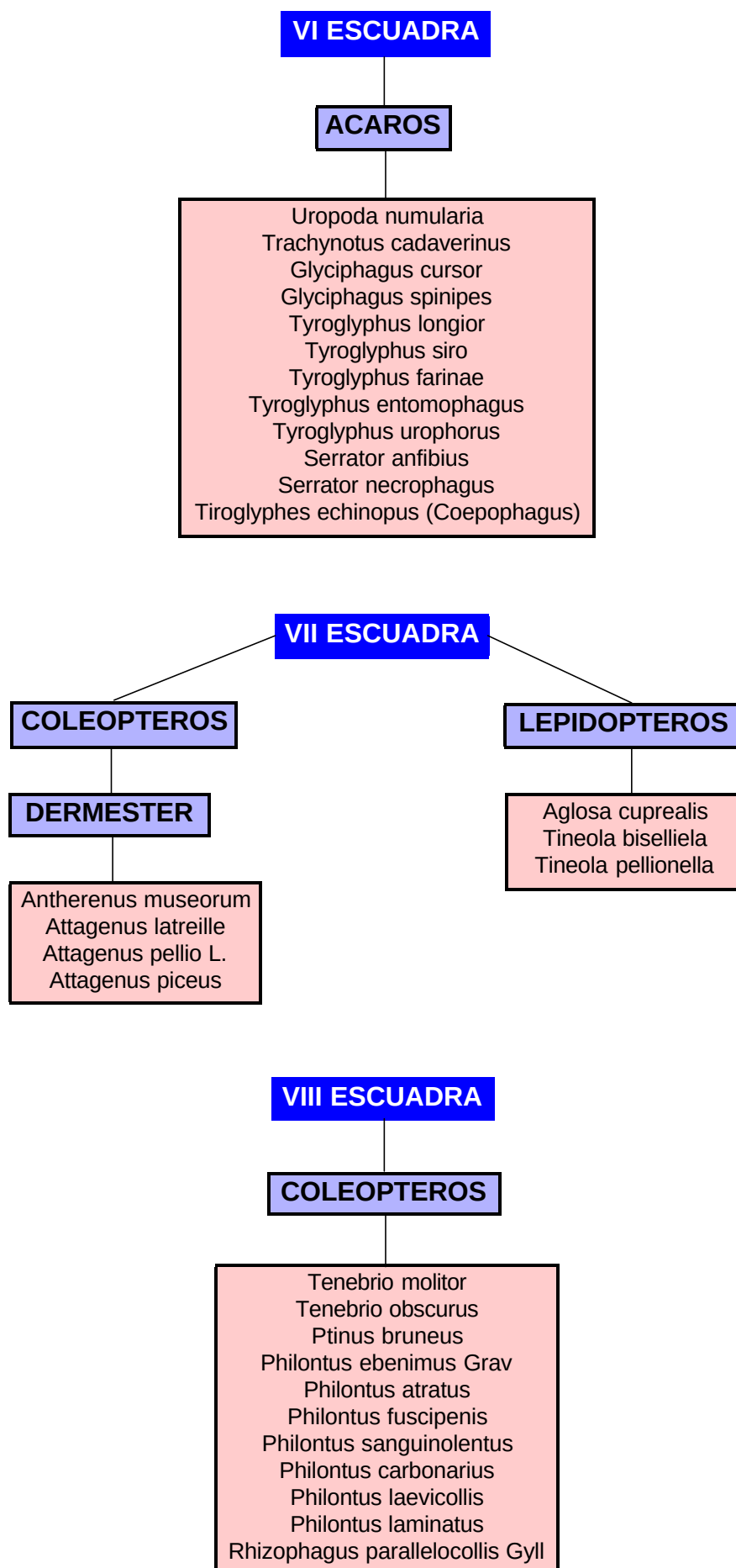
De este modo se aseguran la supervivencia de la descendencia al evitar la depredación y la competencia. En esta operación intervienen tanto el macho como la hembra que continuarán cooperando y proporcionando cuidados parentales a las larvas hasta que estas llegan al estado de ninfa. En ocasiones pueden desplazar varios metros partes del cadáver con el fin de enterrarlo en lugares con suelo más propicio.

Por último debemos señalar la importancia que tienen las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en ecosistemas de regiones cálidas y tropicales. Las obreras localizan rápidamente el cadáver y transportan en un tiempo muy breve los restos del mismo hasta sus nidos con fines alimenticios.

CLASIFICACIÓN DE LAS ESCUADRAS DE LA MUERTE DE PIERRE BEGNIN







Dípteros(di, dos; pteron, alas).

Insectos de dos alas. Insectos desde diminutos hasta grandes, con alas posteriores reducidas, quedando un sólo par de alas membranosas. Piezas bucales modificadas para chupar, perforar o taladrar.



Muchos dípteros se parecen a las abejas y avispas como resultado de una adaptación imitativa, observándolas detenidamente veremos dos alas. Las moscas verdaderas constituyen un orden grande y de gran importancia económica.

Este Orden de insectos ha sabido aprovechar una amplia gama de alimentos desde materia en putrefacción, néctar, sangre. Con una forma tan variable de alimentación, incluso en la propia especie como en la de algunos Tábanos las hembras se alimentan de sangre y los machos de néctar. Lo que tienen en común todos los dípteros es que se alimentan todos de líquidos, aunque exista una gran variación en los hábitos alimentarios y en las formas de sus piezas bucales.

El Suborden Cyclorrhapha lo constituyen los dípteros superiores. La familia Tachinidae lo componen las denominadas moscas peludas de larvas endoparásitas de otros insectos.

Género Musca

La Musca doméstica L, con una envergadura entre 6-9 mm, de color gris. Habita en todo el mundo, de forma cosmopolita; hiberna y produce numerosas generaciones. La larva vive en los desperdicios de origen vegetal y animal; pupa en el suelo.

Si las condiciones ambientales son buenas, de mayo a septiembre una pareja fértil puede ser muy prolífera, aunque también tienen sus predadores y parásitos, siendo diezmadas por ellos e incluso totalmente destruidas.

Género Calliphora

A mediados de verano tardan las larvas en llegar a su completo desarrollo 8 días.

Género Lucilia

Aparecen cuando aparece el olor cadavérico. Poseen brillantes colores metálicos, generalmente verde esmeralda. Megnin señala que buscan los

cadáveres en que ya ha comenzado la putrefacción para depositar en ellos sus huevos de los que emergen las larvas. Pudiendo terminar su desarrollo en 15 días. Este género es incluido por algunos autores en la 1ª escuadra como Balthazar y Megnin las incluye en la 2ª. Lo que es cierto es que aparecen al estímulo del olor cadavérico.

Aparece el género Sarcophaga, con sus variantes especies.

Tras la fermentación butírica que tiene lugar en el cadáver, se produce, a partir de las materias albuminoideas, la fermentación caseica. *Pyrophila casei*, el nombre de *Phyphila* quiere decir amante de la grasa. La *Pyrophila casei* va siempre unida a elevadas temperaturas y vuelan atraídas por el olor a queso rancio que se desprende de los cadáveres en esa fase del estado de putrefacción. El queso fermentado es otro de sus bocados favoritos, especialmente el de Roquefort.

Las *Anthomyia* vicina son moscas del campo, puede ser su hallazgo en el cadáver pista para conocer la localidad en que tuvo lugar la muerte.

Coleópteros

Escarabajos, mariquitas (koleos, estuche; pteron, alas).

Insectos holometábolos, pequeños o grandes, cuyo primer par de alas está modificado para formar élitros. Con un segundo par de alas membranosas, que pueden faltar. Piezas bucales masticadoras. Larvas de diversos tipos. Es el Orden con mayor número de especies del Phylum Insecta. Existen más de 370.000 especies.

El Género *Corynetes* o *Necrobia* tienen fuertes mandíbulas y dientes típicos de depredador. Las larvas son delgadas, con patas cortas y fuerte aparato masticador. Son carnívoras. Se alimentan de larvas de otros insectos, por lo que en ocasiones son consideradas como útiles. Megnin las ha encontrado en cadáveres humanos expuestos al aire libre, diez meses después de la muerte, succionando los líquidos ácidos que se desprendían del cuerpo, junto con *Pyophilas*. Atacan a las piezas de museo que contengan materias grasas rancias.

Después de las fermentaciones butírica y caseica, se presenta en el cadáver una fermentación amoniacal que licua gran parte de los tejidos blandos putrefactos que quedan convirtiéndolos en putrúlgico, de color pardo negruzco. El olor amoniacal atrae a la V escuadra de trabajadores de la muerte, formada por dípteros y coleópteros.

Es escena frecuente en los climas cálidos, observar en bosques y selvas, como cuando hay un animal, mamífero o ave, muerto, lo rodean montones de coleópteros que trabajan activamente, no para devorarlo sino para enterrarlo. A estos coleópteros se les llama Necróforos y pertenecen a la familia de los Sílfidos. Su apetencia por los fuertes olores de la putrefacción y en especial de la fermentación amoniacal, va unida a la producción de fermentos digestivos que atacan a las carnes y carroñas. Cuando los animales son de pequeño tamaño, los sepultan a poca profundidad para que sirvan como alimento a las larvas que saldrán de los huevos depositados por las hembras. La aparente intención de sustraer los cadáveres a otros insectos y ocultarlos, los hace útiles como elementos sanitarios de los bosques y selvas.

Los histéridos, tanto en su estado adulto como larvario viven en sustancias animales en descomposición o entre carroña de mamíferos, estiércol de vacas y caballos de cuyas sustancias se alimentan.

Lepidópteros

Mariposas, polillas, (lepidó, escama; pteron, ala). Insectos holometábolos, desde muy pequeños a muy grandes, cubiertos de escamas. Piezas bucales transformadas en una probóscide, raramente tienen mandíbulas.

Atacan los insectos de esta escuadra en el momento que se producen ácidos grasos, despidiendo el típico olor a grasa rancia del ácido butírico producido por la saponificación de las grasas. Esto sucede dependiendo de las condiciones ambientales de los 3 a 6 meses después de la muerte. Los insectos con apetencia por este olor son todos los que tienen la misma apetencia por las grasas rancias y son el terror de las pieles, las carnes saladas, por su gran voracidad y los destrozos que hacen en ellas, atacando cueros, lanas, objetos hechos de cuerno y colecciones de insectos en los museos zoológicos. El género *Aglossa*, una pequeña polilla que dispone de un olfato muy desarrollado y puede volar grandes distancias tras percibir el olor a grasa rancia.

También el género *Tinéola*, 12 mm de envergadura, de color crema plateado, con los pelos de la cabeza rojos y larva de 4 a 5 mm blanca y de cabeza roja, son las vulgares polillas cuya actividad es crepuscular y nocturna. También la *Pellionella* se desarrolla de primavera a verano y es también una de las polillas de las pieles, de tonos claros, antenas delgadas, color gris amarillento y a veces con manchas pequeñas y oscuras en las alas anteriores, de hábitos crepusculares o nocturnos. En 10 días con temperaturas cálidas salen las larvas que enseguida comienzan a alimentarse.

Los *acaridae* o ácaros pertenecen al Phylum Artrópoda, aunque no a la Clase Insecta. Son pues artrópodos sin antenas. Al grupo de los *chelicerata* se incluyen escorpiones, arañas, ácaros y garrapatas. Tienen el cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen. No poseen antenas. Tienen cuatro pares de patas. No tienen verdaderas mandíbulas, pero han desarrollado gnatobases para romper el alimento.

Los trabajadores de esta escuadra tienen la misión de absorber los líquidos que todavía pueden existir en el cadáver, restos de putrúlagos, acabando por desecar o momificar las partes que hayan podido resistir la destrucción de las escuadras anteriores.

No hay una frontera tan precisa que podría pensarse ya que cuando comienzan a atacar los representantes de la 4ª y 5ª escuadras ya puede haber ácaros trabajando simultáneamente. Incluso si las circunstancias son favorables están en el cadáver desde el primer momento desecando el mismo.

EPISODIOS ENTOMOLÓGICOS POST-MORTEM DE ALFRED PIERA

El profesor Teodoro Ríos, publicó en 1902 un trabajo: Los insectos y la putrefacción de los cadáveres. En este artículo se recopila toda la fauna cadavérica conocida, sin utilizar el trabajo de Mégnin como base de estudios entomológicos en el cadáver, presentando a los necrófagos no como una serie de escuadras o cuadrillas, bien definidas, sino coincidiendo en la secuencia de aparición de los diferentes grupos de especies. Nosotros seguimos los criterios del Prof. Ríos, desde nuestro punto de vista, mas ajustados a la realidad que la denominación de escuadras o cuadrillas, aunque la fauna ha cambiado desde 1902, no en lo referente a las especies, sino en cuanto al ecosistema, en el que se pueda encontrar el cadáver.

Introducción

La Entomología Forense, es la ciencia encargada de interpretar la información que suministran los insectos necrófagos y con mayor precisión técnica diremos que es la ciencia encargada de estudiar el hábitat que forma un cadáver dentro de un ecosistema dado.

Todo ser vivo en el momento de su muerte inicia un nuevo proceso de vuelta atrás, o sea, si se inicia todo ser por el cigoto y tras progresiones multiplicaciones celulares forman el ser uno e indiviso, en

el momento de la muerte ocurre una regresión, o sea, ese ser uno e indiviso se descompone fraccionándose en las partes o elementos iniciales que lo componen, el resto se desintegra gradualmente hasta que sus estructuras ya no son reconocibles y sus complejas moléculas orgánicas se hayan fragmentado. Según Putman este es un proceso que comporta la liberación de energía y la mineralización de los nutrientes químicos, convirtiendo los elementos orgánicos en inorgánicos.

En este claro proceso de conservación de la energía es lo que conocemos como proceso de descomposición, que lo dividimos en dos fases: destrucción y degradación de la materia orgánica.

El proceso de destrucción es característico por producir el fraccionamiento del resto orgánico mediante medios mecánicos de tal manera que al final del proceso se obtienen las partículas de pequeño tamaño, para dar paso a la degradación. El proceso de destrucción puede ser bien directamente al descomponerse el cadáver acude la fauna entomológica para producir el adecuado fraccionamiento y se pueda dar paso a la degradación.

Pero también en ocasiones estos pasos no existen de forma directa, sino por medio de los animales de rapiña que pueden, en épocas frías, utilizar el cadáver para su supervivencia como si de un animal de caza se tratara y se convertirían en los excrementos de sistemas digestivos de carnívoros- por cierto sistemas muy evolucionados y difícil de obtener hallazgos. En los procesos de descomposición propiamente dichos, es en la fase de destrucción donde interviene la entomología cadavérica y es donde se ha creado toda una ciencia de comportamiento de los insectos y de descomposición de los cadáveres, teniendo en cuenta los efectos abióticos que denominados Entomología Forense.

La Entomología forense está encaminada a determinar el intervalo post mortem, posible causa de la muerte y la identificación de los posibles traslados del cuerpo, así como de las características de las zonas de procedencia.

En conclusión, la información que pueden suministrar los insectos a la investigación es sumamente importante; establecer si un cuerpo ha sido trasladado, determinar el tiempo post mortem e identificar la presencia de determinados compuestos químicos, entre otros, son elementos indispensables para el buen desarrollo de una investigación, permitiendo reconstruir la cronología del suceso.

Para poder realizar esta tarea es necesario tener un conocimiento detallado del ciclo de vida de las especies necrófagas, así como de las modificaciones que sufren sus respectivos ciclos de vida ante



Paisaje de ambas provincias en invierno

las variaciones de las condiciones ambientales (temperatura y humedad) en las que se desarrollaron. Teniendo siempre presente que los recursos tróficos dentro de un cadáver varían geográficamente, ya que a excepción de algunas especies cosmopolitas, cada región presenta su propia entomofauna necrófaga especializada, aunque los niveles taxonómicos superiores se mantienen constantes.

Principales animales de rapiña

Así pues si conocemos detalladamente el ciclo de vida y el comportamiento de estos insectos podremos, a tenor de la zona geográfica en cuestión y de la época del año, determinar los datos necesarios. Teniendo además en cuenta que no siempre la Entomología puede sernos útil, existen circunstancias adversas a tener en cuenta. Por ejemplo, la Península Ibérica además de tener una Entomofauna muy diversa, es diferente en las provincias de Almería y Llérida, siendo mucho más acentuada esta diferencia en la etapa invernal.



Un cadáver en invierno en Almería puede ser descompuesto por los insectos de la zona, que de forma más lenta que en los meses estivales tendrán su actuación; pero podrán actuar. En cambio, en la Provincia de Llérida y más concreto en la zona del Pirineo resultará prácticamente imposible su actuación; es más, probablemente será descubierto el cadáver por los animales de rapiña mucho antes que puedan actuar los insectos. Es evidente que el frío retardará considerablemente la descomposición del cuerpo y dará mayor margen de tiempo a los animales de rapiña para localizarlo y actuar como si se tratara de un animal cazado por ellos.

También en este último ejemplo cabría la posibilidad de pensar en alguna excepción. Si el cadáver estuviera situado cerca de alguna casa habitada, protegido de posibles ventiscas y durante el día



calentado por el sol, los dípteros a pesar del invierno, si las condiciones climáticas del hogar fueran óptimas y si puntualmente durante unos días el tiempo fuera favorable podrían emigrar estos dípteros fuera del hogar e invadir el cadáver. Pudiéndose entonces evaluar la fecha, al promediar la temperatura de esos días. Pero seguirá siendo más probable que el cuerpo sea localizado por algún lobo, perro, zorro, comadreja, cuervo, etc.

La colonización de cadáveres por parte de la entomofauna necrófaga es ordenada. Los primeros en llegar son los dípteros califóridos y múscidos que acuden a las pocas horas a depositar los huevos. Posteriormente, son los dípteros sarcófagidos que junto con especies de los dos grupos anteriormente mencionados, depositan sus larvas o huevos sobre el cadáver. Los principales predadores de estas larvas son los coleópteros estafilínidos, histéricidos y sílfidos, si bien todos ellos son también necrófagos. Cuando las vísceras comienzan a descomponerse, acuden a las partes líquidas los dípteros fóridos, drosofilidos y sírfidos. Por último, las larvas o adultos de coleópteros derméstidos, escarabeidos y cléricidos comen las partes queratinizadas y las orugas de tineidos Lepidoptera se alimentan de los pelos.

Azul: Dípteros
Verde: Coleópteros
Rosa: Lepidópteros

CALIFÓRIDOS y MÚSCIDOS
SARCOFÁGIDOS
ESTAFILINIDOS HISTERIDOS SILFIDOS
FÓRIDOS DROSOFILIDOS SIRFIDOS
DERMESTIDOS ESCARABEIDOS CLÉRIDOS
TENEIDOS
ÁCAROS

Los insectos descomponedores de cadáveres por excelencia son los dípteros fundamentalmente las familias Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae. Si bien los adultos pueden alimentarse de los fluidos del cadáver, son las larvas los organismos ver-

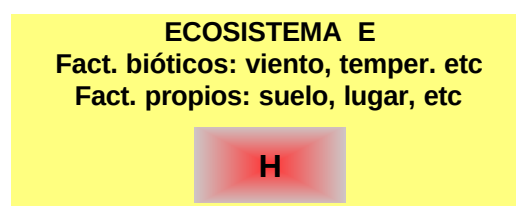
daderamente descomponedores gracias a las secreciones enzimáticas que producen y que ocasionan la lisis de los tejidos que actúan de caldo de cultivo para los microorganismos. La importancia de los dípteros se centra fundamentalmente en los meses de verano y otoño como consecuencia de su fenología, pudiendo tener mayor importancia los coleópteros durante parte de la primavera. El ciclo de vida de la mayoría de las especies de dípteros es similar.

Otro papel importante de las larvas que están consumiendo un cuerpo es que incorporan a sus tejidos restos de compuestos químicos presentes en el individuo, como barbitúricos, cocaína, anfetaminas e incluso venenos. Estos tejidos pueden ser analizados para detectar esas sustancias. Este tipo de estudios retoma importancia en aquellos casos en que el cuerpo se encuentre en avanzado estado de descomposición o cuando carece de sangre y no es posible realizar el análisis toxicológico de rutina.

Estudio comparativo entre el ecosistema y el cadáver

Iniciaremos el estudio de estos episodios post mortem teniendo una idea concebida de lo que significa el cadáver en un entorno, que lo denominaremos E, -ecosistema- y al cadáver H-habitat-.

El ecosistema sería un conjunto de factores abióticos como: humedad, temperatura, vientos y propios como: tipo de terreno, viviendas cercanas, vertederos cercanos - o estar el cadáver sobre el vertedero- proximidad a corrientes de agua -puede ser dulce o salada- cercanías a caminos, a prados, etc.



Todo este ecosistema denominado por nosotros conjunto E y todos sus factores serían subconjuntos de E, con notable influencia sobre los factores bióticos H, tanto por el grado de celeridad de la descomposición, como por las especies que actuarán directamente y por las especies secundarias cuya influencia no es directa sobre H, sino sobre las especies que actúan sobre H.

Así pues quedará establecido que el viento sería un subconjunto que podremos denominar E1 y el tipo de terreno E2 y así sucesivamente, quedando de la siguiente manera:

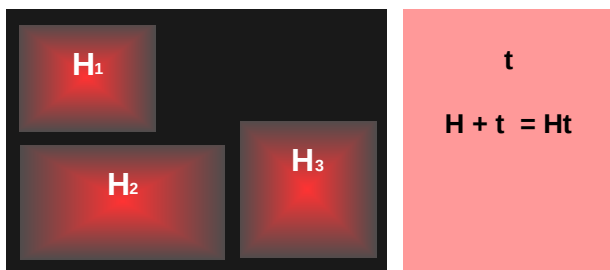
$$E1 + E2 + \dots > E$$

El cadáver es un habitat abundante en materia orgánica aunque situado dentro del un ecosistema E, influido por todas y cada una de las variantes de los subconjuntos de E; pero también formará un conjunto propio H. Luego si esquematizáramos esta situación veríamos, que cada parte del cadáver es un subconjunto de H y cada subconjunto será variante a la unión con el factor tiempo, convirtiéndose en un nuevo nicho ecológico, que sin perder su carácter de subconjunto de H si pierde las características propias que le precedían en la variante inversa del tiempo, quedando $H + t = Ht$ siendo la t de todos los subconjuntos de H proporcionales a Ht.

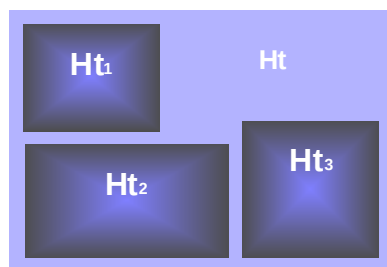
Si el habitat en estudio está formado por tejido nervioso, tejido vascular, tejido adiposo, intestinos, tejido cutáneo, visceras, etc. Cada formación celular uniforme será considerada como un subconjunto. Por ejemplo las visceras serían H1, el tejido adiposo H2, las uñas H3, y así sucesivamente, quedando de la siguiente manera:

$$H1 + H2 + H3... > H$$

Si esto lo aplicamos al estudio de los episodios entomológicos post mortem veremos que un subconjunto de H que puede ser un determinado tejido o una agrupación de tejidos cuyas características se encuentren dentro del espectro de sabor y olor de una determinada especie, será esta la que procurará invadir y ser dominante dentro de dicho habitat, sin entrar en competencias con otras especies cuyo nicho ecológico sea diferente.



Es importante la comprensión del con de los episodios entomológicos porque un subconjunto de H será un nicho ecológico de una

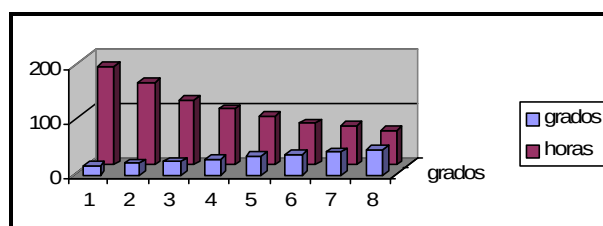


determinada especie entomológica; pero a ese subconjunto el factor t lo convertirá, -sin dejar de ser el mismo subconjunto con respecto a H-, en otro nicho ecológico dominado por otra especie, que podrá ser del mismo Orden o familia que la anterior o no parecerse en nada. Siguiendo la unidireccionalidad progresiva de t existirán, dentro del

mismo subconjunto, unidireccionales y progresivos nicho ecológicos y nunca regresivos.

Un ejemplo de ello lo tendríamos en el tejido adiposo. Un tejido adiposo fresco no es el mismo nicho ecológico cuando empieza a descomponerse o cuando t le convierte en el clásico olor rancio, luego sería un subconjunto de H, pero variaría el factor t, haciendo que sobre este mismo tejido se alberguen distintos nichos ecológicos progresivos e imposible de ser regresivos.

Influencia del factor temperatura sobre la entomología necrófaga.



Hemos podido confeccionar unas estimaciones de relación entre temperaturas y data de la muerte. Esta metodología se basaría en las muertes recientes y siempre teniendo en cuenta que la duración del ciclo será inversamente proporcional a la temperatura.

Basándonos en la llegada de las moscas adultas a un cuerpo a una temperatura superior a 25°C serán en el mismo día de la muerte, y que inmediatamente depositarán sus huevos que emergerán las larvas, pudiendo determinar el tiempo de muerte del individuo según en que fase de desarrollo se encuentren las larvas o crisálidas.

A una temperatura de 25°C y un 60% de humedad relativa el ciclo de la Musca domestica durara 13 días, desde la puesta de los huevos hasta que el insecto adopte la forma de imago. De los cuales 1 día durara desde la puesta hasta la eclosión del huevo; 6 días la evolución de la larva, pudiendo clasificarla en L1, L2 y L3 y entre 6 y 7 días la crisálida o pupa. En la gráfica adjunta mostramos que la temperatura será inversamente proporcional al ciclo de vida de la Musca; ello es porque la vida de estos insectos no se mide ni por días ni por horas, sino por la denominada temperatura integral. Así pues, una vez alcanzada la temperatura integral de la especie habrá finalizado su ciclo.

Es pues razonable que a mayor temperatura el ciclo sea de menos días y viceversa.

Observando el cadáver, veremos si hay o no larvas. Si no existen larvas, la temperatura media oscila entre 25 y 30°C y el cadáver se encuentra al descubierto se observarán los orificios naturales

expuestos al exterior, se tomarán unas muestras microscópicas y se comprobará si existen o no huevos. Si no los hay, es que tiene menos de 24 horas el cadáver. Si los hay es que tiene más de 24 horas y menos de 36. Si por el contrario ya encontramos larvas, se deberá hacer un muestreo de las mismas para ver en que grado de madurez media se encuentran, si están en L1, L2, L3; piénsese que cada una de estas etapas de la larva a una temperatura de 30°C puede ser de día y medio. Si por el contrario ya no existen larvas y éstas están en fase de crisálida el cadáver lleva más de 5 días. Teniendo siempre en cuenta qué tipo de larva se encuentra sobre el cuerpo.

Influencia de los tratamientos insecticidas del entorno sobre la entomología necrófaga

En nuestro Centro pudimos observar que la aparición de Coleopteros fue mucho antes de lo descrito en distintas publicaciones especializadas; ello lo consideramos nosotros en un incremento de la población de Coleopteros y un detrimento de la población de Dípteros. Todo ello debido a las distintas campañas, tanto estatales como privadas, de pulverizaciones masivas, tanto por tierra como por aire.

Lo que desconocemos es si el estudio hubiera estado cerca de una plantación de patatas donde las pulverizaciones son constantes contra el Coleoptero de la familia de los Crisomélidos y de la especie *Leptinotarsa decemlineata* que es controlado para garantizar la cosecha de este tubérculo. Cabe la posibilidad que hubiera entonces una disminución notable de la población perteneciente al Orden tratado.

Variantes de terrenos aptos para coleópteros necrófagos



Trox sabulosus.
Phaleria
Cadaverina



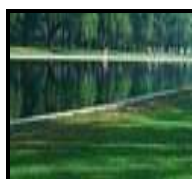
Hypocaccus
rugiceps



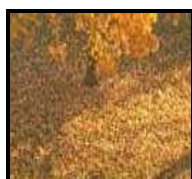
Korynetes coeruleus.
Derméstidos



Korynetes coeruleus.
Derméstidos



Hypocaccus
rugiceps



Saprinus semistriatus.
Hister cadaverinus.
Acrotrichis intermedia

En los estudios sobre entomología forense deben incluirse distintas variantes, no sólo las naturales del ecosistema del entorno al cadáver, sino también las posibles variantes intencionadas, para entorpecer el esclarecimiento de los hechos. Cabe pensar situaciones preparadas de enmascaramiento ante estos hechos. Si es evidente que la entomología es capaz de darnos datos sobre el cadáver y que cualquier actuación post mortem y previa al estudio entomológico puede borrar datos de suma importancia en la investigación, tal como relata la Prof. Carreño sobre los cadáveres que han sido guardados en nevera antes del estudio entomológico. Así, una forma de enmascarar datos sería rociar el cadáver con insecticidas, cualquier piretroide, enmascararía la aparición de dípteros.

Duración del proceso de descomposición

La segunda fase del proceso de descomposición es en la que se produce la desintegración de las pequeñas partículas en moléculas dando como productos finales CO₂, H₂O y sales minerales, no siendo de interés en Entomología forense, al no intervenir los insectos.

La primera fase de destrucción es la fase inicial de descomposición característica por producirse el fraccionamiento de los restos orgánicos mediante medios mecánicos, de tal modo que al finalizar este proceso se obtienen partículas diminutas de materia. En la duración de esta fase tiene vital importancia la temperatura ambiente, en ningún caso el tamaño del cadáver.

En el proceso de destrucción son paralelos dos factores: la descomposición y la población entomológica. Si razonamos veremos que la descomposición es unánime por compuestos, órganos o tejidos - todo compuesto en iguales condiciones bióticas tiene el mismo proceso de descomposición- y la población entomológica invade el cadáver en un solo ciclo por especie.



Cuando la población tiene una densidad pequeña los efectos de la depredación, parasitismo y competencia por el espacio y alimento son menos y la población como respuesta tiene un crecimiento más rápido.

El habitat que presenta el cadáver es un recurso limitado a la población de insectos porque, concretamente en los dípteros se crea la denominada

competencia intraespecífica por explotación ya que cada individuo que compite recibe una parte aproximadamente igual al recurso que disminuye y es tal el número de individuos que no todos llegarán a completar su ciclo porque nacerán, en condiciones normales, más individuos que alimento exista. Cabría resaltar que no solo tendrá que ver en el tamaño del cadáver, es más, si se encontrarán varios cadáveres juntos, v o sea, en idéntico ecosistema, al descomposición iría por igual, orquestada únicamente por las variantes de factores bióticos adaptándose los episodios entomológicos a ello y variando, a nivel general, tan sólo por la presencia de parásitos y predadores. La variación a nivel individual se produciría por determinadas características, -de interés entomología forense- como pudiera ser la presencia de venenos, estupefacientes, etc.

Otros factores a tener en cuenta serán los parásitos y predadores que si pueden mermar la población entomológica y retrasar el proceso de descomposición del cadáver, como podría ser en el caso de los dípteros los *Lamprochernes nodosus* y los coleópteros estafilínidos, histéricidos y sílfidos y en los coleópteros los ácaros *Poecilochirus necrophori*. La predación del Orden Himenóptera, concretamente los Subordenes de hormigas y avispas, que son verdaderos predadores de las larvas de dípteros y pueden llegar a hacerlas desaparecer; las larvas de *Sarcophaga* se comportan como verdaderos caníbales del resto de larvas de otras especies, en especial de *Lucilia* y *Chrysomya*; a este respecto hay que hacer referencia a las larvas de histérico, que son principalmente entomófagas y sólo se nutren de las larvas de otras especies de insectos. Los ácaros *Varroa jacobsoni* parasita a las abejas y avispas causando importantes pérdidas en apicultura y en nuestro caso mermando la población de avispas.

La teoría de la competencia interespecífica sugiere que si dos o más especies tienen requerimientos ecológicos idénticos no serán capaces de existir juntas; una de ellas desalojará a las otras, de forma que la especie triunfadora ocupará eventualmente ese nicho ecológico particular.

Los episodios entomológicos post mortem se iniciarán con los dípteros, a reglón seguido aparecer los coleópteros y durante un tiempo convivirán en ninchos diferentes coleopteros y dípteros, por último convivirán, también en ninchos diferentes coleópteros, ácaros y lepidópteros.

Referente al Orden Diptera diremos que el Suborden Cyclorafa es de interés en Entomología Forense, como insectos directos sobre el cadáver, aunque otros subordenes secundarios cuyo efecto repercute sobre el suborden primario. Para una

mejor comprensión de este Orden esquematizaremos los Subordenes, desarrollando sólo el que nos resulta de interés.

Orden DIPTEROS
Suborden NEMATOCEROS Suborden BRAQUÍCEROS Suborden CICLORRAFOS

CICLORRAFOS
- Asquizofos (Aschiza) • Foridos • Sirfidos - Esquizoforos Acalipteros • Drosofilidos - Esquizoforos Calípteros • Taquínidos • Califóridos • Múscidos - Esquizoforos Puparios

Ordenes, subordenes, secciones, divisiones, superfamilias, familias y especies de los episodios entomológicos

Orden DIPTEROS
SUBORDEN CYCLORRHAPHA
- DIVISIÓN SCHIZOPHORA - <u>SECCIÓN CALITRATE</u> - Superfamilia Muscoidea • Múscidos - Superfamilia Oestroidea • Califóridos • Sarcófágidos <u>SECCIÓN ACALYPTRATAE</u> - Superfamilia Sphydroidea • Drosofilidos - DIVISIÓN ASCHIZA - - Superfamilia Sphydroidea • Sírfidos - Superfamilia Sphydroidea • Fóridos

Orden dípteros

Superfamilia Muscoidea. Familia Múscidos.

Mosca doméstica menor. *Fania canicularis*. No llega a 1 cm de embergadura, carece de trompa picadora. Vuela en zigzag propio de la especie. En los hogares suele volar alrededor de los focos luminosos, habita en las viviendas y se encuentra desde principios de primavera hasta finales de

otoño. Su distribución es mundial. Pone los huevos sobre el cadáver. En casos muy especiales según referencia la Dra. Helgard Reichholf-Riehm se han encontrado larvas en el intestino grueso y en la vejiga de la orina del hombre. Para la fase pupal y para invernar se entierran en las capas superiores del terreno. Dan varias generaciones al año, las larvas se alimentan de material putrefacto, tanto vegetal como animal.

Mosca doméstica común. *Musca domestica*. Alrededor de 1 cm de embergadura, no dispone de aguijón, en el macho los ojos parecen juntarse en la frente, es la distinción con la hembra, que no es así. Su distribución es mundial. Al inicio de la primavera aparecen los primeros ejemplares que invernarón en los desvanes. Una hembra puede poner hasta 150 huevos en materias putrefactas, a los días -según la temperatura- emergen las larvas y una vez terminado el desarrollo larval se entierran en el suelo para pupar. Esta familia puede alcanzar alrededor de las 5 generaciones al año, dependiendo de la zona y de la temperatura media del año. Se estima que una hembra puede poner en dos meses alrededor de los 1.000 huevos, su alimentación además de ser sobre productos de desechos principalmente acude a los azucarados.

Superfamilia Oestroidea. Familia Calífóridos y Sarcófágidos

Moscarda azul de la carroña. *Calliphora vicina* o vomitoria. Alrededor de 1,2 cm de embergadura, con abdomen muy peludo y azul tornasolado. Su distribución es mundial y coloniza las viviendas. Dispone de un excelente olfato que le permite distinguir en los olores mixtos de moscas jóvenes y viejas, así como los olores de machos y hembras. Las hembras ponen sus huevos sobre el cadáver; pero también en heridas abiertas. Su ciclo dura alrededor de 2 a 3 semanas -dependiente de las condiciones climatológicas, sobre todo- Se alimenta de vegetales y animales en descomposición. Es uno de los principales insectos por su capacidad devoradora en los procesos de descomposición. La aparición de Calífóridos sobre un cadáver reciente es inevitable; su ausencia debe hacer pensar en que éste ha sido trasladado, una descomposición avanzada del sustrato deja de atraerlos. Las larvas de estos dípteros destruyen los tejidos superficiales, creando las primeras cavidades que actúan como puertas de entrada para que otras especies alcancen zonas más profundas, hacen sus puestas en los pliegues del cuerpo.

Moscarda verde. *Lucilia caesar*. Alrededor de 1,2 cm de embergadura, tanto el tórax como el abdomen son de color verde metálico. Siempre se encuentra cerca de estiércolos, granjas y cadáveres. Permanecen sobre flores muy olorosas,

sobre el hongo denominado falo impúdico, sobre estiércol, excrementos o cadáveres, que descubren por su fino olfato. Entre estos materiales se alimentan, aparean, viven y hacen la puesta. Algunas viven parasitariamente en las heridas de mamíferos, su desarrollo no suele ser rápido. Una hembra puede hacer por cada puesta varios centenares de huevos, lo que le permitirán multiplicarse por millones cada año. Sin embargo, los pájaros y los murciélagos, en cuanto a los efectos bióticos y los efectos abióticos desfavorables se encargarán de diezmarlos, con pérdidas tan grandes que la probabilidad que tiene un huevo de llegar a mosca es muy pequeña.

Moscarda gris de la carne. *Sarcophaga carnaria*. Alrededor de 1,5 cm de embergadura. La mosca más grande de coloración entre oscura y negra, perteneciente al grupo de las moscas carroñeras. En la naturaleza se mantiene sobre flores de olor penetrante. Vive sobre carne en vías de descomposición. Sobre el cadáver pone cientos de huevo en pocos días, en el que emergerán las larvas a las pocas horas en altas temperaturas. Se alimentan del cadáver y a los pocos días inician la fase pupal. Hace varios ciclos al año. Las larvas son transmisoras de gérmenes patógenos. En el siglo pasado se guardaba la carne en una especie de jaulas cuya tela metálica era finísima para que no pudiera acudir este díptero. Sin embargo a distancia puede poner los huevos sobre la carne debido a que dispone de un ovipositor cuyo esfínter le permite ejercer una presión de expulsión y poder enviar los huevos a distancia. Esto durante un tiempo supuso una creencia errónea, ya que carne aislada y protegida por una tela podía tener huevos y larvas, llegando a creer que las larvas nacían de la carne.

Mientras los Sarcófágidos pupan entre la ropa o en los pliegues del cuerpo los Callífóridos se entierran para realizar la pupación.

Superfamilia Sphydroidea. Familia Drosophila

Drosophila funebris. Alrededor de 0,4 cm de embergadura, de alas grandes y abdomen anillado. Su aparición es en verano o en otoño. Es cosmopolita. La larva se alimenta de productos en descomposición. Los imágos se encuentran sobre frutas en fermentación. La puesta suele ser de 400 huevos. En condiciones climatológicas adecuadas el ciclo dura 15 días.

Superfamilia Syrphoidea. Familia Sirfidos y Fóridos.

Volucella zonaria. Alrededor de 2 cm de embergadura, cuerpo rechoncho, cabeza ancha y ojos grandes, antenas cortas y plumosas, alas de tonalidad pardusca. Le gusta acudir a las flores. Los huevos

se suelen depositar en los nidos de los avispones, en los que penetra la larva joven, que en principio se alimenta de forma ectoparásita de las larvas, posteriormente abandona la celda y se alimenta en el interior del nido de animales muertos y demás desperdicios. En invierno se esconde en el suelo y pupa en primavera.

Phora aterrima. Moscas pequeñas, con el dorso jorobado, con venación alar característica, el borde anterior del ala suele ser muy espinoso, las larvas se alimentan de materiales en descomposición, pero parece que algunas aparasitan a otros insectos. Rivalizan el habitar con los sirfidos

SUPERFAMILIA MUSCOIDEA



Fannia canicularis



Musca doméstica

SUPERFAMILIA OESTROIDEA



Sarcophaga carnaria



Calliphora vicina o vomitoria



Lucilia caesar

SUPERFAMILIA SPHYDROIDEA



Drosophila funebris

SUPERFAMILIA SYRPHOIDEA



Sirfidos. Volucella zonaria



Fóridos. Phora aterrima

Coleópteros

Familia Catópidos.



Tomaphagus sericatus



Sciodrepoides watsoni



Catops nigrita

Se encuentran en cadáveres de animales, hongos putrefactos o trampas cebadas con carne o queso. Viven en galerías excavadas por mamíferos, en

madrigueras y en cuevas. Algunos son exclusivamente cavernícolas

Ptomaphagus sericatus, Viven en galerías y en cadáveres.

Sciodrepoides watsoni, Viven en la carroña y en madrigueras de mamíferos y en cadáveres.

Catops nigrita, Viven sobre todo en cadáveres

Familia Cléridos- Escarabajos ajedrezados



Necrobia
violacea



Korynetes
coeruleus

Su cuerpo es peludo, las antenas son mazudas o dentadas. Son predadores. Se les encuentra sobre flores o en la madera, y un cierto grupo en huevos y carroña.

Necrobia violacea, es cosmopolita; son predadores en carroña seca y en otras sustancias animales en descomposición.

Korynetes coeruleus, se encuentran tanto al exterior como en los edificios; cazan otros insectos.

Familia Derméstidos



Dermestes
lardarius



Attagenus
pellio



Anthrenus
verbasci

La especie más frecuente es *Dermestes lardarius*, el escarabajo de las despensas. En su aspecto se parece al escarabajo de las pieles, - *Attagenus pellio* -, pero en la parte anterior de los élitros tiene una faja ancha de color gris. Al aire libre vive sobre la carroña, como todos sus parientes, aunque los derméstidos se encuentran en las casas y en los almacenes de víveres. Las larvas comen grasa animal, tocino, jamón y carne ahumada, y también pescado desecado y ahumado; asimismo comen pellejos, cueros y tripas, cerdas, pelos, cuernos, pezuñas, plumas y animales disecados. Dado que las larvas roen hasta las más pequeñas fibras de carne pegadas a los huesos, se utilizan para limpiar los esqueletos. Si se coloca el cadáver de un ani-

mal en un recipiente con un cultivo de *Dermestes*, pronto se tiene un esqueleto limpio del animal.

Las demás especies de *Dermestes* tienen un modo de vida parecido. *Dermestes vulpinus* se ha encontrado en el cuero e intestinos de vaca. *Dermestes cadaverinus* destruye cueros, sedas y telas de algodón. *Dermestes carnívorus* es importado de América del Norte y América del Sur. *Dermestes peruvianus* llega también del Nuevo Mundo con las pellejas y tripas. *Dermestes frischii* se ha encontrado en tripas secas y pescado seco, y *Dermestes bicolor*, vive en palomares donde muerde y hasta se come los polluelos de gallinas y patos recién salidos del huevo.

Junto con *Attagenus pellio* se encuentra, tanto al aire libre sobre las flores como dentro de las casas, un pequeño coleóptero multicolor, redondo, que mide 3-4,5 milímetros y pertenece a la misma familia de los derméstidos. Es *Anthrenus scrophulariae*, el escarabajo de las alfombras.

Familia Escarabeidos



Trox
sabulosus



Geotrupes
stercorosus

En estos escarabajos son típicas las antenas, en las cuales los 3 últimos artejos están ensanchados de un lado en forma de peine o de maza.

Las patas son cortas pero fuertes y las tibias anteriores llevan dientes en el borde posterior y muchas veces están convertidas en patas excavadoras.

Trox sabulosus. Viven en materias animales secas tales como pellejas, pezuñas, plumas, huesos, cadáveres, etc. no son escasos en terrenos arenosos

Geotrupes stercorosus. Algunos autores lo denominan *silvaticus*. Crían en primavera y se encuentran sobre todo en las deyecciones humanas.



Philonthus
politus



Creophilus
maxillosus



Ontholestes
murinus



Emus
hirtus

Emus
hirtusTaxicera
deplanatAleochara
curtula

Familia Estafilínidos

Constituyen la familia de coleópteros más rica en especies. En general se reconocen por los élitros cortos, pero sin embargo existen también algunos estafilínidos con élitros largos, también existen escarabajos de otras familias con élitros cortos, que entonces se les podría tener la consideración como si se tratase de estafilínidos. Suelen tener alas bien desarrolladas y pueden volar, la mayoría son predadores

Philonthus politus. Tienen a cada lado de la línea media del pronoto una hilera de puntos. Se encuentran principalmente en materias vegetales en descomposición, en estercoleros, en la carroña, excrementos y hongos.

Creophilus maxillosus. Son inconfundible por el dibujo negro y gris blanquecino del pronoto y del abdomen, que en parte es producido por la coloración y en parte por la vellosoidad, se encuentran en la carroña y más raramente en otras materias en descomposición.

Ontholestes murinus. Se encuentran en la carroña y en el estiércol fresco.

Emus hirtus. Está recubierto de pilosidad amarillo dorada, gris y negra, se encuentran en estiércol y en la carroña.

Autalia rivularis. Se diferencian de los demás géneros emparentados por sus dos surcos longitudinales en la base de cada élitro. Viven en todas partes en la carroña y en el estiércol.

Taxicera deplanata. Sobre los élitros y sobre el pronoto pelos largos y de disposición transversal, viven en orillas arenosas secas, sobre todo debajo de materias en descomposición y carroña, por lo general en terreno montañoso.

Aleochara curtula. Viven en materiales en descomposición de procedencia animal y vegetal. Las especies tienen una oscilación anormal de tamaño que quizá sea consecuencia que las larvas viven de forma medio parásita en puparios de moscas, son muy frecuentes en la carroña.

Familia Histéridos

Onthophilus
striatusGnathoncus
nanusSaprinus
semistriatusHypocaccus
rugicepsHister
cadaverinusHister quadri-
maculatus

Los escarabajos pueden reconocerse bien por algunos caracteres muy marcados; su cuerpo está fuertemente quitinizado, las antenas son acodadas y engrosadas en la punta en forma de botón, los élitros no cubren los dos últimos tergitos. Los animales pueden retraer la cabeza debajo del pronoto. Tanto las larvas como los escarabajos son depredadores que cazan larvas de insectos en materias animales y vegetales en descomposición. Se les encuentra principalmente en cadáveres, estiércol, hongos en descomposición, en el flujo de la savia de los árboles y debajo de la corteza de los mismos, y algunos en nidos de hormigas.

Onthophilus striatus. Viven debajo de materiales vegetales en descomposición, en el estiércol, en nidos de mamíferos, en la carroña y en los hongos. Los escarabajos son redondeados y los élitros presentan marcadas costillas.

Gnathoncus nanus. Viven en nidos de aves, en carroña o en hongos en descomposición.

Saprinus semistriatus. Se encuentran debajo de materias animales y vegetales en descomposición y sobre todo es frecuente en la carroña.

Hypocaccus rugiceps. Se encuentran principalmente sobre suelos arenosos cerca de cursos de agua. La especie representada recibe el nombre de quadristriatus en obras antiguas y no es rara en el estiércol y en la carroña, cerca de cursos de agua.

Hister cadaverinus. Cazan otros insectos, pero también se encuentran en cadáveres, bajo mate-

rias vegetales en descomposición, en hongos o en el flujo de la savia de los árboles, es uno de los himenópteros más frecuentes, sobre todo en la carroña.

Hister quadrimaculatus. Se encuentran sobre todo en el estiércol de caballo y vaca, materias vegetales y animales en descomposición, amante del calor, pero no llega hasta mucha altura en la montaña

Familia Nitidúlidos



Omosita colon



Nitidula rufipes

Estos pequeños escarabajos tienen forma muy variable, aunque por lo general es oviforme. En el modo de vida hay muchas diferencias.

Omosita colon. Se encuentran en huesos, carroña seca y sustancias parecidas, por ejemplo en pellejos viejos.

Nitidula rufipes. Viven en carroña seca, huesos y pellejos de animales.

Familia Ptílididos

Antes se les daba el nombre de tripterígidos. Su forma es muy variable; son los esbarabajos más pequeños que existen, con una longitud entre 0,5 y 1,2 mm. Son típicas las alas, estrechas y lingüiformes, provista de largas cerdas en los bordes que amplían así la superficie. Tanto los escarabajos como las larvas comen esporas de hongos.



Acrotrichis intermedia

Acrotrichis intermedia. Viven debajo de material vegetal en descomposición, en el estiércol, carroña y en cadáveres.

Familia Sílfidos.

No todas las especies merecen ser llamadas enterradores, ya que si bien muchas de ellas viven en la carroña, otras son depredadoras y otras viven en



Necrophorus humator



Necrodes littoralis



Thanatophilus sinuatus

plantas en descomposición, y algunas incluso en plantas vivas.

Necrophorus humator.

Están en la carroña, entierran los cadáveres de pequeños animales, de los cuales se alimentan sus crías. También se encuentran algunos en plantas en descomposición., no es raro en cadáveres y hongos putrefactos.



Oeceoptoma thoracica



Silpha obscura

Necrodes littoralis. Los ojos son especialmente grandes para tratarse de sílfidos, se encuentran en cadáveres de mayor tamaño

Thanatophilus sinuatus. Se les reconoce por el pronoto que parece como martilleado. Los escarabajos viven en la carroña.

Oeceoptoma thoracica. Es frecuente en excrementos, carroña y muy especialmente en los cuerpos fructíferos del falo.

Silpha obscura. Viven en la carroña, pero a veces son también depredadores.

Familia Tenebriónidos

La estructura del cuerpo es tan diversa que casi no existe ninguna familia de escarabajos que no tenga algún parecido con los tenebriónidos, la mayoría gusta del calor, hay una cantidad de especies que se encuentran en las casas y es perjudicial para los productos almacenados.



Phaleria Cadaverina

Phaleria Cadaverina. Viven en lugares arenosos y se alimentan principalmente de carroña. No obstante, también se encuentran, debajo de algas marinas y a veces se entierran profundamente en la arena.

Lepidópteros

La familia Tineidos (Tineidae). La mayor parte de las Polillas domésticas de las ropas pertenecen a la familia de los Tineidos. Los miembros de esta familia son generalmente insectos pequeños, a menudo



Tineola Bisselliella



Trichophaga Tapetzella

con un brillo dorado o plateado. Por lo tanto los Insectos adultos no se alimentan y es la larva la que produce los daños. En general son Insectos lucífugos aunque a veces acuden a la luz, es más probable que echen a correr en busca de refugio en lugar de volar al descubierto cuando se las perturba. Las larvas se alimentan principalmente de material animal y vegetal seco se sitúan entre los pocos Insectos capaces de digerir la queratina del pelo y de las plumas. Las guaridas naturales de estos Insectos incluyen los nidos de las Aves y Mamíferos pequeños y en su vertiente cosmopolita en las residencias domésticas humanas. Las fundas aislantes de las cañerías son un lugar particularmente favorable para estas Polillas debido a que allí no se sienten perturbadas y a menudo están calientes.

La *Tineola bisselliella* sus larvas se alimentan de todos los materiales que contienen queratinas, pelo, lana, seda, plumas, etc., también la *Pellionella*, juega un papel menor en el deterioro de tejidos, al igual que la *Trichophaga tapetzella*

Ácaros

Se presentan en el cadáver cuando se estado es de sequedad manifiesta. Las garrapatas son de mayor tamaño que el resto de los ácaros. Son artrópodos de 8 patas (el insecto de 6). Se encuentran entre los artrópodos más nocivos. Muchos pasan inadvertidos por su escaso tamaño. Se denominan nin-guas las larvas de los ácaros. Cuando el cadáver es fresco pueden adherirse garrapatas para succionar su sangre.



Trombidium
sp.

***Trombidium* sp.** Presentan durante su desarrollo cuatro estados de crecimiento que conducen a la madurez : larva, protoninfa, deutoninfa y tritoninfa. Las larvas recién salidas del huevo solo tienen 6 patas, los tres estadios ninfa presentan ya el número total de patas, por lo que parecen adultos. Se alimentan de materias orgánicas en descomposición, chupa sangre y puede practicar el canibalismo.

INSPECCIÓN OCULAR

En esta fase podemos considerar el uso de organismos como bioindicadores, teniendo además de tener en cuenta la estación, la situación geográfica, la situación topográfica del cadáver, o incluso en la profundidad en la que se encuentre etc. Es evidente que según donde esté situado el cadáver, dentro de una misma zona -por ejemplo- si está situado orientado hacia el este, o hacia el sur, o arropado por una sombra, cerca de un río, cerca de

un camino, etc. Va a tener mucho que ver, no en cuanto a los dípteros, sino en cuanto a la población de coleópteros y además estos nos darán información si el cadáver ha sido trasladado y la procedencia de éste tendrá que ver con los restos de coleópteros en el cadáver. Cuando se traslada a un lugar con las mismas características que las procedentes es difícil de distinguir, si existe poca distancia de un lugar a otro. Aunque siempre existen características peculiares en el ecosistema perimetral que se forma del hábitat individualizado formado por el propio cadáver. Consideramos desde nuestro punto de vista que los dípteros pueden darnos información de la data de la muerte, siempre que sea reciente, son los coleópteros los auténticos informadores del resto de situaciones macroscópicas, cuando se efectue la inspección ocular.

Para el equipo investigador caben tres las preguntas fundamentales: Causa de la muerte y circunstancias en las que se produjo, data de la muerte y lugar donde se produjo la muerte, es decir, si el cadáver se encuentra en el lugar donde se produjo el fallecimiento o éste pudo ser trasladado. De estas tres cuestiones: causa, data y lugar. Los artrópodos, hasta ahora poco o nada podían aportar respecto a la primera; sin embargo, tanto en la fijación del momento del fallecimiento como en la relativa a los posibles desplazamientos del cadáver, sí pueden ofrecer respuestas y, en muchos casos, respuestas definitivas.

Nosotros aportamos en nuestros trabajos que determinadas sustancias pasan al sistema digestivo de larvas, como algunos venenos y estupefacientes; además la venenos y del orden lepidóptera y la presencia de *Geotrupes stercorosus* perteneciente a la familia de los Escarabeidos, nos puede indicar que ha habido una relajación de esfínteres previo a la muerte, con lo cual se aporta otro dato importante al equipo investigador.

Los artrópodos visitarán el cadáver acorde a su etapa de descomposición. En la inspección ocular se pueden observar los siguientes olores, que los indicamos de reciente a terminal: Fresco, Olor fuerte, Fermentación butírica, Fermentación caseica, Olor rancio, Fermentación amoniacal, Sequedad incipiente, Sequedad manifiesta y Sequedad total

Para realizar una buena inspección ocular y recogida de datos es preciso, tener en cuenta los siguientes puntos:

- Recolectar una muestra completa de todos los insectos y ácaros que se encuentren tanto encima como debajo del cadáver, tanto los ejemplares vivos, como muertos, en estado adulto o larvario, así como sus mudas, etc. Si se trata de un cadáver reciente se colectarán los huevos y las larvas jóvenes.

nes de díptero que puedan encontrarse, buscándolas preferentemente en los ojos, en los orificios naturales o los bordes de las heridas si las hubiese. Las diferentes muestras se deberán guardar por separado y convenientemente rotuladas y referenciadas, indicando la zona del cadáver donde fueron obtenidas y cualquier otro detalle que presumiblemente pueda ser de interés. Se procurará mantener parte de las larvas vivas para su posterior desarrollo en el laboratorio. Los ácaros serán conservados en alcohol de 70°.

- Se precisarán los datos de fecha, lugar y datos meteorológicos del entorno del cuerpo. La medida del pH del cadáver nos dará una idea del estado de autólisis y putrefacción del mismo. Con las muestras se actuará:

- Poner un ejemplar de cada larva diferente en agua hirviendo para su posterior conservación en alcohol de 70°, evitando así la melanización para permitir el perfecto estudio de sus características.
- Colocar en cultivo el resto de larvas procurando mantener en lo posible las mismas condiciones de humedad, temperatura y estado del sustrato.
- Preparar los adultos según la conservación.
- Hacer una identificación lo más exacta posible de todo el material.
- Reunir los datos meteorológicos precisos del entorno del cadáver tanto del momento de su localización, como del periodo de antigüedad estimado.
- Determinar los datos biológicos y de ciclo vital de las larvas encontradas así como de los periodos de incubación de los huevos, tiempo de llegada al cadáver, etc., teniendo en cuenta las condiciones óptimas y las que hayan podido incidir en el cadáver objeto de estudio.
- Conocer el entorno entomológico, establecer las variaciones faunísticas y la secuencia de aparición de las especies sobre el cadáver.
- Exponer las conclusiones

El trabajo de campo como el de recogida de datos y de laboratorio deben ser muy minuciosos y ajustarse en todo lo posible al método científico con el fin de obtener unas conclusiones lo más fiables posibles dada la trascendencia posterior del resultado de la recogida entomológica.