

1.- LOS INSECTOS: MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA.

El hombre ha tenido siempre conflictos con los insectos. Cuando emergió por primera vez como tal le acompañaban ya las pulgas y los piojos, fué pasto de los mosquitos y atormentado por las moscas.

En los años 384-322 a.J.C. se les clasifica ya como un grupo aparte del resto de los seres vivos, así, ARISTÓTELES distingue los "Enaima", animales con sangre roja, de los "Anaima", animales desprovistos de sangre roja y que divide en cuatro grupos; con cuerpo blando (Cefalópodos), con cuerpo blando recubierto de escamas (Crustáceos), con cuerpo blando recubierto de concha dura (Moluscos) y los Insectos subdivididos a su vez en nueve grupos entre los que si tua los gusanos.

El joven holandés JAN SWAMMERDAM realizó disecciones escrupulosamente exactas, y con su primer libro sobre los insectos clasificados según su grado de desarrollo, puso los cimientos de la Entomología.

La colección de LINNEO llegó a constituir un delirio universal, y en la décima edición del "Systema Naturae" (1758) describía 4370 especies, número que sería aumentado rápidamente en proporciones considerables.

En las universidades o diversas asociaciones, aparecen las primeras revistas especializadas y también los primeros boletines bibliográficos como el Zoological Record (1864).

La Entomología que aparece como una ciencia casi autónoma, exige búsquedas múltiples y urgentes por los daños graves que los insectos causan a la agricultura y a otras actividades humanas. Las mariposas son, por su belleza, recogidas por numerosos coleccionistas sin contar con el punto de vista utilitario de ciertas especies como el Bombix mori productor de la seda. Otros insectos son revelados como transmisores de enfermedades (filariosis, malaria, etc.). El estudio de los insectos sociales como las abejas, hormigas, termitas y avispas es un campo de búsquedas especiales del más alto in terés.

El estudio general de las costumbres de los insectos, con sus amplias posibilidades experimentales, ha provisto de material de in numerables trabajos y exposiciones que desbordan ampliamente el mun do de los especialistas.

La redacción de un tratado de zoología suscita muchas tentativas, y desde 1948 un "Traité de Zoologie" moderno de inspiración evolucionista, se empieza a publicar bajo la dirección de P.P. GRASSE.

En la actualidad la Entomología alcanza su total rango de profesionalidad (al menos en los países anglosajones) y nos aparece como un campo en el que convergen científicos de formación básica muy diversa, fisiólogos, bioquímicos, citólogos, paleontólogos, edafólogos, agrónomos, forestales, médicos, veterinarios, etc....

El entomólogo actual, no es el hombre que recoge unos insectos para una colección y estudia tan sólo sus cadáveres (aunque hoy en día lo hace además de). Es cada vez más evidente el impacto de otras ciencias que ponen sus técnicas y medios a la resolución de problemas de carácter entomológico.

Las clasificaciones se han ido sustituyendo poco a poco por otras más modernas, que reposan sobre la filogénesis.

La inmensa mayoría de los animales pertenecen a uno u otro de los ocho grandes troncos: Celentereos, Platelminetos, Nemátodos, Anélidos, Artrópodos, Moluscos, Equinodermos y Cordados.

Los Anélidos, Moluscos y Artrópodos poseen grandes semejanzas; la segmentación del huevo sigue un modelo característico "en espiral" que produce una larva trocófora, las cavidades celomáticas del cuerpo se forman mediante fragmentación de los bloques musculares desarrollados precozmente durante la embriogenia, los órganos excretorios son metanefridios en comunicación con el espacio celómico, presentan un cuerpo estructurado de modo segmentario (en *Neopilina*, Molusco, encontramos un cierto número de estructuras repetidas serialmente).

Los dos grupos principales de troncos animales (el conjunto Anélidos-Artrópodos-Moluscos y el formado por Equinodermos-Cordados) tienen poco en común, probablemente, ambos conjuntos surgieron de animales acelomados, insegmentados, con un tubo digestivo que les atraviesa.

Poca ayuda puede lograrse a partir de los registros fósiles. Los insectos son los más tardíos en entrar en escena, ya que evolucionaron con la colonización de los continentes por las plantas superiores y aparecen por primera vez, ahogados y enterrados, en los depósitos minerales de estratos silúricos. Los otros artrópodos se encuentran en abundancia casi desde el comienzo de los yacimientos fosilíferos cámbricos. Presentan un despliegue impresionante de trilobites, crustáceos y arácnidos, juntamente con una serie de seres de patas numerosas y articuladas, que no encajan fácilmente en ninguna de las clases de artrópodos hoy vivientes. Ante esta variedad, parece muy posible que los artrópodos, con el máximo número de especies dentro del reino animal, no sean una agrupación sistemática válida, sino más bien un conjunto de animales segmentarios que tienen en común un exoesqueleto endurecido y articulaciones.

Los arácnidos difícilmente pueden considerarse que tengan una cabeza diferenciada. Los crustáceos y arácnidos tienen glándulas digestivas, los miriápodos y los insectos no. En los crustáceos las patas son birrameas mientras que en arácnidos e insectos carecen de branquias.

Puede tratarse pues de un conjunto de animales semejantes por

convergencia, relacionados entre si algunos de ellos, en todo caso, a través de antecesores comunes de tipo anelidiano.

En los Insectos, la pared del cuerpo hace la función de exoesqueleto con una considerable elasticidad. A fin de lograr protección así como un rígido punto de inserción para los músculos, varias partes de la pared del cuerpo se han endurecido o esclerosado formando una serie de placas o escleritos entre los que la pared del cuerpo es flexible.

La superficie del tegumento lleva, por lo general, muchas clases de procesos, incluyendo arrugas, escamas, espolones, espinas y setas, que tienen un interés secundario desde el punto de vista de la anatomía externa, pero son importantísimos como caracteres taxonómicos en muchos grupos de insectos.

Existen muchos procesos que se forman por invaginación de la pared del cuerpo, apodemas, proporcionando áreas internas para la inserción de los músculos.

El cuerpo del insecto adulto se divide en tres partes; cabeza, torax y abdomen.

La cabeza abarca la región anterior del cuerpo de un insecto. Normalmente es una cúpula con una porción superior esclerosada que contiene el cerebro, y un suelo membranoso en el que está situada la boca. En coleópteros, está constituida por la fusión de un cierto número de segmentos, tres situados por delante de la boca (ocular, antenar, postantenar) y tres por detrás (mandibular, maxilar y labial). La disposición de las áreas de inserción muscular revelan cada uno de estos segmentos. La cápsula cefálica de los Lepidópteros comprende; la frente, situada entre los ojos, que se fusiona con el clipeo, vertex o epicraneo situado en posición dorsal, a continuación, en la parte trasera, encontramos el occipucio, los lados están ocupados por las genas situadas entre el clipeo y los ojos, las postgenas constituyen las partes laterales posteriores de la cápsula cefálica y la gula es una pieza ventral anterior que soporta el labio.

Los ojos compuestos son voluminosos. Los esclerosos están reemplazados, a veces, por órganos sensoriales. Las antenas son por lo general largas y formadas por muchos artejos.

Los lepidópteros primitivos, Micropterygidae, tienen piezas bucales masticadoras; labro, mandíbulas bien desarrolladas, maxilas típicas (con cardo, estipe, galea, lacinia y palpo) y labio. En las restantes familias, se transforman, alargándose un lóbulo de las maxilas (la galea o la lacinia) y reduciéndose el palpo. Este alargamiento puede ser muy marcado y los lóbulos externos se sitúan al uno contra el otro, delimitando entre ellos un canal de succión que conduce a la faringe, la trompa.

La trompa está ausente en caso de numerosos Bombicidos (Saturnia, Bombix, por ejemplo), la boca no está abierta y el animal no toma alimentos.

El torax es la región del cuerpo situada entre la cabeza y el abdomen. Está compuesto por tres segmentos; protorax, mesotorax y metatorax.

En los órdenes que nunca han desarrollado alas, los tres seg-

mentos son casi iguales en su estructura general. El tergo y el esternito tienen forma de placa y los escleritos pleurales son pequeños o degenerados.

En los órdenes de insectos alados, los tres segmentos torácicos son extremadamente desiguales. El protorax tiene esencialmente las mismas partes, aunque los diversos escleritos pueden consolidarse o combinarse de tal manera que su exacta interpretación pueda resultar difícil. El mesotorax y el metatorax han sufrido una verdadera revolución morfológica para acomodar la musculatura necesaria de los mecanismos combinados de marcha y vuelo en un solo segmento. Se han añadido muchos escleritos nuevos y muchos de ellos se han reagrupado.

La estructura del abdomen es relativamente simple comparada con el torax, y en los adultos carece de patas ambulatorias. Originalmente presenta doce segmentos, pero esta condición solo puede verse en los proturos y en ciertos estados embrionarios. Muchos grupos presentan los últimos segmentos modificados para formar un órgano copulatriz o un ovopositor, que está normalmente retraído dentro de los segmentos precedentes.

Frecuentemente, en la base del abdomen, se encuentra, en caso de un cierto número de lepidópteros heteróceros, órganos auditivos o timpánicos, los cuales parecen estar relacionados con el vuelo, pues están ausentes en caso de las hembras de alas reducidas.

Los seres con patas tienen claras ventajas. Las distintas especies pueden vivir en ambientes muy variados debido simplemente a que son lo bastante móviles como para buscar aquellos puntos de su ambiente que satisfacen a sus necesidades del momento. En las patas, los músculos con un mínimo de acortamiento producen una gran cantidad de movimiento, lo que supone un ahorro de energía y una gran rapidez en el desplazamiento.

El Peripatus, animal vermiforme de cuerpo blando y clasificado como artrópodo por su estructura interna, tiene patas pequeñas y semejantes a las de una oruga. Cuando marcha, cada pata aprieta hacia atrás durante el período en el que actúa como punto de apoyo, se levanta cuando pasa hacia delante, y se mantiene turgente por presión hidrostática producida por la contracción de la musculatura de la pared del cuerpo. De forma similar andan los milpiés y cienpiés, en estos últimos, las patas largas dan al animal una velocidad mayor, pero presentan el problema de falta de estabilidad y el de tropezar con sus propios piés.

Los insectos son animales inicialmente más lentos pero más adaptables ya que poseen un tipo de andadura equilibrada. Conservan cuando corren tres de sus patas apoyadas en el suelo, pudiéndose parar en cualquier momento de su carrera.

Muchos insectos tienen dos nervios por cada fibra muscular, uno de ellos produce los movimientos rápidos (saltos) y otro provoca contracciones progresivas.

El trabajo que puede hacer un músculo depende de la tensión y de lo amenudo que pueda ejercerla. Esto último depende de la tasa de oxígeno y metabolitos que se le pueda suministrar y a su vez, del área de superficie utilizable para el intercambio gaseoso que tiende a crecer con el cuadrado de las dimensiones lineales del animal, mientras que el peso crece con el cubo. A mayor peso, mayor tensión pero ritmo más bajo. Esto limita la potencia a desarrollar por los animales.

Los insectos encuentran ventajas para el vuelo dado su tamaño; la relación potencia-peso, la estructura de las alas (la tendencia de un tubo a encorvarse aumenta rápidamente con cualquier incremento del radio), el poco arrastre por turbulencias (relacionado con la velocidad absoluta) le permite una forma del cuerpo no ajustada a requisitos aereodinámicos.

Los insectos no pueden alterar en vuelo el área de sus alas y, en general, no pueden alterar el ritmo del batido, por lo que la velocidad de avance del animal queda determinada por la superficie del batido del ala, medio que le permite permanecer quieto en el aire e incluso moverse hacia atrás.

El batido es demasiado rápido (100 a 1000 veces por seg.) para mantener una relación 1:1: entre el impulso nervioso y la contracción muscular (es de 2 a 5 milisg. el período de recuperación del nervio después de cada impulso). Del examen de los músculos del interior del torax, se deduce que solo sirven para distorsionar éste, ya que la mayoría de ellos no están unidos a las alas. Esta distorsión es causa de que las alas se disparen hacia arriba y hacia abajo desde una posición estable a otra. El control nervioso estaría limitado a mantener el sistema en movimiento.

Los músculos de las placas de la base del ala regulan el ángulo de ataque durante el batido de la misma.

Con la velocidad creciente aumenta la necesidad de averiguar lo que se tiene delante, los insectos han desarrollado un complicado sistema visual de elevada resolución, los ojos compuestos.

Tan importante como el sistema nervioso, es el sistema endocrino. Las glándulas endocrinas de los insectos fueron primitivamente confundidas con formaciones simpáticas de la región cefálica. Desde 1768, P. LYONET menciona dos pares de ganglios situados a una parte y otra de la faringe detrás de los cerebroides. HEYMONS (1897) señala la estructura particular del segundo par de ganglios y les llama "corpora alata". En 1913, A. NABERT, estudia estos órganos que él considera como glándulas endocrinas. Esta opinión ha sido confirmada por trabajos ulteriores.

El papel del primer par de ganglios de LYONET no ha sido reconocido hasta muy tarde. DE LERMA se vé tentado a darles una función endocrina. PFLUGFELDER analiza su estructura y su embriología y les dá el nombre de "corpora cardiaca". HANSTROM reemprende su estudio y los considera como órganos neurosecretores, mientras que P. CAZAL dá un estudio de conjunto de las glándulas retrocerebrales de los insectos.

Desde 1931, la neurosecreción ha sido reconocida en caso de los invertebrados. A los exámenes morfológicos, anatómicos, histológicos, han seguido las búsquedas experimentales. Las funciones endocrinas han sido desencadenadas en caso de los crustáceos y de los insectos. En caso de los insectos, las primeras verificaciones experimentales fueron intentadas sobre un chinche hematófago, Rhodnius prolixus, por el eminente fisiólogo V.B. WIGGLESWORTH (1933-39); experiencias delicadas de decapitación, parabiosis, injerto, revelaron una acción hormonal estimulante en el desencadenamiento de la muda.

El papel endocrino de las glándulas retrocerebrales en caso de los insectos es pues indiscutible. Parece pues que el desarrollo postembrionario de los insectos está regido por tres glándulas endo

crinas: 1º, las células neurosecretoras del cerebro estimulan la glándula protorácica mediante la PtTH (hormona procoracotrofa). 2º, esta segrega la hormona de la muda o "Ecdysona", PtH. 3º, los "corpora alata" segregan la hormona juvenil, JH. En presencia de esta hormona, la muda es una muda larvaria, y en su ausencia es una muda imaginal.

Las hormonas, igualmente, intervienen en los fenómenos de polimorfismo, actividad genital, equilibrio hídrico, movilización del glicógeno, adaptación cromática, etc..

El estado de diapausa está caracterizado por; una inmovilidad más o menos completa con silencio eléctrico, al menos parcial, del cerebro, un descenso considerable del metabolismo, eventualmente acompañado de un fenómeno de emisión discontinua de gas carbónico respiratorio, y un paro completo en el crecimiento entrañando un paro en las mudas y en el desarrollo genital.

Se sabe que el mecanismo humoral que provoca la muda de un animal en diapausa es el mismo que el que provoca la muda de un animal activo. Se conocen actualmente dos mecanismos implicados en el fenómeno de la diapausa; uno que decide si el animal presentará o no la misma, y otro que obra directamente sobre los tejidos para determinar su estado de actividad.

En el caso más frecuente, el de las diapausas larvarias o ninfales controladas por un detenimiento en la emisión de PtTH por el cerebro, diversos autores han emitido la hipótesis de que la actividad cerebral está condicionada por la presencia de una sustancia X que participa en dos reacciones sensibles de forma diferente a la temperatura; 1º, una reacción produce sustancia X poco sensible a la temperatura, 2º, una reacción de inactivación o destrucción de la sustancia X, reacción muy sensible a la temperatura. Así, para bajas temperaturas la sustancia X se producirá y como consecuencia quedará bloqueada la producción de PtTH por el cerebro.

En otros casos la diapausa está controlada por el fotoperíodo y existe un mecanismo endocrino interpuesto entre el órgano fotosensible y el cerebro. Existe una región fotosensible al nivel de los segmentos abdominales 7 al 10, es decir, en la extremidad del cuerpo.

La transmisión del estímulo fotoperiódico no se hace por vía nerviosa sino por vía humoral. La sustancia activa es la "proctodona" que obra sobre el cerebro.

La diapausa es un estado de desarrollo detenido. En algunos insectos esta detención es facultativa, el medio ambiente estimula directamente el organismo ya sea para continuar o para terminar su desarrollo. En otros insectos esta detención es obligatoria. Tanto en caso de diapausa facultativa como en el de obligada el control está ejercido por el sistema endocrino.

Esta detención del desarrollo está caracterizada por un mínimo en las actividades exoenergicas tal como la respiración y en las actividades biosintéticas endoenergicas tal como la síntesis de proteínas.

Los principales estímulos que establecen la diapausa son: fotoperíodo, temperatura, humedad, dieta, etc..

Durante todo el ciclo vital, la intensidad del metabolismo oxi-

dativo está estrechamente ajustada a los requerimientos de energía útil.

Estos requerimientos pueden ser analizados en tres componentes; los asociados con la morfogénesis, los asociados con el mantenimiento y los asociados con el ejercicio.

La respiración en el insecto puede interpretarse como el resultado de estos tres componentes.

La habilidad del insecto en diapausa de ir pasando con una provisión de energía limitada está reflejada en su organización histológica y citológica.

Aunque el desarrollo está detenido, los requerimientos energéticos de las actividades biosintéticas se mantienen durante la diapausa de los insectos; se sintetizan ácidos nucleicos, aminoácidos y proteínas. Igualmente se gasta energía en el mantenimiento del transporte activo.

En diapausa el metabolismo respiratorio está reducido considerablemente y los mecanismos que controlan la diapausa pueden ser pues considerados como los mecanismos del control del metabolismo.

La sincronización del crecimiento y reproducción en las especies de insectos con respecto a las estaciones favorables, a su tipo de dispersión, y de su actividad dentro del periódico ritmo de luz y oscuridad, es de gran valor para la supervivencia.

La actividad diurna o nocturna en insectos está relacionada con los requerimientos de temperatura y humedad, costumbres alimenticias y aspecto morfológico.

Mientras un estímulo "señal" correlaciona crecimiento y reproducción con la estación favorable, el fotoperíodo tiene la ventaja de la existencia de una inmediata expresión de los factores astronómicos determinantes del ritmo diario y estacional del tiempo atmosférico y clima.

De todos los factores del medio ambiente, solamente el fotoperíodo cambia con matemática exactitud a lo largo de los días, tan poco influenciado como la precisión de los movimientos del eje de la tierra.

La migración en insectos no está usualmente alternada con la diapausa, pero frecuentemente es un carácter distinto de la conducta prediapáusica. Es muy conocido en las regiones montañosas migraciones locales de Coccinella septempunctata dirigidas hacia las grandes altitudes cuando la diapausa va a empezar. Esta conducta se puede considerar pues bajo el control fotoperiódico.

La sensibilidad al fotoperíodo no está extendida a todo el ciclo vital. El conjunto de estados exceptuando la pupa pueden ser receptores, pero en muchos casos la sensibilidad está intensificada en un número limitado de estados. Además, los estados sensitivos y los estados capaces de responder son esencialmente diferentes.

En muchos casos un estado del ciclo vital es solo relativamente muy sensitivo. Así, en Bombix mori, una larga acción del fotoperíodo sobre los huevos es decisiva para la diapausa de los huevos en la siguiente generación, pero ésta puede ser obligadamente neutralizada con un corto fotoperíodo aplicado durante los primeros tres

instantes larvales.

El estado sensitivo y el estado capaz de responder pueden estar por tanto en tiempos remotos. Esto nosotros podemos justificarlo re-firiéndonos a lo que ha tardado la respuesta fotoperiódica, que en el caso extremo de Bombix mori es una generación completa. Es pues bastante improbable que los sistemas efectores respondan directamente al fotoperíodo.

Parece por tanto justificado distinguir entre: inducción fotoperiódica, determinación fotoperiódica y respuesta fotoperiódica.

En Dendrolimus pini ha sido demostrado que la diapausa es inducida en los estados larvarios solo después de 30 o 31 períodos de exposición siendo de 9 horas cada fotoperíodo. En este caso, parece concluirse en un factor de inducción gradualmente construido o en una deficiencia endocrina gradualmente obtenida. Igualmente, para romper la diapausa en este insecto es preciso 17 a 26 largos períodos cíclicos.

Muchos insectos pueden inhibir sus respuestas al fotoperíodo durante el estado durmiente. Esto ocurre en caso de Leptinotarsa decemlineata, a estos escarabajos cuando han entrado en diapausa a consecuencia de un corte fotoperíodo es posible reactivarlos con un fotoperíodo antagonista. En un posterior estado de diapausa esto no es posible. La respuesta y el estado de inducción no es pues siempre irreversible.

Experimentos con insectos han demostrado que altas temperaturas contribuyen a desviar el estado de diapausa. Bajas temperaturas hacen la luz periódica equivalente a la obscuridad, mientras que a 26° C. ésta produce enteramente sus efectos.

La inducción del fotoperíodo en insectos es independiente de la intensidad de luz por encima de un cierto umbral. Este umbral es variable según las especies. Igualmente es interesante la influencia de la región espectral en el fotoperíodo inducido.

Una interrupción del período oscuro en la mayor parte de los casos, necesita varias horas para hacerse efectiva. Diversos factores hacen efectiva la duración del día bajo las condiciones del campo que son diferentes de la duración del día astronómico.

Primero, la baja intensidad umbral resuelve hacer efectiva la luz del día antes de amanecer y después de la puesta del sol. El umbral está encuadrado dentro de los 5 lux, el período de crepúsculo civil puede ser sumado al calendario de la duración del día, obteniéndose así el fotoperíodo natural efectivo.

Segundo, bajo matinales temperaturas puede hacerse inefectiva la temprana iluminación, es necesario pues la existencia de una corrección.

En tercer lugar, existe el problema de la luz de la luna que puede interferir con los efectos del fotoperíodo del día.

La existencia de una relativa baja intensidad umbral responsabiliza al fotoperíodo haciéndolo relativamente independiente de tales irregulares factores como las nubes, niebla y el oscurecimiento.

El tipo periódico de conducta, está claro en las actividades de

la mayor parte de especies de insectos. Locomoción, alimentación, apareamiento y ovoposición son fenómenos de conducta que pueden suceder a lo largo del día. Algunas especies son característicamente activas durante las horas de luz (especies diurnas), otras tienden a ser activas durante la noche (especies nocturnas), aún hay otras que son activas igualmente al amanecer o al anochecer (especies crepusculares). Estos diferentes hábitos de actividad han sido considerados como determinados por los ciclos diarios de temperaturas, humedad e intensidad de luz. Un insecto nocturno puede ser sin embargo activo solamente en la noche porque su actividad motora es inhibida por la luz del día. Si se le deja en continua oscuridad su actividad motora resulta ser más o menos continua.

Los ritmos pueden ser simples con un período de actividad cada 24 horas ciclo, o tener dos o tres períodos de actividad durante cada 24 horas ciclo. Dos interpretaciones son posibles: 1º, dos desplazamientos temporales de los individuos, cada uno de los cuales solo despliega un período de actividad por fotoperíodo, 2º cada individuo de la población puede tener durante un fotoperíodo dos o más períodos de actividad. En experimentos realizados se han podido observar ambos casos.

Cuando en el medio ambiente los insectos están sujetos a ciclos diarios de temperatura, pueden producirse fases termoperiódicas dentro de los ritmos circadianos.

Las actividades motoras están usualmente acompañadas por otras manifestaciones de la conducta; comida, buscar pareja, ovopositar. Estas diferentes actividades pueden desplegarse con ritmicidad diaria.

Las actividades alimenticias de las formas sésiles tal como las larvas de lepidópteros, se manifiestan con una conducta rítmica simple.

Las formas adultas de muchas especies de insectos emergen en grandes números. El tipo periódico de emergencia de adultos está correlacionado con la actividad rítmica locomotora y el tipo de conducta reproductora de estas especies.

Bajo las condiciones naturales del campo, muchos factores del medio ambiente pueden influir en la emergencia de los insectos adultos. Esto es pues concebible ya que especies diferentes pueden tener la habilidad de utilizar diferentes variables naturales en el ajuste de sus épocas de emergencia. Los ciclos diarios de temperatura, humedad e intensidad de luz pueden fácilmente estar implicados en esto.

El papel del fotoperíodo no puede estar determinado con exactitud a no ser que estas distintas variables puedan ser controladas. Investigaciones de laboratorio sobre numerosas especies de insectos han constituido una gran aportación a los principios del fotoperiodismo.

La actividad locomotora en los insectos que corren o vuelan, puede demostrarse que es rítmica porque ocurre en la vida de un insecto pudiendo ser observada todos los días, semanas o igual meses sin interrupción.

La emergencia difiere de un tipo diario de conducta en una ca-

racterística muy importante; un ejemplar de insecto emerge en adulto una sola vez.

Algunos tipos de ritmos diarios en la emergencia de los insectos adultos deben ser considerados como un fenómeno de poblaciones, en el que la población observada es tratada como constituyendo un único superorganismo multiunitario.

Igualmente un ritmo poblacional puede tener características circadianas endógenas, y ser susceptible de una periódica regulación por el fotoperíodo, termoperíodo u otros factores ambientales.

Esta unidad funcional de la población con aspecto de un superorganismo, está formada por individuos y su desarrollo fisiológico debe incluir las funciones rítmicas controlantes del tiempo en que los sucesivos estados de desarrollo son alcanzados.

El período de emergencia de un insecto adulto puede estar determinado por la relación temporal entre los ritmos fisiológicos fundamentales.

Los ritmos de emergencia del adulto manifestados en la población, podrían igualmente, por lo tanto, ser considerados como resultantes de un alto grado de sincronización de los procesos de desarrollo entre los individuos.

El fotoperíodo tiene un efecto de interferencia sobre el ritmo de emergencia del adulto, ya que influye sobre los ritmos de desarrollo del mismo. En una población homogénea, la emergencia del adulto puede ser interpretada como un seguro reflejo de las características de los ritmos endógenos de los individuos.

Fundamentalmente, el fotoperíodo puede tener ambos o cualquiera de los dos efectos siguientes en el desarrollo del insecto; un efecto inhibitor o estimulador del crecimiento, o un efecto en la dirección de la diferenciación (dimorfismo estacional).

En conjunto, son poco conocidos los mecanismos específicos biológicos con que influye el estímulo fotoperiódico en la determinación de cualquier forma de crecimiento o camino de diferenciación.

Un modo de control podría ser la producción de una hormona del crecimiento, ya que el fotoperíodo manifiesta su influencia en la actividad secretora de las células neurosecretoras del cerebro.

Muchas veces han sido descritas dos formas estacionales como especies diferentes. Igualmente ha sido motivo de separación de dos especies, un cambio estacional en la coloración. Estas respuestas son debidas al fotoperíodo, y están puestas de manifiesto por "loci" genéticos y determinados mecanismos fisiológicos.

El fotoperiodismo juega un importante papel en las adaptaciones ecológicas de los insectos, difiriendo frente a las fuerzas físicas de la temperatura, humedad, radiación, corrientes de aire y presión, y también frente a los factores químicos como nutrientes y sustancias deletéreas que son obtenidas del medio ambiente.

Estos diversos factores físicos y químicos pueden dar oportunidad de supervivencia a las especies o actuar directamente sobre el sistema biológico. El fotoperíodo no ejerce un beneficio directo

al organismo sino que constituye una fuente de información temporal así como una oportunidad adaptativa.

Las adaptaciones de los insectos al fotoperíodo, se han desplegado tanto respondiendo ordenadamente a estos estímulos, como presagiando las condiciones ambientales, lo cual debe de promover diferentes respuestas adaptativas para asegurar la supervivencia.

Muchos insectos tienen una distribución geográfica extensa, en cuyas amplias variaciones de condiciones ambientales deben de vivir. Estas adaptaciones ecológicas requeridas para la supervivencia y perpetuación de las especies son diferentes en las diversas partes de la distribución geográfica. Las poblaciones geográficas pueden por tanto diferir en las específicas adaptaciones ecológicas y como consecuencia en su fotoperiodismo.

2.- TAXONOMÍA: LOS ÓRDENES DE INSECTOS

La taxonomía es la ciencia de la clasificación biológica. Un taxonomista debe describir las formas conocidas de animales, ver las relaciones recíprocas que existen entre ellos y clasificarlos de un modo lo más natural posible con un sistema de nomenclatura que permita referirnos a cada una de las formas rápida y exactamente.

La taxonomía constituye una de las actividades más importantes de la biología y requiere una síntesis de las restantes disciplinas biológicas para poder ser llevada a cabo adecuadamente.

Una buena clasificación es esencial para todo trabajo de zoología, así, para aplicar un remedio contra una plaga, debemos de estar seguros del tipo de plaga que combatimos.

Para describir un determinado tipo de animal, es preciso considerar no sólo su estructura y distribución, sino también su genética, su modo de vida, su fisiología y todos los demás aspectos. Por otra parte los fisiólogos, genéticos e investigadores de la evolución se han dado cuenta de la importancia de una buena taxonomía.

Si deseamos agrupar animales similares debemos tomar en consideración todos sus aspectos y buscar más las semejanzas generales que las diferencias particulares. Confiar en un solo carácter hará que se agrupen formas heterogéneas. En un sistema natural los animales se agrupan según sus semejanzas básicas en tantos grupos y subgrupos como lo requieran éstas y sus diferencias.

La adaptación al mismo modo de vida puede producir semejanzas en animales muy diferentes, por lo que se debe prescindir de todos los caracteres atribuibles a esta convergencia para determinar las relaciones entre sus poseedores. En algunos grupos naturales, todos los miembros de algún subgrupo pueden poseer cierto carácter en común que tendrá un considerable valor taxonómico, por el contrario, si dicho carácter tiene una frecuencia de aparición esporádica, tendrá entonces poco valor taxonómico.

Las clasificaciones ideadas para una rápida identificación y

basadas en los caracteres más convenientes, reciben el nombre de claves y generalmente son dicótomas. Constituyen uno de los tipos de clasificación artificial. No siempre es posible ordenar las clasificaciones naturales como claves, ya que algunos grupos naturales pueden carecer de todo carácter determinativo. Los caracteres taxonómicos son simplemente aquellos que, después de haber tomado en consideración todos los caracteres de un grupo, resultan ser los más útiles para redactar la definición de éste.

Las clasificaciones por el sistema natural nos dan unos grupos que a su vez pueden quedar reunidos en otros grupos mayores, y estos en otros aún mayores y así sucesivamente hasta que lleguemos al grupo que comprende todos los animales. En sentido inverso, podemos ir descendiendo de categoría hasta llegar al animal individual.

ARISTÓTELES parece ser el primero en emplear nombres de categoría para designar todos los grupos naturales de la misma condición aproximada y en discutir los diferentes criterios para decidir la categoría de un grupo determinado. Sin embargo, LINNEO fué el primero en proporcionar un esquema verdaderamente comprensivo, y los nombres de categoría que se utilizan en la taxonomía biológica derivan principalmente de él.

Para LINNEO, el universo se dividía en tres reinos (animal, vegetal y mineral) cada reino en clases (los insectos constituyen una), estas en órdenes, los órdenes se subdividieron en géneros y éstos en especies.

Las especies consistían en los grupos más homogéneos que era posible hacer, cada uno de ellos claramente separado de los restantes, pero cuando algunos individuos, a pesar de pertenecer claramente a ella, presentaban alguna notable peculiaridad, fueron reconocidos como una variedad distinta.

Actualmente se emplean mayor número de categorías, pero cada ejemplar debe ser referido a determinada especie y ésta a determinado género, familia, orden, clase y phylum dentro del reino animal. Estas son las categorías obligadas.

Por puro convencionalismo, los nombres de algunos grupos tienen sufijos iguales para cada uno de dichos grupos; superfamilias-oidea, familias-idae, subfamilias-inae, tribus-ini, subtribus-ina.

Las distinciones entre grupos de animales vivientes pueden desaparecer si se toman en consideración las formas fósiles, y en realidad habría de ser así según la teoría de la evolución. La clasificación en grupos discretos puede ser bastante fácil en un momento dado, pero no resulta nada fácil cuando se trata de largos períodos de tiempo.

No se puede discutir nada de los animales sin antes ponerse de acuerdo sobre los nombres. A este fin, existen las Reglas Internacionales de Nomenclatura.

El sistema de nomenclatura es binomial porque a cada especie se le designa, en principio, por dos palabras, una de ellas, el nombre del género en que hay que colocar la especie, y la otra, el nombre o epíteto aplicado a aquella particular especie.

El nombre específico debe aparecer una sola vez en cada género,

con esta salvedad puede utilizarse tantas veces como se juzgue conveniente. Es de práctica muy general escribir los nombres de los géneros, especies y subespecies, en bastardilla o en algún otro tipo de letra que difiera de la usada en el resto del texto.

Quando se publica válidamente por primera vez un nombre hay que dar también alguna indicación sobre su significado, de modo que para especificar exactamente determinado nombre, hay que citar éste, el autor que lo publicó y la fecha de su publicación. Si la especie ha sido transferida ulteriormente a otro género, o si el nombre genérico se ha cambiado por la razón que fuere, el nombre del autor se pone entre paréntesis. El nombre subespecífico sigue inmediatamente al nombre específico con el nombre del autor (si fuere necesario) y la fecha. El nombre subgenérico se coloca entre paréntesis entre el nombre genérico y el específico.

Quando el mismo nombre ha sido publicado inadvertidamente para dos o más formas diferentes, se le denomina homónimo. A los diferentes nombres publicados por una misma forma se les llama sinónimos.

Los ejemplares que difieren de los normales suelen ser llamados variedades, aberraciones o mutaciones, y se pueden considerar como tales; una variación individual (aunque sea causada por una enfermedad), una forma estacional, una subespecie geográfica o hasta una buena especie que no haya sido identificada.

El género es una unidad sistemática curiosa, pues reúne, frecuentemente, muchas especies vecinas. Agrupa más individuos que cada una de las especies que lo componen. Cada especie posee además de sus caracteres propios, todos los de su género.

Para caracterizar la especie, conviene buscar un órgano muy polimorfo, susceptible de presentarse bajo un aspecto diferente en cada una. El edeago, en los coleópteros, es el que cumple mejor estas condiciones, pero no es siempre infalible.

Por el contrario, para definir el género, es preciso elegir otros órganos menos variables que el edeago, capaces de presentarse bajo el mismo aspecto en casi todas las especies a reunir. En coleópteros, la cápsula de la espermateca y los otros órganos genitales femeninos, son los que mejor cumplen este imperativo, no obstante pueden también fallar.

La especie corresponde a una idea casi intuitiva, y tiende a separar dos formas diferentes. Contrariamente, el género tiende a reunir muchas formas vecinas, operación más delicada. Lógicamente las dos unidades no pueden estar basadas sobre un mismo órgano del insecto.

Un principio que se puede designar con el nombre de "principio de relatividad en entomología" que se encuentra, posiblemente, en otros seres vivientes, tiene en el mundo de los insectos una importancia creciente. Se le puede enunciar así: Todos los caracteres utilizados en entomología no tienen más que un valor siempre relativo y un dominio de aplicación limitado en relación con la actividad propia del órgano considerado. Esto es, en caso de los insectos, ninguna regla es definitiva y ésta puede ser anulada al pasar de un grupo a otro.

La distinción morfológica por si misma nunca ha sido razón su-

ficiente para conceder una categoría específica. Especies próximas podrían ser únicamente extremos de una serie.

Los miembros de una especie forman un grupo aislado desde el punto de vista de la reproducción, y sus genes son capaces de recombinarse continuamente por reproducción sexual dentro del grupo.

Debemos aceptar el hecho según el cual, aunque la distinción morfológica y la genética casi siempre van juntas, algunas veces falta la morfológica y no la genética.

Un carácter morfológico distinto, por si mismo, nunca ha sido razón suficiente para conceder una categoría específica. Siempre que ha sido posible ha quedado subordinada al criterio del entrecruzamiento. Nadie ha propuesto jamás que machos y hembras quedasen separados como pertenecientes a especies distintas y, no obstante, difieren entre ellos al menos en los genitales y a menudo en otros muchos caracteres.

Una especie consiste pues en un grupo de poblaciones que se reemplazan unas a otras geográfica o ecológicamente y de las cuales las que son vecinas producen intergradación o entrecruzamiento siempre que se ponen en contacto o son potencialmente capaces de hacerlo (con una o más de las poblaciones) en aquellos casos en que el contacto se halla impedido por barreras geográficas o ecológicas.

El aislamiento espacial es de la mayor importancia para la producción de nuevas especies. Aunque los caracteres por los que difieren las razas geográficas puedan a menudo parecer triviales y no adaptativos, probablemente son siempre directamente adaptativos como tales productos secundarios de algún otro carácter o proceso que a su vez es adaptativo. La selección local producirá una divergencia genética y ecológica de unas poblaciones que si se encuentran serán capaces de desarrollar unos mecanismos aislantes muy eficaces para mantenerse genéticamente separadas, así como también podrán desarrollar especializaciones ecológicas para reducir la competencia y promover una compatibilidad ecológica.

En varios grupos de animales, los diferentes tipos son casi o (aparentemente) por completo imposibles de distinguirse morfológicamente y se pueden separar únicamente teniendo en cuenta sus requerimientos ecológicos, los cuales, no obstante, pueden ser extraordinariamente distintos y muy bien diferenciados. A estos tipos se les denomina "razas biológicas", y son especialmente evidentes entre los grupos parasitarios y otros grupos con requerimientos alimentarios muy especializados (orugas monófagas por ejemplo).

Si se cuentan todas las especies, subespecies y variedades actualmente descritas, el conjunto de los insectos suma más de --- 1.500.000 tipos, esta cifra debe de multiplicarse por cuatro o por cinco para que se acerque al número real de especies que deben existir sobre el globo.

Después de numerosos trabajos, se ha llegado a una sistemática más real en los insectos, basada en criterios evolutivos morfológicos, paleontológicos y fisiológicos que concuerdan frecuentemente de una forma satisfactoria.

Los Parartrhopoda presentan una mezcla de caracteres anelidia-

nos y artropodios, son animales de cutícula no esclerotizada y cuerpo en general blando, si en algunos casos muestran zonas endurecidas (algunos Tardígrados) lo son en forma de placas sin formar auténticos anillos. Existen patas locomotoras, estas son de consistencia blanda y carnosa. El cuerpo oscila entre los 3 y 3'5 cm. de longitud. Se les reparte en tres grupos, Onychophora, Tardigrada y Pentastómida.

Los Euarthropoda, animales de forma muy variable que muestran, cuando adultos, un cuerpo segmentado, y en cada segmento unas piezas esclerotizadas formando un terguito, un esternito y uno o varios pleuritos. Los apéndices locomotores también están esclerotizados. Existen apéndices modificados para la función alimentaria. La coraza externa está compuesta por quitina que obliga a un crecimiento por procesos de mudas. Los músculos son estriados y bien individualizados.

Se les puede dividir en Quelicerados (Merostomata, Arachnida, Pycnogonida) y Antenados o Mandibulados (Crustacea, Myriapoda, Hexapoda).

Los Hexapodos o Insectos, poseen el cuerpo dividido en tres claros tagmata; cabeza, torax y abdomen. El torax portador de tres pares de patas locomotoras típicamente, y el abdomen desprovisto de ellas. Muy frecuentemente el torax lleva también a uno o dos pares de alas.

La teoría de HANDLIRSCH (1908) por la que los Apterygotas serían formas neoténicas de los Pterigotas, fue refutada al descubrirse Colémbolos devónicos más antiguos que las formas aladas. TILLYARD (1930) opina que los Miriápodos e Insectos descienden de un ancestro hipotético, probablemente silúrico, y estaba formado por un pequeño número de somitos, constante en el curso de la vida de los individuos. Este tipo primitivo, "protomorfo", está actualmente representado en insectos por los Colémbolos que no tienen más que 9 segmentos postcefálicos en los primeros estados embrionarios y conservan este número intacto en caso del adulto.

El tipo "anamorfo", deriva del anterior, el número de segmentos postcefálicos crece durante la vida larvaria por proliferación de los penúltimos segmentos del cuerpo. Esta proliferación se detiene en caso del adulto. Más evolucionado es el tipo "epimorfo", cuyo número de segmentos crece durante los primeros estados embrionarios, pero queda fijo en el curso de la vida larvaria, de tal forma que el individuo nace con el número de segmentos que conservará en el estado adulto.

La epimorfosis deriva de la anamorfosis por un proceso de aceleración heterocrónica; los caracteres primitivamente larvarios, pasan a embrionarios.

Los proturos son anamórficos y los restantes insectos son epimórficos.

Más recientemente la rama de insectos se subdivide, por una parte en Thysanuros endotrofos (Dipluros) y por otra los ectotrofos de los que derivan directamente los Pterigotas cuyas alas se han especializado a expensas de las expansiones paranotales de los segmentos torácicos.

Estas teorías explican satisfactoriamente el origen de los Pterigotas. Primeramente estos estarían provistos de salientes paranales alargados, comparables a los de las Lepismas. Estos esbozos de alas, en la que los senos sanguíneos han formado las primeras nerviaciones, se han perfeccionado adquiriendo caracteres de membranas reforzadas por nerviaciones sólidas.

Es pues evidente que las nerviaciones de las alas presentan caracteres directamente ligados a la evolución, definiéndose así grandes grupos, pero no debe olvidarse los estados larvarios del insecto, ya que estos representan fases evolutivas por las que pasó el adulto.

Un proceso de aceleración ha provocado una discontinuidad en los estados larvarios, llegando al punto de aparecer el fenómeno de cenogénesis, y permitir así que la evolución de las formas larvarias se independice de la de las formas adultas. Aparecen así pues dos grandes tendencias evolutivas que darán lugar a dos grandes grupos diferentes: los Heterometábolos, en los que el proceso de aceleración por el que los anamorfos originan los epimorfos, continúa y pasa al estado embrionario todos los primeros estados larvarios primitivos, conservando así las larvas el carácter de Poligenéticas, y los Holometábolos en donde el proceso de aceleración, no solo ha pasado al estado embrionario las primeras fases larvarias, sino que ha provocado dos discontinuidades en el crecimiento, reduciendo los últimos estados larvarios a un estado ninfal, apareciendo así las larvas cenogénicas.

Los Paleópteros, son insectos con alas primitivas, normalmente instaladas a cada lado, tanto en reposo como durante el vuelo. A estos pertenecen los superórdenes de los Paleodictiópteros (fósiles), Efemerópteros y odonatópteros.

Los Paleodictiópteros encierran los tipos más primitivos de Paleópteros. Su organización, muy arcaica, se aproxima a la que los filogenistas han asignado como hipotética.

Se supone generalmente que las larvas de Paleodictiópteros eran acuáticas, como lo son aún las de los Paleópteros actuales. Efemeridos y Odonates. De este estado acuático de las larvas de insectos, las más arcaicas del carbonífero, HANDLIRSCH, había deducido que los insectos primitivos deberían haber sido anfibios en su origen. PRUVOST (1920) observó que las branquias externas de insectos acuáticos no tienen nada en común con las branquias sanguíneas epipodiales de los trilobites o de los crustáceos, y que el ancestro común de los insectos debería ser enteramente terrestre. Todos los Paleópteros son secundariamente adaptados a una existencia anfibia.

Así pues, insectos terrestres parecidos a los Thisanuros ectótrofos, conquistaron las aguas gracias a una serie de expansiones laterales, las trequeobranquias, que provienen en los Efemerópteros (grupo en el que se estudió el desarrollo de las traqueobranquias) al menos, de mamelones embrionarios. El embrión de los Thisanuros también posee estos mamelones, pero se pierden y solo progresan los que dan origen a las patas.

En las larvas de odonatos existen tres tipos de branquias; las rectales, situadas en la porción anterior del recto y provienen de una especialización del epitelio rectal; las caudales, situadas sobre los apéndices abdominales, y en caso de algunos Agriidae arcaicos, existen branquias pares sobre ciertos segmentos abdominales, homólogas a las branquias de las larvas de Efemeridos.

Expansiones del meso y metatorax dieron origen a las alas, estas expansiones en principio son muy parecidas a las expansiones de las traqueobranquias abdominales. Los Insectos conquistaron la tierra pero con una condición totalmente distinta a la de sus antecesores, la de volar.

Un Pterigota ancestral sería pues un insecto con una primera fase terrestre, una segunda acuática y una tercera en la que la larva sale del agua, muda y origina un imago volador.

Es interesante anotar que al salir del huevo, las larvas de odonatos no tienen aún su forma típica. Esta larva primaria puede caer en el agua o en el suelo, en este último caso, efectúa una serie de saltos hasta que alcanza el agua donde se desprende de su primera cutícula.

Este tipo de larva nos recuerda ancestrales reminiscencias terrestres fugazmente visibles a causa del proceso de aceleración.

Es a partir de los Paleópteros cuando se empiezan a marcar las dos tendencias impuestas por la aceleración, por un lado aparecerían los heterometábolos (Palineópteros y Para neópteros) y por otro los Holometábolos (Oligoneópteros).

Consideraremos pues como carácter primitivo, las larvas campodeiformes, la condición acuática con presencias de traqueobranquias abdominales tipo efemeróptero, y la presencia de cercos.

Los Neópteros constituyen un grupo de Insectos que desde el principio de su evolución han adquirido la facultad de replegar sus alas hacia atrás. El par anterior esta más o menos modificado en protección de las alas posteriores que se ensanchan en la base y desarrollan una neala. Este grupo comprende tres secciones netamente caracterizadas por la morfología, el modo de vida y las metamorfosis: Los Polineópteros que agrupa el conjunto de los Ortopteroideos (Protortópteros fósiles, Plecópteros, Notópteros, Cheleutópteros, Ortópteros y Embiópteros), Blattopteroides (Dictiopteros, Protoblatopteros fósiles, Isópteros y Zorápteros) y Dermapteroides. En todos estos grupos la parte yugal del ala está muy desarrollada y esta ocupada por un abanico de numerosas nerviaciones, ya sean aisladas, ya naciendo de un tronco común. Los Paraneópteros, que agrupan a los Hemipteros (Homopteros y Heteropteros), Psocopteroides Psocópteros, Malofagos y Anopluros) y Tisanópteros, que presentan indiscutibles caracteres comunes.

La larva primitiva campodeiforme acuática, pierde las traqueobranquias y evoluciona hacia formas larvarias más especializadas.

Dentro de los Oligoneópteros encontramos una serie de órdenes fósiles y actuales de Insectos. Los órdenes actuales están bien definidos, pero los órdenes fósiles presentan grandes semejanzas entre ellos y entre los más arcaicos Hetermetábolos.

Los verdaderos Coleópteros aparecen en el pérmico, estos, como el resto de los Holometábolos, han nacido sobre la Gondwanian durante el Paleozoico. Desde el Jurásico, la mayor parte de las familias de carnívoros, liquívoros, saprófagos y caprófagos de la fauna actual estaban ya especializados. La larva de los coleópteros y la de los Oligoneópteros, formada por insectos con neala sobre la que no existe más que una nerviación longitudinal, vena orcuata, esta formada por una cabeza bien individualizada y 13 segmentos poco dife-

rentes los unos de los otros, salvo que los tres primeros llevan las patas. Existen pues tres segmentos torácicos y diez segmentos abdominales, donde el último, siempre pequeño envuelve al ano y toma el aspecto de un pseudópodo anal o pigópodo. El 9º segmento adninal lleva generalmente un par de apéndices sobre el borde posterior de un terquito (apéndices pertenecientes al urito involucionado) que se pueden homologar a los cercos de los Thisanuros.

De todos los Coleópteros, los Girinidos tienen traqueobranquias larvarias que ocupan el lugar de apéndices segmentarios abdominales. Existen 10 pares, el último está constituido por los urogomfos, existe pues un par de traqueobranquias por urito y los urogomfos vienen a unirse a la serie, confirmando que estos no pertenecen al urito 9 sino a un urito posterior involucionado.

Este tipo larvario con cercos y traqueobranquias, nos recuerda mucho a los Pterigotas primitivos.

Los Megalópteros, Rafidiópteros y Planipenes constituyen tres órdenes con el común denominador de tener piezas bucales de tipo masticador normal y poseer cuatro alas, de grandes dimensiones poco diferentes entre ellas, y a menudo independientes las unas de las otras, con grandes nervios típicos, cortados por numerosos transversales. El abdomen posee 10 segmentos y cercos uniarticulados, las larvas, cuando son acuáticas poseen traqueobranquias, son de tipo campodeiforme. La mayor parte de las familias actuales aparecen ya representadas por tipos diferenciados en el Pérmico. Constituyen pues un grupo independiente de origen primitivo.

Los Himenópteros se aproximan mucho a los Mecópteros y lepidópteros inferiores; forma de las mejillas, antenas y piezas bucales, disposición del torax, patas, estigmas, etc. y tipo de larvas. Los fósiles del mesozóico conocidos con certeza, pertenecen al grupo de los Simfitos. Los Terebrantes y sobre todo los aculeados no aparecen hasta el Terciario, acompañando la flora de angiospermas. Las larvas de tipo eruciforme se encuentran en la mayor parte de los Simfitos, todas las otras larvas del resto de los Himenópteros tienen una forma esencialmente distinta diferenciándose a partir de ésta.

Los Mecópteros aparecen por primera vez en el Pérmico Inferior. A todas las familias de Mecópteros pérmicos y mesozoicos que se han extinguido, suceden durante el Terciario los Panorpidae, Meropidae y Bittacidae.

El interés de los Mecópteros pérmicos es que estos nos hacen asistir a una especie de diferenciación de los órdenes actualmente agrupados bajo el nombre de "Complejo Panorpoide" (Mecopteroides) es decir, Mecópteros, Dípteros, Tricópteros y Lepidópteros. Las larvas de Mecópteros son de tipo eruciforme, con 8 pares de patas abdominales y un aparato de fijación en el 10º segmento abdominal.

Existen en el Pérmico Superior ancestros tetrápteros de Menatócenos. La desaparición de las alas posteriores de los Dípteros ha tenido lugar durante el Trias. Las larvas no se parecen en nada a los adultos y su género de vida es totalmente diferente, están desprovistos de aparato locomotor formado por miembros articulados, su cabeza, a veces, no está diferenciada.

Los más antiguos Tricópteros conocidos pertenecen al Lías. Poseen 4 alas membranosas provistas de una pilosidad característica.

Las larvas, casi todas acuáticas, son unas campodeiformes y otras eruciformes presentando traqueobranquias. La extremidad del abdomen lleva un par de apéndices sobre el último segmento, estas no se homologan a las falsas patas de las orugas de lepidópteros (diferencia de estructura, musculatura distinta).

Los Lepidópteros poseen 4 alas membranosas cubiertas de escamas, mandíbulas atrofiadas (persistiendo aún, en los más primitivos), maxilas transformadas en trompa succionadora. La larva es eruciforme, con, generalmente, 5 pares de patas abdominales.

Los Sifonápteros o Afanípteros, son insectos de pequeña talla, ápteros, siempre ectoparásitos en el estado adulto, larvas alargadas, vermiformes y ápodas. Sus parentescos filogenéticos son muy dudosos, hay autores que opinan su proximidad sea hacia los Coleópteros y otros hacia los Dípteros.

Las larvas de los Holometábolos nos agrupan el conjunto melolontoide de los Coleopteroides, las larvas primitivas campodeiformes de los Neuropteroides y el tipo erucoide de los Mecopteroides e Himenopteroides.

3.- ECOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO

Un depredador es un animal que se come a otro. por lo general más pequeño y más débil. Un parásito es un animal que se alimenta a expensas de otros, que son siempre mayores y más poderosos que él, pero sin matarlos realmente. Los depredadores viven gracias al exceso de la capacidad reproductora de sus víctimas.

El ectoparásito debe encontrar a su hospedero y esto puede no ser fácil, ya que el hospedero es, por definición, mayor, y por lo tanto, generalmente, de movimientos más rápidos que el parásito. Los artrópodos han progresado en este tipo de existencia debido a que son móviles y con instrumentos adecuados para este tipo de vida.

Los insectos parásitos son numerosísimos, y entre ellos encontramos eficaces transmisores de los gérmenes de determinadas dolencias que alcanzan gran difusión y gravedad. Bajo este aspecto cabe destacar en primer lugar, los Dípteros, entre los que encontramos diversas especies que con sus picaduras inoculan al hombre y a los animales los parásitos causantes de diversas dolencias como la enfermedad del sueño, paludismo, fiebre amarilla, botón de oriente, etc....

Entre los Aphanípteros se encuentran los vectores de la peste, tifus murino, etc.. La familia de los Redúvidos comprenden Hemípteros que pueden inocular con sus picaduras el flagelo productor de la enfermedad de Chagas.

Muchos otros insectos (Dípteros generalmente), viven a expensas de los tejidos de animales, a lo que se denomina "miasis", siendo responsables de una importante disminución de la productividad cuando se trata de animales domésticos.

Interesantes casos de parasitismo ofrecen los Insectos parásitos de otros Insectos. Particularmente creo que son estos los que mejor controlan el equilibrio biológico de la entomofauna.

Así, las hembras de los Nematóceros Phasmidohelia y Forcipomya se fijan sobre Orthópteros y Lepidópteros respectivamente succionando la hemolinfa.

Los Bombylidae son Dípteros florícolas, cuyas larvas son parásitas de abejas, avispas, noctuidos y saltamontes. Entre los Cyclorrhafos encontramos Dípteros como los Phoridae, parásitos de crisálidas, Pipunculidae, cuyas hembras ponen en el cuerpo de ciertos Homópteros que las larvas consumen lentamente antes de ir a ninfosear en el suelo, los Conopidae, con larvas parásitas de Himenópteros, Braulidae, con especies parásitas de las abejas reinas, Tachinidae y Calliphoridae cuyas larvas son parásitas de muchos otros insectos.

En los Coleópteros encontramos casos como el de los Meloidae y los Rhipiphoridae cuyas larvas son parásitas de Himenópteros u Orthópteros.

En el orden de los Himenópteros figuran varias familias comprensivas de muchos millares de especies que nos ofrecen interesantes casos de parasitismo. Los huevos de estos ocasionan a la larga, infaliblemente, la muerte de los organismos en que se hospedan, así los Cynipoidea son parásitos de larvas y pupas de Dípteros, Crisomélidos y pulgones, los Ichneumonoidea lo son de otros Hemípteros, pulgones, crisálidas de Lepidópteros, larvas de Dípteros, Coleópteros y Tricópteros. Los Chalcidoidea se nutren de la hemolinfa de sus presas, son parásitos externos de huevos, larvas y ninfas de Insectos, hiperparásitos de orugas, parásitos internos de insectos muy diversos. Los Serpheoidea, hiperparásitos de áfidos y cochinillas a través de Braconidos o Chalcídidos, parásitos de Coleópteros y Dípteros. Los Scolioidea, parásitos de otros Himenópteros y de Coleópteros.

En el orden de los Strepsípteros, los Stylopidae comprenden insectos cuyas hembras son endoparásitas de abejas solitarias y a veces de Homópteros y Orthópteros.

Los insectos además de masticar los tejidos de animales y plantas también perforan para chupar los contenidos celulares y sorber sus secreciones (fitófagos), la hemolinfa o la sangre (hematófagos).

Para empezar a comer, un animal debe buscar y reconocer su presa, frecuentemente los estímulos de identificación no tienen una relación directa con la comida que el animal obtiene. Dicha identificación se realiza, sobre todo, por la vista y olfato.

Algunas especies de áfidos seleccionan las plantas en las que se posan después de la migración, por las longitudes de onda que la luz refleja en sus hojas.

Los insectos recolectores de nectar, como las abejas, son atraídos por las flores desde cierta distancia. Un papel azul colocado entre las flores también será visitado, aunque se ignoran varios papeles de diversos grises.

Preferencias similares para el amarillo, amarillo-verde, azul-violeta, y púrpura muestran un número de lepidópteros en la búsqueda de su alimento en las flores.

Los movimientos de las flores debidos al viento los hace aún más atractivos para las abejas.

El movimiento es frecuentemente la señal de presa para los artrópodos depredadores. Las sustancias químicas que se encuentran en la comida, también son atractivas. Los escarabajos peloteros como Geotrupes, así como las moscas tales como Lucilia son atraídos por el escatol y el amoníaco, componentes normales de su comida.

Las actividades de los depredadores son de dos clases; unos, en que el depredador espera pasivamente a su presa y otros, en que la busca activamente. Por otro lado, la búsqueda puede estar orientada hacia la fuente de alguna estimulación particular, así, las vibraciones de la natación conducen a la chinche Notonecta hacia su presa, que es localizada por medio de las setas sensoriales existentes en sus alargadas patas, que funcionan como remos.

Una vez que ha encontrado la comida, el animal debe, sin embargo, aproximarse a ella y recogerla. Los estímulos que causan este comportamiento pueden no ser los mismos que atrajeron al animal en primer lugar. La avispa solitaria Philanthus triangulum es atraída por la vista hacia una víctima que se parezca a una abeja, pero la captura solo si tiene el olor característico, y a esto sigue la picadura si tiene la sensación adecuada.

Los patrones de las moscas y mosquitos parásitos son vistos a distancia. La capacidad de movimiento del patrón también es importante. El color negro atrae más mosquitos que culaquier otro color. Sin embargo, los estímulos visuales, no son los dominantes para mosquitos, ya que factores llevados por el viento, como el sudor, son de mayor importancia.

Las hembras de muchos Himenópteros parásitos muestran una gran sensibilidad olfativa, así, Idechthis canesceus pone sus huevos en las orugas de la polilla de la harina Ephestia kuhniella, a las que puede detectar desde distancia de hasta 800 m. Es frecuente posible para el parásito, utilizar su sentido para distinguir si el patrón es de edad y estado fisiológico correcto para actuar de reservorio alimentario para sus larvas. También, los estímulos olfativos pueden proporcionar aviso de la visita previa de otro parásito, de manera que la hembra visitante ya no deposite sus huevos en el mismo lugar.

Los insectos, además del comportamiento frente a estímulos recibidos del exterior, muestran comportamientos llamados endógenos, que parecen no tener relación, aparentemente, con ningún estímulo del medio. Ejemplos de ello se encuentran en los ciclos de actividad diaria de varios insectos, algunos de los cuales son activos durante el día e inactivos durante la noche o viceversa. Bajo condiciones constantes, el ritmo persiste, aunque las diferencias entre la actividad mayor y menor del ciclo, disminuye. Si se restauran las condiciones alternantes luz-oscuridad, las diferencias aumentan de nuevo. Las temperaturas, al menos dentro de la gama en que vive el animal, no influyen ostensiblemente en el ritmo.

Un insecto arrítmico puede conectarse, como un gemelo parabió-

tico, a otro insecto; conservando una secuencia de doce horas luz y doce oscuridad, los dos se disponen de manera que el animal arrítmico pueda correr por el suelo llevando a la otra cucaracha sobre su dorso. El insecto arrítmico desarrolla un ritmo aun cuando se conserve a la pareja en condiciones constantes, así pues el responsable es una hormona en la sangre capaz de inducir un ritmo.

Puede demostrarse que ciertas células neurosecretoras en el ganglio subesofágico de una cucaracha rítmica fluctúan de modo regular en su comportamiento secretor.

Estos ritmos internos, por lo general, están sincronizados con los del ambiente externo; día, mes lunar, ciclo anual de las estaciones climatológicas, vicisitudes fluctuantes polianuales, etc. Todo ser viviente es capaz de autorregularse en el contexto de un ambiente mutable en relación con la capacidad de su ritmo endógeno. La amplitud del área de distribución de una especie puede variar con el tiempo en función de los cambios en las condiciones externas y de la capacidad y amplitud de los límites de tolerancia. El desequilibrio entre ambiente externo y las condiciones rítmicas internas puede conducir a efectos acumulativos, y por tanto son determinantes para el fenotipo, sobre todo si la situación perdura varias generaciones.

En la sucesión de las estaciones desfavorables, las especies con un estrecho límite de tolerancia tienen que emigrar, o bien morir y desaparecer.

La escala de los movimientos de los insectos varía enormemente, desde unos metros a la de cientos de kilómetros, no obstante, se puede establecer una separación entre movimientos triviales dentro del área ocupada por una población y movimientos migratorios lejos del centro de la población. En la migración se puede también mover la totalidad de la población en la misma dirección, pero generalmente, los movimientos separan a cada vez mayores distancias a los miembros de la población al dispersarse estos como individuos o grupos, en varias direcciones.

Muchos movimientos migratorios son manifestaciones típicas de los jóvenes; así, las libélulas vuelan unos cientos de metros del estanque inmediatamente después de su emergencia.

Los movimientos confinados a animales que viven en residencias temporales, tienen como función, generalmente, la búsqueda de algún otro lugar que esté disponible.

Los insectos son capaces de realizar vuelos orientados y migraciones activas. Hay muchos datos a favor de una migración otoñal hacia el Sur, realizada por muchos insectos a través de los pasos de los Pirineos. Probablemente muchas mariposas europeas y polillas, hacen migraciones de ida y vuelta como lo hace la "Monarca" (Danaus plexippus) en Norteamérica, que pasa el invierno colgada en festones sobre árboles en Florida y California, en la primavera se mueve hacia el Norte y el Este, alcanzando el borde canadiense, y a principios de septiembre, las más septentrionales empiezan a volar hacia el sur, agrupándose en grandes bandadas. Durante el tiempo de migración se producen muchas generaciones, esta es una de las diferencias con las aves.

Los movimientos triviales son aquellos que se relacionan con

la adquisición inmediata de comida o encuentro de pareja; la atracción de las hembras de mariposas se ha indicado como efectiva a considerables distancias, agrupando los machos desde varios centenares de metros.

Las sustancias responsables de la atracción de las hembras de mariposa han sido en algunos casos extraídas y analizadas. La de Bombix mori, parece ser un polialcohol primario no saturado, conteniendo más de diez átomos de carbono, y es producido solamente por las hembras no fertilizadas.

Los sonidos también pueden intervenir en la reproducción; la nota distinta producida por la vibración de las alas de los mosquitos hembras es atractiva para los machos. Un Aedes segypti macho vuela hacia un diapasón vibrando a una frecuencia entre 275 y 700 cps.

Es interesante la correlación existente entre el sonido y la aparición de una forma particular de comportamiento. Muchos investigadores han reconocido varios tipos de canciones; normal, de cortejo, de montura, de desafío, de cópula.

En la atracción sexual de muchos insectos también juega un importante papel los colores, los dibujos, la forma de moverse, etc.

Es natural que un animal no puede responder a todos y cada uno de los estímulos que impresionan sus órganos sensoriales, hay varios métodos fisiológicos por los que puede seleccionar y suprimir los no importantes y momentáneas. Sin embargo, puede aprender a no responder a algunos estímulos particularmente cuando están acompañados por efectos adversos o desfavorables.

Hay muchos ejemplos de aprendizaje asociativo en los insectos. En su forma más simple, consiste en la elaboración de un reflejo condicionado. La importancia adaptativa del condicionamiento se muestra por los trabajos realizados en las respuestas de la mariposa Plusia gamma. Cuando acaba de emerger este insecto, utiliza su sentido del gusto para buscar flores en las que se alimenta, después de varias ocasiones, la mariposa asocia el aspecto de la flor con el olor respondiendo solo a los estímulos visuales.

Los animales repulsivos son de fácil reconocimiento por sus habituales enemigos a causa de su colorido extremado, entonces, ese mismo colorido sirve para escarmentar al enemigo que no volverá a lanzarse sobre un bocado que el creía apetitoso y se encuentra con que es de sabor desagradable. Un animal en si comestible y con color de escarmiento sería igualmente confundido y rechazado por el enemigo, sería un animal disfrazado, a este fenómeno se le llama "mimetismo de BATES".

Muchos insectos que parecen avispa, no lo son y disfrutan de la misma protección que ellas. En algunas mariposas se da el caso de polimorfismo femenino, son las hembras las protegidas miméticamente pareciendo representantes de otras familias de mariposas, esto no constituye motivo de confusión en el apareamiento, pues las hembras son las causantes de que los machos conserven su colorido porque prefieren precisamente esos machos que reconocen a través de características ópticas.

Los olores cercanos juegan también un papel especial en la di-

ferenciación de especies.

A veces dos especies de mariposas, de parentesco lejano y ambas repulsivas, se prestan a confusión. En este caso, el número de ejemplares destinados al sacrificio obligado a través del cual el enemigo obtendría desagradables experiencias, se reparte equitativamente entre las especies para formar la "comunidad de escarmiento", a este fenómeno se le llama "mimetismo de MULLER".

A un tercer tipo de mimetismo, en el cual el modelo no es la especie más nociva, ya que lo es demasiado para permitir el aprendizaje a otro animal, sino que es el imitador de la especie nociva, se le llama "mimetismo de MERTENS".

Un caso del "mimetismo agresivo" se da cuando el depredador imita a la víctima y consigue engañarla, pero también lo sería el ejemplo presentado por la larva de un mosquito que habita en Nueva Zelanda y descansa sobre un hilo de soporte del que cuelgan unos cordones pegajosos. La larva ilumina la cortina con un órgano de luz y se come a los insectos que se han adherido a los hilos atraídos por estos. Otro ejemplo lo constituye las especies depredadoras de la familia Mantidae cuyo color críptico y su morfología los confunde con el medio consiguiendo así atrapar las víctimas que ignoran su presencia.

La imitación no es siempre posterior al modelo. Se ha demostrado la existencia de insectos fósiles parecidos a hojas en la región del Alto Jura, pertenecientes a una época en que todavía no existían los árboles de fronda. Suponer que las hojas precisarían ejercer una influencia decisiva sobre las mutaciones genéticas de las masas hereditarias de los animales resultaría una especulación muy arriesgada.

El mimetismo es un elemento importante para investigar la evolución. Las formas del comportamiento, como las características morfológicas, pueden ser adquiridas durante la vida del animal como un resultado de las experiencias a que está sometido, o pueden ser heredadas. La comparación de las formas de comportamiento de especies próximas pueden dar información sobre la evolución de estas formas, de modo semejante a como la morfología comparada puede hacerlo en la evolución de las estructuras.

Las variaciones de las formas de cortejo son responsables, en muchas especies, del aislamiento sexual esencial en la verdadera formación de especies. Los cambios en el comportamiento y morfología a nivel de la microevolución, unidos a una extraordinaria resistencia y fecundidad, permiten a los insectos adaptarse a todos los medios.

Así, algunas especies del grupo de los Heterópteros (Gerridae), las encontramos en medio del océano. Los insectos constituyen, hasta unos 1500 a 2000 metros, una capa de plancton aéreo, fuertemente densa. En el agua dulce los encontramos de forma abundante. Pueden vivir en el agua salobre, agua helada, nieve, aguas cálidas de los geysers (70°-80° C.), en el petróleo, etc.

La tierra está fuertemente poblada de insectos. Las zonas más inhospitalarias como desiertos o regiones árticas, no los rechazan.

A causa de su pequeña talla viven en una serie de universos imbricados los unos en los otros, y frecuentemente casi independien

tes del de su vecino, donde las radiaciones, temperatura, estados higrométricos, no son los que conocemos o a los que estamos habituados. Aparece pues una nueva noción, la del "microclima".

Cuando se estudia, por ejemplo, los insectos minadores, que pasan toda su vida en el interior de una sola capa de la hoja, debemos tener en cuenta que la diferencia entre la temperatura del aire y la de las plantas puede alcanzar 11°C. para las hojas carnosas y se han observado temperaturas de hasta 56°C. en la superficie o en el interior de algunas hojas.

Una influencia muy interesante de las radiaciones es la que se ejerce sobre la temperatura corporal de los insectos. En las orugas de Vanessa urticae la temperatura del cuerpo puede elevarse, al sol, hasta 39'9°C. aunque la temperatura del aire no exceda de 15'6°C., por el contrario, al igual que en los adultos, la temperatura del cuerpo se aproxima a la del aire por la noche o en la sombra. En las Vanessa en vuelo, el doble calentamiento producido por los movimientos de los músculos de las alas y la radiación solar, basta para explicar su presencia a 0°C. a más de 4000 metros de altitud, en el Cáucaso.

El microclima de las flores es completamente particular y depende de la forma y del color de la flor. Las cimas de los árboles no son, en efecto, el lugar de paseo habitual de los entomólogos, pero sabemos que las condiciones climáticas que allí se encuentran son sumamente especiales y no se parecen en nada a las que se registran al nivel del suelo. La temperatura, la higrometría, pluviometría, equilibrio de radiaciones, régimen de vientos, son completamente diferentes. Así, ciertas especies consideradas como raras, no lo son más que porque residen habitualmente en las copas de los árboles, dejándose caer a tierra muy raramente.

En los claros de los bosques o en los bordes de los mismos, se observan fenómenos climáticos complejos.

El campo cultivado plantea múltiples problemas según que la disposición general de las plantas sea vertical, como en caso del trigo, u horizontal, en caso de las coles o la vid.

Existen otros factores del bioclima de los que casi nunca se preocupan los biólogos, son los factores eléctricos. Se trata de fenómenos que no son ni más ni menos misteriosos que una temperatura, y se tienen bastantes razones para pensar que obran sobre los insectos. Así, la ionización del aire modifica la actividad del vuelo de Calliphora. En el áfido Myzus persicae la muda se encuentra influenciada por el aumento de iones negativos o una gran disminución de los positivos.

La caída de potencial atmosférico es rápido en algunos metros por encima del suelo. Este factor obra sobre las plantas y los insectos. Por ejemplo, el vuelo de las Drosophila está temporalmente reducido por una exposición súbita a un gradiente de potencial de 10 a 62 V/cm. Resguardando un enebro bajo una jaula de FARADAY y conectada esta con el suelo, la caída de potencial, por debajo, se encuentra anulada y la fauna del enebro aumenta en más del triple.

Estamos, pues, rodeados de un enjambre de insectos que viven en condiciones diferentes a las que nos son habituales. Al estudio del conjunto de la fauna de un vegetal o de un medio determinado y

de la acción mutua eventual de sus diversos elementos, le llamamos "sinecología". Al estudio exclusivo de una especie con su cortejo de depredadores y parásitos, constituye el campo de la "autoecología".

La amenaza de los insectos podría parecer de fácil solución empleando las técnicas modernas, pero sin embargo, estos seres se han hecho resistentes a los insecticidas gracias a su enorme fecundidad. Esta resistencia a los tóxicos va acompañada de toda una serie de modificaciones fisiológicas llegando al extremo de sentarle muy bien al insecto, mejorando su metabolismo y aumentando su fecundidad.

La idea, bastante antigua, de utilizar los insectos predadores y parásitos contra los otros insectos que asolan los cultivos ha dado expectaculares resultados. Es preciso pues volver al estudio de la demografía entomológica y especialmente al estudio de la interacción de un parásito y su víctima.

Otra de las ideas que ha dado buenos resultados fué la de contagiar enfermedades por medio de bacterias, hongos o virus, que podemos cultivar sin peligro ya que la diferencia entre hombre e insecto es enorme, a los insectos perjudiciales.

Nuevos horizontes presentan los esterilizantes químicos que obrarían de una manera continua sobre los machos de las especies reduciendo así las probabilidades de las hembras de encontrar un macho fértil.

Creo que sería injusto olvidarse de los beneficios que los insectos reportan al hombre. No debemos pues olvidar que los insectos además de proporcionarnos productos como la miel, cera, jalea real, seda, colorantes, etc., y haber sido utilizados como alimento (las poblaciones árabes comen langostas, los habitantes de los trópicos comen las reinas de los termes, los amerindios ahuman y conservan como alimento las grandes larvas de lepidópteros, algunas especies de cigarras se comen fritas en Bangkok, etc.), desempeñan un importantísimo papel en la polinización y sin ellos no podríamos obtener manzanas, peras, cerezas, uva, melones, zanahorias, tabaco, leguminosas forrajeras, etc...

Por tanto si la población de insectos polinizadores no es numerosa, muchas flores no serían fecundadas y la rentabilidad de los cultivos disminuiría alarmantemente. Así, la introducción de colmenas en un campo de cultivo permite aumentar la producción de semillas de 3 a 4 veces la producción diaria.

4.- INSECTOS QUE ATACAN A LAS RESINOSAS EN EL ALTO ARAGÓN

El alto Aragón corresponde a la parte NW. de la provincia de Huesca, desde Navarra a la cresta del Coteñabalo, accidente tectónico importante, que la separa del Condado de Sobrarbe. Por el N. limita en la frontera francesa. Gracias a su situación cerrada por el norte y abierta a poniente, si bien el territorio está todavía alejado del Cantábrico, sufre un clima bastante continental pero de transición y con alterna influencia atlántica, que se acentúa con la longitud W. y en los carapontes. Esto se traduce en la fauna.

El territorio es montañoso y sumamente accidentado, dando notable variedad de climas locales y topoclimas del mayor interés para el estudio de la distribución de los Insectos. La dirección general E-W de las sierras, la variedad y dureza de los materiales, dando accidentes secuela del distinto respeto por parte de la erosión, permite enclaves de todo orden, tapizados por vegetación distinta, consecuencia de lo abrigado de las laderas y fondos, de la relativa importancia de los carasoles, de fenómenos de inversión térmica de las depresiones, del paso posible de los frentes húmedos, y por último incluso de las corrientes descendentes de aires secos y cálidos que agudizan contrastes, produciendo efectos foen; todo ello da lugar a enclaves montanos de tipo higrofilo en las vertientes occidentales y en las umbrias y por el contrario, a enclaves más secos y termófilos en algunas cotas a las que correspondería vegetación de tipo montano.

Cabe considerar cuatro unidades morfológico-tectónicas que de norte a sur se alinean de la forma siguiente:

- a) Zona axial o antiguo macizo herciniano, el Pirineo propiamente dicho, constituido esencialmente a oriente, por macizos graníticos de agudas crestas (montes de Panticosa) y por formas más redondeadas de pizarras o calizas paleozoicas hacia poniente.
- b) Sierras secundarias interiores, colosales paredones calcáreos que corresponden al plegamiento secundario-terciario, apoyándose sobre la zona axial y muchas veces o, casi siempre en nuestro territorio, con crestas más elevadas que las axiales.
- c) Depresión interior, al pie de las sierras interiores, extensa zona correspondiente al depósito y plegamiento terciario, que constituye tectónicamente un extremo y accidentado sinclinal que se apoya en la nueva línea meridional de anticlinales secundarios que constituye las sierras exteriores. No obstante estas últimas tienen mucha menor importancia. Por otra parte la erosión ha reducido y constituido una depresión morfológica en los terrenos de margas azules, más blandas y débiles que los terrenos de flysch al norte y la serie molásica que alterna con rígidos relieves de puddingas al sur. Morfológicamente en verdad, la Depresión interior, se reduce al ancho cauce del Aragón (Val-Ancha Canal de Berdún), mientras que altas y desiguales sierras al sur, cabe considerarlas como unidad aparte.
- d) Sierras prepirenaicas: a partir de las sierras de las Peñas (al sur de la Canal de Berdún), con cumbres de puddingas que se aproximan a los 1.800 metros sobre el nivel del mar; series de sierras longitudinales al eje de la cordillera, respetadas en general (salvo el Gállego) por las grandes arterias fluviales, alternan con valles y se suceden hasta las sierras exteriores y el somontano oscense.

La infinidad de climas locales y la tendencia común en todos ellos hacia la sequía, la fuerte insolación, cambios bruscos de temperaturas y heladas tardías, favorece a los pinos resistentes, como el Pinus silvestris en las partes bajas y el P. uncinata (negro) en

la parte alta o piso subalpino, y dificulta la vida de caducifolios (hayas, robles, quejigos). En los lugares frescos y húmedos se pasa insensiblemente hacia el abetal. En Aragués, Villanúa, Oroel, San Juan de la Peña, etc.. domina el abeto, mientras en las cabeceras de valle más brumosas y en las laderas expuestas a poniente es dominante el haya.

Las resinosas son de gran importancia en el Alto Aragón, junto a ellas observamos toda una fauna de insectos especializada: defoliadores, perforadores, chupadores, insectos de las piñas, insectos de las raíces.

En primer lugar nos ocuparemos de los principales insectos que, al alimentarse de acículas, provocan defoliaciones.

Destaca entre estos la Thaumtopoea pityocampa SCHIFF., conocida por el nombre de procesionaria. La hembra realiza la puesta sobre acículas de una misma vaina, cubriendo los huevos con las escamas de la extremidad de su abdomen, formando así un característico canuto de color pajizo. En el primer estadio de oruga es verde, en el segundo es castaño claro. Efectuada la segunda muda adquiere un típico aspecto. La oruga, al enterrarse para pupar, se recubre con un capullo sedoso blanco-ocráceo. En las horas crepusculares del verano, los adultos emergen del suelo y, después de desplegar las alas, vuelan las hembras al árbol más próximo en espera de la fecundación. Los machos se desplazan más activamente, guiados por sustancias químicas atractivas que segregan las hembras. Efectuada la cópula la hembra verifica la puesta. La duración de la vida de los adultos es de unos tres o cuatro días. Entre los 25 y 30 días nacen las orugas. Durante su primer período, que abarca de unos doce a catorce días, la alimentación es diurna. El segundo estadio de su vida dura de 14 a 18 días, las condiciones atmosféricas son aún favorables y la colonia continúa comportándose de forma similar. Después de la segunda muda la toma de alimentos pasa a ser crepuscular, y cuando han consumido las ramillas vecinas al nido, que es provisional y fabricado con seda de poca consistencia, se trasladan en colonia para formar un nuevo nido y alimentarse en sus proximidades.

Los estadios cuarto y quinto que se prolongan durante el invierno, la alimentación se hace típicamente nocturna, entonces comienzan a tejer diariamente el bolsón o nido, antes de iniciar la procesión de alimentación, que en este momento se hace precisa para la búsqueda de alimentos lejos del nido. Cuando la temperatura es inferior a 0°C., las orugas permanecen dentro del bolsón, y si estas bajas temperaturas se producen reiteradamente, las orugas se ven obligadas a salir durante el día para alimentarse.

El bolsón juega un papel importante, pues sirve, además de protector contra las inclemencias del tiempo, como receptor de los rayos solares, que calientan la masa interior de orugas.

Al final del quinto estadio, las orugas descienden del árbol en procesión y buscan el lugar adecuado para enterrarse a unos 20 cm. de profundidad.

Es interesante anotar que la intensidad de la plaga es mayor en las solanas, en los linderos del monte y en los bordes de claros y caminos.

La Lymantria monacha L., es un lepidóptero un poco más grande que el anterior (38 a 58 mm. de envergadura). La puesta la realiza en el tronco de los árboles, entre las resquebrajaduras de la corteza y sin ningún recubrimiento.

Estos huevos invernan, y en la primavera del año siguiente nacen las orugas que emigran a las ramas y comienzan a alimentarse, defoliando el árbol.

Al principio mantienen su gregarismo, pero después lo van perdiendo. A principios de verano crisalidan en las ramas y, a veces, también en el tronco. Los adultos salen a mitad del verano y realizan la puesta.

Dendrolimus pini L. Gran lepidóptero de 60 a 90 mm. de envergadura aparece a principios de verano realizando su puesta sobre la corteza y ramillas del árbol, depositando los huevos, de color blanco grisáceos en grupos irregulares. El desarrollo del huevo dura de una a dos quincenas. Las orugas pasan por seis o siete mudas. Con los fríos otoñales bajan al suelo, introduciéndose en él para pasar el invierno. Con los primeros calores las orugas suben de nuevo a las copas de los pinos donde más tarde crisalidarán encerrándose en un capullo sedoso y coriáceo, de color amarillo oscuro.

Brachyderes suturalis GRAELIS., es un coleóptero curculiónido, cuya longitud varía de 10 a 13 mm. por unos 3 a 5 mm. de ancho, defoliador de pinos, deja las acículas parcialmente comidas con los bordes en forma de sierra. Los imagos aparecen en la primavera, se aparean y hacen la puesta que dura varias semanas. Los huevos, de superficie lisa, blanco amarillentos, se localizan en el suelo, cerca de las raíces de que se alimentan las larvas, estas comienzan a nacer en el otoño y pasan todo el invierno descortezando más o menos las raíces de herbáceas y plantas jóvenes de resinosas. En la primavera pupan en tierra.

Amphimalus pini OL. Coleóptero escarabeido, cuyos imagos, de 15 a 18 mm. de longitud aparecen a principios de verano y se alimentan de hojas. La ovoposición empieza a la semana de emerger los adultos y tiene lugar en el suelo, a profundidades de 3 a 18 cm. Cada hembra puede poner unos 50 huevos, ovaes, blanco-amarillentos, delicados, no resistiendo una breve exposición al sol. Las larvas nacen al más de ser realizada la puesta, alimentándose primeramente de sustancias orgánicas muertas y después, de los tejidos vivos de las raíces de las plantas. Son blancas, de consistencia blanda y de hasta cuatro centímetros. Cuando comienzan los fríos profundizan en el terreno para invernar. Al final del otoño segundo, vuelven a profundizar en el suelo permaneciendo inactivas hasta la siguiente primavera, en que, tras un corto período activo, se preparan en la tierra unasceladas en las que pupan, quedando transformadas en imagos al más. Este ciclo suele durar dos años.

Diprion pini L. Himenóptero (Tenthredinoidea) de siete a ocho mm. de longitud, con las antenas densamente bipectinadas, cuerpo rechoncho y negro, patas amarillo-rojizas. La hembra verifica la puesta sobre las acículas del pino, haciendo en ellas, con ayuda de su oviscapto en forma de sierra, una serie longitudinal de pequeñas cavidades donde deposita los huevos aisladamente. Cada cavidad con su huevo, queda cubierta por una placa romboidal, producto de la extravasación de la acícula más la substancia segregada por las glándulas sebáceas de la hembra. El número de huevos por acícula es de 14 a 16 y el total oscila entre 50 y 130. Las larvas que alcanzan de 20 a 22 mm, se desarrollan durante el verano. En el otoño caen al suelo y hacen el capullo enterradas a poca profundidad. Los imagos emergen avanzada la primavera y viven pocos días.

Acantholyda hieroglyphica CHRIST. Himenóptero (Lydidae) de unos 17 mm. de envergadura, color oscuro con brillo metálico y patas amarillas. Los imagos emergen en el mes de junio, copulan y realizan

la puesta sobre las acículas del brote de primavera. La larva vive solitaria e hila un tubo sedoso, blanquecino y transparente donde se van acumulando los excrementos. El invierno lo pasa enterrada en estado de prepupa. Pupa en la primavera.

Hay insectos que se alimentan dentro de galerías subcorticales en las yemas y brotes, son los Insectos perforadores.

Rhyacionia buoliana SCHIFF, es un lepidóptero (Tortricidae) de 18 a 21 mm. de envergadura. Cada hembra pone de 70 a 80 huevos en las yemas terminales o en las vainas de las acículas o corteza, con cuya coloración se confunden. La oruga recién nacida, después de vagar por el brote, construye un pequeño tubo sedoso en la parte inferior de la vaina de una acícula y penetra en ella, la mina y agotando el alimento, pasa a otra por el mismo procedimiento. En segundo estadio, la oruga abandona las acículas y teje un tubo sedoso entre dos o más yemas o entre estas y las acículas adyacentes. Hacia la mitad de una yema abre un pequeño orificio, por donde penetra, comenzando inmediatamente a alimentarse de ella. La galería de alimentación termina en una cámara grande situada en la base de la yema. La oruga tapiza el interior de esta cámara y de la galería con hilos de seda, para evitar el contacto con la resina. En esta cámara, la oruga, ya en el cuarto estadio, pasa el invierno inactiva y sin alimentarse. Con los primeros calores de la primavera comienza de nuevo su actividad y su voracidad aumenta a medida que avanza el desarrollo. La yema en que pasó el invierno es inútil como alimento al llegar la primavera, por lo cual la abandona y pasa a otra yema o brote, bajo la protección de un nuevo tubo sedoso, donde prosigue su alimentación y completa su desarrollo. En esta galería tiene lugar la crisalidación. Poco antes de la emergencia del imago, la crisálida empieza a contraer el abdomen y, apoyando sus espinas o dientecillos abdominales en las paredes de la galería, avanza por ella rompiendo la pared de la cámara de crisalidación mediante un proceso frontal, hasta que las filas de espinas no encuentran apoyo por estar sobresaliendo la crisálida al exterior. Entonces la mariposa rompe la funda y sale. Este proceso tiene lugar a principio del verano. La vida del adulto es muy corta, no llega a dos semanas. El apareamiento y la puesta comienzan antes de las veinticuatro horas siguientes a la emergencia.

Pissodes notatus FABR. Coleóptero (Curculionidae) de 6 a 9 mm. de longitud cuya hembra para realizar la puesta, taladra con la trompa unos orificios de 2 mm. de profundidad en la corteza de los pinos, donde deposita los huevos aislados. Los adultos tienen gran longevidad, hasta dos o tres años, sin debilitarse su capacidad de reproducción. El insecto inverna en estado de larva. Se transforma en pupa durante la primavera, el imago aparece en verano. La larva realiza una galería de alimentación, descendente, por debajo de la corteza, que penetra hasta la albura. Se transforma en pupa dentro de una típica cámara situada en la terminación de la galería. El imago para salir al exterior, abre un agujero a través de la corteza. A su salida se alimenta de la corteza, de los brotes y de las ramillas, haciendo profundos agujeros.

Hylobius abietis L. Coleóptero (Curculionidae) de 7 a 13 mm. de longitud cuyas hembras depositan de uno a cinco huevos en un agujero practicado en la corteza de los tocones y las raíces o troncos de los árboles en pie, pero decadentes o débiles. Sienten predilección por la madera recién cortada y acuden en masa, volando o andando, para efectuar la puesta. Una hembra llega a poner de 60 a 100 huevos. Las larvas nacen a las dos o tres semanas de efectuada la puesta. Comen debajo de la corteza, haciendo galerías descendentes en el liber

y albura. La larva pupa en la galería y a las dos o tres semanas aparecen los imagos que viven de dos a tres años durante los que se reproducen constantemente.

Los Coleópteros Escolítidos constituyen un grupo de insectos perforadores que viven y se alimentan debajo de la corteza de los árboles, generalmente de liber, donde hacen galerías, así como en la corteza. La familia Scolytidae contiene dos subfamilias = Scolytinae e Ipinae, solo los insectos pertenecientes a esta última tienen importancia como plagas de resinosas, atacando la primera, casi exclusivamente, frondosas. Se les denomina vulgarmente barrenillos. Los imagos son pequeños, de 1 a 5 mm. de longitud, las larvas son ápodas, subcilíndricas y encorvadas. La biología de estos insectos es complicada y poco conocida. El número de generaciones de nuestras especies de escolítidos es variable, dependiendo del clima. El abandono de las galerías y el apareamiento tienen lugar en la primavera o en el otoño.

Para trasladarse de un sitio a otro vuelan en grupos más o menos numerosos. Existen especies polígamas y monógamas, siendo diferentes las costumbres de unas y otras. El macho escolítido polígamo prepara una pequeña cámara debajo de la corteza, en la que entran las hembras, que son fecundadas y comienzan a perforar desde allí las galerías de puesta. En las especies monógamas es la hembra la que perfora el orificio de entrada al tronco, y para ser fecundada asoma al exterior la extremidad del abdomen. La fase de huevo es generalmente corta. Cada larva, al nacer, perfora una galería, cuyo diámetro va aumentando a medida que crece. La forma y situación de las galerías es típica para cada especie. Al terminar su desarrollo, la larva se transforma en pupa dentro de una pequeña cámara situada al final de la galería larvaria. Los adultos, para salir al exterior, perforan la corteza, dejando un agujero circular característico.

Los insectos chupadores están constituidos en su mayor parte por Hemipteros de las familias Aphididae y Coccidae, vulgarmente conocidos por pulgones y cochinillas, que se nutren de los jugos de las plantas que extraen con las piezas bucales adaptadas a esta clase de alimentación. Generalmente el daño lo producen en las partes blandas de las plantas, tales como las acículas y la corteza tierna de las ramillas.

Leucaspis pini, HART. Hemiptero (Coccidae) que transcurre el invierno en estado de huevo, bajo el escudo de la hembra. En primavera eclosionan los huevos tan pronto como se reanuda la actividad de la planta. Las ninfas, recién nacidas, son móviles, dispersándose hasta encontrar un sitio adecuado donde fijarse. Entonces comienzan a segregar una sustancia, a través de los tubos y discos ceríparos, que se solidifica en contacto del aire, formando hilos de extrema finura y muy flexibles, los cuales forman primeramente un tejido laxo y claro; después, una borra más tupida, que se transforma en una especie de escudo laminar espeso, que cubre al insecto dorsalmente por completo. Las ninfas se alimentan chupando la savia de las acículas. Los machos adultos, alados, aparecen más tarde, en el verano, y copulan con las hembras, que permanecen fijas durante todo el ciclo de su vida. Los huevos quedan protegidos bajo el escudo de la hembra, que muere posteriormente.

Existen otros insectos que con sus galerías destruyen las piñas.

Pissodes validirostris GYLL, Coleoptero (Curculionidae) que pasa el invierno en estado de imago entre las resquebrajaduras de las cortezas o en el suelo. En la primavera las hembras fecundadas comienzan a practicar, con su trompa, orificios de unos dos milímetros de profundidad en las cañas de las piñas, que empiezan un tercer y

último año de desarrollo, depositando seguidamente un huevo en el interior de cada uno. A los pocos días nacen las larvas que empiezan a comer penetrando en la piña. Durante su crecimiento practican galerías atacando a las escamas el raquis o eje de la piña y a veces también los piñones. Al final de su desarrollo, y habiendo adquirido de siete a ocho milímetros de longitud, la larva se transforma en pupa y, posteriormente, en el otoño aparecen los insectos perfectos, que no están sexualmente maduros hasta después de la hibernación.

Por último encontramos un grupo de insectos cuyas larvas se alimentan de las raíces tiernas. Son principalmente Coleópteros pertenecientes a la familia Scarabeidae, familia Elatéridae, familia Cerambycidae y familia Curculionidae, y un ortóptero de la familia Gryllidae, el alacrán cebollero.

Los Escarabeidos de la subfamilia Melolonthinae, cuyas larvas son llamadas vulgarmente gusanos blancos son generalmente grandes (entre el tamaño de Polyphylla fullo L. y el de Rhizotrogus). La vida activa de los adultos es corta, no suele exceder de un mes; pueden volar a distancias de hasta tres y cuatro kilómetros del sitio de emergencia para llegar a los montes. Se alimentan de hojas de plantas muy distintas, tanto resinosas como frondosas y suelen mostrarse activos durante la tarde y la noche. La ovoposición comienza una o dos semanas después de la emergencia de los adultos y tiene lugar bajo tierra. Los huevos quedan protegidos dentro de concreciones terrosas, formadas con ayuda de secreciones de la hembra. Las larvas salen varias semanas después de la puesta y se alimentan de los tejidos vegetales vivos de raíces y tallos subterráneos de plantas de toda clase.

Al principio los daños son inapreciables, pero a medida que crecen las larvas, van siendo cada más visibles. Pasan el invierno inactivas, enterradas a mayor profundidad, y al llegar la primavera vuelven de nuevo cerca de la superficie para comer más activamente raíces. En la mayoría de las especies vuelve a pasar la larva otro invierno, para pupar en la primavera siguiente, durante unas cuatro semanas, y emerger como imagos a continuación.

Los imagos de los Elatéridos aparecen en primavera y viven tres o cuatro semanas sin causar daños en este estado. Prefieren los lugares húmedos y sombreados, y los días calurosos permanecen ocultos bajo tierra o entre la vegetación. Las hembras hacen la puesta en el suelo, a profundidades de 3 a 15 cm. Las larvas nacen a las tres o cuatro semanas y se alimentan al principio de restos orgánicos. Al llegar el invierno profundizan en el suelo para resguardarse del frío. En la siguiente primavera continúan su alimentación y ya causan daños apreciables en las raíces. La vida larvaria puede durar de dos a cinco años. Cuando las larvas alcanzan su mayor desarrollo, a mediados del verano, se preparan en la tierra unas celdas de 8 a 20 cm. de profundidad y dentro de ellas se transforma en pupa. A las tres semanas ya se han convertido en imago, pero no emergen de la tierra hasta la primavera siguiente.

Los Cerambícidos del género Vesperus causan daños en estado de larva análogos a los producidos por las larvas de melolontidos.

La defoliación, más o menos intensa, a la que se ven sometidos algunos pinares año tras año, produce grandes pérdidas en la producción de madera, especialmente en las repoblaciones por malformaciones del futuro fuste y disminución del crecimiento en altura. A estas pérdidas hay que añadir el peligro que corre la existencia del pinar, pues aún cuando las plagas no es frecuente que produzcan la muerte directa de los individuos atacados, favorece la expansión de

otros insectos y hongos patógenos, que son los que causan las bajas en el arbolado.

El principal daño que causan los insectos perforadores es el producido por las larvas en la parte baja de los troncos, donde pueden producir su completo anillamiento. Aunque son capaces de atacar los árboles sanos, sienten preferencia por los debilitados, y los focos de infección suelen tener su origen en los rodales poblados de pies enfermizos. Cuando el imago se alimenta de corteza y cambium y el ataque es intenso, se producen verdaderas decorticaciones, seguidas de la muerte de la planta. La pérdida de la guía terminal y la consiguiente achaparramiento de los pinos hacen que estos presenten fustes retorcidos y de escasas dimensiones, con gran pérdida de valor comercial.

Los insectos chupadores absorben la savia de las acículas, al mismo tiempo que inyectan saliva en los tejidos de las mismas. Esta acción provoca un enrojecimiento en las zonas afectadas de las acículas. Cuando los ataques son fuertes y sostenidos pueden causar la muerte de los brotes.

Como consecuencia del ataque de los insectos de las piñas, éstas son más pequeñas que las normales y están completamente secas; al partirlas se observa que su interior está destruido y si quedan algunos piñones están vacíos. Desde el punto de vista económico, el problema tiene mucha importancia en los montes de pino piñonero, debido a que en ellos el piñón es el principal aprovechamiento.

Cuando las larvas comen las zonas corticales de las raíces, las plantas jóvenes van tomando un color pardo rojizo y al tirar de ellas salen con facilidad por estar cortada su parte subterránea. Estos daños se acusan en repoblaciones recientes.

5.- INSECTOS QUE ATACAN A LAS FRONDOSAS. OTROS CONSUMIDORES PRIMARIOS. INSECTOS DEPREDADORES E INSECTOS PARÁSITOS.

La valoración de los daños que causan las plagas de insectos en las masas forestales no es un problema fácil. Las plagas atacan grandes extensiones de montes de difícil delimitación y medida. Las producciones a largo plazo de algunas de estas masas, como son las de maderas o leñas, aumenta aún la complejidad de la cuestión. Más sencilla es la valoración de las pérdidas en las producciones anuales, como las de fruto. Por otra parte, las plagas constituyen un complejo fenómeno, que evoluciona de una manera natural como consecuencia de factores biológicos y climáticos, que muchas veces son desconocidos y otras imprevisibles. La intervención del hombre, con los tratamientos de las plagas, también tiene una gran influencia en su desarrollo.

El quejigal es el bosque dominante en los ambientes submediterráneos de la Jacetania, especialmente en las umbrías prepirenaicas. En el futuro los quejigales pueden mantener gran cantidad de ganado de todas clases, sobre todo en el invierno cuando debido a los nuevos regadíos del centro de Aragón los rebaños pirenaicos se encuentran cada vez con mayores dificultades. El encinar ocupa las solanas más favorecidas del prepirineo y de la depresión media altoaragonesa así como los lugares venteados y algunas crestas. Estos encinares se podrían transformar en montes adhesionados de gran interés ganadero pues

to que además de buen pasto sirven de magníficos lugares de sesteo para el ganado a la vez que de estupendos cortavientos naturales.

Tortrix viridana L. Lepidóptero (Tortricidae) de pequeño tamaño (18 a 23 mm. de envergadura) con la cabeza, torax y alas anteriores de color verde claro, que hace su aparición en las masas de Quercus a principios de verano. Las mariposas vuelan durante los crepúsculos o por la noche, alrededor de los árboles. Tienen la vida muy corta, algo más de una semana. Hacen la puesta sobre las hendiduras y depresiones de las ramillas en sitios resguardados. Inverna en estado de huevo y el nacimiento de las orugas tiene lugar en la primavera. La larva recién nacida penetra en las yemas y se alimenta de ellas. Si las yemas están abiertas, se sitúa entre dos o tres hojas, a las que une con hilos sedosos construyéndose un refugio. Dentro de dicho refugio come el parénquima, respetando, en parte, la epidermis del haz cuando es pequeña.

Es frecuente encontrarlas también entre los amentos masculinos, de los que se alimenta. Durante su período larval crece su voracidad alcanzando el máximo los días anteriores a la crisalidación. La oruga desarrollada, fabrica refugios con hojas enrolladas. Tiene gran vitalidad, hasta el punto de que si se toca su refugio se descuelga con gran rapidez por un hilo. En las últimas edades se las ve por la mañana descolgadas, llegando algunas hasta el suelo, para más tarde volver a subir. Las altas temperaturas aceleran extraordinariamente el desarrollo de la oruga. Como término medio, la duración del desarrollo de la oruga, desde que nace hasta que crisalida, es de veinte a treinta días. Al final de la primavera tiene lugar la crisalidación en el interior de un capullo blanco muy ténue, que hilan entre las hojas unidas o enrolladas que fueron su último refugio. El período de desarrollo de la crisálida es de unas dos semanas.

Lymantria dispar L. Lepidóptero (Lymantriidae) vulgarmente llamado "lagarta peluda", de tamaño medio (45 a 65 mm. la hembra y 25 a 28 mm. el macho, de longitud), que ataca principalmente a las quercineas pero también a los árboles frutales y otras muchas frondosas. Los adultos aparecen en el verano. La puesta queda sobre los troncos y ramas gruesas en la cara protegida de los vientos dominantes y de los fríos. El estado de huevo dura unos nueve meses, transcurridos los cuales nacen las orugas. El huevo es muy resistente a los fríos. La oruga es muy peluda y al descolgarse puede ser trasladada por los vientos a considerables distancias, tanto es así, que la propagación de la plaga se realiza casi exclusivamente por este procedimiento.

Las orugas que viven más de dos meses, comen los brotes tiernos, hojas nuevas, tallos tiernos y hojas de años anteriores. Completando su desarrollo se transforman en crisálidas. Para ello suelen reunirse en grupos no muy numerosos en las ramillas bajas del árbol, en los troncos y en la cara inferior de las ramas principales. La fase de crisálida dura unas tres semanas, pasadas las cuales empiezan a nacer las mariposas.

Las hembras son casi sedentarias, en cambio, los machos vuelan con bastante agilidad, con recorridos en zig zag buscando a las hembras para realizar la cópula. Para ello se orientan por el sentido del olfato, que debe de ser agudísimo, pues a veces recorren distancias de varios kilómetros guiados por el olor de la hembra. Terminada la cópula, la hembra empieza a realizar la puesta para morir poco tiempo después.

Malacosoma neustria L. Lepidóptero (Lasio campidae) vulgarmente llamada "lagarta rayada", tiene una envergadura de 30 a 40 mm. El in

secto perfecto realiza la puesta en primavera, los huevos permanecen hasta la primavera siguiente en que la larva desarrolla su labor destructora, defoliando las plantas sobre las que se estableció. La crisalidación se realiza en las ramillas a principios de verano, tres semanas después nace la mariposa. Este insecto no tiene marcada preferencia por una especie arbórea determinada, produciendo daños en encinas, robles, chopos y árboles frutales en general.

Es notable igualmente, la voracidad de las orugas de Catócalas (Lepidóptero Noctuidae) que producen defoliaciones por oleadas de grandes cantidades de individuos.

Normalmente asociado a la Tortrix viridana L. aparece el Coleóptero curculiónido Polydrosus nanus OB cuyo daño principal consiste en la destrucción de las yemas de las plantas de Quercus preferentemente.

Coraebus bifasciatus OLIV, Coleóptero buprestido, pone los huevos en perforaciones de la corteza de cualquier quercinea, la larva nace casi inmediatamente e inicia una galería descendente por el interior de las ramas, continuando dicha trayectoria, descendente, el año siguiente. En la primavera del tercer año inicia la galería en sentido anular, rodeando la rama por completo, lo que produce la muerte de la misma.

Cerambyx cerdo L., coleóptero cerambicido parásito de quercineas, Q. ilex principalmente. Como todos los xilófagos, ataca con preferencia árboles decadentes, destruyendo grandes zonas de su parte maderable.

Los árboles de ribera, chopos, olmos, fresnos, etc., a pesar de su relativamente escasa superficie, presentan un gran interés forestal y turístico puesto que son de crecimiento rapidísimo y producen a la vez frescas sombras contadas por todos los poetas. En estos bosques de ribera viven una serie de insectos defoliadores y perforadores.

Stilpnotia salicis L., lepidóptero (Lymantriidae) blanco de 40 a 50 mm. de envergadura. Una generación desarrolla su vida larvaria durante el verano realizando grandes defoliaciones; enseguida sobreviene la crisalidación. Esta dura unos diez días. Los imagos se aparean y hacen la puesta. La incubación dura unas dos semanas. La generación siguiente comienza su vida larvaria en el otoño, y cuando empiezan los fríos la oruga se refugia en cavidades o resquebrajaduras del tronco y ramas donde inverna. En la primavera siguiente producen grandes destrozos en las hojas y brotes jóvenes, llegando a defoliar completamente los chopos, álamos y plantas del género Salix.

Dicranura vinula L., lepidóptero (Motodontidae) de 60 a 75 mm. de envergadura vive en primavera y principios de verano en estado de larva sobre chopos, sauces y olivos, cuando está completamente desarrollada hace el capullo de crisalidación, duro y resistente, formado con pedacitos de corteza, líquines y trozos de hojas, que cementa mediante una sustancia gomosa que se endurece al aire. Pasa el invierno dentro de este capullo hasta la primavera siguiente que sale el imago. Hacen la puesta en las hojas, donde depositan los huevos en grupos poco numerosos y bien visibles.

Paranthrene tabaniformis ROTT y Aegeria apiformis CLERCQ, son lepidópteros de la familia Aegeriidae, cuyo aspecto es más de avispa que de mariposa. Su envergadura es de 30 a 40 mm. Las galerías que abre la oruga en los troncos hacen impropia la madera para muchos usos debilitando los tallos jóvenes que se tronchan fácilmente con el viento.

to. El perjuicio más grave lo originan pues en plantaciones de chopo, álamo blanco, aliso, sauce y abedul.

Melasoma populi L., coleóptero crisomélido del chopo, de alrededor de 10 mm. de longitud. Inverna en estado adulto, protegido por la cubierta muerta del suelo. En primavera se acoplan y la hembra deposita los huevos sobre las hojas de los chopos, a los diez o doce días nacen las larvas que producen grandes defoliaciones. El período de pupación es de ocho a diez días al final del verano, y según las condiciones locales este ciclo puede llegar a repetirse hasta que llega el invierno.

Las galerías abiertas en los troncos por los coleópteros perforadores provocan grandes daños. Curculionidos como Cryptorrhynchus lapathi L., Buprestidos como Melanophila picta PALL. y Cerambícidos como Saperda carcharias L. son los principales causantes de estos destrozos.

Una especie eminentemente monófaga que vive sobre toda clase de olmos, cualquiera que sea su edad, es la Galerucella luteola MULL, coleóptero crisomélido de 5 a 7 mm. de longitud. Estos insectos invernan en estado adulto. Durante la primavera salen de sus refugios y se sitúan sobre las hojas de los olmos, de las cuales se alimentan. Se aparean e inician la puesta a los pocos días. Las hembras, por espacio de un mes, depositan sus puestas sobre el envés de las hojas, en grupos de 5 a 25 huevos, poniendo cada una, por término medio, de 400 a 700. El período medio de incubación es de ocho días. Durante los primeros meses del verano, las larvas "esqueletizan" las hojas, dejando solo nerviaciones. Estas larvas viven de dos a cuatro semanas, luego pupan durante diez días y dan lugar a una generación de adultos. Según las condiciones climáticas pueden haber varias generaciones.

Sobre los fresnos encontramos frecuentemente a un lepidóptero geometrido que llega a defoliar completamente estos árboles, es la Abra-xas pantaria L., blanca, de 30 a 40 mm. de envergadura, cuyas orugas aparecen al principio del verano. En otoño se entierran y crisalidan permaneciendo así hasta finales de la primavera siguiente.

En las riberas de los ríos y junto a las poblaciones es frecuente encontrar huertas y árboles frutales. Tanto las plantas de huerta como los árboles frutales, padecen múltiples enfermedades y plagas, hasta el extremo de hacer ruinosa su explotación si no se dan los tratamientos oportunos para combatirlas.

Son varias las especies de mariposas que, en estado de oruga, devoran el follaje de manzanos, perales, ciruelos, albaricoques, melocotoneros, almendros, etc... Muy conocida es la Euproctis chrysorrhoea L. (Lymenitridae) vulgarmente llamada "oruga de Eurrón". Es una especie eminentemente polífaga y muy voraz. A la llegada de la primavera salen las orugas de sus nidos y comienzan a devorar las hojas y brotes envolviéndolos con hilos y trasladándose de sitio, formando sus cesivos Eurrones.

Malacosoma neustria L., "lagarta rayada", polífaga que no solo ataca robles y encinas, sino también árboles frutales en general.

Los arañuelos del manzano y del ciruelo son lepidópteros del género Yponomeuta, cuyas orugas, al principio de la primavera, se dirigen hacia las hojas y brotes tiernos, que devoran. Crisalidan en el interior de bolsas formadas por hojas sujetas por los bordes con hilos de seda, formando unos capullos blancos y sedosos, de los que salen luego las pequeñas mariposas, que tienen las alas anteriores blancas, con puntos negros.

La mosca de las frutas, Diptero del género Ceratotis, ataca a variados frutos como melocotones, albaricoques, peras, manzanas, higos, caquis, ciruelas, etc. En su fase de larva es muy frecuente encontrarla en medio de la pulpa descompuesta. El adulto deposita los huevecillos en la fruta, todavía verde, valiéndose de un pequeño taladro que clava en los frutos donde hace la puesta. Llegadas las larvas a su completo desarrollo, abandonan el fruto y se dejan caer al suelo, donde se transforman en pupas, de las que a su vez, salen los adultos (moscas), que repiten la infección.

En la madera de los árboles frutales es frecuente encontrar las larvas de dos comunes lepidópteros, Zeizera pyrina L. y Cossus cossus L., perforando galerías en las ramas y troncos, ocasionando, sino se les combate, la muerte del arbolado. Las mariposas son nocturnas, aparecen en el verano, realizando la puesta bajo la corteza de ramas o tronco, por medio de un oviscapto retráctil. Las larvas, al nacer, penetran en la zona del cambium al principio, profundizando después en la madera, donde perforan las galerías que comunican con el exterior por un orificio en el que se observa la presencia del serrin y excrementos de las larvas. Cuando alcanzan su completo desarrollo (lo que tiene lugar corrientemente a los dos años), practica un agujero de salida que taponan con serrin, transformándose en crisálida en el interior de la galería.

Igualmente, en el interior de los troncos de diversos frutales podemos encontrar la larva de un coleóptero Buprestido, Capnodis tenebrionis L. (de 25 a 30 mm. de longitud) vulgarmente llamada "gusano cabezudo".

Los cereales, uno de los cultivos más extendido en el Alto Aragón son atacados por un sin fin de insectos, entre los que encontramos numerosos hemipteros que se fijan en las espigas clavando su órgano chupador en los granos tiernos, que se deforman con sus picaduras, es tropeándolos hasta que llegan a madurar. Las harinas y salvados procedentes de estos granos desprenden tal olor a chinche, que les hace inútiles para la alimentación del hombre y los animales. Estos insectos pasan el invierno en las malezas o montes próximos al sembrado, o en los cajeros de las acequias, entre los terrones procedentes de las limpias.

Los gusanos del alambre, coleópteros elatéricos del género Agriotes, pueden citarse entre los insectos más perjudiciales para las plantas cultivadas.

Las pastos constituyen una de las primeras fuentes de riqueza en el Alto Aragón. Desde muy antiguo los pueblos se han dedicado a la explotación ganadera.

Además del ganado, millares de ortópteros consumen los pastos, podemos encontrar frecuentemente especies pertenecientes a la familia Acridiidae y a los géneros Aeropus, Stenobothrus, Myrmeleottix, Staurodelus, Chortippus, Diociostaurus, etc. .. Estos ingieren las partes tiernas y más jugosas de los brotes y borde de las hojas provocando, cuando el número de individuos aumenta en exceso, una disminución en el rendimiento de los pastos, ya que en estas circunstancias las ovejas se ven obligadas a ingerir, bien la parte de la planta que queda, bien especies vegetales menos apetecibles, ya que la semejanza en las preferencias de estos dos grupos animales es apreciable.

Numerosos insectos carnívoros ayudan a mantener el equilibrio biológico de las comunidades. Los insectos entomófagos se encuentran representados por 14 órdenes y unas 224 familias. La casi totalidad de

insectos de régimen carnívoro son de hecho entomófagos. No obstante, su interés selectivo para la lucha biológica es muy desigual, y el número de especies susceptibles de ser utilizadas es reducido.

La mayor parte de los Cincidélidos, Carabus, Dictiópteros, Odonatos, etc., que son voraces cazadores, no tienen ningún interés para la lucha biológica. Los entomófagos realmente utilizables para las especulaciones prácticas se encuentran repartidos en un número limitado de familias incluídas en el orden de los Coleópteros, Himenópteros y Dipteros.

Las hormigas del grupo Formica rufa pueblan los bosques, sobre todo los de coníferas. Un nido de hormigas se ha calculado que consume 50.000 insectos diariamente y unos 5.000.000 durante una estación. Es pues de un gran valor positivo la lucha natural mediante Formica rufa contra los insectos perjudiciales a los bosques.

Todos los Coleópteros entomofagos son predadores, en estado larvario o en estado adulto, y los representantes de familias tales como Coccinélidos, Carábidos, Estafilínidos, Histéricidos, Nitidúlidos, Silfididos, han sido objetos de utilizaciones prácticas interesantes en las aplicaciones de la lucha biológica, jugando un papel importante en el parasitismo natural de numerosas especies nocivas.

Casi todos los Carábidos son depredadores, pero la mayor parte de ellos tienen un interés secundario para la lucha biológica a causa de su lenta evolución, su multiplicación siempre limitada y su débil especialización alimenticia. Las especies del género Colosoma, en el estado adulto y larvario, son activos cazadores de orugas forestales. Ciertas especies del género Lebia son depredadores de larvas de Galerucella luteola L., la "Galeruca del olmo".

La mayoría de los Coccinélidos son activos depredadores de pulgones y cochinillas, dañinos fitófagos. Ciertas especies poseen un régimen muy especializado y no atacan más que a una sola especie de insecto.

Existe un número considerable de Himenópteros parásitos ectófagos, endófagos y oofagos. Son de todos los insectos entomófagos los más numerosos y los de costumbres más especializadas. Los Ichneumonidae y los Braconidae son activos parásitos de orugas de Lepidópteros, larvas de Dipteros y Coleópteros y formas adultas de diferentes órdenes o familias de insectos.

Apanteles glomeratus REINCH, es el parásito más corriente de la mariposa de la col. La hembra, muy prolífica (hasta 2000 huevos), pone en las orugas jóvenes de Pieridae de 15 a 35 huevos, en la pared lateroventral del abdomen. Las larvas del parásito eclosionan rápidamente y flotan en masa en la cavidad general de la oruga, nutriéndose de la hemolinfa y del tejido adiposo, sin tocar los órganos vitales, los cuales no son devorados hasta el fin de la evolución de la oruga, los parásitos salen perforando la cutícula y se ninforean en la superficie de la piel seca de la oruga muerta.

Se encuentran moscas parásitas en casi todas las familias de Dipteros, pero son los Tachinidae los más estrechamente especializados en la vida parásita. Su importancia en las aplicaciones para la lucha biológica domina ampliamente sobre el resto de los Dipteros.

Las moscas parásitas son extremadamente sensibles a los insecticidas orgánicos de síntesis (D.D.T., H.C.H., Parathion, etc.) y desaparecen rápidamente de superficies tratadas con insecticidas.

BIBLIOGRAFÍA ACONSEJABLE PARA LA AMPLIACIÓN DE ESTOS TEMAS.

- BALACHOWSKY, A.S., 1951.- La lutte contre les Insectes, 380 pag. Payot. Paris.
- " " 1962-63.- Entomologie appliquée a l'agriculture. Tome I. Coléoptères. 2 volumenes, 1391 pag. Masson et Cie. Paris.
- " " 1966.- Entomologie appliquée a l'agriculture. Tome 2. Lépidoptères. 2 volumenes, 1634 pag. Masson et Cie. Paris.
- BEAMEN, J.W.L. & TREHERNE, J.E. & WIGGLESWORTH, V.B., 1971.- Advances in Insec Physiology. 351 pag. Academic Press. London and New York.
- BEROZA, M., 1970.- Chemicals Controlling Insect Behavior. 170 pag. Academic Press. New York and London.
- BONNEMAISON. 1964.- Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. Tomo 1; 608 pág. Tomo 2: 504 págs. Tomo 3: 416 págs. Occidente S.A., Barcelona.
- BURSELL, E., 1970.- An introduction to Insect physiology. Academic Press. London and New York.
- CEBALLOS, G., 1945.- Elementos de entomología general. 251 pág. Ingenieros de Montes. Madrid.
- CLAUSEN, C.P., 1940.- Entomophagous Insects. 685 pag. Mc. Graw-Hill Book Company. New York.
- COIFFAIT, H., 1958.- Les coléoptères du sol. 204 pag. Ed. Scécientifiques Herman. Paris.
- DAVEY, K.G., 1965.- Reproduction in the Insects. 96 pag. Oliver & Boy. Edinburgh and London.
- DELLA BEFFA, G., 1961.- Gli insetti dannosi all'Agricoltura ed i moderni metodi e Mezzi di lotta. pag. 1106. Editore Ulrico Hoepli. Milano.
- DU PORTE, 1959.- Manual of Insect morphology. 224 pag. Reinhold Publishing Corporation. New York.
- EMDEN, H.F., 1972.- Insect-Plant Relationships. 213 pag. Black Well Scientific Publications. Oxford.
- FOX and FOX, 1964.- Introduction to Comparative Entomology. 450 pag. Reinhold Publishing Corporation. New York.
- GARCIA-MERCET, R., 1932.- Los parásitos de los insectos perjudiciales. Salvat, S.A. Barcelona.
- GARCÍA-TEJERO, F.D., 1961.- Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. 930 pag. Dossat, S.A. Madrid.
- GRAHAM, K., 1963.- Concepts of forest entomology. pag. 388. Reinhold Publishing Corporation. New York.

- GRAHAM, S.A., 1952.- Forest Entomology. 351 pag. Mc Graw-Hill Book. New York.
- GRASSE, P.P., 1951.- Traité de Zoologie. Tome 10. Insectes superieurs et Hémiptéroïdes. 2 fasciculus, 1947 pag. Masson et Cie. Paris.
- " " 1965.- Traité de Zoologie. Tomo 9. Insectes, paleontologie, géonémie, aptérygotes, éphéméroptères, odonoptères, blattoptéroïdes, orthoptéroïdes, dermoptéroïdes, coléoptères. Masson et Cie. Paris. 1117 pag.
- KURTZ, O.L. & HARRIS, K.L. - Micro-analytical entomology for Food Sanitation control. 576 pag. 721 fig. Association of official Agricultural Chemists. Washington.
- LEACH, J.G., 1940.- Insect transmission of plant diseases. 615 pag. Mc Graw-Hill Book Company. New York and London.
- LECLERCQ, M., 1971.- Les mouches nuisibles aux animaux domestiques. 119 pag. Les presses agronomiques de Gembloux. A.S. B.L. Gembloux.
- LEWIS, T. & TAYLOR, L.R., 1968.- Introduction to experimental ecology. 372 pag. Academic Press. London and New York.
- MANI, M.S., 1968.- Ecology and biogeography of high altitude insects. 527 pag. Dr W. Junk N.V. Publishers. The Hague.
- MUIRHEAD-THOMSON, R.C., 1968.- Ecology of Insect Vector populations. 174 pag. Academic Press. London and New York.
- PAULIAN, R., 1956.- Atlas des larves d'insectes de France. 222 pag. 20 lam. Editions N. Boubée & Cie. Paris.
- ROCKSTEIN, M., 1964.- The Physiology of Insecta. Vol. 1: 640 pag. Vol. 2: 905 pag. Vol. 3: 692 pag. Academic Press. New York.
- ROSS, H.H., 1968.- Introducción a la entomología general y aplicada. 536 pag. Omega, S.A. Barcelona.
- SNODGRASS, R.E., 1935.- Principles of Insect morphology. 667 pag. Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- " " 1952.- Arthropod anatomy. 363 pag. Comstock Publishing Associates. Ithaca. New York.
- WILLIAMS, O.B. 1958.- Insect migration. 235 pag. Collins. London.
- " " 1964.- Patterns in the Balance of Nature. Academic Press. London and New York.
- YUNK, W., 1966.- Ecology of aphidophagous insect. 360 pag. Publishing House of the Ozechoslovak Academy of Sciences. Prague.