

TESIS DOCTORAL

RAMON GONZALEZ RUIZ

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Facultad de Ciencias

Fecha 6 NOV. 1989

ENTRADA NUM. 1911

T
12
46

ESTUDIO BIOECOLOGICO DE *Phloeotribus scarabaeoides* BERNARD
(Coleoptera : Scolytidae) EN LA PROVINCIA DE GRANADA

Memoria presentada por el Ldo
en Ciencias Biológicas Ramón
Gonzalez Ruiz, para aspirar al
grado de DOCTOR EN CIENCIAS.

VºBº

EL DIRECTOR

Mercedes Campos

R. Gonzalez Ruiz

Fdo. Ramón Gonzalez Ruiz

Fdo. Mercedes Campos Aranda
Colaborador Científico del
C.S.I.C.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
Nº Documento 519654704
Nº Copia 21200671

Comparte
J. Javier Muñoz

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Facultad de Ciencias

Fecha 6 NOV. 1989

ENTRADA NUM. 3911

La Memoria que presentamos ha sido realizada en la Unidad Estructural de Investigación de Fitopatología, de la Estación Experimental del Zaidín del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

La realización del trabajo experimental ha sido sufragado por una Beca del Plan de Formación de Personal Investigador concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia.

INTRODUCCION

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO

El olivo, *Olea europea* LINNEO, perteneciente a la familia Oleáceas, es un árbol no muy elevado, de copa redondeada y tronco grueso que, en los ejemplares viejos, se retuerce y encorva, dejando ver por sus tortuosidades que es planta que puede pasar del millar de años. En cambio los olivos silvestres (*O. europea* var. *sylvestrius* Brot.,) que reciben popularmente los nombres de acebuche, zambujo, ullastre y muchos otros, quedan muchas veces reducidos a pequeños arbustos con ramitas rígidas y espinoscentes, o bien se convierten en árboles de hasta 8-10 m. Las hojas son coriáceas persistentes durante todo el año, de borde entero, con un color verde grisáceo por el haz y plateado por su cara inferior, debido a presentar numerosas escamitas apretadas que cubren toda la superficie; son opuestas y de forma estrecha y alargada, aunque en los acebuches se pueden ver también con forma elíptica u ovalada y de tamaño diminuto. Las flores son de color blanco y nacen en ramilletes (racimos de cimas) en las axilas de las hojas; tienen el cáliz pequeño en forma de copa, con 4 lóbulos; la corola es de una sola pieza, con 4 lóbulos y a ella se sueldan los dos estambres. El fruto es una drupa (LOPEZ GONZALEZ, 1982)

En cuanto a los períodos de actividad vital y funcional, o ciclos evolutivos del olivo, se pueden diferenciar en: el ciclo vital o biológico, el ciclo anual o solar y el ciclo de fructificación.

El ciclo vital o biológico abarca el período vegetativo, o sea desde la germinación de la semilla hasta la senectud y muerte de la planta.

El olivo inicia su período juvenil (1-12 años) durante el cual se caracteriza por un crecimiento dinámico, que sólo repercute en la formación de la planta, ya que a lo largo de él,

el olivo no fructifica. Iniciada la fructificación, prosigue su crecimiento aunque menos intensamente (12-50 años). La plena madurez en el olivo, se puede considerar en el espacio comprendido entre los 50 y 150 años de edad. Finalmente la planta (150-200 años en adelante) comienza a manifestar síntomas de envejecimiento, lo que trae consigo una disminución de la producción.

El ciclo anual o solar comprende las principales manifestaciones fenológicas, pudiendo considerarse (Azzi, 1938) seis periodos 1 desde el final de la recolección hasta el comienzo de la actividad vegetativa, en primavera; 2, desde este momento hasta el inicio de la floración; 3, desde floración a fructificación; 4, de fructificación a inicio de la maduración; 5, maduración y 6, desde la madurez hasta el comienzo de la diferenciación de yemas.

El ciclo de la fructificación se inicia con la diferenciación de yemas, y termina con la maduración del fruto. En el olivo, la diferenciación de yemas tiene lugar 10 a 15 días después del comienzo de la actividad vegetativa primaveral, y la maduración de la aceituna ocurre en los meses finales de ese mismo año.

El ciclo de la fructificación del olivo comprende las siguientes etapas: 1 desde el comienzo de la diferenciación de yemas hasta la antesis; 2 de la antesis a fin de fecundación; 3 desde el cuaje del fruto a la formación de la drupa 4 desde el endurecimiento del endocarpio hasta la maduración fisiológica de la aceituna; y 5 desde la maduración al comienzo de la diferenciación de yemas.

El olivo, como es bien sabido, se extiende por toda la zona costera mediterránea, pero en la actualidad, y en razón a su gran resistencia a las condiciones climáticas, se encuentra en regiones más al norte del área de distribución de su cepa silvestre, el acebuche. Igualmente en los últimos cien años, se ha implantado su cultivo en California y en America Latina.

En líneas generales, las zonas olivareras españolas están situadas en las costas del sur y levante, desde donde se extienden muy al interior de la península, a través de la cuenca de los ríos Tajo, Guadiana Guadalquivir, Ebro y Júcar, principalmente.

El cultivo del olivo ocupa, desde antiguo, un lugar de primerísimo plano en la agricultura española. Sus productos (aceite y aceituna de mesa) han sido y continúan siendo en la actualidad, la principal fuente de materia grasa para cubrir las necesidades de la población, e incluso para la exportación (162.236 Tm en 1978; 197.498 Tm en 1979 y 219.257 Tm en 1980).

La superficie nacional dedicada al cultivo del olivo se calcula, según datos recientes del Ministerio de Agricultura (1980), en 2.133.44 Ha de las cuales el 7.2% corresponde a aceituna de mesa, estando en regadío el 4.8%.

La producción nacional media es de unas 2.294,4 miles de Tm anuales, de las cuales un 93.3% aproximadamente corresponde a aceitunas para almazara (en Italia y Grecia las producciones medias anuales son del orden de las 3.083 y 1.054 miles de Tm, respectivamente). En cuanto a Andalucía Oriental, donde Jaén es la provincia más importante de España en superficie cultivada de olivar, Granada alcanza una producción media en los últimos años de 109,0 miles de Tm.

2.-ENTOMOFAUNA DEL OLIVO

La entomofauna asociada al olivo, salvo en zonas marginales de condiciones agroclimáticas particularmente desfavorables, es muy amplia y diversificada, y su composición e importancia suele variar grandemente de una a otra región, e incluso de una a otra zona.

En la Tabla I se ha resumido un inventario comparativo de la entomofauna del olivo en cuatro países muy diferenciados desde el punto de vista ecológico (Aràmbourg, 1975).

Por otra parte, la valoración de la incidencia económica de las principales especies nocivas, en los distintos países

productores (Tabla II) desemboca en una clasificación en 3 grandes grupos (Arambourg, 1975)

GRUPO 3= Especies de máxima importancia en todos los países:

Vacus oleae, *Prays oleae* y *Saissetia oleae*

GRUPO 2= Especies de importancia económica media o localizada:

Hylesinus oleiperda, *Perrisia oleae*, *Clinodiplosis oleisuga*, *Zeuzera pyrina*, *Euzophera pinguis*, *Euphyllura olivina*, *Aspidiotus hederae*, *Liothrips oleae*.

GRUPO 1= Especies sin importancia económica: las restantes de la Tabla.

La olivicultura mediterránea está, pues, claramente dominada por los tres grandes fitófagos del grupo 3, contra los cuales el agricultor debe luchar si quiere asegurar el producto.

Es difícil en la actualidad conocer con precisión el impacto de una especie nociva sobre la calidad de la cosecha o sobre la cantidad, debido a un insuficiente conocimiento de los distintos parámetros que influyen en la producción oleícola; sin embargo, es importante señalar que los esfuerzos realizados en este sentido han dado ya algunas indicaciones muy útiles (NEUENSCHWANDER y Col., 1978).

La F.A.O. evalúa anualmente las pérdidas mundiales de cosecha debidas a los distintos agentes. Para el olivar estas cifras suponen en Europa, pérdidas del orden del 35-40%: 20% debidas a animales, 10% a enfermedades (hongos, bacterias, virus) y 10% a plantas adventicias. Según Arroyo-Varela (1977) los insectos serían responsables de 10% de las pérdidas en la Cuenca Mediterránea.

TABLA I.- Composición de la entomofauna fitófaga del olivo en 4 zonas ecológicamente distintas.

Insectos	España	Grecia	Siria	Túnez
COLEOPTEROS				
<i>Apion</i>			+	
<i>Otiorrhynchus</i>		+	+	+
<i>Otiorrhynchus meridionalis</i>	+			
<i>Cionus fraxini</i>		+		
<i>Rhynchites ruber</i>		+		
<i>Polydrosus xanthopus</i>	+			
<i>Lytta vesicatoria</i>	+	+		
<i>Omophilus longicornis</i>		+		
<i>Anoxia villosa</i>	+			
<i>Vesperus xatarti</i>	+			
<i>Hylesinus oleiperda</i>	+	+	+	+
<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	+	+	+	+
<i>Leperesinus fraxini</i>	+	+		
<i>Scolytus rugulosus</i>	+			
DIPTEROS				
<i>Asynapta furcifer</i>		+		
<i>Clinodiplosis oleisuga</i>	+	+	+	
<i>Perisia oleae</i>		+	+	
<i>Dacus oleae</i>	+	+	+	+
LEPIDOPTEROS				
<i>Zeuzera pyrina</i>	+		+	
<i>Cossus cossus</i>		+		
<i>Oecophyllembius neglectus</i>	+	+	+	+
<i>Cacochroa permixtella</i>			+	
<i>Euzophera pinguis</i>	+			
<i>Prays oleae</i>	+	+	+	+

TABLA I (Continuación)

<i>Margaronia unionalis</i>	+	+	+	+
<i>Acherontia atropos</i>				+
<i>Problepsis ocellata</i>		+		
<i>Hemeriphila japygiaria</i>		+		
<i>Hybernia bajaría</i>		+		

HEMIPTEROS

<i>Cicada orni</i>	+	+		
<i>Pyrrhocornis apterus</i>	+			
<i>Hysteropterum gryllioides</i>	+	+	+	
<i>Euphyllura olivina</i>	+	+	+	+
<i>Aleurolobus olivinus</i>	+	+	+	
<i>Prociphilus oleae</i>		+		
<i>Lepidosaphes ulmi</i>	+	+		
<i>Lepidosaphes</i>				+
<i>Parlatoria oleae</i>	+	+	+	+
<i>Aspidiotus hederæ</i>	+	+		
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	+	+		
<i>Aonidiella aurantii</i>		+		
<i>Leucaspis riceae</i>		+	+	
<i>Quadraspidotus ostreaeformis</i>	+			
<i>Pollinia pollini</i>	+	+		
<i>Saissetia oleae</i>	+	+	+	+
<i>Philippia oleae</i>	+	+		
<i>Coccus hesperidum</i>		+		
<i>Euphilippia olivina</i>		+		
<i>Pseudodoccus adonidum</i>	+			
<i>Pseudodoccus citri</i>	+			
<i>Pseudodoccus</i>			+	

THYSASOPTEROS

<i>Liothrips oleae</i>	+	+		+
------------------------	---	---	--	---

TABLA II.-Importancia económica de las principales especies de fitófago del olivo en diversos países (ARAMBOURG, 1975).

	H	P	D	P	C	P	O	M	Z	E	E	S	A	P	P	L	L
ARGELIA		1	3			3					1	3			1		1
ESPAÑA	1	1	3		1	3	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	3
FRANCIA	1	1	3		1	3	1	1			1	3	1	1			1
GRECIA	1	1	3	1	2	3	1	1			1	3	2	1	1	1	1
ISRAEL		1	3			3	1	1	3			3		1			
ITALIA	2	1	3			3	1	1			1	3		1			1
LIBANO		1	3	3	2	3	1	1	3		1	3	1	1	1		1
LIBIA		1	3			3					2	3	1	1	1		1
MARRUECOS		1	3			3					2	3		1			1
PORTUGAL		1	3			3						3					1
SIRIA	1	1	3	3	3	3	1	1	3		1	3		1			
TUNEZ	3	1	3			3	1	1		3	3	3		1	2	1	2
TURQUIA		1	3			3	1	1			1	3		2			
YUGOSLAVIA		1	3			3	1	1	2	2	2	3		1			2

1 = sp. del grupo 1

2 = sp. del grupo 2

3 = sp. del grupo 3

Los huecos corresponden a especies que, bien no existen en el país o bien no hay noticias bibliográficas sobre ellas.

3.-BIOTOPO DE ESTUDIO.

El área geográfica en estudio (Albolote), corresponde, dentro de la provincia de Granada, a buena parte de la denominada oficialmente comarca olivarera de Iznalloz; es decir, la zona de olivar que se extiende desde las afueras de Granada capital, hasta las cercanías de Iznalloz, en dirección Nordeste, principalmente.

La vegetación potencial de la zona corresponde a un bosque parennifolio de hojas coriáceas, perteneciente a la climax de la Durilignosa. En el primitivo bosque existían especies típicas del clima de meseta mediterránea, como la encina (*Quercus ilex*), el pino de alepo (*Pinus alepensis*) y, cuando lo permitía la constitución edáfica, el alcornoque (*Quercus suber*); alternando con especies herbáceas o subfruticosas, entre las que se pueden citar la *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Rhamnus alaternus*, *Vaphne gnidium*, *Helleborus foetidus*, *Cistus laurifolius*, *Peonia broteroi*, etc.

La vegetación primitiva de la zona puede todavía contemplarse en los linderos y claros del olivar. Pertenece, según los fitosociólogos, a la división Oleo-Quercea y a la clase Quercetea ilicis Br.Bl., ocupando la porción más continental de la misma, la denominada Alianza Querción ilicis. La otra Alianza más térmica en que se divide la Clase Fitosociológica, la denominada Oleo-Ceratonion, no está representada en la zona granadina.

Por degradación de este primitivo encinar, se ha producido una vegetación arbustiva que, en las zonas conservadas, está compuesta por plantas aromáticas tales como lavanda, salvia, romero, jara, etc.

En aquellos lugares donde la degradación ha sido más intensa, esta garriga ha sido sustituida por el tomillar (principalmente *Thymus zigis*) con suelos parcialmente denudados.

Este es el proceso natural, que está influenciado por la topografía local; han aparecido choperas o mimbreras en lugares con gran cantidad de humedad edáfica, o se han instaurado cultivos (las vegas) donde la capa freática impide el desarrollo de vegetación arbórea climax.

Por la vegetación presente y potencial, se puede decir que, desde el punto de vista ecológico, la zona es un nicho ecológico correspondiente a una meseta con influencia del clima continental, con veranos calurosos y secos, e inviernos fríos y húmedos.

El olivar ocupa un piso inmediatamente superior al correspondiente al área natural del olivo silvestre. El acebuche,

en condiciones naturales, vive en pisos más cálidos en invierno, aunque igualmente secos y calurosos en verano. Un piso inmediatamente superior, también con olivar, pero no en toda la comarca en cuestión, está ocupado por especies arbóreas de hoja caduca o marcescente tales como "quejigos" y "crataegus", siendo esta zona la finícola para el olivar en nuestra provincia, presentando a veces problemas, sobre todo de heladas.

El suelo sobre el que el olivo está viviendo, corresponde a la tipología de suelo pardos y pardos-rojos calizos. según la clasificación de Kibiena, estando formados sobre sedimentos del plioceno, profundos, bien drenados, de textura franca, y muy aptos para el cultivo del olivar.

En general, los niveles de materia orgánica en suelo son bajos, por lo que el nitrógeno es un elemento deficitario, que hay que suministrar con la fertilización. La presencia de una fuerte proporción de montmorillonita en la composición de la arcilla hace que el contenido en K del suelo sea aceptable, si bien con frecuencia se observan síntomas de deficiencia de este elemento en el cultivo, por interacción en la absorción con el calcio.

Normalmente, el suelo presenta escaso abonado mineral y es de seco.

Las variedades de olivo que se encuentran cultivadas en la zona de estudio son "Picual" o "Marteño" en más del 80% y "Hojiblanco" en un 15%. La edad de los mismos es de más de 50 años, plantados a marco real con distancia entre pies de unos 10 m, a veces menos. Su altura media es de 3.50 a 4 metros y reciben severa poda bianual y aclareo anual.

Los árboles de la zona vienen siendo sujetos a ataques de *S oleae* casi todos los años, aunque con gravedad cada 3-5 años, no habiéndose efectuado sobre ellos tratamientos con insecticidas en los últimos 10 años, salvo los preventivos sobre enfermedades criptogámicas (en especial "repilo").

En cuanto a las condiciones climáticas como ya se ha apuntado anteriormente, el biotopo se caracteriza fundamentalmente por inviernos fríos por regla general, así como un largo período

estivo-otoñal de elevadas temperaturas y muy seco normalmente. La pluviometría media anual es de unos 500 ml, con reparto fundamentalmente igualado excepto de junio a agosto donde es muy escasa. La humedad relativa no presenta, por lo general, valores muy elevados, salvo en ciertas fechas muy determinadas

Los datos de temperatura (máxima, media, y mínima) así como de humedad relativa y pluviometría, expresados mensualmente en la Tabla III representan la media de los últimos 20 años.

Por tanto, con una climatología típicamente continental, el biotopo suele estar sometido a frecuentes y a veces muy importantes variaciones térmicas y pluviométricas. Así, las heladas suelen presentarse de noviembre a marzo, ambos inclusive, aunque no es nada raro su presencia fuera de dicha época. Al mismo tiempo, y generalmente en julio y agosto, los valores de las temperaturas máximas pueden alcanzar cifras notablemente elevadas (43-45 C°) lo que, en principio, puede constituir un factor de gran importancia en el condicionamiento del cultivo y del fitófago.

BARRENILLOS DEL OLIVO

Phloeotribus scarabaeoides Bern.

Hylesinus toranio Bern. (= *oleiperda* Fab.)

Leperesinus fraxini Panz. (generalmente anida en el fresno)

BARRENILLOS DE LOS FRUTALES

Scolytus rugulosus Ratz. (vive a expensas de los frutales de hueso y pepita)

Scolytus amygdali Guer. (parasita principalmente al almendro)

Scolytus mali Besch. (ataca a las rosáceas leñosas)

Hypoborus ficus Erich. (parásito de la higuera)

Hypothenemus aspericollis Wall. (daña principalmente a la higuera)

Coccotrypes dactyliperda Fab. (vive en el dátil)

Anisandrus dispar Fab. (muy polífago)

Xyleborus saxenesi Ratz. (muy polífago)

Caracteres morfológicos

ADULTOS

Los insectos adultos son cilíndricos, negros o pardos, de pequeño tamaño, que varía según especies, desde un milímetro y aún menos, hasta nueve. Su cabeza tiene forma de cápsula, va empotrada en el pronoto, termina en el clipeo, el cual se prolonga en el centro de un pequeño saliente; sus mandíbulas son muy fuertes y denticuladas, con las cuales puede roer el insecto la madera y labrar galerías.

Los ojos son planos, ovales o reniformes, frecuentemente escotados e incluso pueden estar divididos. Delante de los ojos se insertan las antenas, que se componen de tres partes: el escapo, el funículo y la maza; son de formas muy variables, cortas y susceptibles de replegarse bajo la cabeza; en todos los casos, el

primer artejo o *scapo* es muy largo y acodado junto a su inserción con la cabeza; sigue a éste el *funículo* con un número de artejos variable de dos a siete; son éstos pequeños, excepto el primero y el último, que son de mayor tamaño; generalmente el *funículo* es más corto que el *scapo*. La antena termina en una *maza* de uno a seis artejos, con frecuencia no fácilmente visibles por ir soldados y recubiertos de pelos que ocultan las suturas. En algún caso (*Phloeotribus*), los artejos de la maza son independientes y separados entre sí por escotaduras profundas. La forma de las antenas es un carácter importante en la clasificación de las especies.

El pronoto tiene un ancho análogo al de los élitros, y con frecuencia rebasa por delante a la cabeza, que queda oculta, mirando el insecto por encima. La ornamentación del pronoto es variable, la forma de su puntuación se utiliza como carácter diferenciativo; también pueden ofrecer tubérculos salientes.

Los élitros son fuertes, provistos a veces de puntos, estrias, pelos, escamas, etc., de aspecto muy variable. La forma de los élitros se ajusta a tres tipos; pueden ser de aspecto rectangular (*Scolytini*), redondeados por detrás (*Hylesini*) o formando en su terminación un fuerte declive (*Ipini*).

Es un carácter importante de las patas la forma de las tibiae del primer par, que sirve para diferenciar a las dos subfamilias de los *Scolytidae*; bien pueden ser aquéllas de bordes paralelos desprovistas de espinas marginales y terminadas por su extremo en el borde exterior por una uña ganchuda (*Scolytinae*), o bien ensancharse uniformemente hacia la extremidad sin uña ganchuda terminal y provistas de numerosas espinas laterales (*Ipinæ*). Los tarsos son criptopentámeros, es decir, provistos de cinco artejos, pero con el cuarto tan pequeño que apenas es visible, por lo que tienen apariencia de tetrámeros.

El abdomen tiene ocho esternitos, visibles levantando los élitros y las alas, pero los uno y dos no son visibles por ir fusionados en el fondo de las cavidades cotiloides; el primero de los visibles se prolonga hacia delante en un proceso triangular que penetra entre las coxas del tercer par de patas y los tercero

a quinto de los visibles pueden ir provistos, en algunas especies, de tubérculos salientes o espesamientos suturales que se utilizan para la clasificación.

Dimorfismo sexual.-

Tienen algunos escolítidos un marcado dimorfismo sexual, no sólo sobre caracteres secundarios, sino en los fundamentales, mientras en otras especies su dimorfismo es menos patente o aún nulo.

En los *Anisandrus*, por ejemplo, el macho es mucho más pequeño que la hembra, y su forma esencialmente diferente; carecen, además, de alas o las tienen atrofiadas, impropias para el vuelo. En otros escolítidos no es tan manifiesto el dimorfismo, aunque ofrezca diferenciaciones en la cabeza, en los élitros, etc., unas comunes para todas las especies del género y otras específicas; en los géneros *Hylesinus* o *Phloeotribus* es distinta la estructura de los élitros según el sexo, y en el género *Scolytus* tienen los machos la frente generalmente pubescente y más o menos glabra la hembra; ofrecen, además, las diferentes especies otros caracteres secundarios diferenciales, como convexidad de la frente, aristas más o menos visibles, según el sexo, distinta forma de los tubérculos del abdomen, presencia o ausencia de pelos, etc.

Datos biográficos

MONOGAMIA Y POLIGAMIA

Entre los escolítidos hay especies que son monógamas y otras polígamas; en la mayoría de las especies del género *Scolytus* hay tantos machos como hembras, y en cada colonia no se encuentra sino una sola hembra; el macho, con frecuencia, convive con ella en el interior de las galerías, al menos en un período de su vida, ayudándola en la excavación de los corredores o en la extracción del serrín.

En otras especies, como el *Anisandrus dispar*, no existe sino un macho por cada cuatro o cinco hembras; en esta especie, en cada

colonia no hay sino una sola hembra y el macho no aparece en las galerías sino en el momento de la fecundación, desapareciendo después.

Aún hay otras especies, como las del género *Hypothenemus*, en que los machos son sumamente raros y aún desconocidos; no obstante, en ningún caso existe la partenogénesis en los *Scolytidae*, como ocurre en otras familias de insectos.

TIPOS DE GALERIAS

Las formas de las galerías en las que anidan los escolítidos son muy variables, pero típicas para cada especie, hasta el extremo de que en algunas ocasiones es posible identificar al parásito únicamente por el examen de las galerías que ha producido, teniendo en cuenta el árbol que se trate.

Las galerías pueden reducirse a dos tipos principales: las *subcorticales*, que se extienden entre la corteza y la madera, y las *profundas*, que penetran en la madera y corresponden a insectos mocoófagos, nutriéndose de hongos que tapizan las galerías. Cada uno de estos dos tipos ofrece diversas variaciones, que estudiaremos para los escolítidos de interés agrícola.

Galerías subcorticales.- Aunque de diversas formas, las galerías de este tipo constan, en general, de un orificio circular de entrada del diámetro del insecto que lo labra, que suele ser la hembra; este orificio atraviesa la corteza y, con frecuencia, termina en un ensanchamiento denominado *cámara nupcial*, donde frecuentemente, aunque no siempre, se efectúa el acoplamiento, y del cual parten galerías de puesta que labra la hembra entre la corteza y la albura.

Las galerías de puesta pueden ser una sola por colonia, y dos o más. En las especies que nosotros estudiamos sólo se dan los casos de una o dos galerías maternas dispuestas en sentido longitudinal o transversal; pero en otras especies forestales se dan casos de varias galerías dispuestas de diferente forma, de estrella, de horquilla, etc.

Aún dentro de la variación de los sistemas de galerías subcorticales, los clasificamos en dos grupos: de galerías maternas *longitudinales* y *transversales*, y cada una de éstas en *simples* y *dobles*, ya que las galerías *múltiples* no se dan en las especies objeto de nuestro estudio.

Galerías maternas longitudinales.- Todas las especies de *Scolytus* que estudiamos pertenecen a este tipo; en la mayor parte, son de galerías maternas simples, en las que el orificio de entrada está situado en la parte inferior de la galería, y en unas especies va desprovista de cámara nupcial, haciendo sus veces el citado orificio (*Scolytus scolytus*), mientras en otros (*S. mali*) termina en un ensanchamiento, de donde parte la galería materna.

En estos casos, la hembra, con notable instinto, la labra en el sentido de las fibras de abajo a arriba, con lo cual extrae más fácilmente el serrín y no penetra en el interior el agua de la lluvia.

En otras especies (*Scolytus pygmaeus*), las galerías maternas son dobles, y en el centro está el vestíbulo, y de ella parten, respectivamente, hacia arriba y hacia abajo, las dos galerías maternas.

Algunos barrenillos polígamos forestales que no estudiamos tienen galerías longitudinales múltiples, ahorquilladas, correspondiendo una galería por cada hembra.

Galerías maternas transversales.- Lo mismo que las anteriores, pueden ser simples, dobles y múltiples; en estas últimas parten las galerías maternas de la cámara nupcial en forma de estrella o de horquilla y no son propias de las especies agrícolas.

Las galerías simples transversales tampoco son frecuentes en las especies que estudiamos; el *Scolytus intricatus*, por ejemplo, parásito de la encina, pertenece a este tipo de una sola galería materna transversal, con orificio de entrada en uno de sus extremos.

Son, en cambio muy frecuentes las galerías dobles, con orificio de entrada en el centro, seguido o no de cámara nupcial.

En el primer caso, al que pertenecen los barrenillos del olivo, la cámara está situada fuera de las galerías a las cuales se une en forma de ángulo. En el segundo (*Pteleobius kraatzi*), el acoplamiento se hace en el orificio de entrada.

Galerías profundas.- Obedecen las galerías de este tipo a diversos dispositivos; en todos ellos excava la hembra una galería penetrante, aproximadamente perpendicular al eje del tronco o de las ramas, perforando la madera hasta una profundidad mayor o menor; generalmente la galería de entrada se ramifica en forma diferente, como también es distinta la habitación de las larvas, pero en todas las especies no labran aquéllas sus galerías, sino que viven en colonias y se alimentan de hongos *Ambrosia* que tapizan las paredes, con los que constituyen una especie de simbiosis, convirtiendo los insectos sus galerías, con maravilloso instinto, en veraderos criaderos de hongos y en despensas para su alimentación.

En los insectos micófagos son particularmente frecuentes los orificios exploratorios que abandona la hembra sin continuar la perforación.

Las galerías profundas que excavan las especies que estudiamos son de dos tipos diferentes, cuyos agentes más destacados son el *Anisandrus dispar* y el *Xyleborus saxenesi*; en el primero, viven las larvas en galerías, y en el segundo, en cámaras ensanchadas, tipos que denominaremos de *galerías familiares* de ramificación tridimensional o de *celdas familiares*.

En los escolítidos micófagos forestales hay, además, otros tipos de *galerías familiares*, que varían, respecto al primero que se describe, por la forma de ramificación de sus galerías.

Galerías familiares de ramificación tridimensional.- En esta forma de galerías, típicas del *Anisandrus dispar*, perfora la hembra un corredor profundo en el sentido de los radios del tronco o de la rama, del que parten, perpendicularmente a cierta profundidad, galerías secundarias en el sentido de una de las capas concéntricas de la madera en sentido perpendicular a las fibras; estas galerías secundarias dan origen, a su vez, de trecho en trecho, a galerías terciarias, perpendiculares a las

anteriores, que parten en el sentido de las fibras y terminan en forma de dedo de guante.

Los tres órdenes de galerías, perpendiculares entre sí, se dirigen, por tanto, en el sentido de las tres dimensiones de la rama, profundidad, ancho y largo, respectivamente; en estas últimas, o galerías terciarias, depositan las hembras los huevos y en su interior viven las larvas, agrupadas, sin construir nuevas galerías, alimentándose de los hongos *Ambrosia* que, como hemos dicho, tapizan las paredes.

Naturaleza de los ataques

El ataque de los Escolítidos a los árboles puede referirse a tres tipos diferentes:

1.- PARASITOS PRIMARIOS : Los barrenillos más importantes de este grupo son el *Scolytus rugulosus* y el *Anisandrus dispar*, que pueden excavar las galerías de puesta en los árboles frutales en pleno vigor; el primero ataca con preferencia a los frutales de hueso, aunque también puede hacerlo a los de pepita, y el segundo, indistintamente, a unos y a otros; son los más graves de los barrenillos de los frutales, que pueden hacer morir al árbol poco antes enteramente sano. También pertenecen a este tipo el *Hylesinus toranio*, parásito del olivo.

2 PARASITOS SECUNDARIOS: Este tipo de parasitismo es más frecuente que el anterior; pertenece a este grupo, entre otros muchos, el *Scolytus amygdali*, parásito del almendro, que sólo excava el sistema de galerías en árboles o ramas debilitados por otra causa, y aunque pueden labrar las galerías nutricias en árboles sanos, suelen ser éstas mucho menos peligrosas.

Estos insectos causan también grandes daños, por acelerar la muerte de las plantas atacadas, pero es más fácil la lucha contra ellos tratando de vigorizar el árbol.

3 PARASITOS DEL ÁRBOL MUERTO: Tal es el caso del *Dryocoetes*

coryli, parásito del avellano. Los daños provocados por este tipo de ataque son importantes para el aprovechamiento de la madera, pero son nulos desde el punto de vista agrícola.

+++++

INTRODUCCION

Mecanismos de la selección de la planta-huésped en escolítidos
Atracción primaria.

Tras la fase de alimentación el vuelo es seguidamente orientado hacia el nuevo hospedador, como respuesta a diferentes estímulos conocidos como atracción primaria, que ejerce el vegetal sobre determinados individuos de la especie parásito, siendo más sensibles los individuos pertenecientes al sexo que inicia el ataque (RUDINSKI y COLS, 1979).

En todos los escolítidos éstos estímulos son de naturaleza olfativa principalmente, resultan de la emisión al medio aéreo por parte del hospedador de determinadas sustancias químicas, numerosas y variables, que constituyen mezclas complejas cuyos elementos más importantes son las oleorresinas (L GIL, 1985; CHAPARAS, 1987). Se ha demostrado, que sus principales componentes atractivos son los derivados terpénicos, productos naturales originados por la condensación de una o más unidades de isopreno (metilbutadieno), y dando lugar a monoterpenos ($C_{10}H_{16}$), sesquiterpenos, ($C_{15}H_{24}$) y sus derivados: ésteres, aldehídos, alcoholes y cetonas (L GIL, 1985; BORDEN, 1974).

Según se ha demostrado en los escolítidos de coníferas, en la localización del huésped no interviene únicamente las exhalaciones volátiles pertenecientes a un solo terpeno, sino de un conjunto, de los cuales algunos se muestran muy atractivos mientras que otros son neutros o ejercen estímulos repulsivos (CHARARAS, 1979), a éste respecto es importante precisar que una fuerte concentración en todos los compuestos terpénicos, sin excepción resultan repulsivos y tóxicos, por lo que el poder atractivo de algunos se manifiesta solamente cuando estos componentes se encuentran en concentración de trazas (CHARARAS, 1987). El poder

INTRODUCCION

Mecanismos de la selección de la planta-huésped en escolítidos: Atracción primaria.

Tras la fase de alimentación el vuelo es seguidamente orientado hacia el nuevo hospedador, como respuesta a diferentes estímulos conocidos como atracción primaria, que ejerce el vegetal sobre determinados individuos de la especie parásito, siendo más sensibles los individuos pertenecientes al sexo que inicia el ataque (RUDINSKI y COLS, 1970).

En todos los escolítidos éstos estímulos son de naturaleza olfativa principalmente, resultan de la emisión al medio aéreo por parte del hospedador de determinadas sustancias químicas, numerosas y variables, que constituyen mezclas complejas cuyos elementos más importantes son las oleorresinas (L GIL, 1985; CHARARAS, 1987). Se ha demostrado, que sus principales componentes atractivos son los derivados terpénicos, productos naturales originados por la condensación de una o más unidades de isopreno (metilbutadieno), y dando lugar a monoterpenos ($C_{10}H_{16}$), sesquiterpenos, ($C_{15}H_{24}$) y sus derivados: ésteres, aldehídos, alcoholes y cetonas (L GIL, 1985; BORDEN, 1974).

Según se ha demostrado en los escolítidos de coníferas, en la localización del huésped no interviene únicamente las exhalaciones volátiles pertenecientes a un solo terpeno, sino de un conjunto, de los cuales algunos se muestran muy atractivos mientras que otros son neutros o ejercen estímulos repulsivos (CHARARAS, 1979), a éste respecto es importante precisar que una fuerte concentración en todos los compuestos terpénicos, sin excepción resultan repulsivos y tóxicos, por lo que el poder atractivo de algunos se manifiesta solamente cuando estos componentes se encuentran en concentración de trazas (CHARARAS, 1987). El poder atractivo del vegetal resulta de la acción sinérgica de varios compuestos terpénicos, siendo activos a largas distancias, lo que le permite al escolítido identificar al hospedador y conocer su

estado fisiológico según sea su concentración en el aire.

Sin embargo en la atracción primaria intervienen además los productos resultantes de la oxidación de los compuestos terpénicos y otros originados en fermentaciones anaerobias producidas en el interior del vegetal (metanol, etanol, etc) (L.GIL,1985; CHARARAS,1987).

Desde el momento de la emergencia, los insectos se dispersan a veces al azar (CHARARAS,1987), una vez posadas sobre la planta huésped, en el instante de practicar los orificios de entrada, se decide su suerte ya que si ha elegido un huésped no propicio en razón de una fuerte secreción de oleorresina ésto le estimula a abandonar el emplazamiento para elegir otra rama distinta en otro pie más apropiado.

La acción de los componentes terpénicos es muy compleja pues sus propiedades tóxicas, las constituyen en alomonas que participan en la defensa del vegetal (CHARARAS,1987), mientras que estos mismos compuestos resultan a menos concentración como Kairomonas, sustancias favorables al organismo que las recibe, interviniendo en el proceso la estimulación olfativa y gustativa. Esta última se pone especialmente de manifiesto sobre aquellos individuos que en el interior de sus galerías de alimentación (CHARARAS, 1987), captan el estado fisiológico en que se encuentra el árbol.

En un árbol en vías de deficiencia fisiológica, las modificaciones físicas que se producen en la presión osmótica, fluctuaciones de la higrometría del floema, se acompañan de modificaciones bioquímicas a consecuencia de la transformación de algunos constituyentes terpénicos en compuestos oxidados o polimerizados (proceso en el que los microorganismos juegan un papel predominante). Así pues el reconocimiento del huésped se realiza a partir de las modificaciones bioquímicas provocadas a consecuencia de lesiones fisiológicas (variaciones en la presión osmótica, disminución del contenido hídrico).

Factores de la selección del huésped.

El agua juega un papel considerable en el metabolismo de todos los organismos vivos, tanto animales como vegetales. En aquellos en los que la célula ha perdido una parte importante de su agua por evaporación la turgescencia desaparece y comienza la plasmolisis. Existe un nivel de evaporación por debajo del cual la pérdida es irreversible (CHARARAS, 1987), en el cual la vida de las células de los tejidos y del organismo se encuentra comprometida. Hasta este momento, la planta ha perdido el agua de dilución, sin embargo si la desecación se prolonga pierde el agua de invivición.

Salta → Según WALTER (1931), la presión osmótica nos da una imagen fiel del estado de hidratación de las plantas, en este sentido se ha demostrado (CHARARAS, 1987) que la disminución de la vitalidad del árbol está muy relacionada con fluctuaciones acusadas de la presión osmótica, estado en el que se produce la instalación masiva de los escolítidos.

El óptimo osmótico corresponde a condiciones en las que las fluctuaciones son mínimas, la presión osmótica es relativamente baja y la planta se encuentra en el máximo de turgescencia, lo que corresponde a la fase óptima de absorción del agua y minerales por la planta. Se observa en Primavera cuando la planta se encuentra en plena actividad vegetativa, beneficiada por las condiciones ecológicas, pedológicas e hídricas, favorecida para hacer frente a las necesidades energéticas. Mientras que se encuentra en estas buenas condiciones ecológicas las variaciones del óptimo osmótico son muy bajas. En este estado el vegetal posee un máximo poder de defensa en el cual se produce un gran flujo de savia y de oleorresinas.

El máximo osmótico corresponde a una elevación de la presión osmótica bajo la acción de la sequía estival, a una evapotranspiración potencial muy elevada y a una disminución de la turgescencia que se traduce en una reducción de la secreción de oleorresinas, por lo tanto del poder de defensa del vegetal (CHARARAS, 1978).

Al igual que la sequía el frío puede provocar lesiones, principalmente en el período de fuerte actividad vegetativa.

Cuando se producen heladas en este momento, correspondiente al máximo de higrometría tisular, se producen lesiones a nivel de las membranas semipermeables, las cuales ocasionan deficiencias fisiológicas. Si el frío se continúa por sequía, las lesiones iniciales son irreversibles, el metabolismo se encuentra fuertemente perturbado y el árbol pierde su poder de defensa contra los escolítidos que lo colonizan masivamente.

Modelo de colonización en otras especies monógamas.

En los escolítidos monógamos (*Blastofagus piniperda*, *Dendroctonus sp*) son las hembras las que eligen la planta huésped y perforan el orificio de penetración cuando esto ocurre se ocasionan los procesos diferentes:

a) liberación de feromonas de agregación por parte de las hembras.

b) Erosión del hospedador y liberación de kairomonas.

a) La atracción secundaria, ejercida por los insectos pioneros parece estar estrechamente ligada a la presencia de constituyentes terpénicos de la planta huésped en el tubo digestivo de los insectos. En el interior de éste se realizan modificaciones causadas por la doble acción de las secreciones intestinales y por los microorganismos existentes en el tubo digestivo (CHARARAS, 1987). Estas transformaciones tienen como resultado la liberación y producción de feromonas de agregación, las cuales mezcladas en el medio aéreo con los mediadores químicos responsables de la atracción primaria desencadenan la agregación de ambos sexos sobre la planta huésped.

b) Los escolítidos poseen un complejo de microorganismos asociados; levaduras, hongos, bacterias, de modo que los insectos pioneros puedan provocar la pululación de estos microorganismos por el floema, lo que implica modificaciones en el espectro de olores del vegetal (CHARARAS, 1987) modificaciones que contribuyen a incrementar la intensidad de la respuesta.

A consecuencia de ambos procesos se produce una atracción que se mantiene hasta que cambia la naturaleza de las feromonas, observándose otras que tienden a repeler futuras colonizaciones. En ciertas especies como *Dendroctonus brevicornis* (GAMES, KELLY and JONES, 1987) esto sucede después del apareamiento de los sexos; cuando por parte de ambos se comienza a producir feromonas que proceden de la transformación de kairomonas liberadas por el huésped

Tipos de ataque observados en *P. scarabaeoides*.

PHLOEOTRIBUS SCARABAEOIDES (Bernard) Fauvell

Es sin duda el parásito del olivo más extendido en España, pues su presencia se manifiesta en todas las regiones culturales de aquel árbol. Los daños que origina no son tan aparentes como los producidos por las invasiones del *Dacus oleae* o los producidos, en sus zonas endémicas, por *Prays oleellus* o *Liothrips oleae*, pero la persistencia ininterrumpida de sus ataques, así como la extensa área de distribución lo constituyen en una de las principales plagas del olivar.

SINONIMIA

El género *Phloeotribus* fué creado por ILLIGER en el año 1807, pero once años antes, ya LATREILLE (*Gen. Coleop.*) reseñó sus principales caracteres, bajo la denominación de *Phloeotribus*.

La especie *scarabaeoides* fué creada, dentro del género *Scolytus*, por BERNARD el año 1788 (*Mem. Hist. Nat.*) y también OLIVER (*Ent. Hist Nat. Ins. Col.*) describió a este insecto, siete años después, con igual denominación genérica y la específica de *oleae*.

En 1792, FABRICIUS (*Ent. Syst. Em. et Anc.*) la incluye en *Bostrichus*; pero posteriormente en (1801), la traslada al género *Hylesinus* (*Sys. Eleuth. secum, etc.*).

Así pues, desde 1807 el género *Phloeotribus* es aceptado por todos los entomólogos, cuya especie tipo, objeto de este trabajo, le corresponde por razón de prioridad la denominación *scarabaeoides* de BERNARD, apareciendo así por vez primera, el año 1887, en *Rectif. Cat. Coleop. Eur-Cauc. de FAUVELL*.

DEL GUERCIO describió (*Gior. Ent. R. Staz. Ent. Agr. Firenze*) el año 1931 la nueva especie *oleiphilus* del género *Phloeotribus*, pero según RUSSO, que ha profundizado como ninguno en el estudio del barrenillo del olivo, se trata del macho de *scarabaeoides*, sin que las diferencias morfológicas indicadas por DEL GUERCIO tengan realidad.

Según BEDEL (1924), existe en la región parisina y al oeste

de la Francia templada, una raza especial uniformemente negra que vive sobre *Fraxinus* y *Syringa*, a la que concede dicho entomólogo categoría taxonómica de subespecie y designa con la denominación *occidentalis*, llegando otros autores a elevarla al grado de especie. Sin embargo RUSSO no concede validez a esta especie, su opinion es: "la subespecie constituida por BEDEL, elevada a especie por otros autores, no tiene razón de existir, dado que, según nuestro examen ejecutado sobre material enviado por el profesor BALACHOWSKY, corresponde perfectamente a *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern).

Vulgarmente es conocido este insecto con el bien escogido nombre de "barrenillo del olivo", los olivicultores andaluces le designan también, con el de "palomilla". Por último antiguamente se le denominaba "escarabajuelo", pero hoy cayó en desuso.

HISTORIA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Ademas de las referencias consignadas en el apartado anterior, este insecto ha sido objeto, desde 1778 en que ESERNAD lo dió a conocer, de múltiple estudios y citas, especialmente desde el punto de vista biológico.

Un clásico de la agricultura francesa, el abate ROZIER, mencionó en 1793 un "escarabajo" que, en estado adulto, atacaba las ramas del olivo, pero como no indicaba la especie, y en su descripción morfológica y biográfica parece referirse más bien a *Hylesinus taranio*, no hay seguridad alguna para aceptar esta antigua cita.

Es ya PASSERINI (1827-28) el primer autor que consigna datos biológicos de este escolítido, acompañados de elementales descripciones de los distintos estados de su vida. Según sus obsevaciones, el insecto, que califica como muy perjudicial para el olivo, tiene dos generaciones anuales, y la salida de jóvenes imago se cumple en el transcurso de Julio.

A DI BALDASSARE ROMANI se deben algunos nuevos datos, publicaciones en 1844, que contribuyeron al mejor conocimiento del

P. scarabaeoides. Ya este autor indica que la reproducción de aquél tiene lugar lo mismo en ramas deterioradas que en aquellas procedentes de la poda, y aunque no aseguró la invernación del insecto, hizo constar sobre el hallazgo de adultos en el interior de ramas jóvenes, durante la estación de reposo; también describió sumariamente las galerías materna y larvales.

Pero es ACHILLE COSTA quien en 1857 amplía los conocimientos sobre *P. scarabaeoides* que se habían ido acumulando en tres cuartos de siglo. Sus observaciones son numerosas y detalladas, abarcando los mas distintos puntos de la biología de este insecto. Registra que los adultos de la primera generación aparecen en Mayo, y en seguida excavan las celdas de alimentación, que también describe, los de la segunda generación efectúan su emergencia en Agosto- Septiembre e invernan en las dichas celdas, que abandonan en Marzo-Abril para repetir el ciclo reseñado. Igualmente consignó que el acoplamiento tiene lugar en primavera, cuando la hembra inicia la construcción de la galería, la que describe así como las larvales. Respecto a la reproducción, indica que los adultos utilizan también con esta finalidad las ramas muertas o cortadas, pero nunca se sirven de las gruesas que tienen la corteza exfoliada; también menciona que el macho no ayuda al otro sexo en la apertura de la galería materna, donde la hembra una vez efectuada la oviposición- oculta el orificio de entrada y muere.

Durante buen número de años, el ejemplar trabajo de COSTA sirvió de pauta a los entomólogos que se ocuparon de este escolítido, y poquísimo agregaron a las obsevaciones registradas por el que fué primer Profesor de Entomología agraria de Portici. Fué TOPI. en 1911, quien aporta originales datos al conocimiento de la biología de *P. scarabaeoides*. No admite que los adultos jóvenes se sitúen sobre la planta para excavar celdas de alimentación, pero sí que se dirijan directamente, a las ramas dañadas o cortadas para efectuar la función reproductora, aunque sin utilizar con semejante finalidad las ramas secas de las plantas: por último señala para Sicilia tres generaciones completas anuales En 1925 BUYSSON consigna que este coleóptero se reproduce también en ramas de *Syringa* y *Fraxinus*, describiendo sumariamente

la galeria materna, en cuya labor también colabora el macho. Al año siguiente, PEYERIMHOFF menciona haber observado a dicho escolítido en varias especies de *Fraxinus*.

BONDENHEIMER publicó en 1930 algunos datos sobre la biología de *P. scarabaeoides*, indicando que en Palestina tiene este insecto tres generaciones, e igual número indica DEL GUERCIO para la Liguria, en un trabajo aparecido el año siguiente, que también contiene indicaciones respecto a los medios de lucha artificial contra dicho escolítido.

Por último a RUSSO se debe el mas moderno y completo estudio sobre el "barrenillo del olivo" verdadera obra maestra publicada en los años 1937-39. Este parásito del olivo es circummediterráneo, como su huésped bordeando el litoral del Mare Nostrum y penetrando poco en los continentes. Su área geográfica, según REITTER, se extiende por la Europa meridional, Siria y Asia menor; BONDENHEIMER menciona a este insecto en la faunade Palestina; GELRIAS, en Grecia; LUIGIONI consigna la existencia de *P. scarabaeoides* en la Península italiana, Istria, Sicilia, Córcega, Cerdeña, y Malta; BALACHOWSKY lo cita en Francia meridional, Túnez, Argelia, y Marruecos correspondiendo a SEABRA su mención en Portugal.

Según los datos recogidos or el Servicio de Fitopatología Agrícola la distribución geográfica de este escolítido en España es la siguiente :

Albacete (Férez, Ontur, Tobarra); Alicante (Alcoy); Almería (diseminado en las zonas olivareñas); Badajoz (Badajoz, Olivenza, Vilagonzalo); Baleares (zonas bajas); Barcelona (Barcelona, Cervelló); Cáceres (en todos los olivares); Cadiz (Olvera); Castellón (Castellón, Puebla Tornesa, y zonas del litoral); Ciudad Real (Caastellar de Santiago, Malagón, Manzanares, Santa Cruz de Mudela, Torrenueva, Torralba de Calatrava); Córdoba (Pozoblanco); Cuenca (Tarancón); Granada (Alhama, Baza, Guadix, Huescar); Guadalajara (en 125 términos); Huelva (Aracena); Huesca (Somontano de Barbastro, La Litera, Ribagorza, y ribera del Cinca); Jaen (Beas de Segura; Los Villares, Martos, Torreperogil, Villanueva del Arzobispo); Lérida (Torres de Segre); Madrid (Ciempozuelos,

morfología externa, innecesarios para la finalidad de este trabajo.

Larva neonata -El cuerpo de la larva recién salida del huevo es subreniforme y plegado en arco, pero al distenderse adopta forma subcilíndrica. Está compuesta por la cabeza, tres segmentos torácicos ápodos, diez abdominales y el anal, observándose más quitinizado el disco del pronoto que el resto del segmento. La coloración general es blanquecina, ligeramente amarillenta, más oscura en la cabeza y órganos bucales. Mide 0,835 mm de longitud con el cuerpo plegado, y su peso medio es de 0.12 grs.

Al emerger la larva neonata, su cabeza es libre y poco consistente pero algunas horas después, a medida que va quitinizándose el dermoesqueleto, adquiere rigidez y se replega dentro del protórax. En un principio, la frente, el vértex y las gulas son de coloración blanco-ocrácea, que es más pronunciada en el epistoma, labro superior y mandíbulas; pero algún tiempo después de salir la larva del huevo se oscurece el conjunto y adopta un tono marcadamente ocráceo.

Con relación al tamaño del cuerpo, la cabeza es voluminosa, de superficie lisa y forma casi hemiesferoidal, con sus caras dorsolaterales muy convexas y más aplanada la inferior. Vista dorsal y ventralmente el contorno de la cabeza es suboval; y de perfil, al semicircular, midiendo 0.355 mm. de longitud media por casi 0.3 de anchura máxima.

Las antenas están constituidas por un sólo artejo, que se observa como una ligera protuberancia subhemisférica de coloración blanca amarillenta, y situadas en los ángulos anterolaterales de la frente; en ellas se aprecian seis o siete sensorios basicónicos de variable longitud destacando uno, muy desarrollado que se encuentra en la parte mediana y sobresale en forma de gruesa papila de forma subesferoidal apuntada.

Las mandíbulas son un tanto cortas, robustas, subpiramidales y de base subtriangular; observadas por la cara dorsal aparecen algo más anchas en la base que largas.

El tórax es casi tan largo como el abdomen no distendido. De sus tres segmentos, el protórax tiene igual tamaño que el conjunto

Colmenar de Oreja, Chinchón, Estremera de Tajo, Móstoles, Pinto, Tielmes, Torrelaguna, Villalbilla, Villarejo de Salvanes); Malaga (diseminado en todo el olivar); Teruel (Oliete, Teruel); Toledo (Navalmorales); Zaragoza (Aguarón, Belchite, Bisimbre, borja, Caspe, La Almunia, Magallón).

MORFOLOGIA.

Las descripciones de los distintos estados del insecto, han sido redactados a la vista del trabajo de RUSSO (loc. cit)

Huevo.

Es de forma ovalada y presenta coloración blanquecina, con tinte ligeramente amarillo debido a la sustancia mucilaginosa que le recubre cuando la imago efectúa su deposición. En este momento el corión es blando, rompiéndose fácilmente si se intenta separarlo de la celdilla de puesta; pero, poco tiempo después (unas horas) adquiere suficiente rigidez y consistencia, debido particularmente a la desecación de revestimiento mucilaginoso que va endureciéndose; entonces ya es posible despegarlo con cuidado de su lugar de asiento e incluso limpiarlo de la suciedad que en parte tiene adherida.

El corión es brillante, y algo transparente. Examinando su superficie al microscopio, se observan ligerísimas rugosidades dispuestas en líneas transversas.

Las dimensiones de los huevos oscilan, según observaciones de RUSSO, entre 724-837 μ de longitud por 547-579 μ de anchura.

Larva

De las cinco fases en que se divide el estado larvario del insecto interesan principalmente la primera y última porque las tres edades intermedias sólo presentan ligeras diferencias morfológicas respecto a la larva completamente evolucionada. Además, únicamente se consignan los más salientes caracteres de su

de los otros dos, y su región dorsal es, aproximadamente, tan larga como la mitad de la anchura, estando ocupada en su mayor parte por el escudo protorácico que se observa más quitinizado que el resto de la cutícula; las propleuras y el prosternón presentan surcos que señalan gibesidades o lóbulos. El meso y metatórax son semejantes entre sí; pero el último tiene dimensiones ligeramente superiores, y tanto uno como otro exhiben leves surcos de división en sus respectivos notos.

La superficie del tórax está revestida de microscópicas espinitas, más bien delgadas y dispuestas un tanto en filas transversales, estando desprovistas de ellas el disco del pronoto y los mamelones que existen próximos a las zonas sublaterales de las caras dorsal y esternal de cada segmento. En dichos mamelones se insertan cuatro o cinco sedas, y también existen otras, semejantes a las del abdomen, en el resto de la cutícula torácica.

El abdomen, distendido, presenta forma subcilíndrica, y de sus diez segmentos, el primero es más voluminoso, confundiéndose los 9 y 10 -el último muy pequeño-, pero en su conjunto bien diferenciados del segmento anal. Los segmentos abdominales tienen análoga conformación a la que presentan, posteriormente, en la larva adulta; su superficie aparece revestida de espinitas semejantes a las torácicas, excepto sobre los surcos intersegmentales, y también exhiben seditas subiguales, siendo de mayor longitud (14-18 μ) las insertas en los uritos 8 y 9.

Por último la larva neonata es ápoda y en su cabeza no se observan vestigios de ojos ni ocelos.

Larva adulta.- En este periodo de su vida no se aprecia variación importante en la morfología externa respecto a las procedentes edades.

El cuerpo es más rollizo, arqueado y ápodo, con la cabeza muy embutida en el primer segmento, observándose lobulación marcada en el tórax y abdomen. Está compuesto por igual número de segmentos, y presenta naturalmente distendido, forma subcilíndrica, midiendo casi seis milímetros de longitud por algo más de dos en el matanoto, que representa su máxima anchura; pero cuando el cuerpo se repliega, su longitud se reduce a la mitad, aproximadamente, de

la anterior cifra. Al término de esta edad y cuando ya se aproxima la ninfosis, la larva pesa alrededor de 2.5mgrs., algo más del doble de su peso al salir de la cuarta muda y veinte veces el de la neonata.

La cabeza es grande, dirigida de arriba hacia abajo y ligeramente hacia adelante; de forma subesferoidal y contorno subelíptico, con sus caras dorsal y laterales convexas y un tanto semielípticas, mientras la cara ventral es ligeramente aplanada en la parte posterior, algo convexa hacia la región mediana y oblicuamente dirigida de abajo arriba por delante. Longitudinalmente mide 0.9mm., y alrededor de los dos tercios de esta cifra corresponden a su anchura máxima. La coloración fundamental de la cabeza es la amarillenta con diversas tonalidades, según los órganos y regiones, destacando, como más oscuros el labro superior y frente (amarillo ferruginoso), mándiblas (amarillo leonado con el extremo negruzco), primer par de maxilas y labro inferior (ocráceas).

Comparando las cabezas de las larvas adulta y neonata, se observa que la primera es más alargada, pues la relación entre su longitud y su anchura (1.38) supera a la correspondiente (1.20) de la segunda.

Las antenas son muy semejantes a las descritas en la larva neonata. Están constituidas por un sólo artejo en forma de mamelón subhemisférico de coloración blanco-amarillenta, y en su superficie se observan varios sensorios de variable tamaño entre los cuales destaca uno, con forma de papila subesferoidal, situado hacia el centro de la antena.

Las mandíbulas son robustas de forma subpiramidal y base subtriangular. La cara superior de cada una presenta algo convexa su parte basal y oblicua declividad en la región media distal, observándose además de una leve depresión longitudinal que divide anteriormente los dientes mandibulares; la cara ventral es ligeramente cóncava y con relieves irregulares en la región molar, en tanto la externa aparece un tanto convexa, y su perfil es convexo, exceptuando la concavidad de la parte mediana; la cara interna se observa igualmente convexa, relativamente ancha en al

región molar, y afilada la parte distal, con perfil irregularmente sinuoso. La región distal de la mandíbula presenta dos dientes, situados en la cara antero-distal de la superficie interna: el diente anterior tiene su ápice algo aguzado, y el posterior, separado del otro por una incisión en V, es alargado, bien desarrollado y está dispuesto un tanto oblicuamente respecto al eje longitudinal de la mandíbula.

La larva adulta carece de ojos y ocelos.

El tórax constituye la región más engrosada del cuerpo y presenta sus segmentos bien marcados por surcos distintos, siendo el primero de aquellos más desarrollado que los otros dos. El pronoto que es de mayor longitud que el meso y metanoto reunidos, no presenta lóbulos secundarios bien diferenciados, y su porción mediana (bastante extensa lisa y más espesa) constituye el disco pronotal. A cada lado del pronoto se observa una depresión asurcada que parte del margen anterior. Las propleuras son bastante reducidas y se observan como dos gibosidades laterales. Las partes laterales del prosternón son lobiformes y aparecen dispuestas oblicuamente de delante a detrás, donde se observan un tanto convergentes; en la región submediana de ellas se encuentran los mamelones pediculares, de forma subhemisférica y superficie lisa, si bien más espesa que el resto del cuerpo.

El mesotórax es bastante corto, pero más ancho y alto que el anterior segmento torácico y de análogas dimensiones al siguiente. En el mesonoto se observa un surco transversal submediano que señala dos lóbulos, de los cuales el anterior queda limitado a la parte dorsal. Las pleuras de este segmento no aparecen bien destacadas del mesonoto pero sí del mesosternón, mediante un surco sublongitudinal: cada una de ellas tiene su ángulo infero-anterior prolongado oblicuamente hacia adelante donde se abre el estigma mesotorácico. El mesosternón es más corto que la esternita correspondiente al protórax, y en él se observa un surco, que lo divide en dos lóbulos transversos, y los mamelones pediculares, algo más pequeños que los correspondientes al prosternón.

La conformación de metatórax es análoga a la del segundo

segmento, pero no se observa en aque la prolongación hacia adelante del ángulo pleural y, además, es ligeramente más ancho que el mesotórax; los mamelones pediculares del metatórax son semejantes a los anteriores, pero más pequeños.

El abdomen es alargado, un tanto plegado en arco y restringido gradualmente de delante a detrás. Sus segmentos, en número de diez, están separados por surcos bien marcados, siendo el primero de menor altura que los dos últimos anillos torácicos, y algo más ancho y tan alto como el protorax; semejantes a este primer segmento abdominal son los tres siguientes, y poco diferentes tambien los 5 6 7 y 8; pero no así los 9 y 10 que son distintos a los anteriores. En los segmentos se observan relieves convexos lobiformes, que prestan a la larva. cuando efectua contracciones y distorsiones, cierto aspecto de fuelle, distinguiéndose tre lóbulos transversales tergaes en los cuatro primeros en los cuatro primeros y dos en los 5 6 y 7 en cambio el 8 apenas manifiesta el surco de división entre los lóbulos y en el 9, que es bastante desarrollado, no existe división tergal, salvo una ligera depresión transversa hacia la parte mediana; por último el 10 urito es bastante reducido y está separado del anterior por un surco anular poco marcado. El segmento anal, pequeño, pero bien diferenciado, está formado por laminitas subtriangulares, más anchas que largas y con el margen algo convexo; la apertura anal tiene forma de X.

En el tórax y abdomen se insertan microscopicas espinitas quitinosas. dispuestas aproximadamente, en líneas transversas irregulares, decreciendo aquellas en número y tamaño hacia las zonas anterior y posterior de cada segmento; además distribuidas por toda la superficie del cuerpo de la larva se observan seditas cuyo número y disposición son constantes.

Preninfa.

Es el estado preparatorio de la ninfosis, en que la larva, una vez alcanzado su completo desarrollo, permanece inmóvil y sólo

llega a efectuar ligeros movimientos con el abdomen como reacción a las incitaciones externas. Su longitud oscila entre 2.36 y 3.38 mm y pesa 2.2 mg.

En esta fase de su vida, el insecto adopta forma subcilíndrica y su coloración es semejante a la larva adulta, con la cabeza amarillenta y el cuerpo blanquecino ligeramente teñido en amarillo.

La cabeza aparece destacada del cuerpo y su cuello bien marcado el cual presenta aspecto anular, forma una ligera constricción entre aquella y el tórax, que, por otra parte conserva apropiadamente la forma y proporciones de la larva adulta. El abdomen, integrado por el mismo número de segmentos, es subcilíndrico y no se observa plegado en arco, salvo los dos últimos uritos, que son convexos. Comparándolo con su tamaño en el anterior estado, presenta menor longitud, debido a un ligero acortamiento de los segmentos abdominales, como igualmente aparece menos marcada la lobulación descrita para la larva adulta.

Ninfa.

En esta fase de su vida, el insecto ya presenta las distintas partes constituidas de la imago, a la cual se asemeja bastante. Es de coloración lechosa con reflejos nacarados especialmente en la cabeza y tórax; de este claro fondo se van destacando, sucesivamente los ojos compuestos y las mandíbulas, de coloración castaña, las ahumadas alas posteriores, las articulaciones de las patas y antenas, que adquieren color testáceo fuliginoso, y terminan por distinguirse perfectamente bajo la cutícula ninfal todas las partes del futuro adulto. Mide de 2.20 a 2.90 mm. de longitud y su peso es ligeramente superior a los dos miligramos.

La cabeza de la ninfa es semejante a la del imago y aparece embutida en el protórax hasta la altura de los ojos, que si bien se observan poco marcados al comienzo del estado ninfal, después se hacen perfectamente visibles y se asemejan a los del adulto. Las antenas presentan bien marcadas las dos partes que la integran: una basal subcilíndrica, constituida por el escapo y el

funiculo, y otra distal, engrosada, que es la clava; vistas de costado se observa la última alargada y con dos surcos longitudinales que señalan sus tres laminillas. Las mandíbulas, de forma subcónica, están dirigidas oblicuamente hacia la parte mediana, pero separadas en la extremidad distal.

El protórax se asemeja al del adulto y, en consecuencia, está muy desarrollado, ocupando la mayor parte de este segmento el pronoto, más ancho que largo, restringido en la parte anterior, y cuya mayor dimensión transversal se acusa en la zona subposterior del pronoto se observa algo elevada del resto a modo de gibosidad longitudinal que va decreciendo hacia la zona anterior. El mesotórax aunque es el segmento torácico, menos desarrollado, aparece bien destacado y visible por el dorso, presentando su parte mediana posterior algo prolongada hacia atrás y arriba. El metatórax está bastante desarrollado, y exhibe su región tergal descubierta, excepto las partes laterales; también presenta un leve surco longitudinal en la parte mediana, cuyos lados, en relieve son de sección transversal convexa, y convergen hacia el margen posterior del metanoto.

Los élitros están bien desarrollados y se dirigen oblicuamente convergentes hacia la cara ventral; son de base ensanchada, ápice aguzado, y de contorno, por tanto subtriangular; su cara externa, convexa aparece asurcada y dividida en estrías, cuyo número corresponde con los que después se observaran en el adulto. Las alas están ocultas por los élitros, exceptuando su porción distal; también se dirigen oblicuamente hacia abajo, convergiendo sus extremidades pero sin llegar a tocarse.

Las patas anteriores presentan la tibia replegada contra la cara ventral del fémur, y éste dirigido oblicuamente de delante a detrás y de dentro hacia afuera; el tarso está dispuesto paralelamente al eje longitudinal del cuerpo, excepto la extrinidad, que aparece algo plegada hacia el interior. El segundo par de patas es semejante en forma y disposición a las del primero, y el posterior no es visible, salvo la extrema parte distal del tarso.

El abdomen es de forma subcónica, algo más corto que el

tórax, y presenta diez segmentos, incluido el anal, que aparece claramente diferenciado y deja ver su cuatro laminitas. El abdomen está algo curvado en su parte inferior, por cuyo motivo es convexa la región tergal correspondiente, en tanto se observa ligera concavidad en la porción distal de la cara inferior.

El cuerpo de la ninfa es liso, exceptuando la región urotergal, donde se aprecian sutiles pliegues transversales más o menos ondulados; asimismo se observan varias series de seditas dispuestas en el inter-espacio de las antenas, área mediana del pronoto y sobre el abdomen, principalmente cerca de la parte posterior de los unitos. También se aprecian microscópicas espinitas distribuidas irregularmente por toda la superficie del cuerpo.

La ninfa del macho es semejante a la descrita en líneas anteriores, que corresponden a la hembra, pero es fácil diferenciarla de ésta fijándose en las relativas dimensiones de los 7 y 8 uroterguitos, casi iguales para la ninfa macho y un tercio, solamente, la del último, respecto al primero de la hembra.

Cumplida su evolución, el joven adulto rompe la cubierta ninfal y emerge al exterior; entonces pesa, por término medio, 1,55 mgrs., y presenta los caracteres siguientes:

Imago

Su cuerpo es grueso y subcilíndrico; visto dorsalmente, el contorno presenta forma ovalada y subelíptica por la cara dorsal. Aunque la coloración del cuerpo puede ofrecer variaciones individuales, es fundamentalmente negra mate, y brillante en las partes lisas, pero las seditas que lo recubren, de coloración grisácea isabelina, prestan al cuerpo del individuo tonalidad castaña isabelina. La longitud de la hembra oscila entre 1.85 a 2.60 mm y de 1.48 a 2.65 para el macho.

La cabeza es bastante grande, de forma subglobosa-ligeramente más larga que ancha, y está dirigida de arriba hacia abajo y algo adelante; aunque embutida en el protórax, puede efectuar movimientos de cierta amplitud de arriba a abajo y viceversa, y otros laterales más limitados. La cabeza es negra, con el vértice y las mejillas de coloración negra-castaña, y el occipucio, bayo; mandíbulas y ojos, negros; antenas de color castaño, con la porción distal del escapo, funículo y parte basal de los artejos clavales testáceo-bayo.

Las antenas están insertas a los lados de la frente y tienen forma geniculada-flabelada. Sus nueve artejos aparecen en tres bien marcadas divisiones del órgano: escapo, funículo y clava. El primero adelgazado y algo deprimido en la parte basal, va gradualmente engrosando hasta la zona medio-distal; su longitud es casi el triple del funículo y algo menor que las laminillas de la clava. El funículo está constituido por los artejos 2 al 6; el primero de los cuales o *pedicelo* es subpiriforme con ligera constricción en el tercio basal; el segundo artejo tiene forma de tacita, y su anchura en la parte distal es el doble, aproximadamente, que en la base; los 3 4 y 5 adoptan formas más o menos troncónicas, que van aumentando en anchura y altura; en todos los artejos del funículo, exceptuando el 3 se insertan numerosas sedas. Integran la clava los tres últimos artejos antenarios, alargados en forma de laminillas deprimidas y un tanto cóncavas en las caras ventrales; la primera se observa ensanchada en la base, restringida en la zona mediana y ligeramente aguzada en la parte distal; la laminilla intermedia se presenta algo acodada en la base, y su porción distal aparece gradualmente restringida y ligeramente aguda en el ápice, que es algo convexo; estas dos laminillas son prolongaciones de las caras inferiores de los 7 y 8 artejos antenarios, en tanto la tercera de aquellas, o distal, es originada por el conjunto de todo el 9 artejo. La superficie de las láminas clavales exhibe seditas bastante gruesas e irregularmente distribuidas, entre las cuales hay algunas, más largas y robustas, que se insertan próximas al margen superior de la cara externa en las laminillas intermedia y distal, y cerca del

submargen inferior de la cara interna de la primera laminilla.

Las antenas del macho y hembra son muy semejante, diferenciándose principalmente en que el escapo de las primeras es más grueso, pues la relación entre su máxima anchura y longitud es casi de $1/4$, en tanto se aproxima a $1/5$ para el escapo de la hembra.

Los ojos están situados a los lados de la cabeza y dirigidos oblicuamente de arriba a abajo y de delante hacia detrás; presentan poquísimo relieve y su contorno es suboval alargado, con la parte inferior aguzada. Son lampiños y presentan facetas hexagonales regulares, con las córneas ligeramente elevadas en forma de disco.

Las mándibulas son gruesas, robustas, de forma subpiramidal y de base subtriangular, apreciándose en ellas que la longitud es algo mayor que su anchura; una depresión transversa marca la separación entre sus regiones distal y molar o basal.

El cuello está constituido por una membrana bien desarrollada, de forma troncocónica y desprovista de todo refuerzo quitinoso. Merced a esta membrana, la cabeza puede efectuar movimientos diversos dentro de la cavidad anterior al protórax, limitados, sin embargo, por el repliegue interno de éste.

El protórax, cuya anchura supera en una cuarta parte a su longitud está muy desarrollado, y las tres partes que lo integran aparecen fusionadas entre sí. Es negro, con el margen anterior del pronoto y las subcoxas de color bayo-castaño.

El pronoto es convexo, de contorno subpentagonal y con el margen anterior ligeramente cóncavo en la parte mediana; los extremos también presentan cierta concavidad en la porción anterior, mientras que el resto es convexo, como igualmente las partes laterales del margen posterior. Cerca del primero se observa una ligera depresión transversa la cual se esfuma lateralmente hacia abajo. Las partes basales del pronoto comprendidas entre los ángulo externo-posteriores y mediano-posterior, presentan cierta declividad, que es cubierta por la base de los élitros durante el reposo. En la superficie de este segmento torácico se aprecian

numerosas fositas subcirculares bastante densas, algo profundas e irregularmente dispuestas, y, sobre todo protuberancias o tuberculitos quitinosos de forma subcónica, distribuídas en grupos situados delante del surco transverso, cerca del margen anterior, y también esparcidas irregularmente por la superficie tergal.

El mesotórax, negro, es el segmento torácico más pequeño; buena parte del cual permanece oculta por el protórax y la base de los élitros apareciendo descubierta tan sólo la porción posterior del mesoscutelo.

El metatórax es el más vistoso de los segmentos que constituyen la región torácica, y su parte tergal se obseva completamente tapada por la parte basal de los élitros.

Los élitros están bien desarrollados y cubren completamente el abdomen. Su coloración es típicamente negra en la mitad basal, y negra-castaño, o de este color, en la porción distal; por tanto, la intensidad de su tinte va atenuándose hacia la extremidad apical. No obstante, se obsevan ejemplares con los élitros totalmente negruzcos, y otros sólo exhiben tan oscura coloración en la zona de los tubérculos basales, siendo más clara en el resto del órgano. Las seditas de la parte mediana transversal del élitro son casi siempre negruzcas y foman una banda de dicha coloración que resalta de la tonalidad más clara de esta parte del élitro.

La longitud de los élitros casi duplica su máxima anchura. Su contorno, visto dorsalmente, es un tanto triangular, ensanchado en la base y bastante restringido y apuntado en su porción distal; su margen interno es subrectilíneo en la mayor parte del recorrido y algo convexo hacia el ápice, mientras el extremo comienza presentando cierta convexidad en la parte basal, para seguir con trazado subrectilíneo y terminar en el ápice con marcada convergencia. En la superficie de los élitros se obsevan diez estrias convergentes entre sí, de las que unas son completas, llegando hasta la región distal, y otras terminan hacia la parte mediana o bien en la declividad del élitro; observándose a lo largo de cualquiera de ellas unas fositas subcirculares que ocupan la total anchura de los surcos. En el margen anterior de los élitros existen bastantes tuberculitos, siendo más vistosos los

situados en la zona media-interna; dichos relieves son más anchos que altos y presentan perfil simiunar.

Las alas son membranosas, bastante hialinas y bien desarrolladas.

Su coloración es ligeramente pardusca con nervadura fuliginosa oscura, excepto en la parte basal que es de color ladrillo. Estos apéndices matatorácicos tienen forma subrectangular, con la base estrecha, que gradualmente va ensanchando hacia la parte mediana, para después estrecharse progresivamente hacia el ápice. La longitud de la lámina alar casi triplica su máxima latitud, y por ella discurren seis nervios principales: *costal*, *subcostal radial*, *mediano*, *cubital*, y *anal*, presentando los segundo tercero y cuarto, dos ramas a partir de ciertos puntos de su recorrido; además, la superficie de las alas, excepto determinadas áreas, aparece revestida de microscópica y densa pilosidad, así como dos grupos de 8-10 y 5-5 seditas- más largas las últimas- situadas en la proximidad del margen anterior.

Las patas son bastante semejantes entre sí, pero más robusto y de mayor longitud es el primer par, que supera en un quinto y un décimo, respectivamente, al segundo y tercero; su coloración es castaño- negruzca, con la base de la cadera y de la tibia y partes basal y distal del fémur, castaño, y tarsos, bayo-ferruginoso.

En las patas anteriores, la cadera presenta forma subglobosa, bastante truncada en la base, y sus dimensiones son aproximadamente iguales. El trocánter es irregular, y visto por el dorso exhibe en su parte posterior una gárgola, precedida de ligera depresión transversa, en la cual se apoya la inserción del fémur; la base de trocánter tiene un relieve de aspecto anular. El fémur es robusto y un tanto deprimido, con la base restringida; el contorno de la cara dorsal es subtriangular y subelíptico los de las laterales, observándose que la parte basal posterior y la región distal de la cara ventral forman una cavidad que recibe a la base de la tibia, permitiéndole su distensión y plegadura. La tibia es robusta, comprimida y ensanchada en la parte distal, que ofrece aspecto de paleta; la cara dorsal que presenta en su región mediana-distal breves salientes

tuberculiformes; la cara ventral termina en un desarrollado proceso unguiforme, dirigido hacia arriba. El tarso está integrado por cinco artejos; el primero de forma subcilíndrica, con leve constricción cerca de la base, y mide, aproximadamente, doble longitud que anchura; el segundo, troncocónico y casi tan largo, pero más ancho en la parte distal, que la anterior; el tercero es bilobado, de dimensiones subiguales, y su longitud se aproxima a la del precedente; en la cavidad de aquél está situado el cuarto, muy pequeño y subcónico, que por su tamaño y posición hace aparecer al tarso como constituido solamente por cuatro artejos; por último el quinto es también subcónico, con la base en forma de pico de flauta, y casi tan largo como todos los anteriores reunidos. En el pretarso, el *empodio* adopta forma de breve lengüeta, de contorno subovoide y ligeramente quitinizada, cuya longitud es una cuarta parte de las uñas; éstas son dos, iguales, ganchudas en su parte mediana distal y casi tan largas como la mitad del quinto artejo. Las diversas partes que constituyen las patas están revestidas de seditas hispidas, simples o ramificadas, debiendo hacer mención especial de las *dentiformes*, que en número de siete a nueve se insertan en la parte distal del submargen posterior de la tibia; estas tienen forma subcónica, con ligera constricción cerca de la base.

Las patas del segundo par son más cortas y ligeras que las protorácicas, y semejantes éstas, pero con el fémur más delgado y la tibia, espatuliforme, de base más estrecha.

El par metatorácico presenta, aproximadamente, análogo desarrollo que el anterior, pero algo más largo, si bien no alcanza la longitud de las patas anteriores. Las principales diferencias observadas entre el segundo y tercer par residen en las cadenas del último, que son de forma alargada y contorno suboval, estrechado en la base y parte distal; además, el fémur, aunque semejante, presenta menor longitud que el correspondiente al par mesotorácico.

El abdomen tiene forma un tanto subcónica, con la parte distal redondeada; la longitud de la cara tergal extendida es casi las tres cuartas partes de los élitros, en tanto apenas sobrepasa

la mitad de éstos por la cara esternal. En el abdomen se observan ocho segmentos, habiendo desaparecido los dos últimos que presentaba el cuerpo de la larva; los terguitos ostentan coloración negra-castaña; negra, los esternitos y grises oscuras, las pleuras. El perfil de la cara superior es ligeramente arqueado en los dos primeros terguitos y presenta acentuada declividad en los sucesivos, que ésta relacionada con la correspondiente a la parte distal de los élitros; en cambio, el perfil de la cara ventral es bastante rectilíneo en la parte basal mediana y un tanto oblicuo de abajo arriba y de delante a detrás en la distal. Los seis primeros uroterguitos son semejantes entre sí, pero su anchura va disminuyendo gradualmente del primero al sexto; el séptimo difiere de los precedentes, pues su contorno es subelíptico, con los ángulos basales externos prolongados en forma de proceso, y mide de anchura casi el doble de la longitud, duplicando ésta aproximadamente, la correspondiente a los segmentos precedentes; el octavo terguito es pequeño, de forma un tanto similitar con las partes laterales plegadas hacia abajo, y mide de longitud una quinta parte de su anchura en la base, siendo aquélla, aproximadamente, un tercio de la longitud el terguito precedente. En la superficie de éstos se distribuyen numerosas y microscópicas puntitas quitinizadas, de coloración blanca-grisácea con reflejos plateados, y los séptimo y octavo uroterguitos se insertan seditas de variadas formas, siendo bifurcadas y en forma de peine las del primero, y simples o bifurcadas las que se observan en el último.

El abdomen del macho es semejante al descrito para la hembra, pero se diferencia por algunos caracteres del séptimo y octavo terguitos. El primero, distendido, es de forma subtrapezoidal, con los ángulos externos basales y distales, redondeados; las seditas que en él se insertan son todas ramificadas y subiguales. El octavo uroterguito del macho es descubierto y adopta forma de lámina arqueada de contorno subsemicircular; su longitud es casi dos y media veces la anchura, y un tanto menor que la del precedente segmento; por último, en la superficie se observan seditas escamiformes y dentadas, con aspecto de peine.

BIOLOGIA

En la descripción del ciclo biológico, basado en el trabajo de RUSSO comenzaremos por la época de reposo, pues la invernación del insecto tiene lugar a veces en dos estados diferentes, larva e imago, ya que algunos adultos de la última generación del año pueden engendrar otra incompleta, cuyas larvas terminan su evolución en la primavera siguiente. Ahora bien, las restantes imagos de aquella generación abandonan sus refugios a últimos de invierno y entonces se acoplan, deponen sus huevos y dan lugar a larvas que evolucionan en la primavera.

Pero, sea cualquiera su primitivo origen, la salida de adultos de la primera generación sobreviene cuando la temperatura máxima diaria se aproxima a los 25 C' dato que ya indica la natural fluctuación de la época de emergencia, en armonía con las características geográfico-topográficas del olivar y variaciones anuales de la climatología local. Bajo la influencia de dichos factores se observa que los imagos aparecen antes en las zonas próximas al litoral, de máximas térmicas más elevadas, que en los olivares del interior, así como también se retrasa en los años de primavera fría. A este respecto cabe señalar que la emergencia de adultos de la primera generación tiene lugar desde la segunda quincena de Mayo a últimos de Junio.

Los adultos que provienen de las larvas invernantes aparecen en lapso de tiempo relativamente corto (algo más de una semana), pues aquéllas evolucionan casi simultáneamente. Como es lógico la época de emergencia también está relacionada con el factor térmico, y varía según la situación o emplazamiento de las ramas invadidas. Por esta razón, en leña de poda conservada en las interlineas de los olivos, donde reciben insolación diaria más o menos prolongada, la salida de imagos se adelanta respecto a la que tiene lugar cuando aquélla está amontonada delante de una pared orientada al Norte.

del día. Las imagos practican orificios a través de la corteza, cuyo diámetro es ligeramente superior a un milímetro, salen al exterior y permanecen paradas algún tiempo, emprendiendo después lentamente su camino en busca de lugares donde no reciban la luz solar directa (cara inferior de las ramas, y aún la superior si están protegidas por otras superpuestas, como sucede en los haces de leña).

Una vez las imagos en los olivos, se detienen en la ramas de uno a dos años y eligen el sitio para abrir sus galerías de alimentación.

En ocasiones los imagos excavan más de una galería, pues abandonando la primera pueden perforar otras, que se manifiestan por la acumulación del serrín formado como consecuencia de la activa labor destructiva del insecto. Al principio se observa al insecto rodeado de serrín, pero a poco que éste profundice, desaparece completamente en el interior de la galería y queda incomunicado con el exterior por el tapón de detritus que va formando.

Los imagos alojadas en las galerías que han excavado, se alimentan de la materia que van erosionando y de la savia que brota como consecuencia de la rotura de los vasos abiertos en la zona interna de la celdilla. Al cabo de un par de semanas de nutrición, se inicia la maduración de los órganos sexuales de los imagos, lo que indica ya su aptitud reproductora. Y si advierten la existencia de materiales adecuados para reproducirse, tales como leñas de poda, ramas rotas, pero no desecadas, abandonan sus cobijos de alimentación para cumplir la función sexual. A falta de maderas en condiciones, las imagos que han alcanzado su madurez suelen también salir de las celdillas de alimentación para excavar otras.

Igualmente abandonan el primitivo cobijo cuando cesa el flujo de la savia, por la insuficiente alimentación, excepto en uno y otro caso si la temperatura máxima exterior no excede de los 15°C como sucede en los meses de la estación fría. Por esta razón, según las zonas y años es más o menos prolongada la permanencia de los adultos invernantes en sus galerías, que como regla general

como sucede en los meses de la estación fría. Por esta razón, según las zonas y años es más o menos prolongada la permanencia de los adultos invernales en sus galerías, que como regla general queda limitada en los climas meridionales a los meses de Diciembre a Febrero. Por último, si debido a la situación de la celdilla de alimentación, o bien a causa de la época en que la perfora, el movimiento de savia es muy acusado, puede obstaculizar la labor del insecto, y éste abandona, cuando no queda aprisionado por la materia gomosa en que se transforma la savia, que rápidamente, llena la cavidad. Sea cualquiera el motivo, cuando el imago abandona su galería, utiliza para salir el mismo orificio de entrada, y muy rara vez practica otro nuevo en la porción distal.

Como regla general puede afirmarse que las imagos solamente inician la función reproductora cuando se ha alimentado en las celdillas que excavaron con dicha finalidad. Sin embargo, se han observado casos de jóvenes adultos reproduciéndose directamente, sin previo período de nutrición.

En el transcurso de Marzo, si la temperatura es propicia, o antes para los olivares de zonas meridionales muy templadas y en años de primavera anticipada, los adultos de *P. scarabaeoides* abandonan sus celdillas de alimentación si encuentran materiales adecuados para confiar sus puestas, y comienzan a reproducirse. Como a últimos de invierno se efectúa la poda de los olivos y las ramas cortadas quedan en el terreno, los imagos tienen a su disposición elementos para perforar sus galerías de reproducción. Aunque se desconoce cómo perciben los adultos la existencia en sitios próximos de la madera de poda, es un hecho comprobado que, cuando ésta se amontona cerca de las plantas de olivo y la temperatura es favorable, aquéllos abandonan en masa sus cobijos invernales. A este respecto, supone que las ramas podadas o rotas atraen a estos insectos, debido a cierto particular olor de gomo-resina que de ellas emanan cuando se suspende o disminuye el aflujo de savia.

Atracción semejante ejercen las ramas partidas o desgajadas, así como, por lo general, las de pies de olivos atacados por otras enfermedades o simplemente deprimidos; es decir, todas aquellas en

las que la circulación de la savia es anulada o salamente disminuida. Por tal causa, es frecuente ver galerías de reproducción, y después larvas, en esas ramas cloróticas que en algunas comarcas andaluzas denominan "banderas".

El caso más frecuente para las imagos invernantes es que tengan a su disposición, en el olivar o sus inmediaciones, las leñas de poda que dejan los agricultores para ir las retirando paulatinamente. Si así sucede en los meses citados (febrero-abril) abandonan los imagos sus cobijos y buscan ramas que, reuniendo las condiciones reseñadas, tengan un diámetro medio y presenten corteza lisa.

Antes, o al tiempo de iniciar las galerías de puesta tiene lugar el acoplamiento de los sexos. En los casos más frecuentes, la cópula se verifica al tiempo que la hembra trabaja en el vestíbulo de dicha galería, si bien también se observa mientras aquélla, recorre la rama en busca de sitio conveniente para excavarla.

El vestíbulo de la galería de puesta presenta dirección oblicua cuando la hembra lo excava en ramillas de pequeño o mediano diámetro. La longitud del mismo es también variable, y en las ramitas o ramas delgadas no suele tener más de 3mm.; después cambia la imago de dirección e inicia a derecha e izquierda los brazos de la verdadera galería. Como las ramas tienen poco diámetro, la excavación del vestíbulo destruye toda la zona cortical interna que encuentra en su recorrido, y alcanza la capa externa de la albura; pero en las ramas de cierto grosor apenas invade ésta, y el vaciado del vestíbulo se efectúa en plena zona cortical.

La imago realiza el intenso trabajo de excavación valiéndose de sus robustas mandíbulas, que utiliza vigorosamente para abrirse camino a través de las zonas indicadas. Resultado de su tenaz labor son una pequeñísimas partículas, semejantes a serrín, que la hembra arroja hacia detras de su cuerpo auxiliándose con las tibias de las patas anteriores, cuyo margen distal tiene forma de paleta. Como manifestación externa de la actividad de este insecto, se observan en la superficie de las ramas y hasta en los

fondo en los dos brazos de la verdadera galería de reproducción, excavados, por regla general, casi normalmente al vestibulo, si bien en las ramitas delgadas (1-3cms) aquéllos están dirigidos oblicuamente en forma de Y.

El primer trazado es el frecuente para las galerías en troncos y ramas relativamente gruesas; per, aún en éstas, se obsevan profundas modificaciones cuando la invasión es intensa y las hembras no pueden elegir sitio ni efectuar su trabajo normalmente.

Generalmente, los dos brazos de una galería tienen distinta longitud e incluso uno tiene dimensión normal y el otro apenas se esboza. Según medidas de RUSSO, los brazos más cortos varían entre 3 y 23 mm, y los mayores oscilan de 8 a 50 mm.; en condiciones normales el brazo menor mide unos 2 cms y 3 aproximadamente el más largo. La longitud total de las galerías (13-67mm) está intimamente relacionada con el diámetro y estado de la rama, siendo mayor en las ramas gruesas de corteza fresca, como sucede en las ramas desgajadas o recién cortadas, pues una vez secas la hembra suele limitar su actividad a excavar el vestibulo y un corto brazo, o únicamente realiza la primera parte de su trabajo y abandona la galería. Como término medio para ramas de poda, y en años de invasión normal de *F. scarabaeoides*, calcula RUSSO 25 parejas por decímetro cuadrado de superficie. En relación con esta densidad de población varían las distancias que separan entre sí a las galerías pues cuando se observan pocas parejas de imagos, aquéllas aparecen alejadas de 5 a 6 cms, y si aumenta el número de adultos, las galerías van aproximándose, pudiendo reducirse hasta un centímetro o aún menos, la separación de sus recorridos.

La hembra invierte de mes y medio a dos meses en abrir una galería de reproducción, oscilando el tiempo invertido con la temperatura ambiente y el estado de frescura de la rama; así, en el verano de las regiones cálidas no es extraño que se reduzca a cinco semanas el período de excavación, el cual excede del límite máximo indicado para la generación invernante de Marzo-Abril.

En las celdillas la hembra va depositando sucesivamente sus huevos, pero algunas veces sólo deja corto número de ellos en la primera galería y pasa a la otra, donde tampoco efectúa

En las celdillas la hembra va depositando sucesivamente sus huevos, pero algunas veces sólo deja corto número de ellos en la primera galería y pasa a la otra, donde tampoco efectúa oviposición completa, retrocediendo nuevamente a aquélla para volver después a la segunda; es decir, una puesta alternativa. También se observa que en el extremo de un brazo también faltan celdillas correspondientes a una pared, así como que otras no están distribuidas regularmente, atribuyéndose estas anomalías al agotamiento de la hembra como consecuencia de la deposición e huevecillos y excavación de las galerías maternas.

El número de celdillas varía en relación a la longitud de los brazos, pudiendo oscilar entre límites muy amplios (8-131 ha contado RUS50), si bien es de 60 a 85 por término medio, para las galerías normales. La hembra no fecundada también puede excavar galería de puesta, pero sin celdillas ovulares, o bien las pocas que se observan aparecen dispuestas irregularmente; en estos casos la imago virgen se limita a perforar el vestíbulo, pero algunas veces completa su labor con la excavación de un corto brazo de la galería, y hasta esboza los dos. Terminada la oviposición en los dos brazos de la galería, la hembra retrocede lentamente hasta el vestíbulo y suele abandonar el lugar de puesta; pero, en ocasiones, se sitúa a la entrada de vestíbulo, asoma por el orificio de entrada la extremidad abdominal y muere tapando la entrada. Cuando el imago sale al exterior se desplaza por las ramas donde excavó la galería materna, pero si advierte la proximidad de plantas de olivo, levanta el vuelo hacia ellas para construir galerías de alimentación. Es interesante a este respecto mencionar que los adultos de *P. scarabaeoides* pueden vivir más de un año, y en condiciones óptimas alimentación y material apto para la reproducción, pueden dar lugar a una nueva descendencia, cavando y completando una galería materna normal".

Como regla general el macho acompaña a su pareja mientras excava la galería, no obstante algunas veces la abandona y entonces se encarga aquélla de todo el trabajo. En ocasiones el macho muere dentro de un brazo de la galería antes que la hembra haya terminado de excavarla, quedando esta aprisionada. sale de la

las larvas cumplen cuatro mudas, que dividen su desarrollo en cinco etapas o edades, en las que invierten, al menos para las generaciones del año el mismo tiempo aproximadamente, pero en las ramas más secas dicho número puede elevarse a cinco o seis debido a que la larva no encuentra alimento tan tierno y jugoso. Por regla general, cada muda sobreviene cuando aquélla ha excavado igual longitud de galería, de modo que los despojos de las mudas jalonan los tramos y, en consecuencia, quedan aproximadamente a la misma distancia de los brazos, formando así los despojos en las galerías contiguas una estría oscura y transversa respecto al eje longitudinal de la rama.

Las mudas ocurren a intervalos aproximadamente iguales, siendo en la generación de primavera verano a intervalos de una semana como promedio. invirtiendo la larva casi el mismo tiempo para alcanzar su completo desarrollo en la última edad. Durante el crecimiento larvario el insecto pasa, según los datos confirmados por RUSSO, desde 0.885 mm de longitud a 3.5 y su peso varía entre algo más de una décima a dos y medio miligramos. Además del peso, RUSSO también obtuvo numerosos datos somatométricos, especialmente de la cabeza determinando el índice de dolicocefalia (cociente de la longitud y anchura de aquélla) en las distintas edades larvarias. De sus comprobaciones dedujo que dicho índice es mínimo antes de la primera muda y máximo después de la cuarta.

Una vez que la larva alcanza su completo desarrollo, forma la cámara ninfal para ello profundiza la excavación de la extremidad de la galería larvaria, y después queda inmovilizada. Para salir, la ninfa hiende la vieja cutícula a lo largo de las suturas anteno-postfrontales y vertico-occipital de la envoltura craneana y del surco mediano del disco pronotal.

La ninfa presenta color blanco lechoso con reflejos nacarados, especialmente en las dos primeras regiones de su cuerpo.

La metamorfosis de la larva comienza cuando la temperatura se eleva sobre los 20 C' lo que en climas templados tiene lugar hacia final de abril, y se paraliza o detiene si aquélla desciende de 15 C'. En relación con la temperatura, oscila el período de evolución

galería, unas veces se desplaza por la rama, otras, vuela hacia los olivos próximos e incluso penetra en las galerías por otras hembras, a las que ayuda en su labor si se encuentran solas.

El período de incubación del huevo varía en relación con el factor térmico, oscilando entre una semana, durante el verano, al triple para las puestas de otoño, con un promedio de ocho-doce días en los meses de marzo a mayo; pero, aún bajo las mismas condiciones ambientales.

Pocas horas después de su aparición la larva inicia la labor de excavar su galería, para lo cual se sitúa con la cabeza hacia el fondo de la celdita y el dorso vuelto a la zona cortical. En esta posición va abriéndose camino con sus mandíbulas y penetra en dirección perpendicular al brazo de la galería materna, de modo que el trazado se desarrolla entre la cara interna de la corteza y el estrato superficial de la albura, correspondiendo, aproximadamente, una tercera parte de la sección a la primera zona, mientras el resto es excavado en la segunda. Por lo general, cada galería larval es independiente de las otras que arrancan del mismo brazo, y aunque muy próximas entre sí casi contiguas suelen estar separadas por una estrecha capa no erosionada, cuyo espesor disminuye desde el arranque al extremo de las galerías larvales; sin embargo, en ocasiones se observan algunas de aquellas que no discurren paralelamente y aparecen desviadas entre sí, sin duda debido a ciertos obstáculos que las larvas encontraron al pretender seguir su normal camino.

La longitud de estas depende en parte del estado más o menos fresco de la rama.

Las ramas de diámetro medio o grueso, con la corteza aún no desecada, ofrecen el mejor alimento para el desarrollo de las larvas, por cuyo motivo sus galerías tienen menor longitud, y emplean aquellas menos tiempo en excavarlas.

El desarrollo larvario depende de la temperatura y grado de humedad de la rama, oscilando entre cuarenta-sesenta días durante la primavera; veinte-veinticinco en verano; mes a mes y medio para la siguiente estación, y casi medio año cuando se trata de la generación invernante (invierno-primavera). Durante este tiempo,

ninfal, que, según RUSSO es de ocho-diez días durante el verano ampliados a doce en primavera. Formada ya la joven imago en el interior de la cutícula ninfal, presiona sobre el viejo tegumento y rasga la región torácica, al propio tiempo que roe con sus mandíbulas la porción correspondiente a la apertura oral.

Una vez liberado del antiguo tegumento, en plazo de unos cinco días el joven imago refuerza el dermoesqueleto y su coloración va oscureciéndose, pero permanece todavía algún tiempo dentro de la cámara ninfal antes de salir al exterior, lo que luego efectúa a través de un orificio que practica con sus robustas mandíbulas en la corteza de la rama. El número de orificios por decímetro cuadrado es muy elevado (200-225); éstos son circulares y miden 1-1.5 mm de diámetro, es decir, en un todo semejantes a los de entrada de las parejas reproductoras. Las imagos de la primera generación surgen al exterior en los meses de mayo-junio, según regiones y años, apareciendo escalonadamente en un período de quince días, si bien la máxima densidad de emergencia se observa a la semana de aparecer los primeros adultos. Una vez fuera estos excavan galerías de alimentación, y después de algunos días se disponen a reproducirse, finalidad biológica que también cumplen directamente sin previo período de nutrición cuando encuentran a su salida material adecuado para efectuar la oviposición. La segunda generación de este escolítido suele ser menos numerosa que la anterior, por la escasez de material ya que las ramas de la poda invernal presentan tantas galerías de reproducción que no reúnen condiciones para que ovipositen los adultos allí nacidos, únicamente las leñas apiladas en lugares umbríos, o bien la cara inferior de ramas en contacto con el suelo, que no sufren la acción de los rayos solares y mantienen su humedad, pueden ser utilizadas por este coleóptero. Pero es en las ramas desgajadas que por el natural desarrollo vegetativo de los árboles y la acción de los vientos siempre existen en los olivares, donde los adultos de la primera generación excavan preferentemente sus galerías maternas.

. Por regla general, la emergencia de estos imagos tiene lugar en el mes de agosto, las celdillas de alimentación en las axilas de

las ramas fructíferas o en la misma base de los racimos. Los adultos de esta segunda generación, lo mismo que sus progenitores, abandonan sus cámaras de alimentación, según ha comprobado RUSSO, si encuentran material adecuado para la reproducción, y originan una tercera generación que evoluciona normalmente en el transcurso de septiembre-octubre, emergiendo las imagos hacia final del último mes o en la primera quincena de noviembre. En regiones de clima cálido, aún puede desarrollarse parcialmente una cuarta generación, si las temperaturas de noviembre lo permiten y si estos encuentran ramas adecuadas para reproducirse. En estos casos, las hembras de la tercera generación, bien alimentadas en las celdillas excavadas en las plantas de olivo o directamente al emerger de las cámaras ninfales, ovipositan en el transcurso de Noviembre, y los eclosionan a los quince días. Las larvas inician sus galerías con ritmo más o menos lento y pausas durante los meses mas fríos, para reanudar su actividad, esporádicamente en los días más templados del invierno.

PLANTAS HUESPEDES Además del olivo (*Olea europea* L), única de importancia económica, se cita a este insecto sobre lila (*Syringa vulgaris* L), así como en distintas especies de *Fraxinus*, *Phillyrea* y *Ligustrum* (ARAMBOURG, 1984).

INFLUENCIA DE LOS FACTORES ECOLOGICOS Y SIMBIOTOS EN LA MULTIPLICACION DE ESTA ESPECIE

Este escolitido no es muy sensible a las variaciones térmicas propias de área geográfica donde vegeta el olivo, pues tanto la larva como el imago resisten bien las oscilaciones de temperatura, pero también es indudable que éstas influyen directamente en las fases de desarrollo del insecto. Así se observa, aun dentro de la misma región que en los olivares de llanura y expuestos a mediodía, las imagos anticipan la reproducción, se acorta el estado larvario y se retrasa la invernación, pues por debajo de 20 C° disminuye la actividad reproductora, y cesa por completo si la temperatura desciende de 15 C°; por esa razón, en las plantaciones

de zona fría se registra generalmente una generación menos. Los vendavales favorecen tanto la multiplicación de esta especie como perjudican la vegetación de los olivos, ya que en las ramas desgajadas o rotas por la acción violenta de aquéllos encuentran las imagos de la segunda y tercera generación material adecuado para asegurar su oviposición. Otro factor meteorológico, la lluvia, carece de eficacia directa para frenar la difusión de este coleóptero, pero en cambio la manifiesta claramente de modo indirecto, pues la pluviosidad favorece el desarrollo de hongos parásitos, igualmente la sequedad del terreno disminuye el aflujo de savia facilita así el ataque de *P. scarabaeoides*. Las heladas favorecen el desarrollo del "barrenillo", porque agrietan y debilitan las ramas de los olivos.

Las prácticas y operaciones de cultivo son el punto neurálgico en la lucha contra el "barrenillo" pues el laboreo superficial del suelo para conservar la humedad ejerce indudable influencia, ya que aumenta la circulación de la savia durante los meses del estío, impidiendo la desecación o debilidad de la vegetación de los olivos y subsiguiente invasión de adultos para abrir sus galerías maternas. Donde culmina la importancia del cultivo es en la práctica de la poda. Esta operación, bien concebida, además de asegurar la normal fructificación de las plantas y mantener la buena vegetación de los olivos, limpia a los árboles de las ramas secas, agrietadas, débiles, mal constituidas, etc., donde las imagos encontrarían excelentes condiciones para reproducirse; de aquí la conveniencia de una poda bien ejecutada, así como la limpia de ramas dañadas, cloróticas, enfermizas o atacadas por el insecto.

Por último las leñas de poda abandonadas en el olivar es el mejor medio para facilitar la reproducción de los adultos invernantes, permitiendo así el enlace de las generaciones de un año a otro. Por eso es del mayor interés retirar inmediatamente los residuos de poda o, mejor aún, efectuar dicha operación en pleno invierno y dejar parte de la leña sana distribuida en el olivar, para que sirva de cebo a las imagos invernantes, las cuales acuden a ella con objeto de excavar sus galerías de

ENEMIGOS NATURALES DE *Phloeotribus scarabaeoides* Bern.

Debido a los daños que provocan los escolítidos tanto en árboles frutales como forestales, estando considerados como los insectos más destructivos en el hemisferio Norte (FURNISS y CAROLIN, 1977; WOOD, 1982; MENDEL, 1986), sus enemigos naturales han recibido mucha atención por parte de gran número de científicos (BEAVER, 1967; CAPEK, 1986, DAHLSTEN, 1982, MAKSIMOVIK, 1989; MENDEL, 1986; MERLIN, 1984) debido a su importante papel en el control de la plaga.

MOEK y SAFRANYIC (1984) han presentado una revisión a cerca del uso potencial de estos organismos en el control biológico de los escolítidos, afirmando que dentro del conjunto son principalmente los predadores invertebrados y los himenopteros parásitos los que tienen una mayor efectividad.

1) Entomófitos.-

Entre las causas biológicas que se oponen a la multiplicación del *P. scarabaeoides*, se han registrado bacteriosis y micosis de las larvas y ninfas (RUIZ CASTRO, 1948) producidas las segundas por los hongos *Botrytis tenella* Sacc. y un *Penicillium*. Estos agentes carecen de eficacia en la lucha contra dicho escolítido, porque éste se reproduce en las ramas cortadas, rotas o deprimidas, y las larvas no se desarrollan en la vegetación de las plantas, aparte de que los referidos entomófitos requieren condiciones especiales de temperatura y humedad, difícil de encontrar esta última, en nuestras regiones olivareras durante los meses de mayo a septiembre.

2) Depredadores.-

Son pertenecientes principalmente al orden *Coleoptera*, aunque frecuentemente la depredación llevada a cabo por arácnidos o ácaros puede llegar a ser importante en la dinámica de poblaciones en los escolítidos (DHALSTEN, 1982).

Según la clasificación de RUSSO, (1938), la relación de

depredadores de *P. scarabaeoides* es la siguiente :

DEPREDADORES

Orden ACARINA

Fam *Laelaptidae*

Lasioseius eccoptogasteris Vitz?

Fam. *Pediculoididae*

Pediculoides scolyti Dudms.

Pediculoides ventricosus (Newp.) Berl.

Fam. *Tyroglyphidae*.

Rhizoglyphus sp

Tyroglyphus siro (Lin.) Gervais.

Orden COLEOPTERA

Fam *Cantharidae*.

Haplocnemus sp.

Fam. *Cleridae*

Thanasimus formicarius (Lin.).

Fam. *Cryptophagidae*.

Cryptophagus dentatus Hebest.

Fam. *Cucujidae*

Laemopholeus ater Oliv

Laemopholeus juniperi Grouv.

Fam. *Lathridiidae*

Lathridius mminutus Lin.

Fam. *Temnochilidae* (= *Ostomidae*).

Nemosoma elongatum Lin.

Orden HYMENOPTERA

Fam. Formicidae.

Crematogaaster scutellaris Oliv

Pheidole pallidula Smith.

Según Russo, los predadores mencionados tienen escaso valor en la lucha biológica contra *P. scarabaeoides*, debido a su marcado carácter oligófago, pues atacan no sólo a larvas y adultos de escolítidos, sí que también devoran a los de otras familias; además, su escaso número, en relación con la densidad de "barrenillos", limita aún más su beneficiosa acción.

Según su importancia numérica, dichos predadores guardan el siguiente orden:

Acarina

Pediculoides scolity

Lasioseius eccoptogasteris

Pediculoides ventricosus

Thyroglyphus siro

Rhhyzoglyphus sp

Coleóptera

Laemopholeus jiniperi

Nemosoma elongatum

Cryptophagus dentatus

Laemopholeus ater

Thanasimus formicarius

Lathridius minutus

Haphlocnemus sp

3) Parásitos

Según RUSSO (1938), más interés revisten los parásitos que los predadores, especialmente los Himenópteros. Entre los observados por Russo, tan sólo el anguillúlido *Parasitylenchus scolyti* actúa sobre las imagos, pues los Himenópteros parasitan

principalmente a las larvas, y con menos frecuencia a las ninfas del "barrenillo". Estos provocan la muerte del huesped para su desarrollo, por lo cual son denominados "parasitoides" (DHALSTEN, 1984).

Los himenopteros parasitoides ovipositan a través de la corteza sobre las larvas huesped. En escolítidos en general la mayoría de ellos pertenecen a dos familias (*Pteromalidae* y *Braconidae*) aunque otros dos (*Eurytomidae* y *Torimidae*) son también importantes (DAHLSTEN, 1984).

Las especies relacionadas con *P. scarabaeoides*, según RUSSO (1938) son las siguientes:

ENDOPARASITOS

Fam. *Anguillulidae*.

¿*Parasitylenchus scolyti* Oldham?

ECTOPARASITOS

Orden HYMENOPTERA

Fam. *Bethylidae*.

Cephalonomia cursor Westw.

Cephalonomia hypobori Kieff.

Laelius elisae Russo

Plastanoxus westwoodi (Kieff) Gahan.

Sclerodermus brevicornis (Kieff.)

Fam. *Braconidae*.

Coeloides filiformis Ratz.

Coeloides melanotus Wesm

Coeloides subconcolor Russo

Dendrosoter ferrugineus Marsh

Dendrosoter protuberans (Nees) Wesm

Ecpnylus eccoptogasti Ratz. (= *silesiacus* Ratz. Russo)

Hecabolus doderoi Mant

Rhopetrocentrus piceus Marsh
Spathius rubidus (Rossi) Nees.

Fam. *Calliceratidae* (= *Ceraphronidae*).

Aphanogmus fumipennis Thoms

Fam. *Pteromalidae*

Cerocephala eccopogastris Masi (= *cornigera* Westw.)

Cheiropachus quadrum F. (= *colon* Russo)

Eurytoma aloisifilippoi Russo (= *Decatoma aloisifilippoi*)

Eupelmino Russo

Eupelmus aloysii Russo

Eupelmus degeeri Dalm

Eupelmus urozonus Dalm

Eurytoma morio Boheman (= *Eurytoma massii* Russo)

Lycisca silvestrii Russo

Raphitelus maculatus Walker

Stenomesus rufescens (Rossi) Thoms

Tetrastichus cesirae Russo

Tetrastichus sp

Tetrastichus sp

Fam. *Scelionidae*

Platytasius othus Nixon

A causa de su actividad se elimina un 20% de la descendencia de *P. scarabaeoides*, observandose según RUSSO (1938) niveles próximos al 70% en ciertas ocasiones.

Atendiendo a su importancia parasitaria, Russo establece el siguiente orden entre las especies de himenópteros anteriormente consignadas:

Cheiropachus quadrum F. (= *Cheiropachus colon*)

Ecphyllus eccoptogastris (= *silesiacus*)

Dendrosoter protuberans

Eurytoma morio (= *massii*)

Estos parasitoides son generalmente oligófagos y pueden atacar a un amplio rango de especies. Las dos más significativas encontradas por nosotros, los Pteromalidos: *Chetropachus quadrum* (F.) y *Raphitelus maculatus* (Walker) han sido citados como asociados con los siguientes escolitidos:

Coeleoides subconcolor
Coeleoides filliformis
Rhaphitelus maculatus
Spathius rubidus
Eurytoma aloisifilippoi (= *Uecatomia aloisifilippoi*)
Cerocephala eccoptogasteri (= *cornigera*)
Lysisca silvestri
Plastanoxus weswoodi
Laelius elisae
Platystasius othus
Cephalonomia hypobori
Coeleoides melanotus
Tetrastichus cesirae
Dendrosoter ferrugineus
Eupelmus urozonus
Tetrastichus sp.
Hecabolus doderoi
Sclerodermus brevicornis
Eupelmus aloyssi
Eupelmio
Cephalonomia cursor
Eupelmus degeeri
Rhopitrocentrus piceus
Stenommesius rufescens
Aphanogmus fumipennis

	<i>C. quadrum</i>	<i>R. maculatus</i>
<i>Chaetoptelius vestitus</i> (Muls. et Rey) Mendel,1986	Mendel,1986	
<i>Scolytus scolytus</i> (F.)	Merlin,1984	Merlin,1984
<i>Scolytus multistriatus</i> (Marsh.)	Mendel,1986	Mendel,1986
<i>Scolytus amigdali</i> (Guer.)?	Mendel,1986	Mendel,1986
<i>Scolytus pygmaeus</i> (F.)	Merlin,1984	
<i>Scolytus laevis</i> (Chap.)	Pettersen,1976	
<i>Scolytus rugulosus</i> (Ratz.)	Mendel,1986	Mendel,1986
<i>Leperisinus fraxini</i> (Panz. et Reitt.)	Pettersen,1976	Gonzalez,1987
<i>Phloeosinus aubei</i> (Perris)		Mendel,1986
<i>Phloeotribus armatus</i> (Reiter)		Mendel,1986
<i>Phloeotribus scarabaeoides</i> (Bern.)	Mendel,1986	Russo,1938
<i>Hypoborus ficus</i> (Erichson)		Mendel,1986

Cheilopachus quadrum F. es una de las especies de parasitoides dominantes en escolitidos (BUHSING, 1965; BEAVER, 1967; MERLIN, 1984). Según este último representa el 16.5% del número de parasitoides capturados en Bélgica. Supuestamente de origen europeo se ha citado en Norte America al menos desde 1888 (ASMEAD, 1888) aunque adultos de esta especie han sido importados a Estados Unidos en 1964 para el control de *S. multistriatus* (SCHRÖDER, 1974). Este se encuentra frecuentemente en bosques infestados con *S. multistriatus* (KENNEDY, 1969) y su efectividad no ha sido cuantificada hasta el momento (HOECK & SAFRANYIK, 1984).

RUSSO (1939) indica que es el más importante en *P. scarabaeoides*. En nuestros resultados se pone de manifiesto la predominancia de *C. quadrum* sobre la mayoría de las especies de parasitoides, el cual junto con *R. maculatus* es el responsable de mas del 90% de la parasitización encontrada en *P. scarabaeoides*.

R. maculatus es la segunda especie en importancia, si bien RUSSO esta ocupa el séptimo lugar en Italia. Siendo un pteromárido encontrado como uno de los principales parásitos en diversas especies de escolitidos, no existe literatura extensiva acerca de él.

MATERIAL Y METODOS

9 (n = 60) respectivamente.

Desde su liberación en las cajas, los parasitoides se examinaron diariamente, anotándose el número de individuos muertos.

En la caja n° VI los segmentos de rama infestados con *A. scarabaeoides* se extrajeron a los 15 días de su introducción, siendo sustituidos por otros a fin de eliminar la futura progenie e impedir su mezcla con los progenitores.

Análisis estadístico: Se aplicó el test de t-Student entre los diferentes grupos de parasitoides.

7.1.1.2. Determinación de la emergencia de huésped y parasitoide

Durante la primera quincena de octubre de 1988 se cortó un conjunto de 20 ramas de árboles infestados. Los segmentos de rama se introdujeron en cajas de caria hasta el final de la emergencia. El número de galerías de reproducción fué de 175, existiendo una media de 8,55 (s = 4) por caja. La densidad media de ataque era de 7,52 gal/dm² por caja (s = 2,68; n = 20). Después de 25-35 días de la poda, los parasitoides se introdujeron en cada caja. De un conjunto de 176 individuos (87 machos y 109 hembras), la media por caja era de 9,55 (s = 7,7) de los que 4,18 (s = 2,78) eran machos y 5,73 (s = 5,23) eran hembras. La densidad media por caja de los parasitoides era 2,85 machos/dm² (s = 2,21) y 3,91 hembras/dm² (s = 3,91).

Desde las primeras emergencias, diariamente fueron marcados y anotados los orificios de emergencia producidos (barrenillos y parasitoides).

Los individuos permanecieron en el interior de las cajas hasta el final del experimento. La superficie de madera considerada fué de 38,3 dm² (x = 1,98; s = 0,58 por caja).

Periódicamente se realizaron observaciones sobre la oviposición de los parasitoides y la fenología del huésped.

El nivel de parasitización (relación entre el n° de parasitoides emergidos y el número total de barrenillos y

parasitoides x 100) se determino considerando el conjunto de las 5 cajas de cría.

7.1.1.3. Fecundidad y oviposición

El número de huevos despuestos por hembra se determinó sobre individuos con y sin alimentación, considerándose 20 individuos de cada caso.

Los parasitoides se introdujeron por parejas en el interior de las cajas de cría y el macho permaneció junto con la hembra durante el experimento.

Considerando que bajo condiciones de cría, el periodo de desarrollo es de 17,5 días, nosotros hemos calculado el ritmo de oviposición a partir del número de emergidos por día, los cuales se extrajeron de las cajas con un aspirador, siendo contados a continuación. El n° de orificios producido también fué contabilizado diariamente.

Los parasitoides progenitores se extrajeron de las cajas de cría después de 15 días de su exposición y colocados en nuevas cajas para eliminar la posibilidad de mezcla con la descendencia. Para determinar la relación de sexos se utilizaron 5 cajas de cría en las que se colocaron 10 machos y 10 hembras en cada una de ellas. Diariamente los descendientes eran extraídos de las cajas, siendo sexados a continuación.

7.1.2. *Cheilropachus quadrum*

7.1.2.1. Longevidad

Para determinar la longevidad se utilizaron dos conjuntos de 40 individuos (20 machos y 20 hembras) que permanecieron bajo diferentes condiciones que consistieron en el suministro o no de agua y alimento. Se aplicó el test t-Student entre los resultados de las condiciones ensayadas.

7.1.2.2. Fecundidad y oviposición

Iguamente, para determinar el efecto de la alimentación en la fecundidad de las hembras se utilizaron 25 parejas para cada tipo de condiciones. Cada pareja (1 macho y 1 hembra) se introdujo en un caja de cría junto con segmentos de rama infestados. En éstos la progerie de *P. scarabaeoides* se encontraba principalmente en estadio larvario (edades L2-L4), no encontrando pupas todavía.

Para determinar la fecundidad y el ritmo de oviposición se procedió de manera análoga a la descrita para *R. maculatus*.

7.1.2.3. Determinación de la duración del desarrollo y de los períodos de emergencia

Para ello se utilizaron 80 individuos (30 machos y 50 hembras) que se introdujeron en 10 cajas de cría con segmentos de rama infestados. El número de galerías de reproducción en éstos era de 89, siendo la media por caja de 7,9 ($s = 2,3$). La densidad de ataque era de 6,7 gal/dm² y el número de parasitoides por caja era de 3 machos y 5 hembras.

Periodicamente se realizaron observaciones de los individuos pararasitizados, siendo fotografiados al binocular. Para la determinación de los períodos de emergencia se procedió de manera análoga a *R. maculatus*.

7.2. Efecto de la densidad de población de los parasitoides en la fecundidad.

MATERIAL Y METODOS

1.- Inducción del ataque de *P. scarabaeoides*

1.1. Primera generación

Para ello se colocaron en ambas fincas de estudio, desde primeros de marzo (1986-1989), varios grupos de troncos-cebo (L = 50 cm; \emptyset = 1-6 cm. El número de grupos en cada finca y año figura en la tabla siguiente:

	"Arenales"		"La Jara"	
	n° grupos	n° palos/ grupo	n° grupos	n° palos/ grupo
1986	1	20	3	20
1987	5	10	3	10
1988	2, 6	20, 10	13	5
1989	20	2	13	5

Cada uno de los grupos se colocó bajo un árbol distinto. Los palos se situaron tendidos horizontalmente, en disposición radial y en las cuatro orientaciones.

La colocación de los grupos fue aleatoria durante 1986. Durante 1987 en "Arenales", estos se colocaron en tres sectores con distinto nivel de población del fitófago, mientras que en "La Jara" la situación fue aleatoria. Durante 1988 y 1989 en la finca "La Jara", los 13 grupos se colocaron en disposición de aspa (Fig...), siendo la distancia entre grupos consecutivos de 40 m aproximadamente.

1.2. Sucesivas generaciones.

Para inducir sucesivos ataques, se cortaron ramas completas

procedentes de las orientaciones N y E y de las zonas media y alta del árbol.

2. Determinación de las curvas de ataque de *P. scarabaeoides*

2.1. En las leñas de poda

A partir del día de colocación, las leñas se observaron a intervalos semanales, marcándose en ellos los orificios de penetración producidos durante la semana. La curva de ataque en cada grupo se ha establecido como n° de penetraciones/dm² de superficie total susceptible de ataque. Para conocer el período de ataque a leñas de podas se han considerado, además de los troncos-cebo, las leñas obtenidas durante la poda tanto en su permanencia en el olivar como una vez almacenadas.

2.2. En ramas cortadas

En estas ramas se procedió de manera análoga, siendo registrados y marcados los orificios de penetración producidos diariamente.

3. Manejo de las leñas

Una vez finalizado el ataque, parte de las leñas se trasladaron al laboratorio, donde permanecieron en lugar cerrado (T = 15-25°C; H.R. = 40-60%). Otra parte de ellas permanecieron en el olivar hasta el inicio de la emergencia de los primeros descendientes. En éstas últimas la acción de depredadores y parásitos fué más acusada.

4.- Determinación de las curvas de emergencia del fitófago y de sus parasitoides

Para ello los troncos infestados se colocaron en el interior

de contenedores cilíndricos constituidos por las siguientes partes:

a) Cilindro de tela metálica de malla fina, abierto por uno de los extremos ($L = 70$ cm; $\emptyset = 25$ cm).

b) Un segundo cilindro de cartulina negra que envuelve al primero.

c) Un embudo de plástico que conecta el extremo libre del primer cilindro con un frasco de vidrio orientado hacia una fuente luminosa.

Los adultos emergidos, atraídos por la luz se dirigen hacia los frascos de vidrio donde se recogen diariamente. Paralelamente, en los troncos se marcaron con rotulador los orificios producidos por la descendencia de *P. scarabaeoides*, así como por sus parasitoídes.

La curva de emergencia se representa como n° de individuos emergidos/ dm^2 de superficie atacada cada 2 días.

Para conocer la curva de emergencia diaria, así como la proporción de sexos entre los descendientes a lo largo del día, los individuos se extrajeron de los frascos a intervalos de 2 h.

Paralelamente, a partir del mes de abril, en las leñeras próximas al olivar de estudio se colocaron trampas amarilla rectangulares, los cuales desde el inicio de las capturas fueron renovadas semanalmente.

5. Determinación de la fenología de *P. scarabaeoides*

5.1. Primera generación

Para conocer la curva de presencia de los distintos estadios de desarrollo se tomaron semanalmente (1986-1987) 2 troncos al azar procedentes de cada una de las fincas en estudio. En cada uno de ellos se examinaron 10 galerías de reproducción en las que se observaron:

a) Presencia de machos y hembras y localización de éstos.

b) Longitud de los brazos de la galería.

c) N° de individuos pertenecientes a cada uno de los estadios de desarrollo.

5.2. Sucesivas generaciones

Se cortaron semanalmente segmentos de rama infestados, examinándose en ellos 10 galerías de reproducción.

6.- Atracción primaria

6.1. Determinación de la velocidad de deshidratación

Para ello se pesaron cada 2 días (error de 0,001 g) varios segmentos de rama de diferentes longitudes (10-50 cm) y diámetros (1-6 cm). Estos se mantuvieron bajo dos condiciones de almacenamiento:

- a) Expuestos al aire libre
- b) Dentro de habitación cerrada

Las medidas se realizaron sobre leñas correspondientes a la primera (marzo-junio) y segunda (julio-agosto) generación.

La disminución de masa, producida principalmente por la pérdida de agua se representa como % de eliminación de la masa inicial.

6.2. Bioensayos

6.2.1. Niveles de eliminación tolerado por *P. scarabaeoides*

Consistieron en la infección de segmentos de rama con % creciente de eliminación. Otra serie de trozos de rama se introdujeron en recipientes herméticos donde se dificultaba la evaporación. El número de parejas de *P. scarabaeoides* introducidos en cada recipiente fué de 25.

6.2.2. Tratamientos térmicos

Sobre leñas podadas con 12 días de anterioridad (5-III-89), se realizaron diversos tratamientos térmicos consistentes en la introducción de los segmentos de rama (20-30 cm) en horno microondas donde se sometieron a intensidades crecientes de radiación (Tabla).

Tratamiento	Tiempo min	% pérdida por trat.	% pérdida del total de masa inicial
3	0,5	2	15
4	1	4	17
5	1	4,4	19
6	2	6,3	21,6
7	4	8,7	24
8	7	13,7	27
9	10	25,7	38,5
10	10	26	40

* Los tratamientos 1 y 2 son testigos (13%).

Posteriormente (18-III-89) se colocaron en el olivar, siendo revisados semanalmente.

6.3. Influencia de los volátiles liberados por la madera de poda
Se realizaron dos tipos de experimentos.

6.3.1. Tratamientos sobre ramas completas.

Se efectuaron pulverizaciones de Ethrel (0,5%) sobre ramas podadas el día anterior, las cuales permanecieron en habitación cerrada. Diariamente y desde su tratamiento se observó el número de penetraciones producidas en ellos.

6.3.2. Bioensayos con olfactómetro ??????

9. Muestreos en el árbol

9.1. Variaciones de la población a lo largo del año

Desde febrero a noviembre (1986-1988) y desde febrero a septiembre (1989) se han efectuado muestreos semanalmente consistentes en la observación de los 30-35 cm terminales de ramas de 1-2 años de edad, constatándose el número de galerías de alimentación existentes en ellas así como la presencia del fitófago en su interior. El número de observaciones por árbol fue de 24 de los que 6 correspondieron a cada uno de los sectores u orientaciones.

Por cada orientación se realizaron 2 observaciones en cada una de las zonas altitudinales del árbol, para lo cual se dividió éste en 3 sectores:

- Zona baja, $h < 1,5$ m
- Zona media, $2,5$ m $< h > 1,5$ m
- Zona alta, $h > 2,5$ m

Los resultados obtenidos de cada año se dividieron según los periodos febrero-junio y junio-noviembre, aplicándoles el análisis de la varianza.

9.2. Efecto de posibles atrayentes en la colonización

Para comprobar la eficacia del estileno en la localización del huésped se realizó durante 1989 un tratamiento con Ethrel (0,12%) consistente en la impregnación de 4 árboles próximos entre sí. La fecha del tratamiento fue el 18-VI-89. (unos días antes del inicio de las emergencias de *P. scarabaeoides*).

Cuando se produjeron las primeras emergencias se realizaron observaciones semanales tanto en los 4 árboles tratados como en 10 testigos, de los cuales 5 se encontraban en las proximidades de los 4 anteriores (< 30 cm). La observación consistía en el examen del número de individuos por galerías de alimentación situados en el sector N-E y de la parte alta del árbol. El número de repeticiones por árbol fue de 10.

A los datos obtenidos se le aplicó el test t-Student.

9.3. Colonización de las zonas del olivar

Para conocer la posible variación de la población en las distintas zonas del olivar, en la finca Arenales de San Pedro, se realizaron semanalmente desde primeros de julio de 1989 muestreos simultáneos en 4 zonas situadas a distancias de 250, 500, 750 y 1050 m del foco central de infestación.

La muestra consistió en la observación, en dos árboles de cada zona, de los 35 cm terminales de 10 ramificaciones localizadas en la parte alta, orientación N del árbol. En ellos se contabilizaron el número de individuos presentes en galerías de alimentación. En cada una de las fechas se calculó el número medio

de individuos por árbol en cada una de las 4 zonas.

9.3. Distribución del fitófago en el olivar

Para conocer las diferencias poblacionales de *A. scarabaeoides* en el olivar, se efectuaron (durante 1988 y 1989) muestreos en árboles de diferentes zonas de la extensión. En cada árbol se observaron los 30-35 cm terminales de 10 ramificaciones situadas en el sector N y parte alta del árbol, en los que se contaron el número total de galerías de alimentación (con y sin fitófago).

Atendiendo a las diferentes características de las dos fincas estudiadas, en cada una de ellas se procedió de manera distinta:

a) "Arenales de S. Pedro"

Partiendo del núcleo central de casas se realizaron transectos lineales, observándose 4 árboles cada 100 m. El número de radios considerados fué de 20 (Tabla....) y el número de observaciones por línea fué de 1 a 22 (Fig....)

Radio	Dirección	Observación	Radio	Dirección	Observación
1	N 10 E	13	11	S 6 O	2
2	N 40 E	22	12	S 15 O	2
3	N 56 E	7	13	S 20 O	2
4	N 72 E	6	14	S 27 O	1
5	E 31 S	1	15	S 31 O	1
6	E 43 S	2	16	S 32 O	1
7	E 55 S	2	17	S 40 O	5
8	E 67 S	2	18	O 15 N	4
9	E 76 S	2	19	O 53 N	6
10	E 87 S	2	20	O 82 N	8

Tabla ... - Dirección y número de observaciones en cada línea de muestreo.

En cada una de las observaciones realizadas cada 100 m se realizó la media por ramificación ($n = 40$), agrupándose los índices obtenidos en las siguientes categorías:

Categoría 0: ninguna galería en las 40 ramificaciones

Categoría 1: $0 < x < 3$ gal./ramificación

1A, 0-1 gal./ramificación

1B, 1-2 gal./ramificación

1C, 2-3 gal./ramificación

Categoría 2: $3 < x < 6$ gal./ramificación

Categoría 3: $6 < x < 9$ gal./ramificación

Categoría 4: $9 < x < 12$ gal./ramificación

Categoría 5: $12 < x < 15$ gal./ramificación

b) "La Jara"

En esta finca los muestreos se realizaron a lo largo de 5 líneas paralelas de observación (Fig....), en las que se consideraban 2 árboles cada 70-80 m. El número de observaciones por línea fué de 12. Los valores medios por observación se clasificaron en las categorías descritas en el apartado anterior.

7. Características biológicas de *C. quadrum* y *R. maculatus* criados en condiciones controladas de laboratorio.

7.1. Cría de los parasitoides

Esta se efectuó bajo condiciones de $T = 22 \pm 2^{\circ}\text{C}$, H.R. = $60 \pm 5\%$ y fotoperíodo 16 L: 8 O.

Los segmentos de rama infestados con *P. scarabaeoides* se introdujeron en las cajas de cría junto con los parasitoides, 25-35 días después de su poda, en este tiempo la mayor parte de los huevos han eclosionado y únicamente existe una pequeña proporción de pupas. Las cajas de cría consisten en recipientes de dimensiones 28 x 14 x 9 cm de metacrilato cuya tapa presenta dos ventanas circulares ($\varnothing = 8$ cm) cubiertas por tela metálica de malla fina. Los parasitoides en el interior de las cajas

continuo de agua y presenciada larvas huesped, Grupos 4 (n = 42) y

Caja VI.- Machos y hembras con alimento, suministro

2-3 dias y presencia de larvas huesped, Grupo 5 (n = 20).

Caja V.- Hembras con alimento, agua durante los primeros

45) respectivamente.

2-3 primeros dias y sin larvas huesped, Grupos 3 (n = 24) y 7 (n =

Caja IV.- Machos y hembras con alimento, agua durante

presencia de larvas huesped (Grupo 6, n = 26).

Caja III.- Hembras sin alimento y sin agua pero

como Grupo 2 en Resultados.

Caja II.- Machos con alimento pero sin agua, se consideraron

el Grupo 5 (n = 45) en los Resultados.

larvas huesped. Los machos son el Grupo 1 (n = 23) y las hembras

Caja I.- Machos y hembras sin alimento, sin agua y sin

misma edad y se introdujeron con un dia de edad a lo sumo.

interior de sendas cajas de cria. Todos los individuos tienen la

considerado 6 conjuntos de individuos que se introdujeron en el

ensayar el posible efecto de varias condiciones en ella, hemos

Para determinar el periodo de vida del parásito y

7.1.1.1. Longevidad

7.1.1. *R. maculatus*

los primeros 2-3 dias.

limitado de agua se puede conseguir un suministro de agua durante

parásitos que la toman a través de la ventana. Con un volumen

asciende en flujo continuo, siendo disponible para los

que comunica la base con la malla de tela, de manera que el agua

fina de tela. El interior contiene varias capas de papel de filtro

tapadera posee una ventana circular $\varnothing = 1.5$ cm) cubierta por malla

utilizando placas Petri que presentan ciertas modificaciones. La

filtro (8 x 4 cm). El agua se les suministro por capilaridad,

mezcladas con arena de cuarzo extendido en trozos de papel de

dispusieron de agua y alimento, compuesto de polen y miel

OBJETO DEL TRABAJO

La incidencia económica y social del "barrenillo" en Andalucía es fácilmente comprensible si se tiene en cuenta que en las 1.281.735 has. de olivar que se cultivan en la región y que representan más del 70% de la superficie cultivada, se realizan -normalmente en ciclos bianuales- operaciones de poda y limpieza del arbolado, almacenándose la mayor parte de las leñas obtenidas, para ser utilizadas como materiales energéticos muy económicos en usos industriales y domésticos.

Se desconocen, o al menos no se conocen con precisión, las pérdidas que la plaga causa, tanto por daños directos en el arbolado como por la limitación del cultivo en áreas próximas a los núcleos de población. Pese a lo anterior, estimaciones bastante conservadoras cifran los daños anuales para Andalucía en unos 1000 millones de pesetas.

La actuación tradicional de la administración en cuanto se refiere a la prevención de los daños del "barrenillo", ha estado basada en la exigencia del cumplimiento de las normas legales que regulan el transporte, almacenamiento y conservación de las leñas de poda del olivar, que no ha evolucionado en una simple dinámica "infracción - sanción" que pese a algunos éxitos aparentes, ha dejado sin resolver el grave problema causado por "el barrenillo del olivo". En este sentido se ha puesto de manifiesto la necesidad de iniciar líneas de trabajo que permitan abordar el tema del "barrenillo del olivo", y el de la prevención de sus daños, desde ópticas muy diferentes a las aplicadas hasta ahora.

Respecto al estado actual de los conocimientos sobre el insecto hay que notar que la especie ha sido estudiada de modo profundo y bastante detallado en lo que concierne a su taxonomía, historia, morfología, etc. Sin embargo, en nuestro país su estudio a sido poco amplio hasta el momento.

Tampoco ha sido nunca objeto de revisión y estudio en España la biocenosis parasitaria de *Phloeotribus scarabaeoides*, así como sus posibilidades de integración como lucha biológica aplicada.

En consecuencia, el objeto del presente trabajo consiste en contribuir a un mejor conocimiento de *Phloeotribus scarabaeoides* SERN. dentro de un biotopo característico del olivar andaluz, en lo relativo a la bioecología y comportamiento de la especie bajo esas condiciones, influencia sobre su desarrollo y población de los factores climáticos y bióticos, gravedad y frecuencia de sus ataques.

No se puede olvidar en este momento que las características de nuestro país y de sus diferentes regiones o comarcas olivereras son tan variables, en términos generales, que necesariamente se requeriría un estudio más profundo de la plaga en cada condición particular, que el normal que se suele efectuar en la mayoría de los casos.

Es de señalar, por último, que el agricultor no suele estar por lo general al tanto de los ataques del insecto, al menos hasta que los daños suelen ser ya irreversibles, y que su ayuda podría beneficiar enormemente la economía olivícola del país.

A la vista de tales consideraciones, en la Estación Experimental del Jardín del C.S.I.C. se están iniciando las líneas de investigación relativas a este insecto, financiadas por la Exma. Diputación de Jaén y por la CEE, dentro de las cuales en la presente Memoria doctoral se señalarán los resultados obtenidos en

gran parte de dichos estudios durante los últimos cuatro años.

PLAN DE TRABAJO

De acuerdo con el objetivo antes expuesto, se estableció el plan de trabajo, desarrollado en esquema en los puntos siguientes:

A. Revisión bibliográfica de la especie *Phloeotribus scarabaeoides* BERN., fundamentalmente a todo lo que concierne a su bio-ecología, daños, factores limitantes y dinámica de población.

B. Estudio del ciclo biológico del escolitido, a partir de la observación de los árboles afectados así como del material de reproducción, según la fase del fitófago.

C. Estudio de la fluctuación de poblaciones, determinándose los factores bióticos (entomoparásitos y depredadores) y abióticos (variación térmica, laboreo, poda).

D. Estudio y discusión de las observaciones efectuadas sobre la bio-ecología del insecto.

E. Estudio de la distribución de *Phloeotribus scarabaeoides* en el olivar, analizando los factores implicados en ello.

F. Relaciones planta huésped / insecto.

G. Identificación y estudio inicial de la biocenosis parasitaria de *Phloeotribus scarabaeoides*, en el biotopo en cuestión.

Con objeto de obtener una vision mas concreta y exacta de los resultados obtenidos durante el estudio, en la presente memoria se ha creido conveniente incluir en un mismo capitulo Resultados y Discusion, evitando de este modo las constantes y repetidas citas, permitiendo por lo tanto una mayor facilidad de comprension.

RESULTADOS Y DISCUSION

Entrada en invernación.

En coleópteros se emplean los términos de diapausa, estivación o invernación para designar diversas categorías o fases de detención del ciclo normal de actividad (PAULIAN, 1988). Según éste autor hay que distinguir entre fases netamente diferentes:

1) Quiescencia o dormancia.- Simples detenciones del desarrollo o actividad, de carácter accidental y ligados a variaciones de los factores físicos ambientales (temperatura, luminosidad, humedad) o a ciertos factores biológicos externos (alimentación).

2) Diapausa propiamente dicha.- Que corresponde a una regulación por anticipación, aplicada a funciones muy diversas, y que está determinada por factores endocrinos. Estos cambios fisiológicos están determinados por variaciones de los factores físicos del medio ambiente, entre los que destacan la variación del fotoperíodo, temperatura y humedad.

El esquema en coleópteros es el siguiente (fig. 1) :

(1) Los cambios del fotoperíodo actúan sobre las células neurosecretoras del cerebro. (2) La secreción de las células actúa sobre los *corpora allata* que producen la hormona juvenil o ecdysiotropina, la cual determina la diapausa.

Los factores que desencadenan el estado de diapausa pueden interaccionar entre ellos, según se ha comprobado en ciertas especies (PAULIAN 1988) ya que el número de horas de luz mínimo necesario puede variar según la temperatura.

En lo que respecta a la necesidad o no de un período de diapausa en alguno de los estadios de desarrollo, *P. scarabaeoides* es de tipo homodínamo ya que el desarrollo completo lo puede efectuar, a diferencia de las formas heterodínamas, sin entrar en dicho estado.

Para conocer este proceso de entrada en invernación, durante los años 1987 y 1988 se realizaron muestreos semanales (desde las primeras emergencias) sobre 4 árboles elegidos al azar. Se tomaron 24 ramas de 35-40 cm por árbol, observándose la presencia o no de

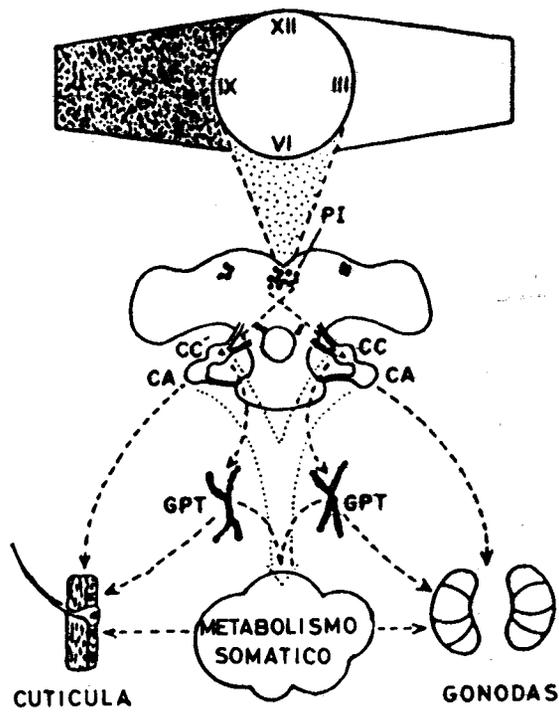


Fig. 1

los adultos de *P. scarabaeoides* en las galerías de alimentación. Paralelamente, y para confirmar que los abandonos de éstas galerías se debían a la entrada en hibernación y no al desplazamiento a otros árboles, comprobamos la presencia de celdillas de hibernación. Para ello se cortaron ramas de aproximadamente 2 a 4 cm de diámetro, las cuales fueron desprovistas de las ramificaciones donde se localizaban las galerías nutricias y colocadas a una temperatura de entre 18 y 25 grados C. La posterior aparición en ellas de galerías de reproducción, nos indicaba no solo la presencia sino también la población de individuos hibernantes.

Pudimos constatar que los adultos resultantes de la primera generación, después de alimentarse, comienzan a entrar en diapausa a finales de verano (fig. 2), coincidiendo con la disminución por debajo de las 9 horas de sol, lo cual ocurrió a finales de agosto en 1987 y a primeros de septiembre en 1988. Este número de horas de insolación se corresponde con una duración del día solar en éstas fechas de entre 13 y 13 h 40' (tabla 1, latitud 37 grados N).

MESES	DIA DEL MES			
	1 - 16	17 - 31		
	Horas	min	Horas	min
ENERO	09	23	09	42
FEBRERO	10	10	10	47
MARZO	11	18	12	00
ABRIL	12	39	13	20
MAYO	13	54	14	27
JUNIO	14	49	15	00
JULIO	14	58	14	42
AGOSTO	14	16	13	41
SEPTIEMBRE	13	05	12	24
OCTUBRE	11	47	11	06
NOVIEMBRE	10	29	09	55
DICIEMBRE	09	33	09	20

Tabla 1.- Duración del día (hora solar). Latitud : 37 grados N.

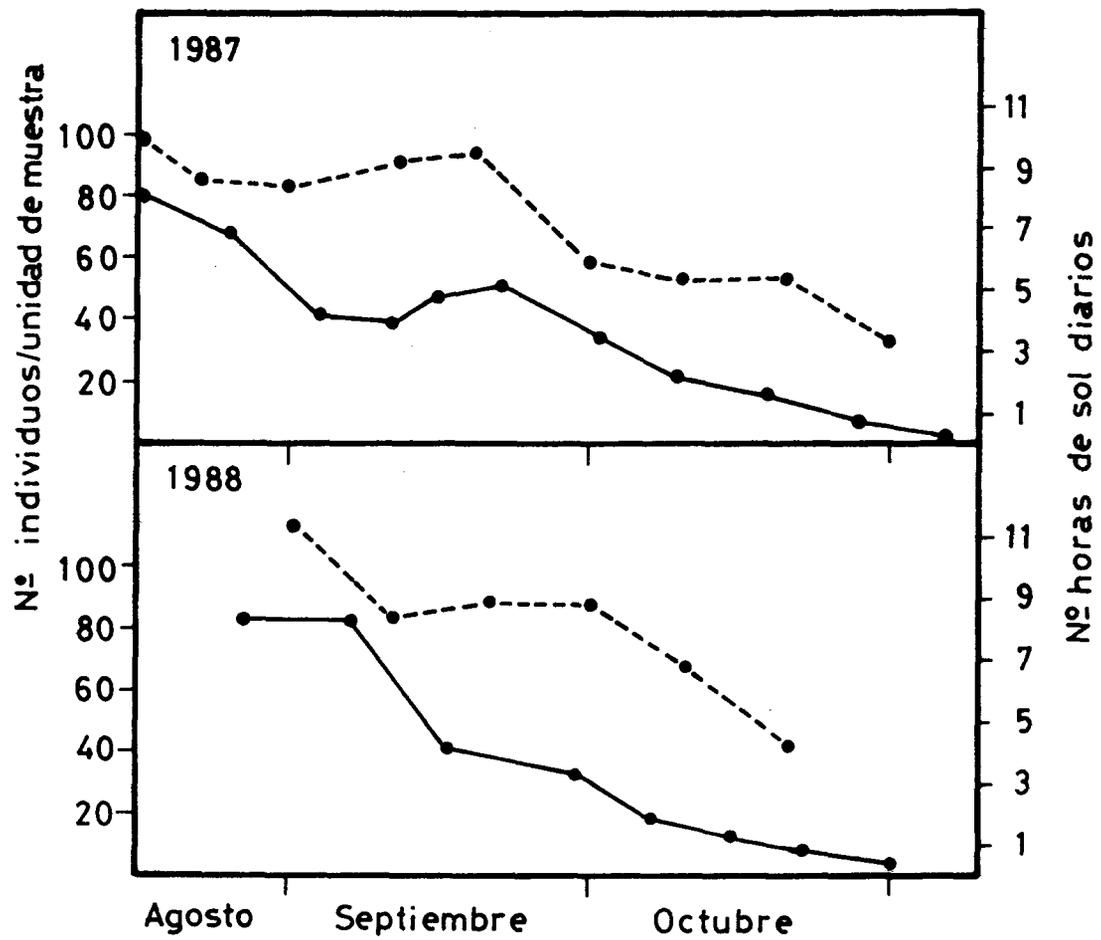


Fig.2 .Disminución del número de individuos en galerías de alimentación con la insolación.

La disminución del fotoperíodo por debajo de este valor puede constituir la señal que en ésta especie determina los cambios fisiológicos que desencadenan la entrada en diapausa, no obstante hay que tener en cuenta que fotoperíodo y termoperíodo están íntimamente relacionados por lo que a pesar de que las temperaturas medias diarias continúan siendo bastante elevadas (próximas a los 25 grados C), la disminución en la duración del segundo puede contribuir a desencadenar dichos cambios metabólicos.

Cuando esto ocurre, los individuos comienzan a abandonar las galerías de alimentación y se dirigen hacia los segmentos más leñosos donde construyen las celdillas de invernación.

Durante nuestro estudio efectuado en dos fincas de olivar de la provincia de Granada, hemos observado que los últimos en abandonar las galerías de alimentación lo hacen a finales de Octubre o primeros de Noviembre (fig 2), por lo que éste período de entrada en diapausa tiene una duración de entre 50-60 días. No obstante es de señalar que no todos los individuos de la población abandonan las galerías nutricias ya que una pequeña proporción, inferior al 5%, permanecen en su interior durante el Invierno.

Durante 1988 la entrada en diapausa de los individuos se produjo de una forma continua y gradual (fig 2), sin embargo en 1987

se presentó en éste proceso una detención hacia la segunda mitad del mes de septiembre, coincidiendo con el nuevo aumento de la insolación diaria por encima de las 9 horas.

Celdillas de invernación.

Estas son excavaciones que el fitófago realiza bajo la corteza de las ramas, cuyas dimensiones se sitúan entre los y mm, con una media de mm. Su forma es rectilínea o ligeramente curva y las construyen generalmente en disposición transversal al eje de la rama. Afectan principalmente a la corteza y a la capa más externa del floema.

Los daños causados a consecuencia de éstas celdillas provocan

una reacción por parte del vegetal, produciéndose un crecimiento hipertrófico de la zona afectada. Las ramas más atacadas presentan en su superficie una gran cantidad de protuberancias, resultado de los sucesivos e ininterrumpidos ataques.

Cada año éstos escolítidos construyen nuevas celdillas de invernación, sin embargo en los casos de elevada densidad de población pueden utilizar una gran proporción de celdillas construidas en años anteriores.

Hemos observado que la distribución de las celdillas de invernación no es homogénea en toda la superficie del árbol, sino que varía en función del diámetro de la rama como queda reflejado en la fig. 3 donde se representa la curva de regresión exponencial entre el número de celdillas observado por dm² y el diámetro de la rama ($r = 0.909$)./ Así pues para los diámetros considerados el número de celdillas es máximo en los segmentos en los que es \leq a 0.5 cm y mínimo en los superiores a 4 cm.

Una parte de la población se desplaza hacia las grandes ramas y tronco en las que se introducen bajo la corteza aprovechando las rugosidades y zonas de desprendimiento.

En la fig 4 se indica la distribución de la superficie en ramificaciones en las que el eje principal es inferior a 4 cm. Se puede ver que la mayor parte corresponde a las \leq a 0.5 mm, y es precisamente en éstas (fig 4) donde el número de celdillas / dm² es superior, disminuyendo a medida que se incrementa el diámetro.

Duración de la invernación

Dado que las primeras entradas en diapausa se producen generalmente desde finales de agosto y que la ruptura de dicho estado comienza en el mes de marzo de la siguiente primavera, el tiempo de invernación para estos adultos tiene una duración de 210 días. Sin embargo, dado que la entrada en diapausa se produce de una forma gradual, aquellos individuos que comienzan a invernar a finales de octubre presentan una duración de unos 120 días.

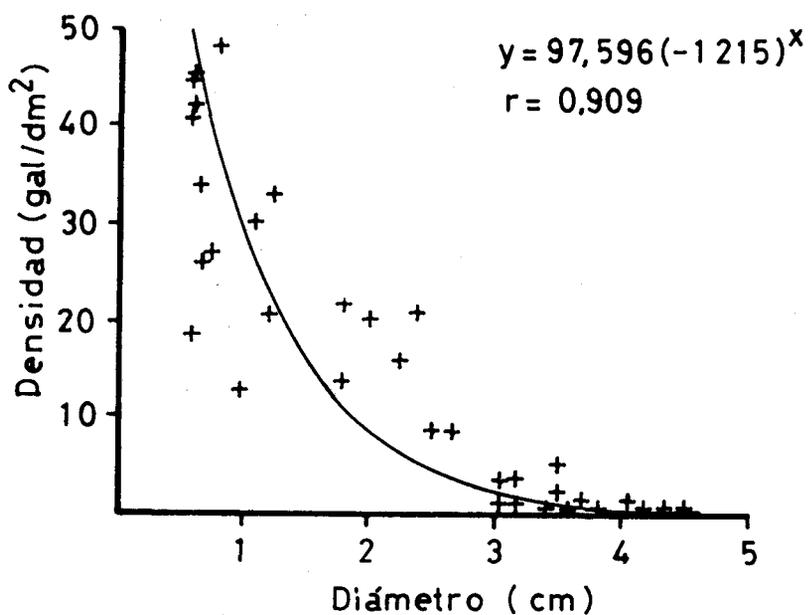


Fig.3. Relación entre la densidad de las celdillas de invernación y diámetro de la rama.

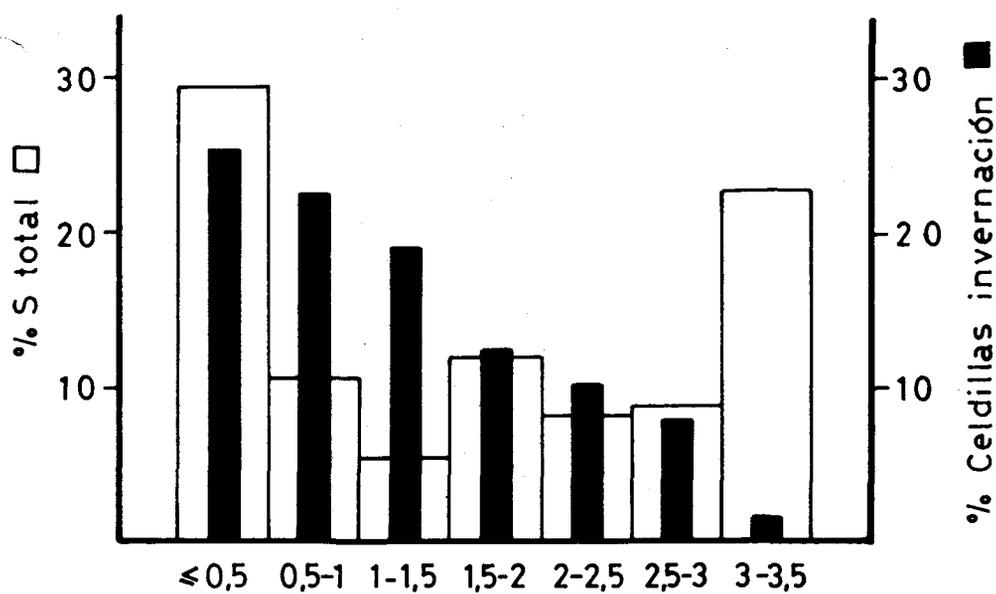


Fig. 4. Distribución del área total y de las celdillas de invernación en función del diámetro de la rama.

Inicio de la actividad

En la señal que desencadena la entrada en actividad de los escolítidos intervienen una serie de factores de naturaleza exógena (temperatura, humedad, luminosidad, termoperíodo) que determinan cambios en los ritmos metabólicos y en las secreciones hormonales (L. GIL 1985). En éste sentido y durante los últimos 4 años en que se ha estudiado el ciclo biológico del fitófago se observa que las primeras emergencias de las celdillas de invernación se producen cuando las temperaturas máximas diarias alcanzan los 17 grados en días con una insolación superior a 9 horas, en éstas fechas el fotoperíodo diario tiene una duración de 11 horas aproximadamente (tabla 1).

En las figs. 6,7,8,9, correspondientes a los años estudiados se observa un gran paralelismo entre el aumento de temperatura y la ruptura de la diapausa, que se manifiesta por la aparición de las primeras galerías de alimentación.

Durante 1988 hemos realizado el estudio de la fenología del olivo en relación con el ciclo biológico del escolítido (fig.5), observando que de acuerdo con Cortés y Rodríguez (1978) la salida de invernación coincide con el cambio de estadio fenológico A (invernación) al B (movimiento de yemas), por lo que cabe la posibilidad de que los cambios producidos en el árbol como son el comienzo de la circulación de la savia y la liberación de fitohormonas como el etileno a partir de las yemas en crecimiento contribuyan a favorecer la entrada en actividad del fitófago, si bien hay que tener en cuenta que tanto el cambio fenológico A-B como la salida de diapausa se producen por una elevación de la temperatura.

En laboratorio, bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y fotoperíodo (T= 14 - 22 ; 50% R. H. y 16 : 8), hemos

podido comprobar que los individuos invernantes en ramas de poda permanecen en éste estado cuando la temperatura se encuentra entre 14 y 17 grados C, sin embargo entre 17 y 22 éstos emergen de sus celdillas, acoplándose a continuación. Por tanto, el aumento de temperatura constituye por sí solo un estímulo suficiente para producir la salida del estado de diapausa.

Como ya se indicó anteriormente, la ruptura de la diapausa en *P. scarabaeoides*, a diferencia de otros coleópteros que precisan de un período mínimo antes de ser afectados por el cambio de las condiciones externas (PAULIAN 1988, pag 219), comienza cuando se produce el retorno a las condiciones favorables del medio, lo cual implica la recuperación de la actividad biológica. No obstante la respuesta no se produce por igual en todos los individuos de la población, pues se realiza de forma gradual (ya mencionado por LeBerre (año) el cual habla de una "eliminación de la diapausa" en otras especies de coleópteros)

Respecto al ciclo de actividad diaria, circadiano o nyctemeral (en Coleópteros) se establece en función de la acción más o menos acusada que los factores externos ejercen sobre el ritmo endógeno, constante y específico. Son siempre las variaciones de los factores externos y no sus valores absolutos instantáneos, los que modelan el ritmo, existiendo entre ellos interrelaciones de los que depende el grado de actividad.

En *P. scarabaeoides* el ritmo endógeno a diferencia de otras especies (PAULIAN, 1988), está fuertemente influenciado por estos cambios.

Esencialmente son tres los factores externos de los que dependen los ciclos de actividad :

- 1.- Temperatura.
- 2.- Luminosidad y fotoperíodo (evaluada como cantidad de energía luminosa recibida durante un tiempo determinado).

3.- Humedad (actuando a través de un intermediario neuroendocrino (PAULIAN, 1988)).

Durante los años de estudio hemos observado que en el mes de Marzo, donde existe una gran oscilación térmica ($T_{max} =$ y $T_{min} =$), se producen cambios importantes en la actividad biológica de *P. scarabaeoides*, deteniéndose por debajo de los 13 grados C y entrando en una fase de quiescencia o dormancia.

Igualmente el incremento de temperatura hasta 30 grados C implica un aumento en la capacidad de reacción de los adultos.

Los individuos emergidos dependiendo de las prácticas de poda disponen de dos posibilidades:

1) Si las ramas en que se encuentran no han sido eliminadas del árbol por la poda, estos se dirigen hacia los brotes o yemas axilares de las ramas jóvenes donde inician la excavación de la galería de alimentación.

Es característico en los escolítidos en general la existencia de un estímulo fototrópico positivo; éstos se orientan hacia las

zonas de las ramas donde inciden los rayos solares, descrito en *Pityogenes chalcographus* y en *Ips typographus* por CHARARAS, (1962). A éste estímulo le acompañan otros como el quimiotactismo y el higrotactismo, lo que les permite alimentarse en zonas de gran afluencia de savia. La acción de los estímulos visuales ha sido estudiada por SCHONHERR (1977), sin embargo del conjunto de estímulos son los de naturaleza olfativa los que tienen una importancia preponderante (CHARARAS, 1987).

Dado la gran proporción de individuos invernantes en ramas de pequeño diámetro, la mayor parte de ellos no necesitan cubrir grandes distancias. La respuesta al aumento de temperatura es rápida por parte de los primeros individuos de la población estando (como se observa en las figs. 6-9) muy sincronizados al aumento de las máximas sobre los 17 grados.

2) Si los adultos invernantes se localizan en las ramas que han sido podadas (la poda se efectúa desde diciembre hasta Abril), bajo el estímulo térmico comienzan su actividad y se desplazan caminando hacia los segmentos de mayor diámetro donde seguidamente inician la etapa de reproducción.

Durante la poda las ramas grandes son troceadas en fragmentos eliminándose por el fuego las de diámetros inferiores a 3 cm junto con hojas y pequeñas ramificaciones. Dado que la mayor proporción de los invernantes se encuentran en las ramas de menor diámetro (*) en los años en que se efectúa la poda de los olivos más gravemente atacados una gran parte de la población podría ser eliminada si la incineración se realizara simultáneamente a la poda, sin embargo dado que son varios los días que transcurren entre ambas, los individuos durante este tiempo atacan los segmentos de mayor diámetro.

Duración del período de salida de hibernación

En 1988 las primeras galerías de alimentación en el árbol, así como las primeras penetraciones en las ramas de poda presentes en el olivar (segmentos de ramas de diámetro mayor a 2'5 cm) se produjeron el 8 de marzo con las condiciones climatológicas de temperatura máxima 17 grados y horas de sol 9'5, observándose los últimos ataques en los árboles a finales de dicho mes. Este proceso por lo tanto tuvo una duración de 25 días aproximadamente.

Para conocer como se produce la salida de hibernación durante estos 25 días, inducimos la reproducción de la población hibernante de *P. scarabaeoides* en leñas de poda. Para ello se recogieron semanalmente leñas (recién obtenidas del árbol) de diámetros comprendidos entre 3 y 5 cm, las cuales eran colocadas a una temperatura de entre 20 y 30 grados C. Pudimos observar (fig 10) que durante la primera semana entran en actividad el 46% de la población hibernante, alcanzándose un valor del 90% a los 18 días.

El proceso según L SAFRANYIK, (1988) está fuertemente afectado por la temperatura. Este autor observa que el período en *Dendroctonus rufipennis* (KIRBY) se extiende a más de 60 días (Oeste del Canadá), ocurriendo en los días en los que la temperatura a la sombra excede de los 13'3 grados.

Efecto de la presencia de leña de poda en el olivar.

En los años en que se efectúa la poda de los olivos de mayor nivel de infestación, las maderas que permanecen en el olivar durante tiempo variable constituye una atracción sobre los individuos emergidos de hibernación en el árbol, por lo que parte de la población (sobre todo los pertenecientes a las ramas más bajas y tronco) es atraída por estas. En ésta atracción juega un

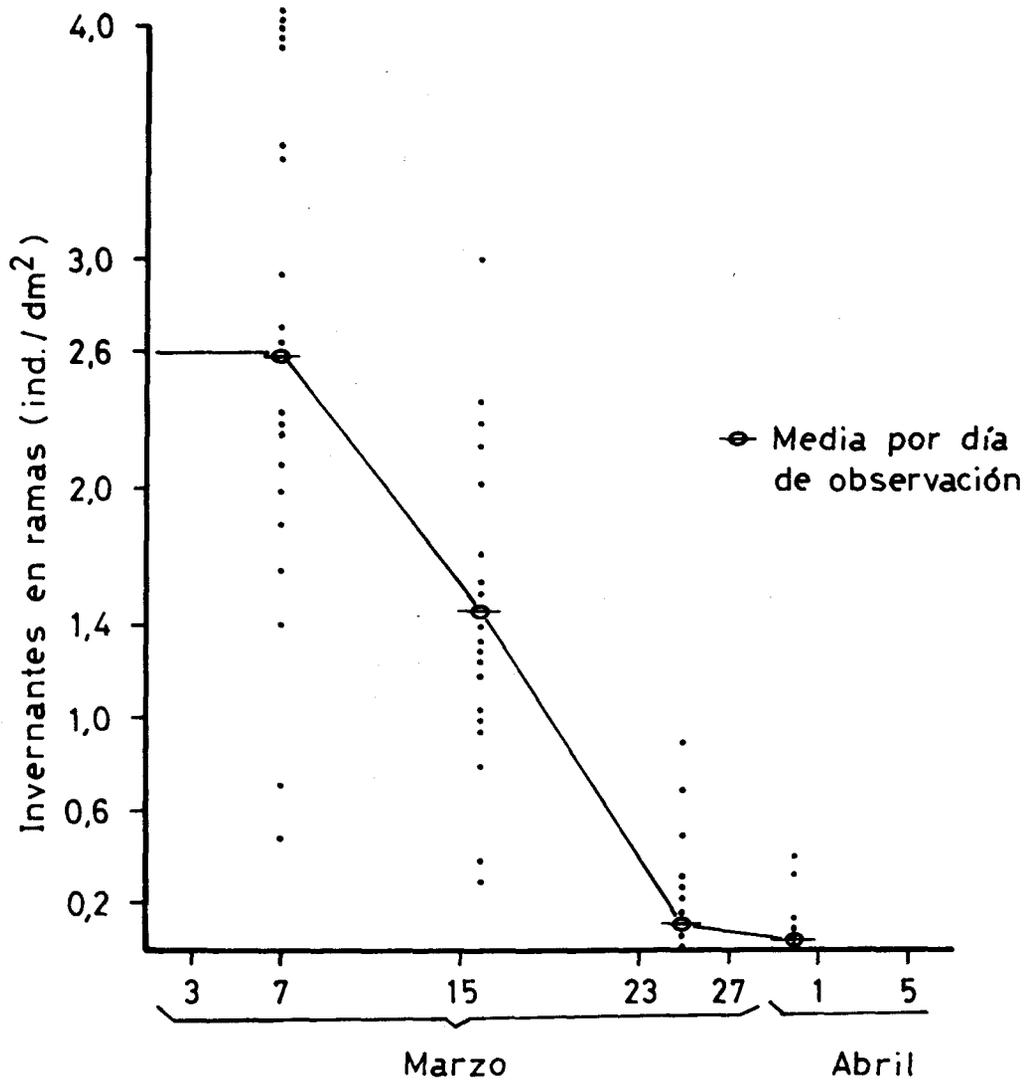


Fig. 10. Curva de salida de hibernación de P. scarabaeoides durante 1988.

papel fundamental la existencia de las primeras galerías de reproducción. Estos se dejan caer libremente al suelo (caso similar al observado por L. SAFRANYIK 1988 en *Dendroctonus rufipennis* o bien descienden caminando por el tronco ya que tras la invernación, sin previa fase de alimentación tienen incapacidad para el vuelo a causa de la atrofia producida en sus músculos durante el invierno (caso similar al descrito por SAFRANYIK 1988 y GRAY and DYER, 1972).

La proporción de individuos que descienden del árbol atraídos por estas leñas depende del volumen de esta y del grado de infestación. Así pues durante 1988, año en el que se realizó la poda de árboles muy atacados, el gran número de galerías de reproducción (teniendo en cuenta que la proporción de leña eliminada supone frecuentemente el 75% del total por árbol) produjo una atracción sobre los invernantes en el árbol superando la ejercida por las yemas en crecimiento.

Galerías de alimentación : Localización y dimensiones

Las galerías de alimentación son pequeñas excavaciones o túneles que este escolítido construye a lo largo del eje longitudinal de las ramificaciones del olivo menores a 3 años de edad. La finalidad es el abastecimiento de alimento necesario tras la invernación para el desarrollo de las estructuras atrofiadas así como para el mantenimiento de un ritmo metabólico normal. Le sirven además como protección y refugio donde permanecen en una época en la que las temperaturas mínimas frecuentemente determinan la pérdida de su actividad biológica.

Exceptuando las construidas en ramillas de diámetro inferior a 1.5 mm en las que se localizan en posición central, lo normal es que la excavación se localice próxima a la corteza, en posición excéntrica, afectando a los tejidos floemático y Xilemático.

La longitud media es de 3.27 ± 0.98 m (N=55) (fig.11) y el diámetro es de ? mm aproximadamente.

Estas galerías han sido observadas en pequeñas ramas cuyo diámetro estaba comprendido entre 1.5 y 5.5mm; sin embargo la densidad de ellos o número por unidad de longitud varía en relación con el diámetro. Este aumenta hasta los 3.5 cm y a partir de este valor (fig 12) comienza a disminuir. Dado que en el árbol a cada diámetro le corresponde una proporción diferente de longitud susceptible de ataque (correspondiendo el 75% a los diámetros inferiores a 2.5mm (fig 13) la mayor parte de las galerías (fig 13) se localizan en diámetros comprendidos entre 1.5 y 2.5mm.

La localización de las galerías a lo largo de la ramificación coincide en el 80% de los casos en las axilas de las hojas (7% axila inferior, 93% axila superior) donde se encuentran los

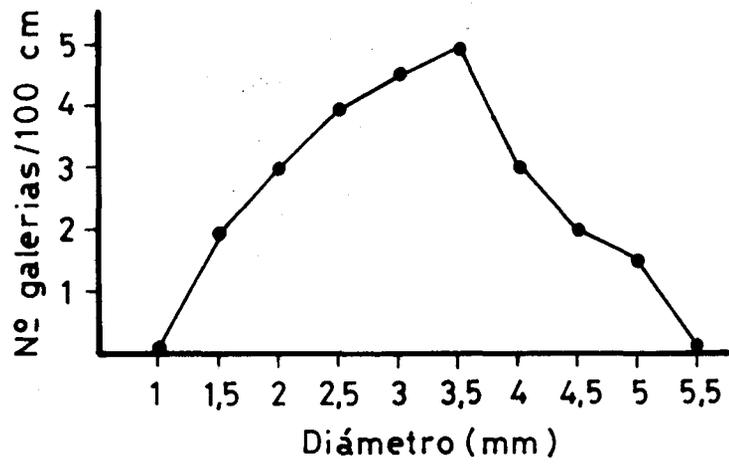


Fig. 12. Densidad de galerías por diámetro de las ramificaciones.

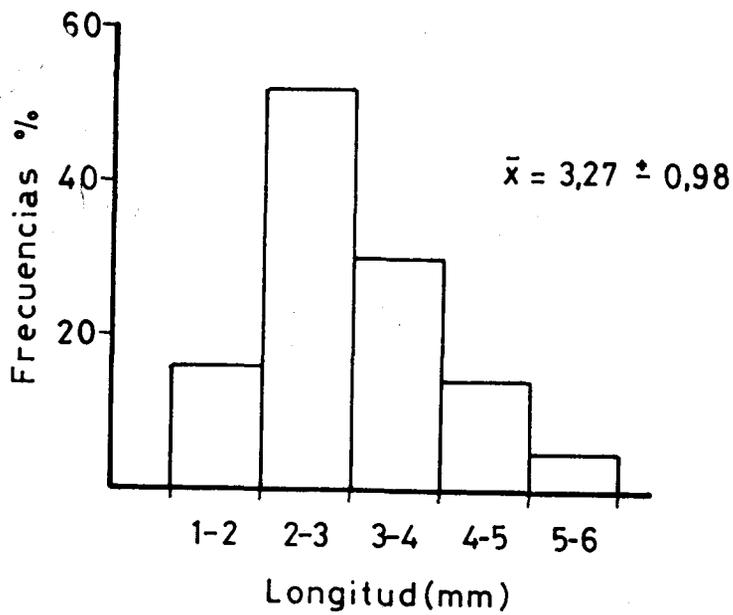


Fig. 11. Histograma de longitudes de galerías de alimentación.

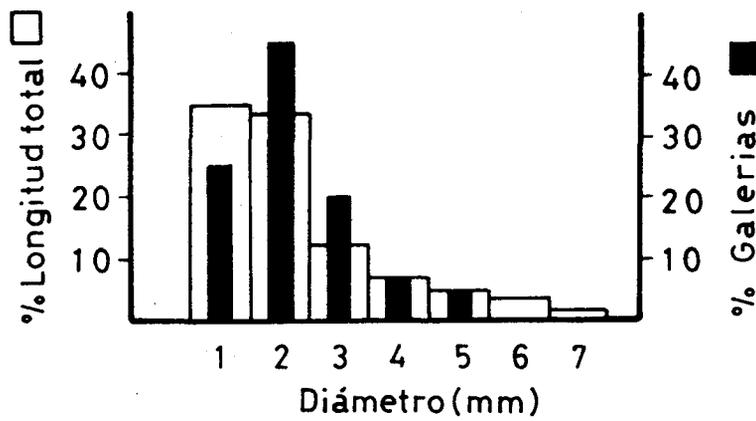


Fig. 13. Distribución de la longitud total y de las galerías de alimentación según los distintos diámetros.

pequeños brotes o yemas que originaran los cordones florales. En estas zonas del aporte de savia es intenso en esta época, en la que el olivo comienza el estadio fenológico B.

En el resto de los casos 20% estas galerías se encuentran, bien en zonas de inserción de pequeñas ramificaciones (10.52%) o bien, a lo largo de la superficie del vástago (9.51%).

Número y distribución en el árbol

El número de estas galerías es muy variable dependiendo del año y grado de infestación en la zona considerada. En años de elevada densidad de población por árbol, caso de 1989 el número de galerías por metro de longitud (1.5 - 5.5mm) fué de 2.85 \pm 1.34.

Durante dicho año el número de individuos máximo observado fué de 21 por unidad de muestra semanal (X por árbol), valor 1.7 veces superior al obtenido en años anteriores (12-15 individuos por unidad de muestra por árbol) en la zona en la que el escolítido alcanza la máxima densidad de población.

En lo que respecta a la distribución de las galerías nutricias en el árbol, las proporciones observadas en los años 1987 y 1988, correspondientes a cada una de las orientaciones son las expresadas en la fig. 14 :

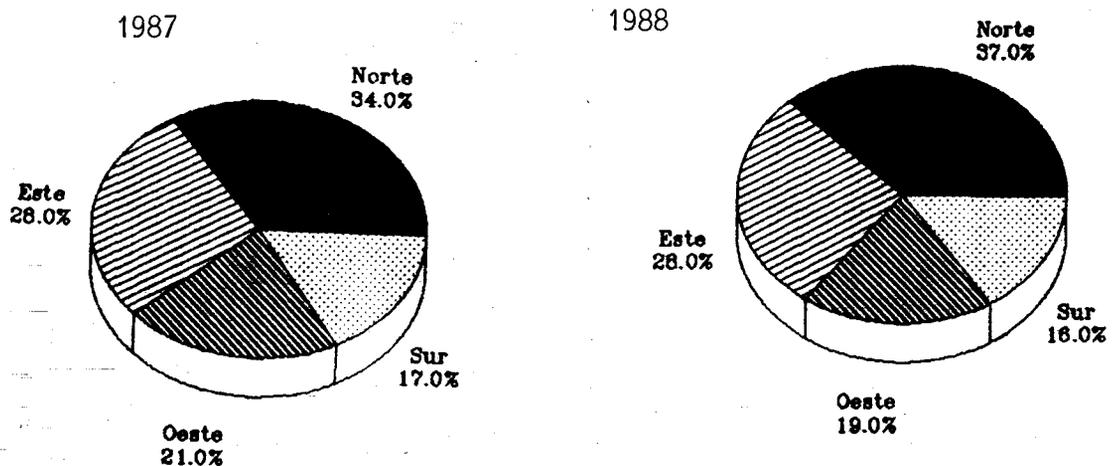


Fig. 14. Distribución de galerías de alimentación según las orientaciones.

El resultado de la aplicación del análisis de la varianza a los datos correspondientes a las observaciones semanales indican diferencias significativas entre orientaciones, de mayor a menor densidad de población, el orden sería:

- 1) Norte ;
- 2) Este ;
- 3) Sur = Oeste.

Respecto a la distribución altitudinal en el árbol, el resultado de la aplicación del análisis de la varianza a los datos obtenidos semanalmente, correspondientes a las zonas baja, media y alta, indican la existencia de una graduación del nivel de presencia de galerías en ésta fase de alimentación, vistas las diferencias observadas entre las tres zonas. En este sentido se ha podido conocer que la zona alta, según se aprecia en la fig. 15, presentan la máxima proporción de galerías nutricias, estando seguida de la zona media.

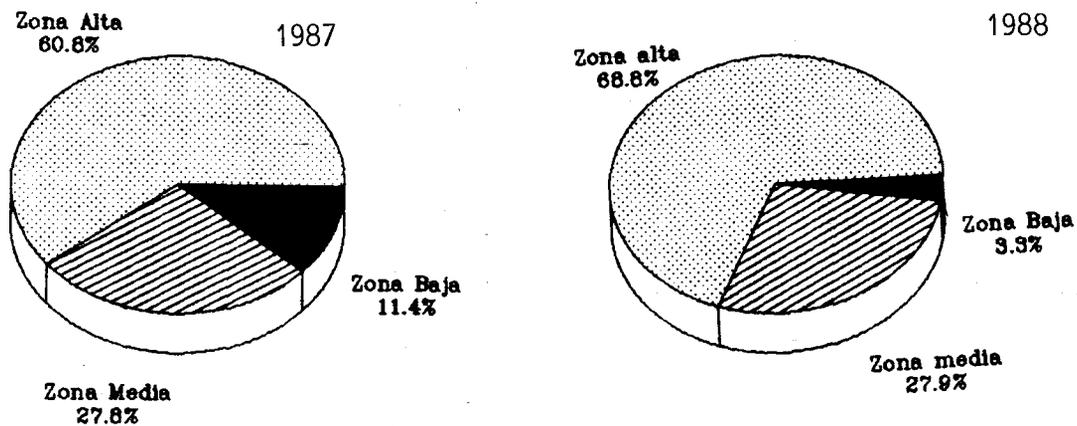


Fig. 15. Distribución de las galerías de alimentación según las zonas altitudinales.

Teniendo en cuenta las orientaciones y zonas del árbol, la proporción correspondiente a cada uno de los sectores, en los años 1987 y 1988 son los representados en la fig. 15.

Duración del periodo de alimentación.

En nuestro biotopo y durante 1987, 1988 y 1989, los adultos del barrenillo comienzan a alimentarse a primeros del mes de MARZO y finalizan a últimos del mes de abril. La duración oscila entre los 40 y 70 días siendo la media de 58.75 ± 8.22 . Dada la gran influencia de los cambios de temperatura en *P. scarabaeoides*, en años más retrasados (1986) así como en biotopos más fríos, este periodo puede comenzar a mediados o finales del mes de marzo. Igualmente una disminución de la temperatura a lo largo de esta etapa puede provocar un aumento de su duración. Así pues, durante el año 1986, año en el que el mes de abril presentó una disminución de las temperaturas máximas, el período aumentó a 70 días.

En 1988 pudimos constatar que el tiempo que cada individuo permanece en el interior de su galería oscila entre 10 y 26 días, presentando el 75% de ellas estancias de entre 14 y 18 días ($X=16.6 \pm$), valor que es similar al mencionado por RUSSO (1939).

Abandono de las galerías de alimentación (salida de alimentación)

Durante el período de salida de hibernación (20-30 días), lógicamente el número de individuos en galerías de alimentación aumenta, alcanzando el valor máximo en menos de 15 días. A partir del 10 día (temperatura media entre 14 y 18 grados) estas galerías comienzan a ser abandonadas. Ambos fenómenos (salida de

invernación y abandono de las primeras galerías de alimentación) se compensan sus efectos, lo que explica que el número de individuos se mantiene constante hasta aprox. el día 18-20 (figs 5-8). Cuando finaliza la salida de invernantes, comienza a disminuir el número de adultos en galerías de alimentación, diferenciándose dos etapas:

a) La primera, con una duración de entre 25-30 días en la que abandonan las galerías entre el 15 y 30% del total de los adultos. El ritmo de salida es lento oscilando entre el 0.5 y 1.2% al día.

b) En la segunda, la pendiente es mayor debido a que durante 10-20 días se produce la salida de la mayor parte de los individuos restantes. El ritmo es de entre 2.3 y 4.3 individuos al día. Como resultado de los muestreos en el árbol observamos la existencia de una pequeña proporción (5-10%) que permanece en estas galerías después de finalizado este segundo periodo. Por inducción de reproducción, realizado a partir de ramas completas obtenidas cada 7 días, se observa también una estabilización de la densidad del ataque a las ramas a finales de abril con valores de entre 0.5 y 0.75 galerías/dm². Si tenemos en cuenta que el número de galerías de reproducción es la mitad del de adultos (invernantes o en alimentación), esta población residual una vez finalizado el segundo periodo es de 1-3 individuos/dm² (un 8-10% aproximadamente del total). Estos individuos bajo condiciones naturales no se reproducen, pudiendo tratarse de individuos no totalmente capacitados para la captación de volátiles y por consiguiente para la localización de los focos de reproducción.

Los adultos del escolítido al dejar las galerías emprenden el vuelo y se dirigen hacia las leñas de poda donde efectúan la reproducción. Probablemente, como en otras especies de escolítidos () las sustancias volátiles que emite la madera cortada del olivo actúan como atrayentes de estos insectos. Por ello es de

gran importancia la presencia o no de las leñas en el olivar. Así por ejemplo durante 1987, año en el que no se realizó poda en nuestro biotopo de estudio, los individuos emergen de sus galerías de alimentación de una forma espontánea (fig 16), donde se solapa con la curva de alimentación e incluso con la de salida de invernación. En este año todos los individuos presentaron etapa de alimentación.

Sin embargo en años de poda (fig 17) la curva de ataque a leñas se divide en dos, y la curva de alimentación disminuye de magnitud. La primera curva de ataque, corresponde al efectuado por los individuos invernantes en la madera eliminada del árbol puede suponer un 50-75% del total de individuos (debido a que el volumen de poda por árbol se encuentra en esta proporción). La segunda, corresponde al restante 50% procedentes de galerías de alimentación. Además en este año pudimos observar que la abundante presencia de leña atacada en el olivar intensifica el estímulo acelerando el proceso de abandono de las galerías de alimentación por parte del fitófago. Las leñas con un elevado ataque inicial permanecieron en el olivar hasta mediados del mes de abril.

En la curva de alimentación correspondiente a dicho año se puede observar (fig 7) la influencia de los focos de reproducción, acelerando el proceso de abandono de las galerías de alimentación, especialmente durante la primera etapa. A consecuencia de ello el periodo general de alimentación fué más corto de lo habitual (40 días aproximadamente).

La temperatura es otro factor que tiene gran influencia sobre la salida de alimentación. En este sentido se ha observado que los individuos salen siempre que la temperatura máxima sea superior a 17 grados C, en los días en que la media excede de 15. La existencia de dos etapas en la curva de alimentación durante los 4 años se debe entre otros factores a las diferencias de temperatura

entre ambas etapas. En la segunda, durante el mes de abril generalmente la frecuencia con que se alcanzan medias superiores a 15 grados C' suele ser mayor que durante el mes de marzo. Sin embargo en los días de abril en los que las temperaturas descienden por debajo de los 17 grados C' de máxima, los barrenillos permanecen en el interior de sus galerías (fig 5) como ocurrió en 1986.

REPRODUCCION

Tras la etapa de alimentación no siempre común a todos los individuos de la población, comienza la fase de reproducción. Esta está muy influenciada por factores de naturaleza exógena (temperatura, humedad y fotoperíodo) que regulan el nivel de actividad de los adultos (aptitud para el vuelo, capacidad reproductora).

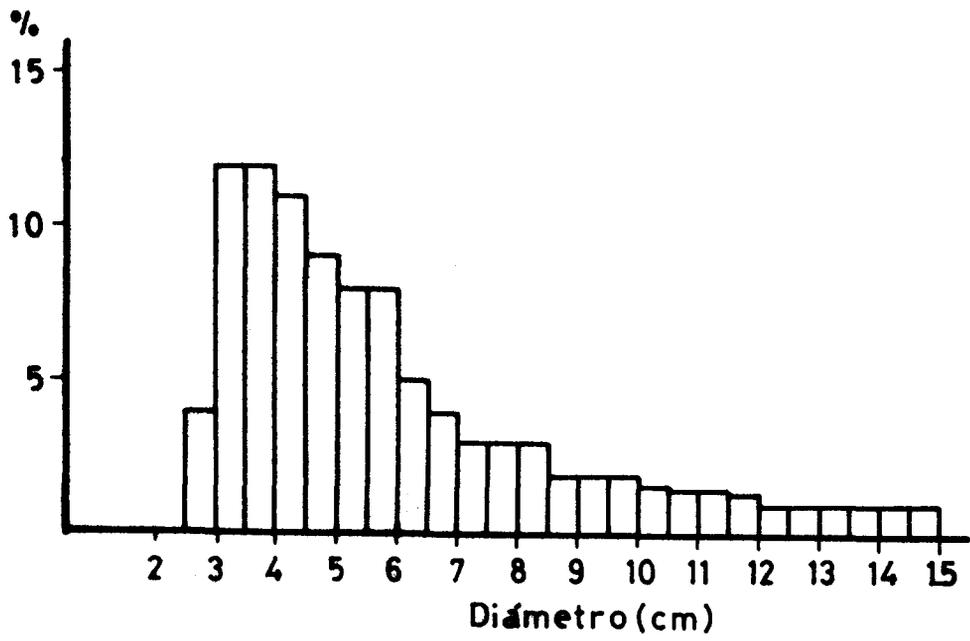
En esta fase se pone de manifiesto la importancia de los mediadores químicos que emitidos por el hospedador y por los propios individuos son captadas a veces desde largas distancias, determinando una respuesta positiva hacia la fuente emisora. Estos son el resultado de una larga coevolución entre la especie y el hospedador asociado.

Entre los escolítidos *P. scarabaeoides* ocupa una posición intermedia entre las especies que atacan y matan a árboles vigorosos y aquellas que sólo se reproducen en árboles muertos, (García Tejero, 1953). Este insecto efectúa su desarrollo sobre árboles débiles o enfermos (Arambourg, 1984) (OLIVAE N 4), bien porque padezcan otros parasitismos o por haberse debilitado por diversas causas (sequía, heladas, etc), por lo tanto se trata de un parásito secundario, según la clasificación de Rudinski, (1962).

Sin embargo en la olivicultura moderna, este escolítido efectúa su reproducción principalmente en la madera de poda, la que debido a sus características constituye un material eminentemente propicio para la instalación del fitófago. Estas generalmente se encuentran abundantemente en el olivar o en sus inmediaciones entre los meses de Diciembre y Abril.

Realización de la poda.

Esta se efectúa una vez cada 2-3 años dependiendo del olivar. El volumen total de leña eliminada del árbol está en función del tiempo transcurrido desde la última poda y del estado en que se



encuentre el árbol, por lo general es de 30-75% del total, alcanzando los valores máximos en los árboles muy atacados (50-75%). Durante su realización las ramas de diámetro inferior a 2-3 cm, junto con las ramificaciones y hojas son separadas de las ramas de poda de mayor diámetro e incineradas a intervalos de tiempo de entre 7-10 días, por lo que las más abundantes son aquellas cuyos diámetros están comprendidos entre 3 y 6 cm (fig. 20).

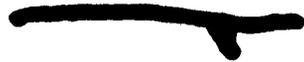
Galerías de reproducción.

Dentro de los escolitidos las galerías de reproducción pueden adoptar una enorme diversidad de formas, sin embargo cada especie posee un modelo más o menos característico y típico de ella, hasta el extremo de que según GARCIA TEJERO, (1953) en algunas ocasiones es posible identificar el parásito únicamente por el examen de las galerías que ha producido, teniendo en cuenta el árbol de que se trate.

Dentro de la clasificación establecida por GARCIA TEJERO, (1953); las galerías de este escolitido se encuentran en el modelo transversal doble. Estas son excavadas en la zona subcortical, afectando tanto al floema (L. GIL, 1985), como al xilema. La capa meristemática de cambium delimita ambas mitades superior e inferior de la galería.

Las galerías constan de un orificio de entrada, al que le sigue un corto tramo inicial, una cámara de acoplamiento o vestíbulo y dos brazos transversales en dirección perpendicular al eje de la rama, donde se encuentran los huevos. De ellos las larvas resultantes excavan galerías que parten en principio en dirección perpendicular a la materna, aunque después pueden desviarse más o menos.

Estas galerías larvarias son independiente unas de otras y a medida que se apartan de su origen, aumenta su diámetro, debido al crecimiento de la larva y terminando en un engrosamiento o celdilla, llamada cámara ninfal. En ésta, una vez transformados en adultos perforan la corteza y salen al exterior.



$\varnothing > 2,3 \text{ cm}$



$\varnothing < 2,3 \text{ cm}$

Las galerías larvarias, al igual que las maternas, se sitúan entre floema y xilema, afectando a ambas partes y quedan visiblemente grabadas en la madera (al observar ramas descortezadas). Lo más frecuente es que en un mismo sistema los finales de las galerías larvarias, y sobre todo las celdas ninfales, se encuentren a mayor profundidad.

Orificio de entrada: Tiene forma circular o ligeramente elíptica, su diámetro es de entre 1-1.5mm.

Tramo inicial: Este atraviesa la corteza por lo que su longitud es de entre 3 y 5mm, y su diámetro es de 1.5 a 2 mm. La dirección es oblicua a la superficie en los casos en que la rama es de corteza fina (<1mm). Sin embargo, cuando ésta es más gruesa, su dirección es casi perpendicular a la superficie (fig 21)

Su extremo comunica con la cámara de acoplamiento o vestíbulo.

Vestíbulo: Es un ensanchamiento en el que en determinados casos se efectúa la fecundación, razón por la cual se denomina igualmente cámara de acoplamiento. Su forma es bilobulada, teniendo dimensiones de entre 3 y 5mm.

A partir de este la hembra construye los brazos de la galería.

Brazos: Son dos túneles de distinta longitud generalmente en cuyas paredes laterales se sitúan unas pequeñas cámaras o celdillas semiesféricas de tamaño inferior a 1mm donde se alojan los huevos (fig. 22).

En determinados casos las galerías pueden presentar modificaciones respecto al modelo general, atendiendo a lo *drumka*

~~el~~ diámetro de la rama. En aquellas cuyo diámetro es superior a 3 cm ambos brazos siguen aproximadamente la misma dirección, formando ángulo recto con el tramo inicial o ligeramente oblicuas, (fig 23) sin embargo cuando las galerías se construyen en ramas de diámetros inferiores a 3cm, uno de los brazos, el de menor longitud generalmente, tiene dirección transversal, mientras que el de mayor longitud tiene dirección oblicua, formando un ángulo de hasta 130 grados con el tramo inicial. Cuando el diámetro de la rama es muy pequeño (0.5-1cm) éste puede dar la vuelta completa

sin encontrarse con el brazo menor. El grado de inclinación guarda por lo general una relación inversa con el diámetro de la rama.

De este modo el barrenillo soluciona el problema planteado por la excesiva curvatura que supondría una construcción transversal, lo que dificultaría la puesta de huevos y limitaría la longitud de la galería. En este caso las trayectorias de las galerías larvarias son oblicuas a las galerías maternas aunque paralelas a las fibras de la madera.

ATRACCION PRIMARIA

Como en otros escolítidos, los adultos de *P. scarabaeoides* son atraídos hacia las leñas de poda, ramas desgajadas o debilitadas gracias a la liberación de una serie de sustancias volátiles que se producen como consecuencia de las modificaciones bioquímicas producidas en ellas.

En éste escolítido, la estructura flabelada de la antena, única en la familia de los escolítidos, así como la notable presencia de sedas quimiorreceptoras repartidas sobre su superficie, visibles en las fotografías y , sugieren un alto grado de quimiorrepción.

La atractividad de la madera susceptible de ataque ha sido atribuida a olores inespecíficos (RUSSO, 1938; ARAMBOURG, 1964, JARRAYA, 1979) que emanan de las ramas y que según NEUENSWANDER Y ALEXANDRAKIS, (1982) se encuentran concentradas en el humo procedente de la combustión incompleta de la madera. Estos mediadores químicos son detectados por los individuos pioneros (WOOD; 1982; VITE, ; CHARARAS, 1987) ,constituidos por individuos del sexo femenino en el caso de *P. scarabaeoides*, según nuestras observaciones, más sensibles a la percepción de dichos mediadores químicos, como corresponde a los escolítidos monógamos.

Junto a la estimulación olfativa es importante destacar la participación de la estimulación visual en la selección del huesped (BORDEN, 1974), pues si bien la primera actúa a larga distancia, la segunda es eficiente en distancias más cortas (KERK, 1972). Las investigaciones realizadas por L. GIL, 1985 sobre la

influencia de los estímulos visuales en la atracción primaria, indican que algunas especies (observado en escolítidos de coníferas), necesitan de la existencia de estímulos cromáticos estrictos que induzcan el aterrizaje.

Importancia del nivel de hidratación necesario para *P. scarabaeoides*

En general los escolítidos se alimentan del floema del hospedador y para poder desarrollarse en él requieren que estos tejidos se encuentren poco degradados y posean un elevado contenido de humedad, pudiendo suceder que la colonización no se lleve a cabo si el contenido de humedad del hospedador no se encuentra entre los niveles aceptables (L.GIL, 1985).

Según nuestras observaciones existe un nivel de hidratación máximo por encima del cual *P. scarabaeoides* no puede iniciar la galería de reproducción. En los resultados obtenidos a partir de experimentos realizados en el laboratorio, en los que se infestaron segmentos de rama recién podada, se observa que los escolítidos inicialmente construyen celdillas individuales en el floema donde permanecen hasta que se ha producido la eliminación por evaporación de una proporción que oscila entre el 8 y 10% de la masa inicial. Después comienzan a reproducirse. Si los segmentos se infestan cuando se ha producido ésta eliminación, o un nivel superior, éstos construyen directamente las galerías de reproducción, pero si la evaporación se detiene poco antes de alcanzar el nivel mínimo de pérdidas, el comienzo de la reproducción se retrasa 4-5 días. Por último, aquellos segmentos que inmediatamente tras la poda fueron infestados e introducidos en recipientes herméticos, los adultos que inicialmente construyen celdillas en el floema, vuelven a emerger a los 7-9 días, debido a la excesiva y constante humedad, quedando inmóviles en la superficie de la madera.

En cuanto al contenido mínimo de humedad se ha observado en laboratorio que aquellas leñas que han perdido niveles superiores al 30 % de su masa inicial no resultan adecuadas para la

Factores de los que depende.

instalación del fitófago. Así pues la disponibilidad de la madera para ser atacada está determinada por el tiempo en el cual las leñas se mantienen dentro de los niveles de hidratación aceptables para esta especie, lo cual depende de la velocidad o ritmo de evaporación. Hemos podido comprobar que esta variable depende de :

- La longitud del segmento
- La temperatura
- El tipo de almacenamiento
- La presencia o no de hojas

1) Longitud del segmento.-

Considerando los segmentos cilíndricos de madera, la superficie de evaporación está determinada por las superficies circulares (S_c) o zonas de corte donde las fibras de la madera quedan al descubierto.

$$S_c = 2\pi r^2$$

Dado que el volumen está determinado por la fórmula :

$$V = \pi r^2 h$$

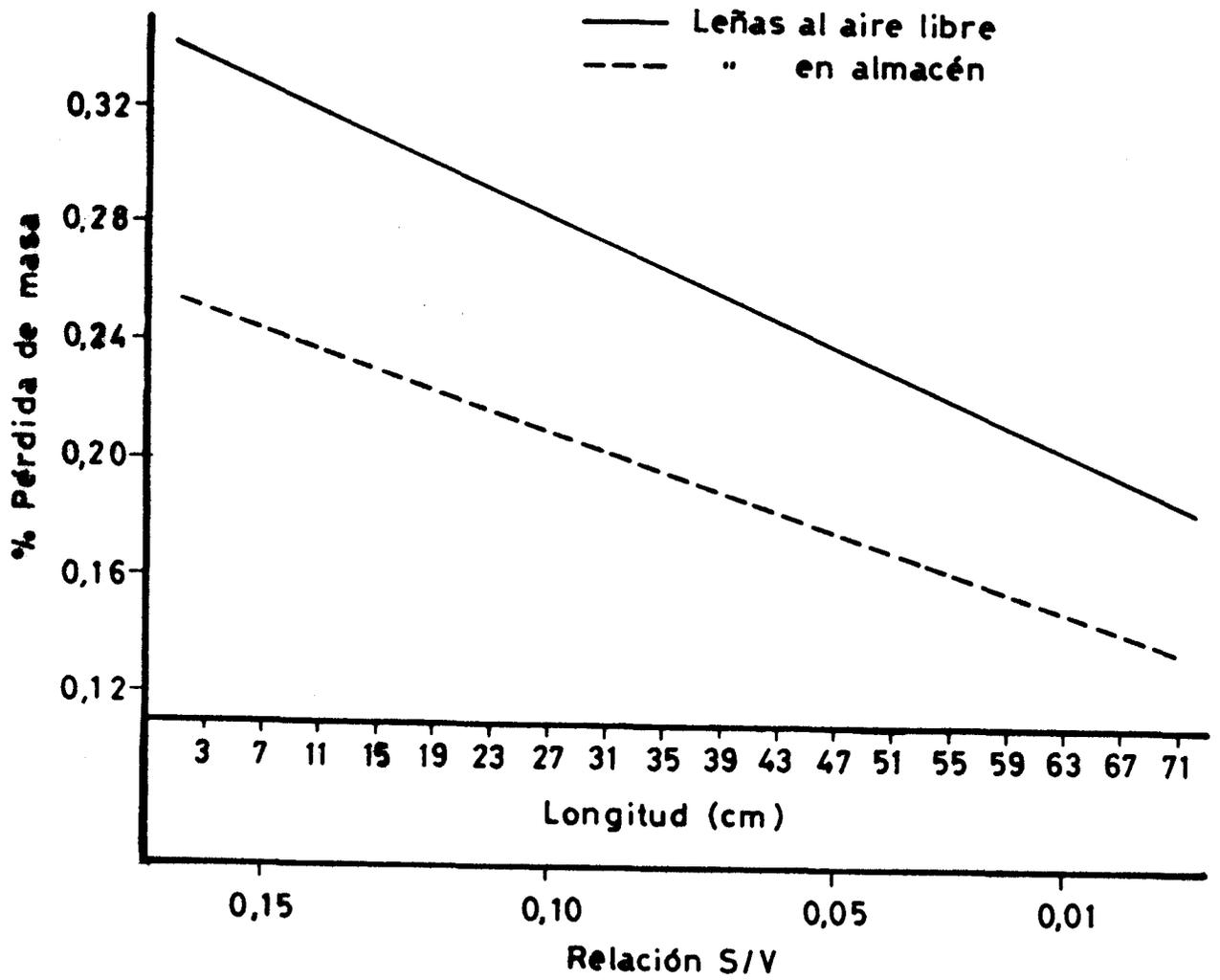
dicha relación sería igual a :

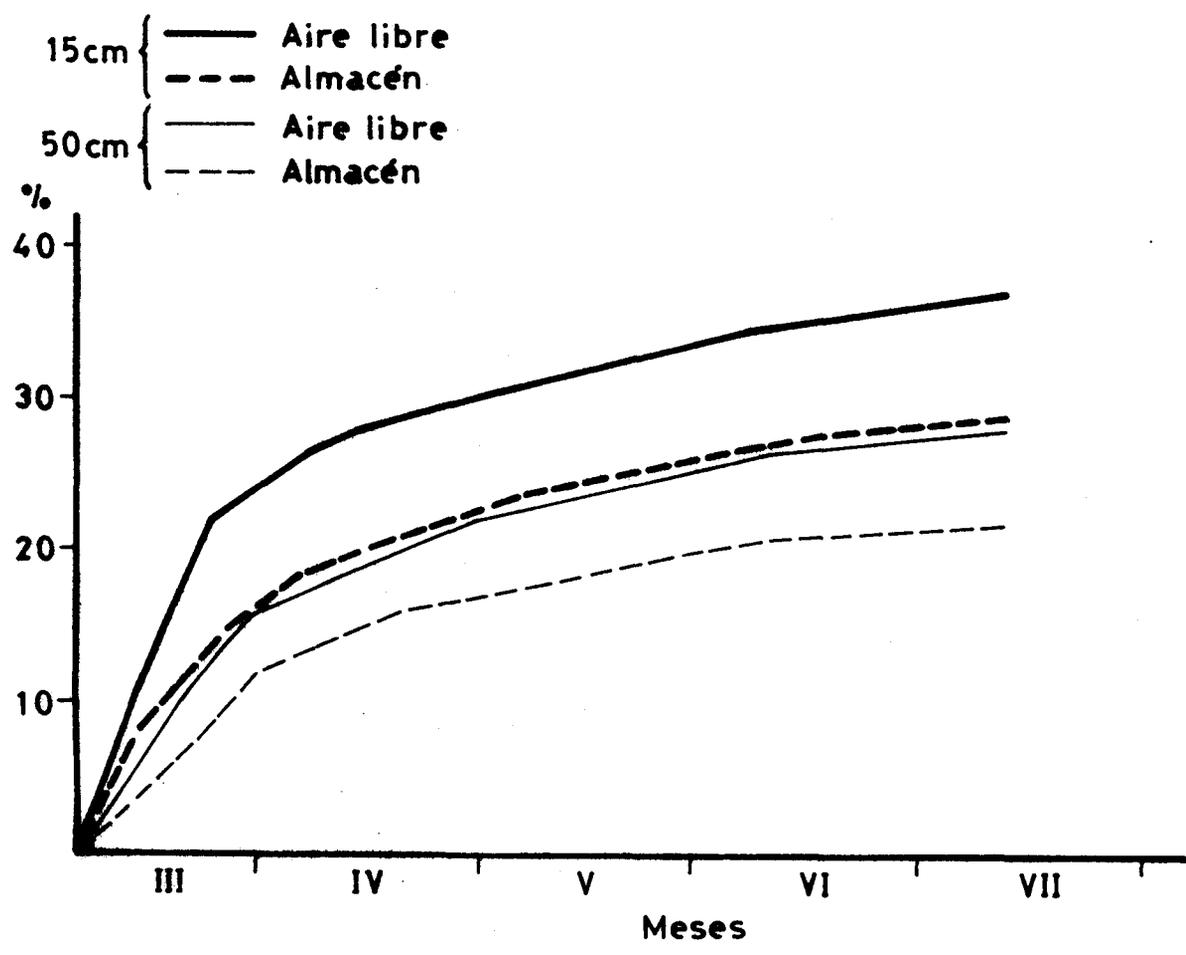
$$S/V = 2\pi r^2 h / \pi r^2 h = 2/h$$

por lo tanto la velocidad de evaporación es independiente del diámetro del tronco e inversamente proporcional a la longitud del segmento.

Si tenemos en cuenta que los fragmentos de rama tienen más frecuentemente longitudes de entre 40-70cm y que en los de mayor longitud frecuentemente se realizan varios cortes correspondientes a las ramificaciones las cuales constituyen superficies adicionales de evaporación, lo más general es la presencia de al menos dos superficies de corte por cada 50 cm de longitud. Los ritmos medios diarios de evaporación en leñas que permanecen al aire libre, así como en las almacenadas en lugares cerrados, para longitudes de hasta 70 cm están representados en la fig. 24 en la que se observa la disminución producida al aumentar la longitud.

La eliminación no se produce de una manera continua, sino que como vemos en la fig 25 (en la que se representan las curvas de eliminación en segmentos de dos longitudes diferentes en ambos





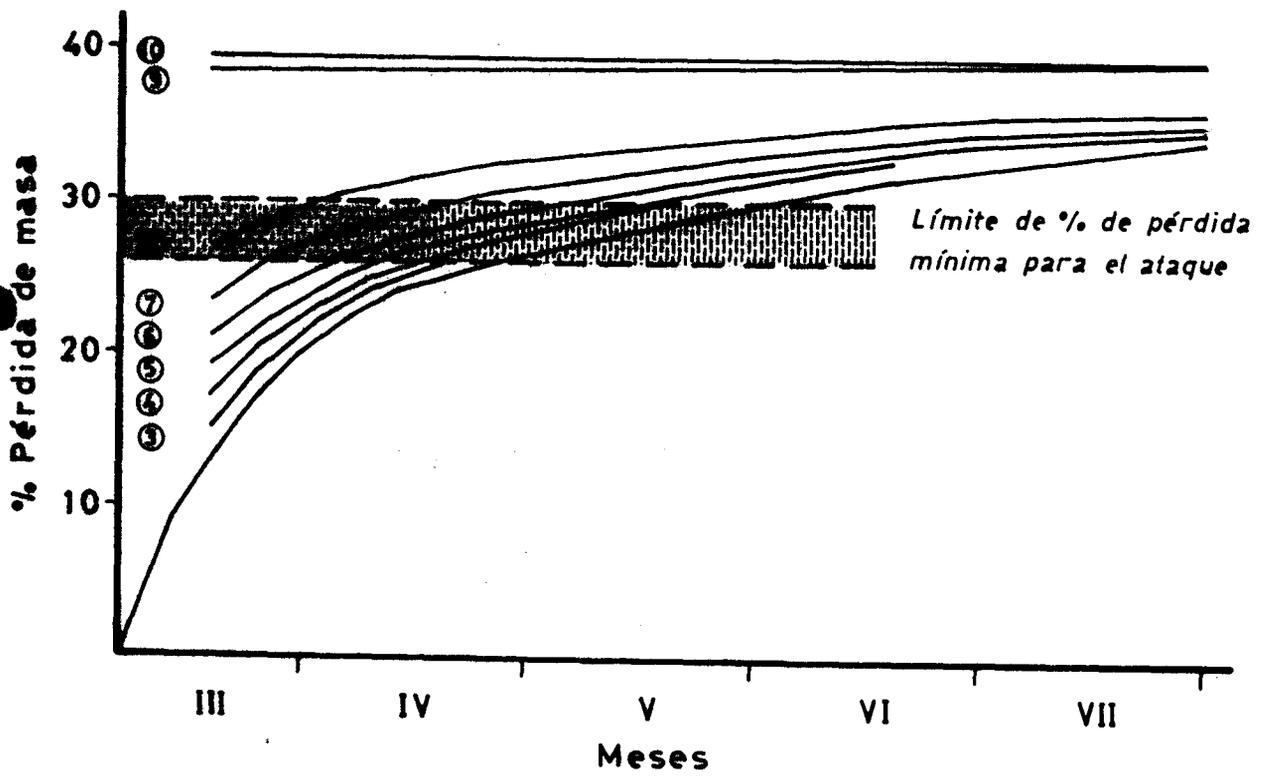
tipos de condiciones), presenta dos etapas claramente diferenciadas. A primeros de julio la diferencia entre leñas de 15 y 50 cm es del 10% aprox. Igualmente, las condiciones de almacenamiento implican diferencias significativas, pues cuando se mantienen en lugar cerrado, las pérdidas se reducen en un 8-10%. Si consideramos el modelo correspondiente al caso general (50cm), ésta disminución observada en las leñas almacenadas es muy importante pues supone el mantenimiento durante todo el periodo considerado del margen de humedad tolerada por *P. scarabaeoides* (favoreciéndose en éstos su reproducción).

En la tabla número 2, figuran los intervalos de tiempo mínimo necesario para que bajo diferentes intervalos de temperatura media se produzca el ataque, teniendo además en cuenta los dos tipos de almacenamiento.

T MEDIA (°C)	LEÑAS				RAMAS COMPLETAS	
	15 cm		50 cm		almacen	exterior
	almacen	exterior	almacen	exterior		
13-15	7-9	9-11	11-13	13-16	7	5
15-20	4- 6	7-9	7-10	9-11	5	3
20-25	2-3	3-5	3-5	5-7	2-3	2

TABLA 2 .- Intervalos de tiempo mínimo necesario para que se produzca el ataque de *P. scarabaeoides* en leñas de poda o ramas completas, a diferentes intervalos de temperatura.

Como se observa existen grandes diferencias, siendo mas rápidos en ser atacados las ramas completas en las que la evaporación, independiente de la longitud del vástago principal, está determinada por la presencia de follaje (cuyo número de ramificaciones es directamente proporcional a la longitud), ésto favorece la velocidad de transpiración. Teniendo en cuenta que durante la poda lo más frecuente es que las grandes ramas permanezcan completas durante un largo periodo de tiempo (5-10



días), en éste se produce la pérdida de agua mínima necesaria en los ejes principales por lo que siendo la temperatura favorable, los individuos se reproducen directamente en ellas. Posteriormente, durante la poda, estas ramas son fragmentadas y desprovistas de follaje, pudiendo a partir de entonces permanecer en el olivar durante un periodo variable hasta finales de abril o primeros de mayo.

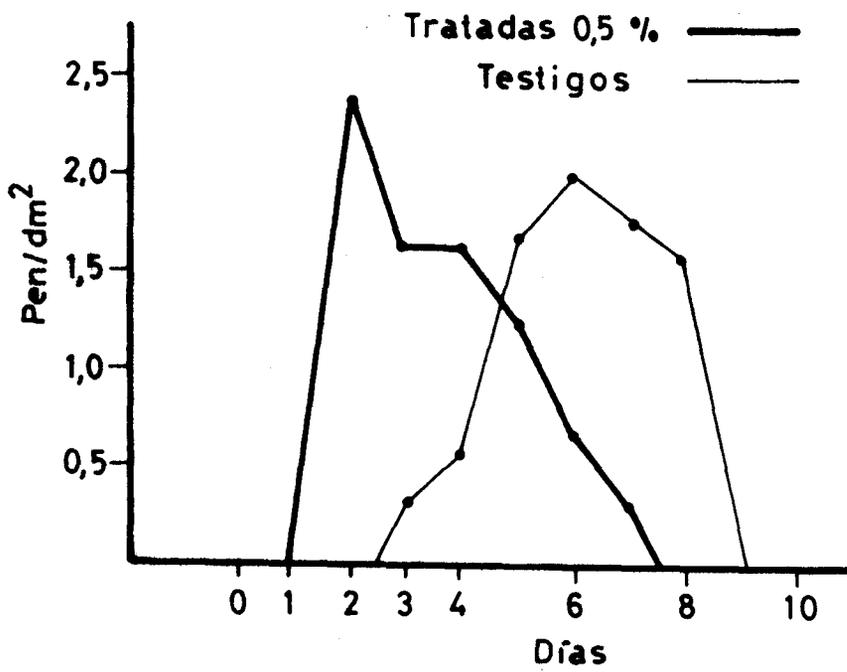
Para confirmar la importancia del contenido hídrico de las leñas, realizamos sobre segmentos de leñas de poda distintos *tratamientos térmicos, (descritos en M & M). experimento. Se observó que si bien después del tratamiento, 5 de los 8 segmentos tratados permanecen durante tiempo variable dentro del margen de humedad tolerado por *P. scarabaeoides* (fig. 14), no obstante ninguno de ellos fue atacado por el fitófago, y si los testigos en los que se produjeron penetraciones hasta mediados de Abril.

En estos resultados se pone de manifiesto la preferencia del escolítico por las leñas con mayor grado de hidratación, en las que el floema se encuentra menos degradado, sin descartar la posible influencia de los cambios químicos producidos en éstos (oxidación y pérdida de volátiles) así como de los físicos (cambios texturales en las fibras de la madera).

Durante este periodo de tiempo el ritmo de evaporación es muy variable pues es máximo durante los 20-30 primeros días posteriores a la poda y comienza a disminuir progresivamente. El ritmo medio diario es muy variable, dependiendo de la longitud (relación superficie/volumen) y del tipo de almacenamiento (fig. 25), llegando a ser aproximadamente el doble cuando la longitud disminuye desde 70 hasta 5cm.

Influencia de los volátiles emitidos por la madera.

La presión osmótica del vegetal, que guarda una estrecha relación con el grado de hidratación, está igualmente relacionada con la liberación de oleorresinas y productos de degradación. Cuando las plantas están muy afectadas por la sequía, entran en plasmólisis, se produce un gran aumento de la presión osmótica, lo



que conduce a una reducción en la secreción de alomonas y a un aumento de la liberación de productos de oxidación y fermentación, los cuales pueden actuar como atrayentes primarios como ha sido observado en otras especies (VITE).

Según ha sido demostrado (S.RAYA), uno de los principales componentes liberados por la madera del olivo en zonas de erosión o lesiones es el etileno. Esta es una fitohormona presente en una gran variedad de funciones vegetativas como crecimiento de yemas, floración y maduración de frutos. Es producto de degradación (de compuestos terpénicos ?) por lo que es liberado por la madera pocos días después de su poda, disminuyendo su concentración y finalizando prácticamente a los 30 días.

La presencia o concentración de estas sustancias podría explicar la marcada preferencia que presentan los adultos de *P. scarabaeoides* hacia determinadas leñas. Este tipo de comportamiento también ha sido observado en otros escolítidos (CHARARAS, 1987) que se reproducen principalmente en árboles debilitados. En este sentido observamos concretamente que a primeros de Marzo (1987), cuando prácticamente no había comenzado el ataque en el olivar correspondiente a "La Jara", se encontró un segmento de longitud inferior a 1 m en el que la densidad de ataque era de 8.2 penetraciones/dm². Las muestras extraídas de éste a las que se les midió la cantidad de etileno liberado, indicaron valores 5 veces superiores a los obtenidos en los segmentos no atacados.

Para conocer la importancia del etileno como atrayente de este insecto realizamos varios experimentos en laboratorio :

a) Ramas con hojas: En estas ramas, en las que se encuentran los escolítidos en galerías de alimentación (si son obtenidas durante Marzo - Septiembre) o en las celdillas de hibernación (Septiembre - Marzo), se induce el ataque cuyo comienzo depende de la temperatura ambiente (Tabla 2). En laboratorio donde se mantiene la temperatura media entre 20-25 grados C' la curva de ataque en las ramas testigo es típicamente en campana (fig.26), obteniéndose el máximo en los días intermedios. El ataque comienza

el tercer día desde la poda, tiempo mínimo en el cual los primeros individuos salen de diapausa o de las galerías de alimentación según el caso y se producen las transformaciones necesarias en la madera (deshidratación parcial y liberación de productos de degradación). Cuando a éstas ramas se les efectúa un tratamiento con etherel al 0,25% al día siguiente de su poda, la respuesta de *P. scarabaeoides* es más rápida (fig. 26) y más intensa pues se produce el segundo día, obteniéndose entonces el máximo de penetraciones.

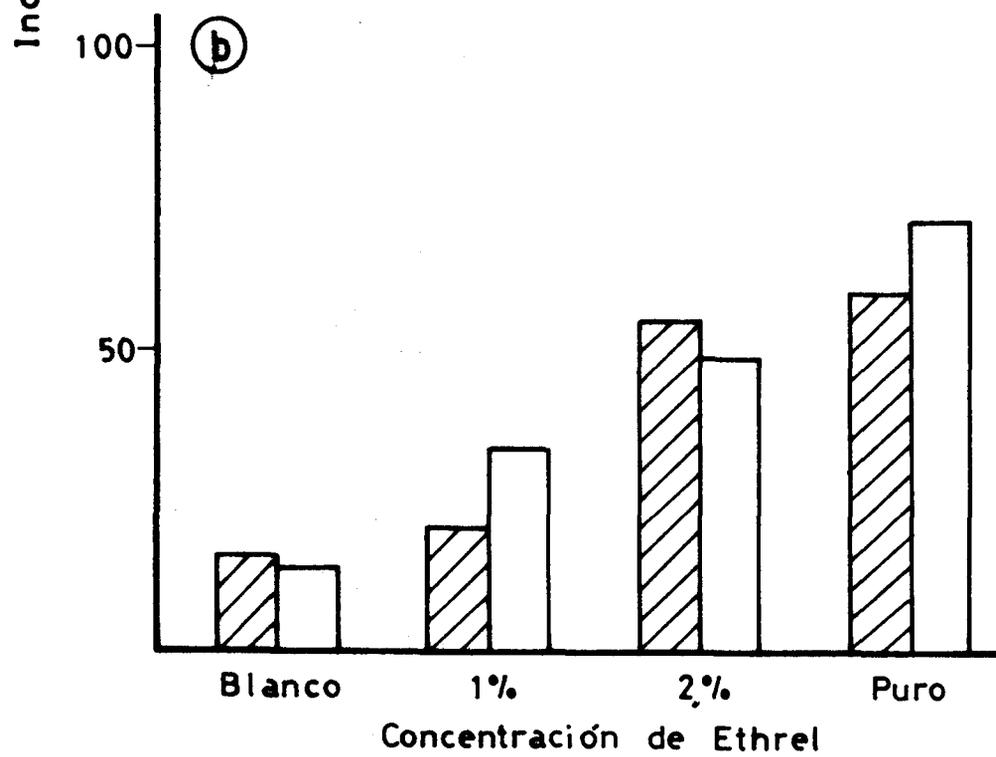
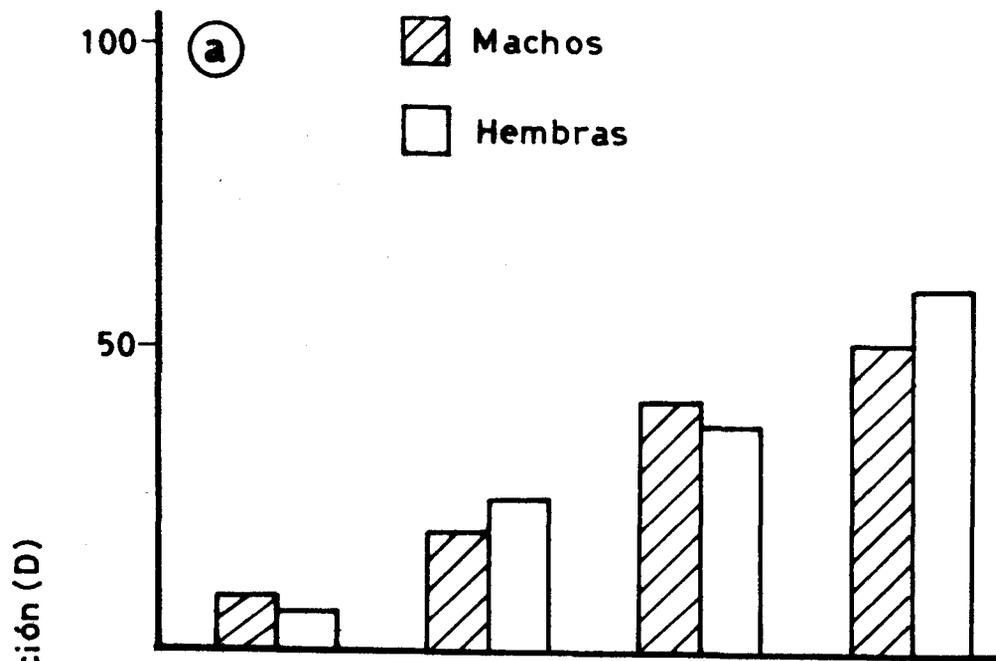
b) Bioensayos con olfactómetro :

Se han ensayado 3 concentraciones de etherel (producto a partir del cual se produce una liberación de etileno) aplicando 10 ml de esta sustancia y 10 de dos diluciones 1% y 2%. El análisis estadístico de los datos muestra que el índice de atracción relativa (D) para los ensayos con etherel diluido al 2% y sin diluir son significativamente diferentes ($P < 0.01$) de los blancos a los 5 y 10 minutos, tanto para machos como para hembras (fig. 27). Con etherel al 1% los machos presentan una respuesta que no difiere significativamente de los blancos, sin embargo las hembras presentan significación a nivel $P < 0.05$, lo que indica que estas son más susceptibles. Si además comparamos la atracción que el etherel ejerce sobre ambos sexos, vemos que a los 5' no hay diferencias entre ambos, no obstante a los 10' las hembras presentan un mayor grado de atracción ($P < 0.05$).

Así pues, esta respuesta observada en *P. scarabaeoides* hacia la fuente de etileno, más intensa en las hembras, primeras en la colonización y en el proceso de ataque a las leñas; y siendo ésta fitohormona uno de los compuestos liberados por la madera por degradación/oxidación? de sus componentes pocos días después de la poda, se sugiere la posibilidad de su concurso como uno de los componentes responsables en la atracción primaria.

Atracción secundaria

Una vez localizadas las leñas por parte de las primeras hembras, estas comienzan a elaborar feromonas a partir de



compuestos terpénicos vegetales (identificados en otras especies como por ejemplo el camfeno y el α -pineno). Estos son metabolizados en el interior del tubo digestivo y mezclados con los excrementos (Chararas, 1987), siendo vertidos al exterior. Estas feromonas, según el autor precedente son las responsables de la llegada de machos y hembras hacia la fuente emisora, determinando la atracción secundaria.

En nuestras observaciones sobre *P. scarabaeoides* hemos podido comprobar que aquellos troncos que resultan con un mayor nivel de ataque durante la atracción primaria suelen ser los más atacados a consecuencia de que la atracción secundaria en ellos es mayor, (correlación con el diámetro) alcanzándose por consiguiente una mayor densidad de ataque.

En el caso observado durante 1987 en el biotopo de "La Jara", en el que se encontró uno de los segmentos de rama con ataque inicial cuando prácticamente aún no había comenzado en el resto de las leñas, se puso de manifiesto que la atracción secundaria ejercida por los individuos presentes en dicho segmento supera la atracción provocada por las kairomonas procedentes del resto de la madera de poda.

Estas feromonas, responsables de la atracción secundaria en escolítidos no son específicas según Chararas, (1987) puesto que además de atraer tanto a machos como a hembras, pueden atraer a otras especies de la familia, así como a diversas especies de depredadores y parásitos, lo cual ha sido ratificado por diversos autores americanos como Wood, (1962); Pitman, (1966); Vité, (1962, 1967).

Tipos de desplazamiento en *P. scarabaeoides*

En esta especie el ataque a las leñas de poda se puede realizar mediante dos tipos de desplazamiento de los adultos: andando o volando. La elección de uno u otro tipo depende de la existencia o no de leña de poda en la zona, de la fase del ataque y del lugar de invernación.

La presencia de leñas de poda próximas a árboles infectados produce una atracción inicial sobre una parte de la población,

aproximadamente un 20%, los cuales se desplazan hacia las leñas caminando. Esto se ha comprobado al observar que cuando colocamos leñas con los extremos engomados, estos no eran atacados por el escolitido mientras que si lo eran las leñas contiguas que permanecieron sin engomar. Posteriormente, una vez iniciado el ataque, la mayor parte de la población se desplaza volando. Durante 1988 el ataque producido durante el mes de marzo se realizó por individuos marchadores (como se pone de manifiesto en experimentos adicionales, *ver* procedentes de galerías de invernación existentes en las zonas bajas del árbol, así como de galerías de alimentación, los cuales descienden atraídos por las sustancias volátiles. Durante el mes de abril, sin embargo el ataque se realizó fundamentalmente por individuos que llegaban volando.

En el caso de que por ausencia de poda no existan ramas en el olivar, y por consiguiente la estimulación olfativa en el ambiente no sea tan intensa, todos los individuos tras la diapausa se dirigen hacia los brotes terminales y después de la alimentación abandonan por el vuelo las galerías de alimentación desde donde se desparcen al azar para seleccionar los focos de reproducción que pueden localizarse a varios km de distancia.

Lógicamente si los individuos invernantes se encuentran en las leñas, solo necesitan desplazarse caminando sobre la superficie hacia los ejes de mayor grosor donde se reproducen directamente.

Factores que influyen en el ataque de *P. scarabaeoides*

- Nivel de hidratación de las leñas
- Temperatura

Una vez que los adultos han emergido de las galerías nutricias y de invernación, necesitan que la temperatura máxima siga siendo superior a 17° C para continuar su actividad e iniciar el ataque. Este valor de temperatura máxima se alcanza normalmente a primeros del mes de Marzo.

El ritmo de ataque a las leñas aumenta paralelamente al aumento de las temperaturas diarias. Así pues se ha observado que es máximo cuando la temperatura máxima sobrepasa los 25° C, lo que

suele corresponder a medias de 17°C, observado frecuentemente durante el mes de Abril. El adelantamiento o retraso del ataque se debe a las condiciones particulares de cada año.

- Luminosidad y fotoperíodo

La luz es un estímulo que produce en *P. scarabaeoides* una mayor predisposición para emprender el vuelo, fenómeno fototrópico característico de los escolítidos (CHARARAS, 1987).

A diferencia de otros Coleópteros, *P. scarabaeoides* precisa de una elevada intensidad luminosa, lo que provoca que el ataque a las maderas se produzca principalmente durante las horas de máxima insolación, disminuyendo durante las últimas horas de la tarde.

Hay que señalar el distinto efecto que provocan los distintos componentes de la luz (visto en otros Coleópteros con fototropismo positivo, PAULIAN, 1988):

El violeta (328-426 m μ) provoca una actividad intensa con una marcada tendencia a volar hacia la fuente luminosa.

El azul (477+6m μ) frena los vuelos.

Las longitudes de onda de entre 426-477m μ tienen acciones intermedias.

Por lo tanto, debido a la sensibilidad diferencial muy precisa entre azul y violeta, el azul del cielo detiene la actividad, por lo que emprendido el vuelo son guiados principalmente por estímulos químicos.

El número de horas de sol diarias es otro factor que influye en el desarrollo del ataque, hemos comprobado que este se produce siempre que el número de horas de sol exceda de 9.

Higrometría.- La humedad ambiental es un factor que ejerce una gran influencia. Generalmente con atmósfera húmeda, al igual que otras especies de Coleópteros (PAULIAN, 1988), este insecto se desplaza andando por el suelo. Esta limitación para el vuelo es la causante de que en las temporadas lluviosas el ataque sufra detenciones.

Aunque hemos precisado el efecto de cada uno de los factores por separado, es la interacción de todos ellos, junto con el factor endógeno, la que modela el desarrollo del ataque. Como ha sido demostrado en diversas especies de Coleópteros la temperatura

sido demostrado en diversas especies de Coleópteros la temperatura mínima exigida para el vuelo aumenta con atmósfera húmeda o durante las tardes con luminosidad baja (PAULIAN, 1988).

Modelo de curva de ataque de *P. scarabaeoides* sobre leñas de poda

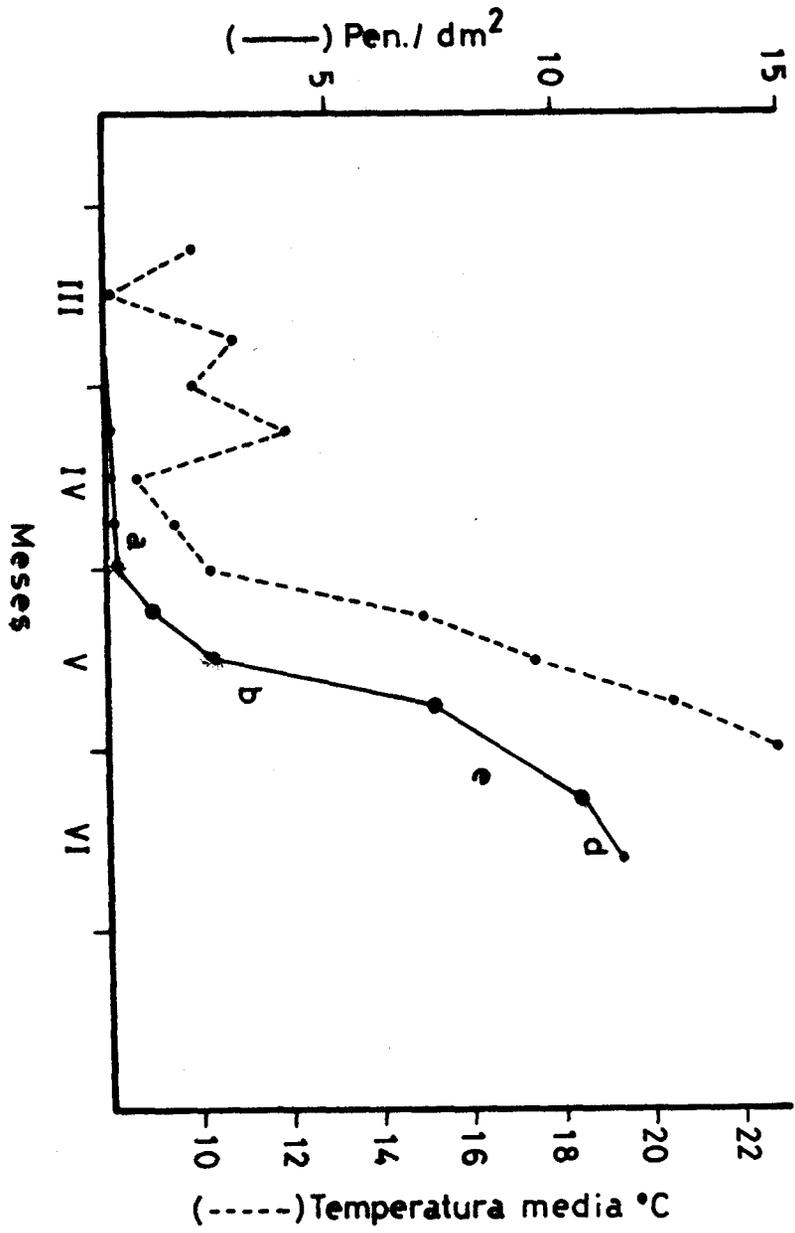
La curva de colonización de la madera de poda por *P. scarabaeoides* sugiere la existencia de un mecanismo feromonal similar al observado en otras especies monógamas. En esta, a nivel individual se producen cambios fisiológicos que determinan la liberación secuencial de los distintos compuestos que emitidos al medio aéreo ejercen su acción sobre uno o ambos sexos.

Las fases o etapas (fig. 27) en las que se desarrolla el ataque son las siguientes:

a) Ataque inicial.-En ésta se produce la localización de las leñas de poda por parte de las hembras pioneras, las cuales atraen a los primeros machos. El ritmo de llegada es lento, del orden de 0.05 penetraciones/dm² al día. Es sin embargo el de mayor duración pudiendo llegar a superar los 30 días y supone una pequeña proporción del total de las penetraciones, generalmente menos del 1% del total.

En ésta etapa se pone de manifiesto la existencia de kairomonas emitidas por la madera que son detectadas por las hembras colonizadoras. Estas, tras su llegada comienzan a iniciar la apertura de la galería y comenzarían a liberar feromonas que podrían actuar sólo sobre los machos (feromonas sexuales), o sobre ambos sexos (feromonas de agregación) (CHARARAS, 1987) ya que se observa la llegada tanto de machos como de hembras, las que en el caso de feromonas sexuales serían atraídas únicamente por las kairomonas.

Una vez efectuado el acoplamiento, comenzaría a liberarse o bien proseguiría la liberación (según el caso) de feromonas de agregación, en lo que los machos podrían contribuir (VITE & FRANCKE, 1976). Dado que en esta fase el porcentaje de individuos es pequeño debido fundamentalmente a que la climatología no es muy favorable, la concentración en el ambiente de esta feromona sería



muy baja.

Esta etapa comienza generalmente durante el mes de Marzo, pudiendo llegar hasta la segunda quincena de Abril.

b) Ataque masivo .- El cambio de climatología (fig 27) provoca una afluencia masiva de los adultos hacia los focos de infestación. Las sucesivas llegadas provocan un aumento en la liberación de feromonas de agregación por lo que la intensidad de respuesta, o número de individuos susceptibles de captación es mayor.

La duración de ésta etapa es de 7-14 días, produciéndose sin embargo entre el 60-70% de las penetraciones. El ritmo de entradas por tanto aumenta de 0.5-1.5 penetraciones/dm² al día.

c) Ataque decreciente .- Si el ritmo de penetraciones se mantuviera la densidad de población en la madera haría inviable la reproducción lo que sería desadaptativo para la especie. Existe por lo tanto una disminución en el ritmo de colonización que no está determinado necesariamente por la disminución de la densidad de población en la zona, sino por la liberación de feromonas de efecto repelente para el resto de la población.

El cambio en la naturaleza de la feromona, si bien puede efectuarse en un corto período de tiempo a nivel individual, a nivel de población completa, debido a la diferencia de tiempo transcurrido entre la llegada de los individuos, resulta gradual debido a la mezcla en el ambiente de ambos tipos de feromona.

El ritmo de colonización disminuye a valores de entre 1 a 0.1 pen/dm² por día, siendo la proporción de penetraciones del 25 al 35%. La duración de ésta etapa es de aprox. 10-15 días.

d) Finalización del ataque .- La concentración de feromona de repulsión liberada del conjunto aumenta, por lo que el ritmo de llegada continúa disminuyendo hasta que finalmente predomina la acción de la feromona de repulsión, produciéndose entonces la detención del ataque.

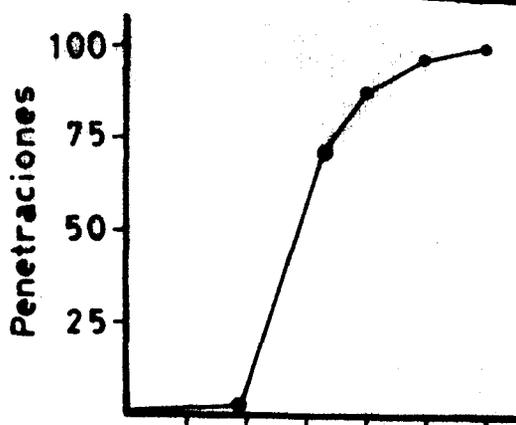
En ésta etapa se produce menos del 5% del total de las penetraciones en un periodo de tiempo que puede variar entre 7 y 14 días.

Se ha observado que las diferencias en el nivel de población del barrenillo en el olivar pueden determinar cambios en la curva de ataque:

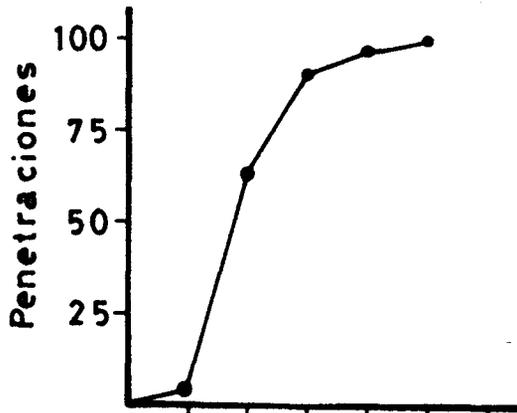
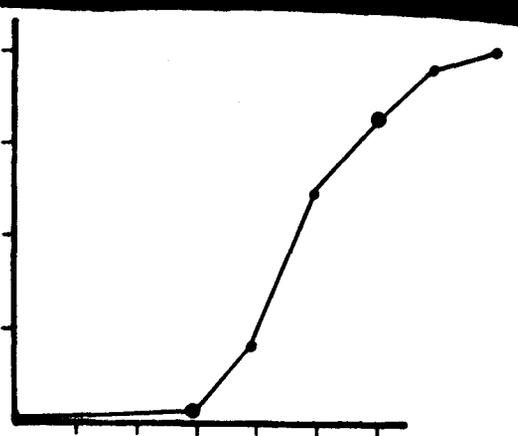
a) En un olivar con baja densidad de población por árbol, en el que el fitófago se encuentra repartido uniformemente en una amplia zona de distribución (por ausencia de un foco centralizado de infestación, caso de la finca "La Jara"), los individuos al cambiar las condiciones ambientales que estimulan al abandono de las galerías de alimentación, emprenden el vuelo hacia los focos de atracción determinando un ataque en el que normalmente la fase inicial y sobre todo la de ataque masivo se acortan sensiblemente, debido a la llegada de la mayor parte de la población en un corto período de tiempo. Esto daría lugar a un incremento rápido de la concentración de la feromona de repulsión en el ambiente, a partir del octavo al decimo día, lo suficientemente alta como para producir una rápida disminución y detención del ataque. El resto de los individuos que aún continúan emergiendo de las galerías de alimentación deben desviarse hacia otros lugares.

b) En olivar en el que la densidad de población es elevada (caso de la finca "Arenales de San Pedro"). Al comenzar la etapa de ataque masivo los primeros en atacar son los individuos correspondientes a los árboles de la zona donde se encuentran las leñas, los de las zonas más alejadas llegan después cuando a causa de la llegada de los primeros el poder de atracción aumenta. El número de individuos llegados es creciente, resultando un alargamiento de esta fase y la existencia de fracciones de la población con diferente antigüedad de llegada. Como consecuencia se produce una mezcla en el ambiente de distintas feromonas, de agregación por parte de los últimos en llegar y de repulsión liberada a los 8-12 días de la llegada de los primeros. En estas condiciones se favorece el mantenimiento de un equilibrio que tiene como consecuencia el paso gradual hacia la fase de ataque decreciente, la cual presenta una mayor duración (fig. 28).

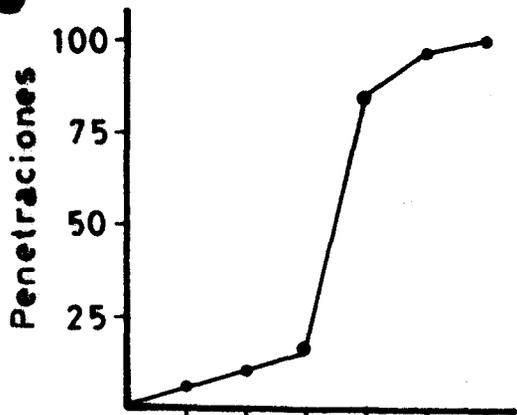
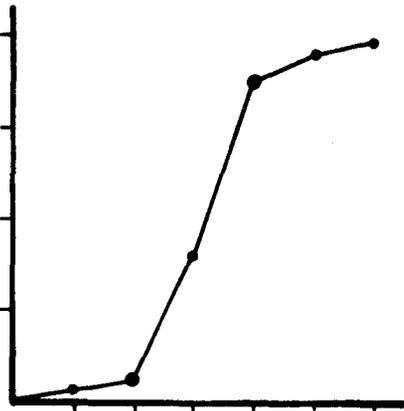
Radio de acción de los mediadores químicos



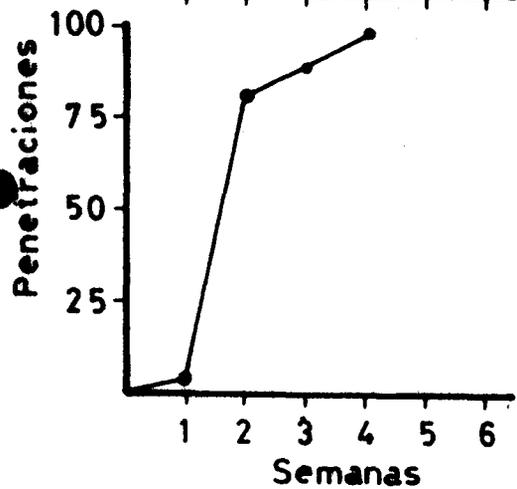
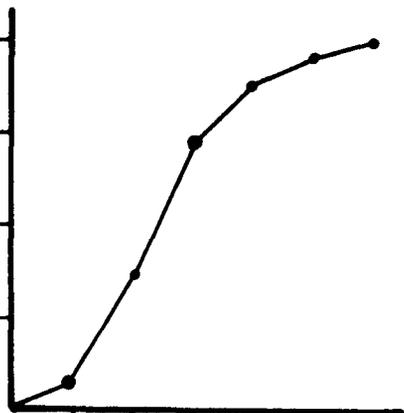
1986



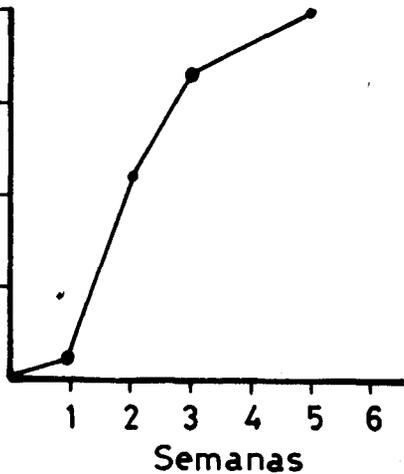
1987



1988



1989



Las feromonas de agregación, mezcladas en el aire, tienen efecto sobre poblaciones distantes a varios kms (nuestras observaciones sugieren que su acción puede surtir efecto hasta distancias de entre 3 y 5 kms), si bien al ser transportadas por el viento, el área afectada mayoritariamente es un sector en el que la intensidad es decreciente a medida que aumenta la distancia al foco de emisión.

Por el contrario las feromonas de antiagregación tienen un radio de acción mucho más reducido, como se deduce a continuación:

Durante la colonización de las leñas todos las unidades ó segmentos de rama de un mismo conjunto se encuentran por lo general en igual etapa de ataque, por lo que están más o menos sincronizados, reforzándose el efecto de atracción o repulsión, según el caso, por la acción conjunta de los distintos elementos. No obstante en determinadas ocasiones es posible que alguno de ellos resulte especialmente atractivo, por lo que registra un gran índice de ataque cuando los restantes aún no han sido atacados. Este caso ha sido observado durante 1987 (La Jara) de uno de los segmentos de rama colocados radialmente alrededor de uno de los árboles; en éste se alcanzó una densidad de 8 pen./dm² cuando los restantes del conjunto aún no habían comenzado la fase de ataque inicial. Las bajas temperaturas que siguieron a continuación provocaron una detención del ataque hasta 5 semanas después, cuando se inició la fase de ataque masivo en los troncos restantes. La densidad de ataque a partir de ese momento fue muy variable entre los distintos troncos del conjunto, nula en el tronco atacado anteriormente, mínima en los troncos más próximos y máxima en los situados en la zona opuesta (***) en los que se registró el 75% del ataque total. Por lo tanto, dentro del conjunto, el efecto de las feromonas de antiagregación se limitó a una zona restringida a las proximidades del tronco del que procedían. En condiciones normales, cuando el ataque es sincrónico en todo el conjunto, estas feromonas actúan de pantalla protectora por lo que el efecto se ejerce a corta distancia. El ataque por tato es desviado, pudiendo proseguir, como ha sido observado, en troncos o conjuntos situados a pocos metros de distancia.

Características del ataque en el olivar granadino

a) Duración del periodo de ataque a leñas.

Durante los años 1986-1989 el periodo de ataque ha transcurrido entre los siguientes intervalos de tiempo:

1986---20-IV y-10-VI

1987---10-III y-20-V

1988---8-III y-27-V

1989---16-III y-2-VI

De los 68 días de media ($S = 13$) en que transcurre el ataque el 30-40% corresponde a la fase de ataque inicial (excepto en años y lugares de poda en zona muy atacada, en el tiempo restante, que corresponde a la salida masiva de las galerías de alimentación se producen las etapas de ataque masivo. Hemos observado que el lugar del olivar donde se efectúa la poda puede determinar que el ataque a las leñas se retrase o no. Así, si la poda se hace en zonas donde hay población de *P. scarabaeoides* en el árbol, el ataque a las leñas de poda se realiza inmediatamente durante la poda, pero si esta tiene lugar en zonas de muy baja o nula población del insecto, estas leñas serán atacadas una vez que se encuentren almacenadas

Distancia entre focos

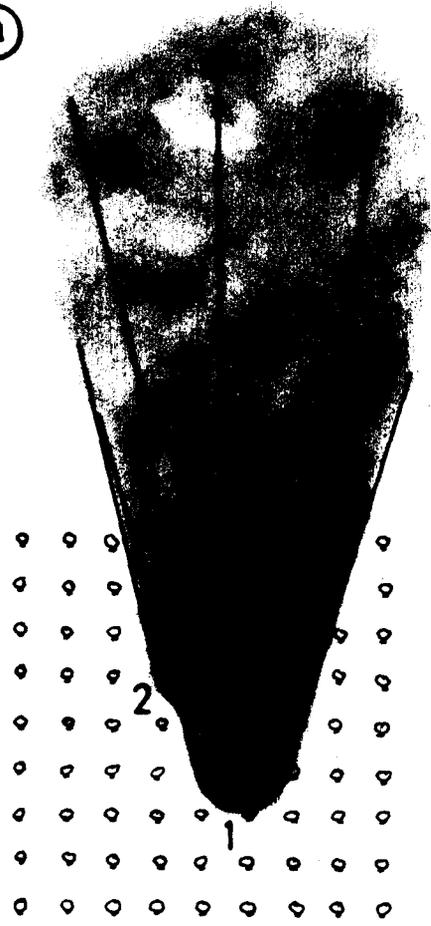
Se ha observado que dependiendo de la distancia entre grupos de leñas (focos de atracción), el ataque del escolítido a las mismas se puede producir de dos formas :

— 1) Ataque simultáneo : Ocurre cuando la distancia entre dos grupos de leña es inferior a 50-60 m (fig. 29). Ambos se comportan como un único foco de atracción y la intensidad del ataque masivo a cada grupo guarda relación directa con el número de individuos existentes en la fase inicial. Este caso ha sido observado en los

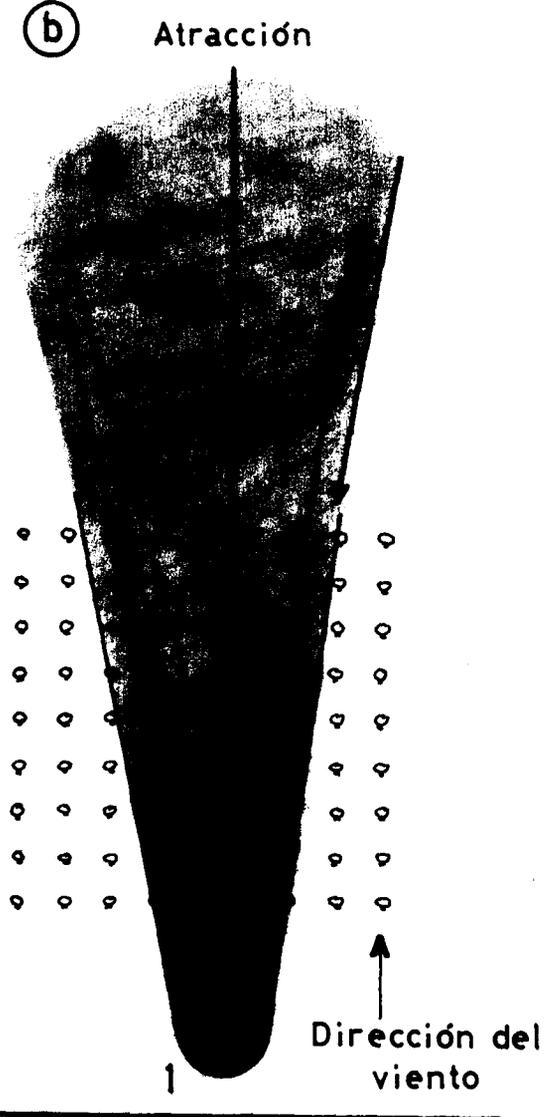
experimentos y (M & M) realizados durante 1896 y 1987.

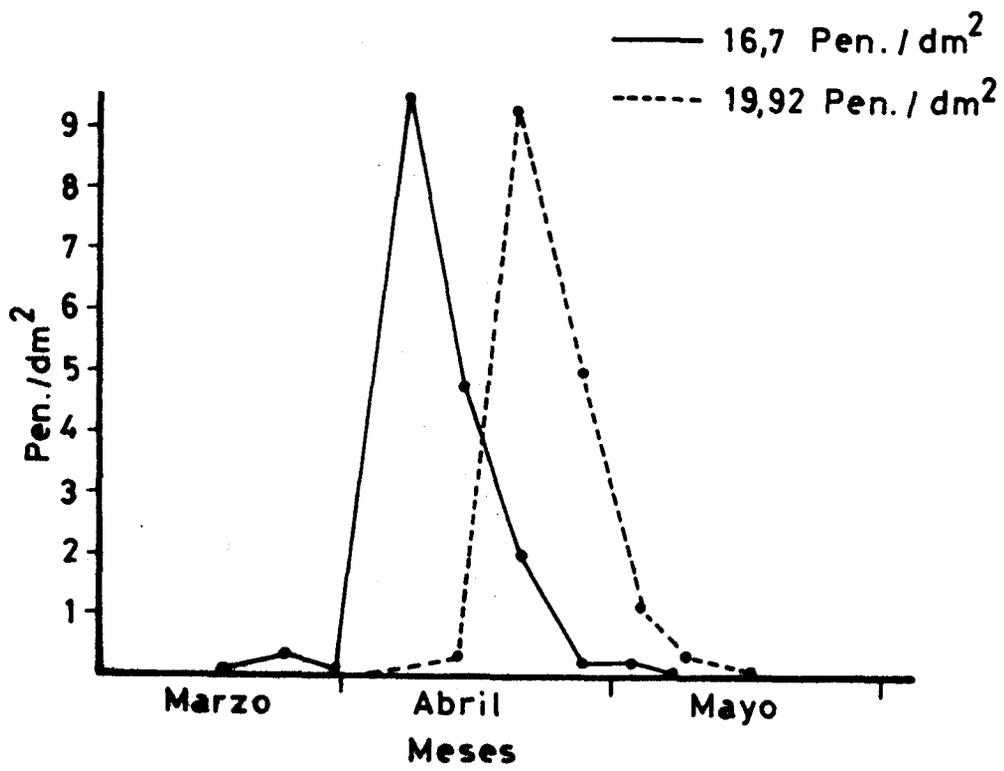
— 2) Ataque secuencial : Tiene lugar cuando la distancia que separa ambos grupos es superior a 50 m, pudiendo variar este valor en función del viento. En este caso, el ataque masivo se produce primero en aquel grupo donde el ataque inicial ha sido superior y posteriormente en el segundo grupo, el cual se constituye entonces como grupo principal. En la fig. 29(b) podemos observar como (experimento n. , realizado durante 1986) la población del escolitido es atraída hacia el foco más alejado, donde se realiza el ataque masivo. Posteriormente, cuando comienza la liberación de feromonas de repulsión, el ataque prosigue en el segundo grupo, en el que como vemos en la fig. 30 el ataque masivo coincide con el ataque decreciente en el primero. Para ratificar la influencia de la distancia entre los focos en la realización del ataque, durante 1988 se realizó el experimento número , consistente en la colocación de 13 grupos de leña de poda, colocados a distancias de 40 m entre ellos y formando una cruz (M & M). Durante el mes de Marzo comienza la fase de ataque inicial en la mayor parte de los grupos (fig 31) sin embargo dado que la concentración de kairomonas es superior en la zona central de la cruz, es en los grupos 1 y 8 donde se producen el mayor número de ataques. Posteriormente entre el 3 y 10 de abril se produce una disminución en el ritmo de entrada debido a la disminución de la temperatura. Cuando se reanudó a mediados de abril, se produjo el ataque masivo en la mayoría de los grupos. La mayor concentración de feromonas de agregación procedía de los grupos centrales (1 y 8) debido a la mayor cantidad de galerías existentes en ellos desde la fase de ataque inicial, por lo que fué en éstos donde se canalizó el ataque, junto con el grupo 5 que se encontraba dentro de la zona de influencia de los dos antes mencionados (fig 31). Una nueva disminución de la temperatura, a finales de abril, junto con el inicio de liberación de feromonas de repulsión en los grupos mencionados favoreció la detención del ataque en el conjunto de los grupos, reanudandose durante el mes de mayo en los grupos 4, 11 y 13. En este experimento se pone de manifiesto la simultaneidad del ataque en los grupos centrales, así como la

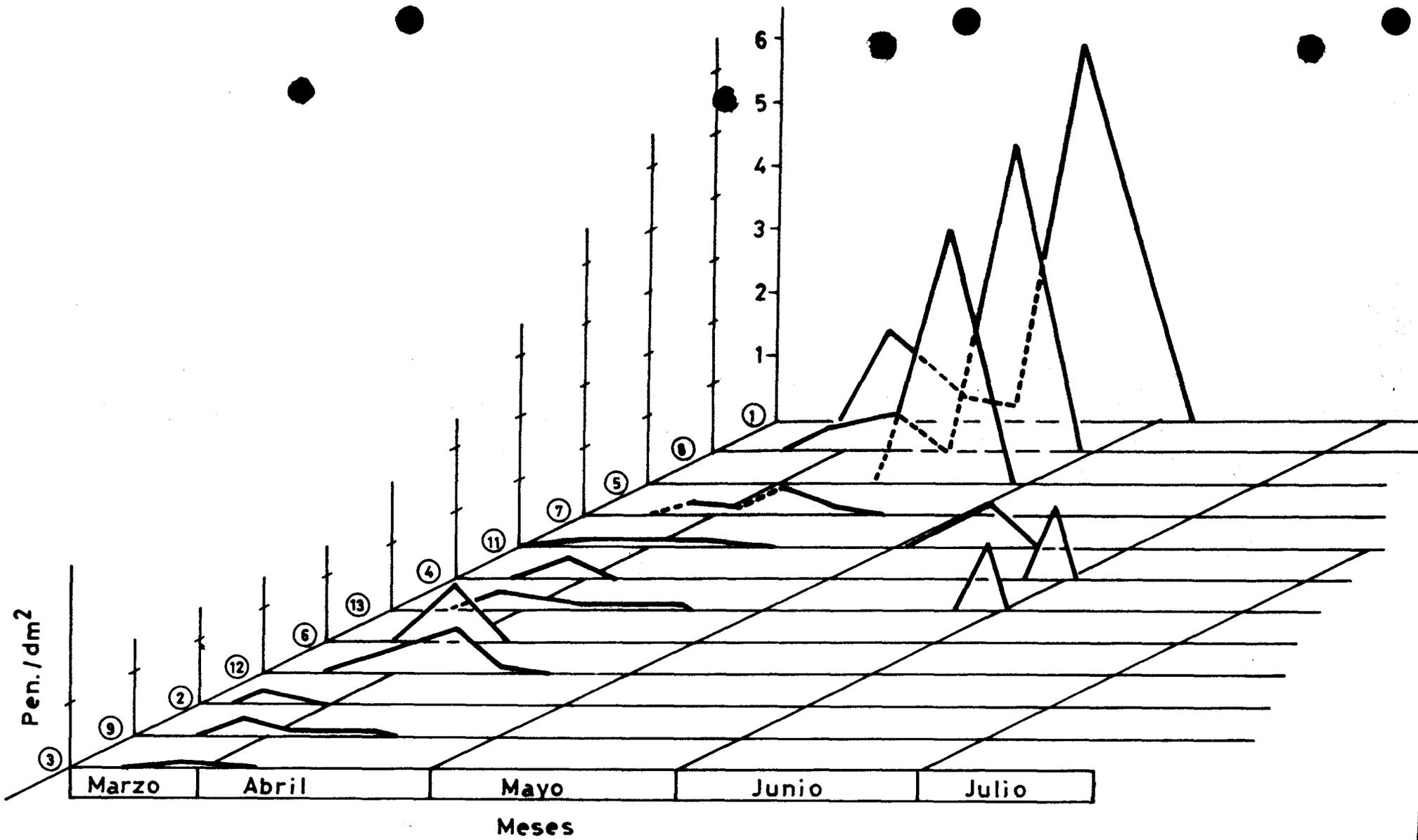
(a)



(b)







secuencialidad entre los más alejados la mayor proporción del ataque se produjo, como vemos en la tabla 3, durante la segunda quincena de abril.

FECHA	% ATAQUE PRODUCIDO	GRUPOS
22 III - 14 IV	23.8%	1 al 13 (excepto 10)
14 IV - 29 IV	65.2%	1, 5, 8
29 IV - 20 V	3.9%	11
20 V - 27 V	6.9%	4 y 13

Tabla 3.- Proporciones de ataque observadas en cada uno de los intervalos de tiempo (experimento).

Generaciones parciales

Como ya se indicó (Capítulo...) los individuos descendientes de la 1ª generación normalmente presenta un período de alimentación previo al de invernación. Sin embargo, si por cualquier causa (accidental o provocada) las ramas en las que se encuentran son despojadas del árbol, la detención del flujo de savia es detectado por los individuos que están alimentandose, los cuales salen de sus galerías y comienzan a reproducirse de nuevo, utilizando los segmentos de mayor grosor de las ramas para realizar las galerías de reproducción.

Estas generaciones iniciales, puesto que solo la realizan una pequeña parte de la población del insecto, pueden llevarse a cabo mientras las condiciones ambientales sean favorables:

- Temperatura media superior a 15°C
- Insolación superior a 9 h

Dadas las características de cada año, la reproducción se efectuó bajo condiciones naturales, hasta finales de Septiembre de 1987 y finales de Octubre de 1988. A partir de éstas fechas los adultos que aun permanecen en las galerías de alimentación (una

gran proporción han emigrado a celdillas de invernación desde primeros de Septiembre) no se reproducen, sino que estimulados por la desecación de la rama, construyen celdillas de invernación.

Para conocer si estas generaciones parciales se producían también sobre leñas de poda, similares a las de la 1ª generación, colocamos troncos cebo, cuando se estaba produciendo la salida de los individuos de la 1ª generación durante 1987 y 1988 (Exp. n.....). Pudimos observar que todos los individuos se dirigieron a los brotes terminales de los olivos, y que en ningún caso supusieron un estímulo para que abandonaran las galerías de alimentación.

Llegada y acoplamiento.

Durante la fase de ataque inicial, las hembras, atraídas por las sustancias liberadas por la madera son las primeras que localizan las leñas. Posteriormente, transcurridos desde horas hasta 1-2 días los machos acuden, atraídos principalmente por éstas efectuándose entonces el acoplamiento.

En las galerías examinadas en troncos tomados del campo hasta la segunda quincena de ABRIL de 1986, observamos que el % de hembras vírgenes (Tabla 4) es alto ($X=16.88\%$ por tronco)

si lo comparamos con el observado durante la fase de ataque masivo en el que disminuyó a $X=1\%$ por tronco. Esto probablemente es debido a que durante la primera etapa, es decir hasta la segunda mitad de ABRIL, predominan los troncos que se encuentran en la fase de ataque inicial, donde el número de hembras es superior al de machos. Sin embargo en la fase de ataque masivo machos y hembras son atraídos conjuntamente por los individuos presentes en la madera (CHARARAS 1987, llegan simultáneamente, por lo que es menor la probabilidad de que las hembras permanezcan sin aparear. En éste caso el acoplamiento se efectúa en la superficie del tronco.

Sin embargo dado que en una misma zona existe la posibilidad de que los distintos conjuntos de leña se encuentren en discordancia de fases, es posible explicar la presencia de troncos (Tabla 5, 10-15 de mayo) en los que el índice de hembras vírgenes es anormalmente alto cuando el resto de ellos se encuentran en fase de ataque masivo.

Durante el ataque inicial el acoplamiento tiene lugar frecuentemente cuando la hembra se halla iniciando la galería, en el momento de la perforación del túnel de entrada. De ésta sobresale el extremo del abdomen fuera del tramo inicial del túnel y llegado el macho éste efectúa el acoplamiento del modo indicado en la (Fig. 32). Puede ocurrir que cuando el macho llegue la

	Fecha	N gal Observadas	Presencia hembras solas			Localización hembras solas		
			Total	Vivas	Muertas	Entrada	Izq.	Der.
A	5-10	13	1	1				
B	10-15	71	13	13		13		
R	15-20	22	10	10		10		
I	20-25	40	4	4		1	3	
L	25-30	54	2		2		2	
	1-5	7						
M	5-10	22						
A	10-15	31	21	21		21		
Y	15-20	20						
O	20-25	16	2				2	
	25-30	40	3		3		3	
J	1-5	36						
U	5-10	18						
N	10-15	20	2		2		2	
I	15-20	18	1		1		1	
O	20-25	15	2		2		2	
	25-30	20						
J	1-5	28						
U	5-10	20						

5
 TABLA 5. Presencia y localización de hembras solas en las galerías de reproducción.

hembra se encuentre ya construyendo el vestibulo, o cámara de acoplamiento, lugar donde se efectúa entonces la fecundación.

En la etapa de ataque masivo, dado el mayor sincronismo de llegada de machos y hembras, el acoplamiento se efectúa en la superficie del tronco, posteriormente la hembra acompañada del macho busca un lugar propicio para iniciar la galería.

Durante el mes de junio de 1986, así como en diversos experimentos realizados en laboratorio, hemos observado que en el 3.8% de los casos la hembra no es localizada por el macho. En este caso durante los dos o tres primeros días ha excavado tramo inicial y vestibulo, prosigue posteriormente de modo irregular, abriendo cámaras, ensanchamientos, sin ningún modelo determinado (Fig. 33). Pasados 10-20 días esta muere (60% de los casos) o bien, abandona la galería (20% del total).

Construcción de la galería.

Efectuado el acoplamiento la hembra inicia la galería (caso de acoplamiento en superficie) o prosigue la excavación (cuando el acoplamiento se efectúa en el interior) impulsada por el macho, el cual la estimula empujándole repetidamente hacia el final del túnel para lo que se vale del vertex con el que golpea el extremo abdominal de ésta. Además se ha observado que el macho efectúa movimientos vibratorios de las antenas sobre los últimos unopleuritos de la hembra, de modo que el rozamiento efectuado principalmente con los mechones de sedas situados en los arborescencias basales, la estimulan para proseguir su actividad. Este comportamiento ha sido observado igualmente por DOGANLAR y SCHOPH (1984) en *Scolytus intricatus*.

El macho se encarga de limpiar la galería de heces y excrementos para lo que periódicamente se desplaza desde el vestibulo o tramo inicial al extremo donde se encuentra la hembra, con objeto de retirar el serrín producido.

Durante los meses de ABRIL a JULIO de 1986 se examinaron 347 galerías, observándose que en el 92% de las galerías (tabla 4) ($X=95\%$ por tronco, $S=7,9\%$, $n=24$), el macho se localizó en el tramo inicial de acceso o vestibulo y en el resto en algunos

A	5-10	13			12		13	
B	10-15	71			58		58	
R	15-20	22			20		20	
I	20-25	40		1	36		36	
L	25-30	54		3	40	7	45	
	1-5	7					7	
M	5-10	22			22	1	2	
A	10-15	31			10		10	
Y	15-20	20			20	2	18	
O	20-25	16			14	7	7	
	25-30	40		7	30	12	25	
J	1-5	36	5	4	27	9	27	
U	5-10	18			15	14	4	3
N	10-15	20		2	12	10	8	4
I	15-20	18			3	9	9	12
O	20-25	15				4	1	13
	25-30	20	2		2	10	2	16
J	1-5	28				5		24
U	5-10	20						20
								15

4
 TABLA 4. Localización de machos y hembras en las galerías de reproducción.

de los brazos donde se encontraba la hembra. La gran frecuencia del primer caso es consecuencia de que en los desplazamientos del macho para eliminar el serrín este emplea poco tiempo, localizándose principalmente en la entrada de la galería.

Para iniciar la apertura de los brazos, se ha visto que la hembra comienza normalmente en el extremo izquierdo del vestibulo, continuado en esta dirección durante un tiempo variable de entre 15-30 días. Posteriormente esta se dirige hacia el vestibulo comenzando la apertura del brazo derecho. frecuentemente vuelve al brazo izquierdo, lo cual puede estar motivado por la existencia de nudos o zonas de madera mas dura.

Si consideramos los datos obtenidos a partir del examen de galerías efectuado entre MARZO y JULIO de 1986 (Tabla 4), vemos que durante la primera mitad del periodo de construcción de las galerías, predominan aquellas (X=80%, S=5.5) en las que la hembra se encuentra construyendo el brazo izquierdo, durante el resto del periodo, estos % disminuyen hasta un 59%. El que aun en estas fechas se localicen principalmente en el brazo izquierdo se debe a que la mayor parte del ataque se produjo entre el 5 y el 20 de MAYO por lo que la mayor parte de ellas siguen siendo de reciente formación. Durante el mes de JUNIO, dado que la mayoría tienen mas de 20 días de antigüedad, predominan aquellas en las que la hembra se encuentra en el brazo derecho (X=67%, S=25). Ocasionalmente se han encontrado galerías con dos e incluso tres hembras. En el primer caso cada una de ellas construye un brazo de la galería, alternando el macho la eliminación del serrín producido por cada una de ellas. En el segundo, una de las hembras permanece en uno de los brazos sin construir ni deponer huevos.

Localización de las galerías.

Este escolitido tiene una marcada preferencia por construir la galería en las zonas del tronco de menor insolación (partes inferiores y laterales de troncos horizontales y cara Norte y Este de troncos verticales). En los troncos que permanecen bajo el sol, la proporción de galerías iniciadas en la zona de mayor insolación, que es mínima, puede observarse en casos de elevada densidad de población ($P > 20$ gal./dm²). Esto es

debido a que a diferencia de otros escolitidos (como es el caso de *S. intricatus* que ataca preferentemente las zonas de mayor insolación) (YATES, 1984), *P. scarabaeoides*, (como ocurre con *S. scolytus* y *S. multistriatus*, Kirby y Fairhurst, 1983, y con *P. liminaris*, Rexrode, 1982)) encuentra su temperatura más adecuada en estos sectores, máxime considerando que la temperatura alcanzada por la madera en los días calurosos puede sobrepasar los 40 °C.

Cuando los troncos permanecen en la sombra, los primeros individuos penetran en las caras inferior y laterales, más resguardadas de la luz, y sólo cuando la densidad de población sobrepasa de 10-15 parejas/dm² (considerando el área total susceptible de ataque) se observan penetraciones en la cara superior (Tabla 6).

Pen/ dm ² S total	% GAL construidas		% de superficie
Densidad de ataque	Zona Inf.	Zona Sup.	atacada
<2	100		<20%
2-5 Pen/dm ²	100		20-40%
5-10 Pen/dm ²	85	15	40-70%
10-15 Pen/dm ²	70	30	70-90%
15-20 Pen/dm ²	40	60	100%
>20 Pen/dm ²	0	100	100%

TABLA 6 -Localización de las galerías en leñas que permanecen a la sombra, según densidad de ataque y porcentaje de área total utilizada en la construcción de las galerías (JARA, 1988).

Por consiguiente, cuando la densidad de ataque se mantiene por debajo de 5 pen./dm² las galerías se localizan en la zona inferior. A lo largo del proceso de ataque las preferencias del fitófago cambian como se observa en la Fig. 34 en la que se aprecia el aumento del ataque en la zona superior, rebasando a la zona inferior cuando la densidad supera las 17 pen./dm².

Debido a que la colonización no se realiza homogéneamente por

toda la superficie, existiendo zonas sin atacar, la densidad puede expresarse como:

a) densidad general de ataque (ρ_1).— Número de galerías por dm² de superficie total.

b) densidad real de ataque (ρ_2).—Número de galerías por dm² de superficie atacada.

Por encima de 15-18 gal/dm² ambos valores coinciden puesto que se ocupa el 100% de la superficie no obstante debido a la poca uniformidad en la distribución de las galerías, la densidad real es variable según el sector considerado.

La relación entre las dos densidades (Fig 35) viene dada por la siguiente ecuación logarítmica:

$$\rho_1 = 2.68 + 4.41 \log \rho_2$$

siendo el coeficiente de correlación para la regresión logarítmica de 0.918.

Por otra parte, los troncos que permanecen en lugares más o menos oscuros, tales como almacenes o aquellos que se localizan en el interior de los apilamientos de leña, presentan más uniformidad de ataque en toda la superficie, en estos los valores de densidad general y real son más parecidos. Igual fenómeno ha sido descrito para *P. liminaris*, el cual demuestra uniformidad en el ataque cuando lo efectúa sobre ramas que se encuentran en lugares sombríos (Rexrode, 1982).

La colonización de las zonas laterales y superior, a medida que aumenta la densidad de población, comienza cuando la densidad en la zona inferior sobrepasa de 5 pen./dm². Esto implica un aumento de la superficie correspondiente a las galerías de reproducción (Tabla 6); con valores superiores a 15 galerías/dm² de área total, el 100% de ésta es ocupada si bien la densidad real en cada una de las zonas es muy diferente.

Así pues la hembra a la hora de iniciar el orificio de la galería puede conocer la densidad de población en la superficie. En este sentido se ha demostrado la existencia de un mecanismo regulado por mediadores químicos (FURNISS et al 1976; DYER y HALL, 1977 a; LINDGREN et al 1988), o feromonas de antiagregación en la colonización de *Dendroctonus pseudotsugae* Hopk.

En la reducción de la competencia intraespecífica por el

espacio, (según se ha sugerido por RUDINSKY y MICHAEL, 1973; SAFRANYIK, 1988) interviene la producción de sonido, emitido en otras especies por las hembras (RUDINSKY y MICHAEL, 1973).

Basandonos en las observaciones de SASAKAWA & YOSHIYASU (1983) a cerca de la existencia de órganos estridulatorios en escolitidos de importancia en la selección de la pareja hemos podido conocer que en *P. scarabaeoides* son del tipo litro-abdominal (foto.....). Como puede observarse, el mayor desarrollo en los machos sugiere que sean éstos los principales implicados en la emisión de sonidos. La hembra decide el emplazamiento de la galería de acuerdo con la intensidad del sonido, directamente proporcional al número de galerías vecinas.

Otra preferencia que manifiesta el fitófago es la de aprovechar aquellas zonas donde la superficie presenta irregularidades tales como rugosidades, zonas de inserción de ramas, yemas, protuberancias, grietas, erosiones producidas por la poda, etc. En estos lugares es más fácil iniciar la apertura que en zonas de corteza lisa en las que frecuentemente se observan abandonos de la hembra. Los primeros individuos en llegar disponen de una mayor proporción de estos lugares en relación con los últimos, hecho que se pone especialmente de manifiesto en casos de elevada densidad del escolitido. Rexrode, (1982) indica también este hecho en *P. liminaris*.

Considerando los resultados obtenidos durante 1986 ("La Jara"), del examen de troncos efectuado semanalmente, que fueron retirados del campo a intervalos de 5-7 días desde primeros de ABRIL a primeros de Junio, se manifiesta que durante los primeros 7 días de ataque, los orificios de penetraciones se localizan en zonas de corteza irregular con un 70% de frecuencia. A medida que el ataque se desarrolla la proporción disminuye gradualmente, observándose a primeros de Junio que cuando la densidad alcanza las 20 parejas/dm² tan sólo el 10% de las galerías tienen apertura en dichos lugares (Fig.36).

Correlación de la densidad de ataque en el diámetro del tronco.

Cuando existe una particular preferencia por determinados troncos a causa de su mayor producción y liberación de atrayentes primarios, lo normal en un mismo grupo es que el ataque se efectúe paralelamente en todos los elementos (siempre que la densidad de la población susceptible de ataque sea lo suficientemente numerosa en relación con el número de troncos-cebo).

La producción de kairomonas es superior en los troncos de mayor diámetro por lo que en éstos el ataque inicial alcanza generalmente el máximo valor. Este hecho implica que sea en éstos donde se alcance en la fase de ataque masivo la mayor densidad de ataque.

Al igual que en otras especies (*Scolytus multistriatus*, SVIRA y KOEHLER, 1982; KIRBY y FAIRHUST, 1983) se ha observado la existencia de una correlación entre densidad de ataque y diámetro de las leñas. Para el caso observado durante 1986 en las dos zonas de estudio los coeficientes de correlación (regresión lineal) fueron de 0.832 y 0.835 en cada una de las zonas estudiadas. La ecuación que relaciona ambas variables (cuya recta es la representada en la Fig.37) es la siguiente:

$$\text{Pen./dm}^2 = 14,095 + 5,445 \phi \text{ (cm)}$$

Factores que afectan a la construcción de las galerías.

Dado que la reproducción puede efectuarse en diferentes estaciones del año; durante la realización de la galería el escolítido puede estar sometido a una gran variedad de condiciones ambientales, dependiendo de la época en que se inicia la generación.

Durante la primera generación, la más numerosa, el amplio rango de condiciones climáticas existentes desde Marzo a Junio (época en la que se producen las penetraciones en la madera de poda hace que los individuos se puedan afectar de distinto modo). Estas van a influir de una forma decisiva sobre la duración del período y ritmo de construcción, y por tanto en la longitud de las galerías.

Existen otras variables como lo son el modo de almacenamiento de la madera, donde se conjuntan factores como temperatura, grado de hidratación de la madera (velocidad de evaporación), los cuales tienen una gran influencia sobre la longitud del periodo de construcción y fecundidad.

Duración del periodo de construcción.

El periodo durante el que pueden observarse galerías en construcción correspondientes a la primera generación (observado durante los cuatro últimos años), tiene una duración total media de 97 días , $s = 13.88$.

Año	Fecha inicio	Fin construcción	días
1986	1-IV	30-VI	90
1987	5-IV	28-VI	83
1988	5-III	30-VI	115
1989	15-III	26-VI	100
			$x = 97$

TABLA 7.- Duración del periodo de galerías en construcción en cada uno de los años estudiados.

La duración de construcción de cada galería es muy variable, situándose entre los 20 y 70 días según las condiciones.

Los factores que influyen en esta duración son:

- Temperatura
- Grado de hidratación de la madera (velocidad de evaporación)
- Diámetro de la rama
- Fecha de penetración en la madera
- Densidad de ataque
- Pluviosidad

Efecto de la temperatura .

Esta influye en la duración de construcción de los modos

siguientes:

--Determinando el grado de actividad biológica de los adultos.

--Regulando la velocidad de eliminación de agua en madera de poda.

Existe una estrecha relación entre temperatura y grado de actividad biológica del barrenillo. Los valores máximos y mínimos pueden determinar una detención de la excavación.

Como dijimos anteriormente, bajo condiciones naturales *P. scarabaeoides* ataca las maderas de poda cuando la temperatura máxima sobrepasa los 17°C (insolación > 7 h). Nosotros hemos observado que bajo condiciones de laboratorio de temperatura media de 15.5°C (17-14°C) y fotoperiodo 12L:8O los adultos son incapaces de comenzar la reproducción. Sin embargo en las galerías ya iniciadas antes de efectuar el cambio de temperatura, los adultos prosiguen su excavación, si bien, con un ritmo más lento ya que en estos intervalos de temperatura se produce una disminución considerable de la actividad biológica de los adultos los cuales presentan movimientos lentos y con escasa capacidad de reacción.

Esta actividad se detiene si la temperatura mínima disminuye de 13 C°, por lo cual el periodo de construcción diario está en función del tiempo durante el cual este se mantiene sobre los 14 C°. A partir de este valor la actividad aumenta hasta los 20-25 C°

A partir de 30-35 C° de temperatura máxima los adultos se muestran más inquietos dentro de la galería, presentando una mayor tendencia a abandonar la construcción en busca de lugares más frescos.

El margen óptimo en el cual la realización de la galería se efectúa a pleno rendimiento se sitúa entre los 20-30 C°, por lo que el periodo de construcción diario es mayor cuanto mayor número de horas se mantenga la temperatura dentro de dicho intervalo

Hay pues que diferenciar entre período de estancia dentro de la galería, que está determinado por las fechas de penetración de emergencia de adultos y periodo de construcción real, definido por el tiempo total empleado en la excavación, bajo una temperatura favorable.

En condiciones naturales, dada la variabilidad de temperatura existente durante la primera generación los períodos de estancia

de adultos en la galería puede ser muy variable según se consideren los individuos penetrados en Marzo o Mayo, ya que los primeros pueden presentar largos períodos de inactividad, sin embargo el tiempo empleado en la construcción puede ser mas parecido, presentándose en ambos casos diferentes ritmos de construcción.

Como vimos, una de las preferencias del fitófago es por las zonas de menor insolación como mecanismo de defensa ante la excesiva temperatura. Sin embargo se ha observado que frecuentemente las leñas atacadas en el campo se almacenan (durante el mes de Abril o primeros de Mayo) en lugares al aire libre. En estos casos es frecuente observar que en aquellas zonas atacadas que quedan expuestas al sol se produce la muerte de los adultos en el interior de las galerías debido a la elevada temperatura que se alcanza en ambas zonas.

4.2 Grado de humedad de la madera .

El contenido de humedad es otro factor muy importante pues determina la mayor o menor facilidad de avance en la construcción, influyendo directamente en la fatiga de las hembras y por consiguiente en el rendimiento de la excavación.

Así pues cuando éste se encuentra dentro de unos niveles óptimos estos probablemente favorezcan la construcción y la recuperación del liquido perdido por la hembra en la deposición de huevos.

La madera de poda está sometida a una intensa pérdida de agua. Las curvas de eliminación (Fig 25????) indican que existen dos períodos claramente diferenciados.

Tomando como base la leña obtenida a primeros de Marzo (teniendo en cuenta que aunque la poda se efectúa desde Enero a Abril, es en Marzo cuando empiezan a observarse las primeras penetraciones y a consecuencia de esto suele ser la que alcanza mayor grado de infestación), el primer periodo transcurre en un plazo de 20 dias, eliminándose entre un 12 y 15% de la masa inicial (Fig.25????)(para leñas de 50 cm, siendo éste valor superior

en

las de menor longitud). Durante el segundo período se produce una disminución en la velocidad de evaporación, eliminándose, hasta primeros de Julio un 15% más aproximadamente.

Esta pérdida progresiva implica un aumento del grado de dureza de la madera, siendo más afectados aquellos individuos que penetran posteriormente, durante Abril o Mayo que durante el mes de Marzo.

Los experimentos realizados en laboratorio indican que las pérdidas superiores al 25-30% pueden comenzar a ser inapropiadas para su reproducción, dada la inapetencia que el fitófago demuestra para atacarlas. Sin embargo la construcción, aunque con mayor dificultad puede proseguir hasta valores próximos al 35%. Si consideramos el caso de las leñas que permanecen almacenadas en lugares cerrados (Fig.38), la pérdida de agua se reduce considerablemente, por lo que durante la primera generación ésta se mantiene por debajo del 25% de pérdida hasta el mes de Julio . Para los individuos que se reproducen en ellas este factor no supone una limitación excesiva en la construcción, presentando como más adelante veremos, los máximos períodos de construcción.

Por otra parte, las leñas que permanecen al aire libre presentan distinto grado de humedad dependiendo de su exposición más o menos directa a los rayos del sol incluso en un mismo tronco. Las zonas de insolación presentan menor contenido de humedad, por lo que en los casos en que alguno de los brazos de las galerías se internan hacia éstas zonas, presentan características distintas, siendo estas galerías generalmente de menor longitud.

Si consideramos la madera en la que se reproducen los individuos de la segunda generación, perteneciente a ramas desgajadas durante el verano, ésta experimenta una pérdida de agua mucho más acelerada debido a la mayor temperatura alcanzada durante los meses de verano. En leñas desprovistas de hojas , a igualdad de longitud (Fig 38), se alcanzan niveles superiores al cabo de tiempos similares. A los 10 días aproximadamente se elimina el 20% de la masa inicial. Teniendo en cuenta que en las

generaciones sucesivas a la primera, la reproducción la efectúan en ramas desgajadas, la presencia de follaje incrementa aún más la velocidad de transpiración, por lo tanto la curva de eliminación presenta una pendiente superior, razón por la cual los individuos disponen de un menor plazo de tiempo para la construcción de las galerías.

4.3 Efecto combinado de temperatura y humedad.

Siendo éstos dos factores estrechamente relacionados, su efecto combinado es el principal determinante de la duración del período de construcción.

Refiriendonos a la primera generación del escolítido que se efectúa en la madera de poda, diferenciamos entre:

- 1) Leñas que permanecen en el campo.
- 2) Leñas almacenadas en lugares cerrados.

1) Entre las primeras, las galerías iniciadas a primeros de Marzo (1988) presentan una duración media de 44 días ($S=8.1$; $n=20$) oscilando entre 35 y 51 días. Durante este período la temperatura se mantuvo entre los 5 y 22°C, con un valor medio de 14°C. Debido a esta gran oscilación de temperatura, cuya media general se sitúa en el límite inferior tolerado para la construcción, ésta resultó limitada, principalmente durante la primera mitad del período de construcción. La humedad de la madera no supuso un factor limitante pues se mantuvo bajo el 30% de pérdida de masa.

Las galerías iniciadas durante el mes de Abril (10-IV-88) tuvieron períodos de construcción entre 35 y 48 días, con un valor medio de 41 días ($S=7.3$; $n=20$) ($t=1.23$); lo cual no difiere significativamente de las anteriores (****) (Fig 39).

Si consideramos las galerías iniciadas en el mes de Mayo (10-V-88), éstas obtuvieron una media de 35 días, oscilando entre 29 y 38 días ($S=5.2$; $n=20$) ($T=2.99$), éstas no difieren significativamente de las anteriores, aunque sí de las iniciadas en marzo. Durante el período 10-V al 15-VI la temperatura media fué de 18.47°C, oscilando entre las medias máximas y mínimas de 26.5 y 10.5°C. En éste intervalo, cuya temperatura media se sitúa en el límite inferior del margen óptimo de temperatura (20-30

grados C), escolítido puede realizar la construcción con mayor rendimiento que en los casos precedentes. Por otra parte, durante estas fechas la pérdida de masa que se produjo fué de entre 5-10% sobre aproximadamente el 25% inicial, por lo que al final del mismo los troncos se encontraban en una disminución total del 30-35% lo cual supone una mayor dificultad en el avance provocando que los adultos comiencen a abandonar las galerías a primeros de Junio.

Dado que las observaciones indican que lo más frecuente (a excepción de 1988) es que el ataque se produzca principalmente en el mes de Mayo, generalmente en condiciones naturales las galerías tendrán duraciones en su construcción de aproximadamente entre 30 y 40 días.

Un hecho que ocurre frecuentemente es que las leñas de poda se almacenen en casas cortijos, o en almacenes situados en las proximidades del olivar. En estos las condiciones ambientales particulares determinan una modificación en el comportamiento del escolítido. La mayor humedad de la madera junto con la menor variación de la temperatura que se mantiene entre 15 y 25 °C durante la mayor parte del tiempo, con medias próximas a 20 grados C, facilitan la excavación de la galería. Así pues, en éste caso se ha observado (durante 1988) que los individuos que penetraron a principios de Marzo presentaron gran actividad, construyendo las galerías durante 51 y 67 días ($X=60,27$ $S=9,77$; $n=40$)(Fig.39).

Las generaciones sucesivas que el escolítido puede efectuar desde el comienzo de las primeras emergencias de los descendientes a finales de Junio se llevan a cabo únicamente en ramas descajadas de los árboles por causa accidental además de aquellos árboles debilitados a causa de sequía o otras enfermedades.

Durante el verano las ramas provistas de hojas experimentan un pérdida de masa mucho más acelerada, disponiendo por tanto el fitófago de menos de 30 días (en los que aún no se ha rebasado el 30% de eliminación) para la realización normal de la galería. El tiempo medio de construcción es éstas ramas durante los meses de Julio y Agosto fué de entre 15 y 30 días ($X=25$, $S=3.3$, $n=25$). La

temperatura que durante este tiempo alcanza medias máximas próximas a 35 C° junto con el prolongado período diario de horas de sol superior a 12 ,son otros factores que van a condicionar a los adultos para que abandonen antes las galerías.

Durante el mes de Septiembre, sin embargo la media aumentó a 33 días ($S=2.8$; $n=25$). Si bien en estas ramas la evaporación continúa siendo similar a la observada en los meses precedentes, (razón que delimita el periodo de construcción) sin embargo las temperaturas máximas, que disminuyeron a 30 C° de media y el fotoperiodo de entre 7 y 9 horas de sol, propician un más prolongado periodo de construcción.

4.4 Diametro de la rama

Este escolitido puede reproducirse en ramas de diámetros superiores a 0.5 cm. El ritmo de excavación es independiente del diámetro, y en ausencia de cualquier otro factor las ramas de pequeño grosor pueden impedir el desarrollo de la galería materna. En estas como sabemos, los escolitidos construyen las galerías con una trayectoria oblicua, aumentando así la longitud e impidiendo que los extremos de ambos brazos se pongan en contacto. Estas adaptaciones, si bien consiguen aumentar la longitud, esta es siempre inferior a las galerías construidas en leñas de grosores superiores.

Considerando las longitudes medias de las galerías, los diámetros son limitantes cuando no permiten alcanzar el valor medio, es decir cuando son inferiores a 2 cm y a 1 cm respectivamente en las leñas que permanecen almacenadas y al aire libre.

Densidad de ataque

Cuando la densidad de ataque se encuentra por debajo de 10 pen/dm² es poco frecuente que las galerías se aproximen hasta conectar los brazos respectivos, sin embargo a medida que el ataque sobrepasa de 10 pen/dm² la probabilidad de que esto ocurra aumenta. Cuando así sucede las hembras continúan excavando en el

brazo opuesto poniendo solución temporalmente. En los casos con elevadas densidades, (>17 pen/dm²) no es raro que los extremos de ambos brazos conecten con los de galerías vecinas, esto supone una limitación de la continuación de la galería materna y en ciertas ocasiones realizan por este motivo trazados ondulantes para intentar poner solución. (foto).

Ritmo de construcción de la galería.

Entendemos el ritmo de construcción como longitud (mm) de galerías excavada por día.

El rendimiento de la excavación y a consecuencia el ritmo de avance está determinado por factores que ejercen su influencia, bien regulando el grado de actividad biológica o bien oponiendo más o menos resistencia al avance del escolitido.

El ritmo de excavación en las distintas condiciones ha sido determinado mediante la recogida diaria del serrín producido, manteniéndolo en desecador (donde permaneció durante un tiempo superior a 60 días), siendo pesado a continuación con un error de 0.000001 gr. La relación entre el peso seco de serrín y la longitud de galería correspondiente resultó de 1,086 mg/mm.

A partir de los resultados obtenidos podemos diferenciar dos etapas diferentes durante la realización de la galería:

a) La primera y más prolongada, en la que el ritmo de construcción está determinado por causa extrínseca a los individuos como variaciones de temperatura y grado de dureza de la madera.

b) La segunda etapa en la que el ritmo disminuye. En ésta además de los factores antes mencionados se pone de manifiesto el desgaste y cansancio producido en los adultos (principalmente en la hembra). Su duración oscila entre 3 y 7 días.

Efecto de la temperatura diaria.- Dada su gran influencia en la actividad biológica, el ritmo de construcción es superior cuanto más tiempo se mantiene la temperatura diaria dentro del margen óptimo (20-30 C').

Tabla n. 7

Temp. media	intervalo de temperatura	ritmo medio diario (mm/día)
a) 15.5	14-17	0.41
b) 14	6-21	0.937
c) 19	15-22	0.62
d) 24.5	14-40	1.53
e) 20	15-25	0.92

En la tabla n.7 se muestran los ritmos medios diarios de avance en diferentes intervalos de temperatura.

a) Observados bajo condiciones controladas en laboratorio, correspondiendo el intervalo a la oscilación térmica diaria.

b,c,d) Correspondientes a condiciones naturales, observados en primera generación (b = marzo-abril, c = mayo-junio) y d = segunda generación (julio-agosto). En estos los intervalos de temperatura corresponden a todo el periodo completo.

e) Correspondiente a las leñas que permanecen en los almacenes cerrados. En la Fig. 40, en la que se representan las longitudes acumuladas en función de tiempo para galerías construidas bajo diferentes condiciones, observamos que la pendiente aumenta cuanto mayor es la temperatura media. Así mismo para las galerías construidas bajo condiciones naturales en las que se producen grandes cambios a lo largo del periodo (c) debidos al considerable aumento de la temperatura, este repercute en un paralelo aumento del ritmo medio diario, observandose la existencia de dos etapas diferentes.

Los ritmos medios de construcción, independientemente de la época del año son inferiores a los observados en otras especies como *P. liminaris*, la cual según REXRODE (1982) alcanza valores próximos a los 4 mm/día.

52) Efecto de la desecación de la madera.

Ademas de la variación en el ritmo debida al diferente grado de actividad y al tiempo diario empleado en la construcción, este disminuye a lo largo de la construcción debido al progresivo aumento de la dureza provocado por la deshidratación de la madera.

Si consideramos las galerías construidas durante el mes de Mayo (1988) cuando la madera se encontraba inicialmente con un 23% de pérdida de agua; la eliminación gradual del 5% sobre este valor implica una disminución del de excavación de 1 hasta 0.5 mm/día (Fig. 41).

En las ramas desgajadas durante el verano, las penetraciones se producen a los 2-4 días, cuando la eliminación es del 10-14%, el ritmo comienza con valores de entre 1.5 y 2.7 mm/día.(Fig. 42) .Dada la elevada velocidad de deshidratación, la disminución del ritmo se produce rapidamente, llegando a ser de 0.5mm/día a los 20 días ($X=1.42\text{mm/día}$).

Durante la primera generación, las leñas que permanecen en almacenes cerrados el ritmo de construcción de las galerías permanece practicamente constante en los 40 primeros días, este oscila entre 0.8 y 1.6mm/día y posteriormente disminuye hasta alcanzar valores de 0.4 a 0.8 mm/día (fig 43).

LONGITUD DE LAS GALERIAS

En general las galerías de reproducción de *P. scarabaeoides* oscilan según varios factores, entre 10 y 85 mm. Las longitudes observadas a partir de la medida de 400 galerías, agrupadas en clases o intervalos de 4 mm están representadas en la fig 12, donde se aprecia que predominan aquellas que poseen entre 25 y 50 mm, siendo el valor medio de 40,27 .

Ritmo y período de construcción son los dos factores que determinan la longitud de la galería, por lo tanto aquellos agentes que influyen sobre estos, determinan a su vez las dimensiones de las galerías. Atendiendo a las distintas condiciones en las que permanecen las leñas infestadas, diferenciamos entre:

1) Leñas que permanecen en el campo .-Durante la primera generación el ataque ocurre durante un periodo de 2-3 meses, durante el cual, como vimos anteriormente ritmo y duración del periodo de construcción varían notablemente en función de la fecha de penetración en la madera. A pesar de que los primeros en atacar (MARZO) presentan un periodo de construcción mucho mas prolongado que los últimos (MAYO) sin embargo las diferencias en el ritmo de construcción de ambos casos ocasionan que las longitudes totales alcanzadas no sean significativamente diferentes (**) ($33^{\circ}07' \pm 6^{\circ}94$ y $31^{\circ}27' \pm 5^{\circ}89$) contrarrestandose así la acción de ambos efectos.

La longitud media general es de 31.97 ± 7.2 mm (fig. 44).

2) Leñas almacenadas en lugares cerrados.- El valor medio es de 47.4 ± 11.6 mm, el cual es significativamente mayor que en el caso anterior debido a la mayor duración del periodo de construcción y a la menor limitación ejercida por los cambios de temperatura.

Longitudes alcanzadas según fecha de observación.

Las observaciones realizadas periódicamente durante 1986 y 1987 de galerías en leñas que permanecen en el campo (a intervalos de 5-7 días, $n = 5-10$ gal./observación) indican que durante la fase de ataque (fig. 45) las longitudes medias muestran un aumento

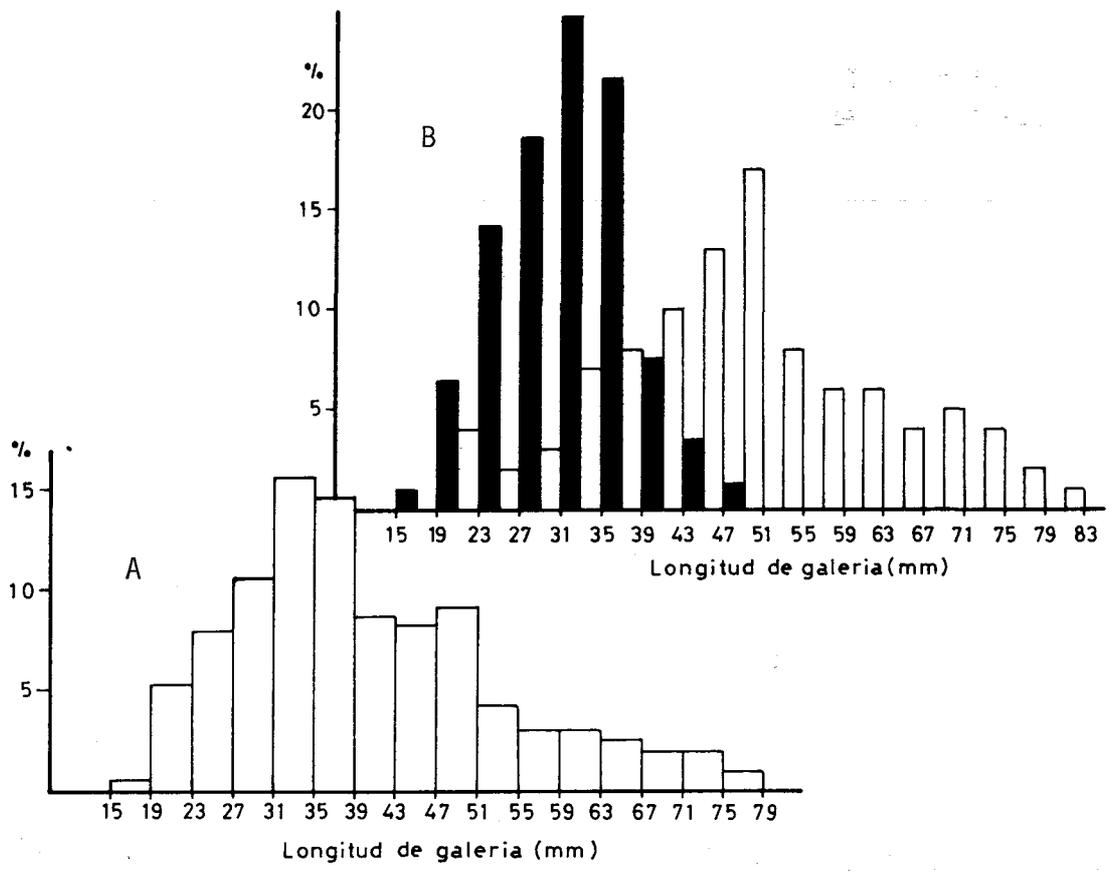


Fig. 44. Histogramas de distribución de longitudes (A) leñas de todo tipo y (B) ■ leñas al aire libre y □ almacenadas.

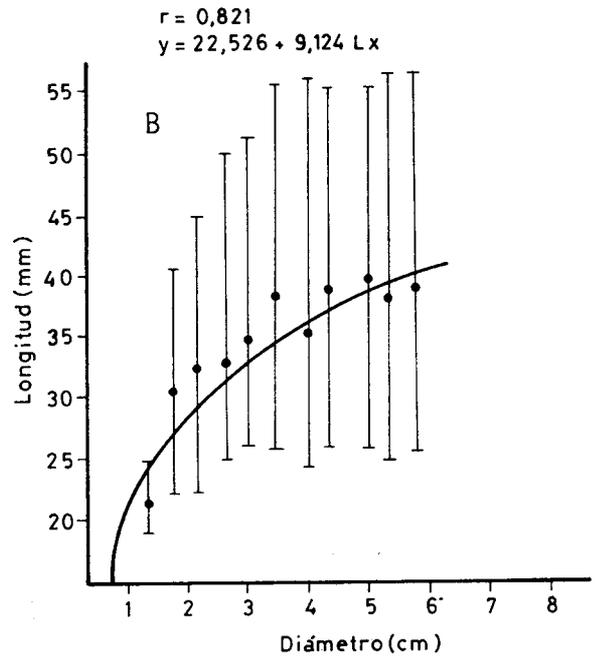
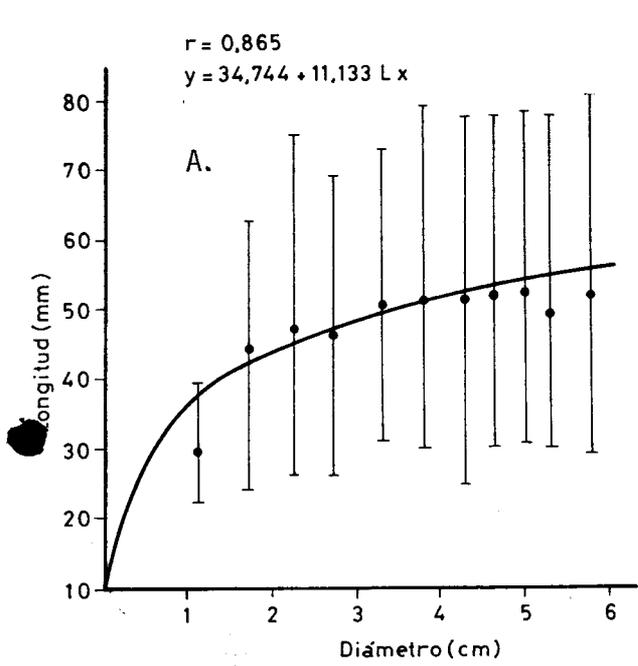


Fig. 45. Relación entre longitud de la galería y diámetro del segmento:
 (A) leñas en almacén y (B) leñas al aire libre.

hasta 24 mm y 20 mm respectivamente. En ésta etapa los valores medios consecutivos no siempre son crecientes, debido a que en ella pueden encontrarse con una determinada frecuencia galerías de reciente formación. A partir de entonces se observó un aumento continuo, a razón de 0.5 mm/día de la longitud media hasta valores de entre 30-35 mm.

Los resultados obtenidos durante el almacenamiento de las leñas en laboratorio efectuado a intervalos semanales (realizado durante 1986, sobre un número de entre 10-25 gal. por observación semanal, $n=277$) hasta el final del ataque, indican que la optimización de las condiciones provocaron un aumento más rápido de los valores medios, produciéndose hasta mediados de Julio (fig 46). Las longitudes en éste segundo tipo aumentan a razón de 0.71mm/día, durante un período de 35 días, alcanzándose una media de aproximadamente 50mm.

Influencia del diámetro de la rama.-

A diferencia de otros escolitidos que muestran una marcada preferencia en cuanto al diámetro de la rama a atacar (SVIRA and KOEHLER, 1982; MERLIN, 1982, delimitándose así las poblaciones correspondientes a diferentes especies), *P. scarabaeoides* según la disponibilidad de material, puede reproducirse sin establecer discriminaciones entre ramas de diámetro superior a 0,5 mm.

La longitud media alcanzada en cada uno de los diámetros considerados, es diferente según se ha observado. Al igual que ocurre en otros escolitidos (SVIRA, 1982; KIRBY, 1982) existe una correlación entre ambas variables, cuyos coeficientes (regresión logarítmica) son de 0.865 y 0.821 respectivamente según sean las leñas almacenadas o permanezcan al aire libre (fig 45). La longitud media para cada caso vendría expresada por las ecuaciones:

$$\text{Leñas almacenadas} \text{.- } X \text{ (mm)} = 34.744 + 11.33 L(\emptyset)$$

$$\text{Leñas en campo} \text{.- } X \text{ (mm)} = 22.526 + 9.124 L(\emptyset)$$

Teniendo en cuenta que en los depósitos de leña escasean las

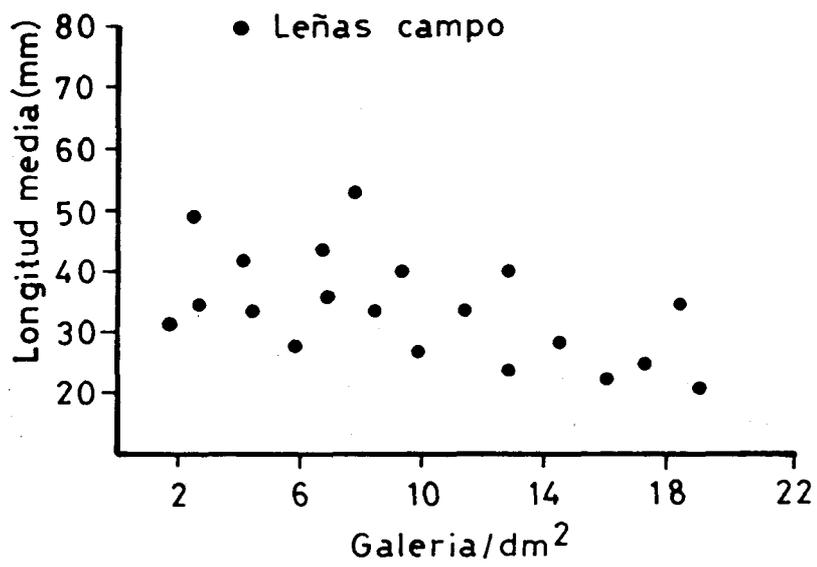
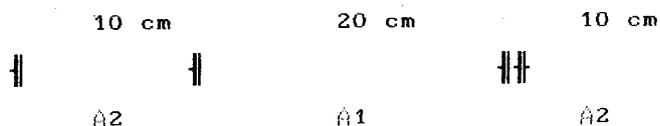


Fig. 46. Longitud de las galerías en función de la densidad de ataque.

ramas de diámetro inferior a 3 cm , (en las que según hemos observado la longitud media es de 41 +/- 9 mm), las más frecuentes como así se ha observado (a partir de las medidas efectuadas durante 1986) tienen una longitud media general de 51.5 +/- 11 mm, la cual es significativamente (T=3.3) superior a la anterior. En éstas la mayoría tienen longitudes comprendidas entre 40 y 60 mm. Como vimos anteriormente el grado de humedad de la rama es un factor fundamental en la duración de la construcción, por lo que como consecuencia también lo es en la longitud de las galerías. Dado que la zona de mayor hidratación corresponde a la capa correspondiente al *cambium* (a cuyo nivel construye el escolitido la galería) y que el grosor de ésta guarda relación directa con el diámetro, las mayores longitudes se observan en los diámetros superiores.

Sin embargo en un mismo tronco pueden existir variaciones entre las longitudes medias de las galerías si se consideran los distintos zonas, ya sean la inferior donde la humedad se mantiene durante más tiempo, o las laterales y superior donde el grado de hidratación es menor.

Igualmente como se observa en el siguiente ejemplo las longitudes de las galerías son menores en las zonas próximas a los extremos :



$$O = 6 \text{ cm} ; L = 40 \text{ cm}$$

$$\bar{X}_{1.gal} (A1) = 52.4 \pm 13 \text{ mm} (n = 20)$$

$$\bar{X}_{1.gal} (A2) = 29.33 \pm 5.83 \text{ mm} (n = 20)$$

Ambas medias son significativamente diferentes (***)

Longitud de las galerías construidas durante el verano

En las sucesivas generaciones que pueden ocurrir atacando las ramas durante los meses de verano las galerías presentan longitudes de entre 17 y 30 mm, teniendo una media de 25 +/- 3,88

mm (n = 120). Son por tanto de menor longitud que las expuestas hasta ahora (***) y como diferencia adicional no guardan relación con el diámetro de la rama. Esto es debido a que la mayor velocidad de evaporación provocada por la superior temperatura, junto con la existencia de hojas, independientemente del diámetro de la rama, hace que en un plazo inferior a 25 días se sobrepase el nivel tolerado por el escolitido.

Influencia de la densidad de ataque

Como se vió en el capítulo referente a la construcción de la galería, el progresivo aumento de la densidad de ataque provoca una posibilidad de interconexión entre las galerías contiguas. En ciertos casos ésto lo soluciona el escolitido construyendo en el brazo opuesto o con la desviación del trazado inicial, sin embargo según se observa en la fig 46 en general las galerías presentan una disminución de su longitud. Este efecto ha sido observado en *Ips typographus* por, FURUTA, TAKASI ANDOR & INOVE (1983). Nuestros resultados indican que a pesar de esta disminución y de acuerdo con estos autores se produce un aumento de longitud total (suma de las longitudes de las galerías) por unidad de superficie al aumentar la densidad de ataque.

La menor longitud de las galerías puede estar ocasionada, además por el hecho de que en altas densidades de ataque las hembras durante la excavación pueden contactar con galerías larvarias de galerías vecinas (fig 47) lo que supone una detención del avance. Este caso es tanto más frecuente cuanto mayor sea la duración del período de ataque a un mismo tronco y por consiguiente mayor sea la diferencia de antigüedad entre las primeras galerías y las últimas. En este sentido hay que puntualizar que las longitudes de las galerías construídas en un mismo tronco en las diferentes fechas no son absolutamente comparables dado que la transformación producida en la madera (aumento de dureza pérdida de agua) a medida que transcurre el ataque constituye de por sí una limitación que es adicional a la producida por el efecto del aumento de la densidad de ataque.

Dimensiones de ambos brazos.

Dado que las galerías maternas de *P. scarabaeoides* son del tipo transversal doble (GARCIA TEJERO, 1953) la longitud total de la galería corresponde a la suma de las longitudes de los dos brazos más 2 mm aprox. correspondientes a la zona central del vestíbulo.

Suelen ser éstos de distinta longitud (98.5% de los casos), siendo raro el caso contrario. En el primer caso, con una baja frecuencia: 1.5% de las construídas en campo.

7% de las construídas en las almacenadas.

se ha observado que uno de los dos brazos, generalmente el derecho, queda como un esbozo del vestíbulo, no superando los 3 mm

Teniendo en cuenta ramas de todos los grosores (0.5-6 cm), las intervalos de longitud de ambos brazos, así como dimensiones medias que se han observado son:

A) Leñas al aire libre:

Brazo menor..3-34 mm ; $x = 9.41 \pm 5.02$ mm

Brazo mayor..9-39 mm ; $x = 22.57 \pm 7.36$ mm

B) Leñas almacenadas:

Brazo menor..3-52 mm ; $x = 15.6 \pm 8.72$ mm

Brazo mayor..14-53 mm ; $x = 27.27 \pm 9.7$ mm

Las frecuencias correspondientes a cada una de las longitudes observadas están representadas en la fig 48.

Los intervalos de longitud aumentan al considerar diámetros crecientes (fig 49), los valores medios al igual que ocurre con las galerías completas aumentan con el diámetro de la rama, este aumento es más patente en la leñas almacenadas, produciendose principalmente hasta los 4 cm de diámetro.

OVIPOSICION

La deposición de huevos comienza generalmente en el 2 ó 3 día desde el inicio de la excavación.

A partir del vestíbulo la hembra comienza la excavación de uno de los brazos y a medida que avanza, ésta va construyendo a ambos lados, en las paredes laterales, las celdillas o cámaras

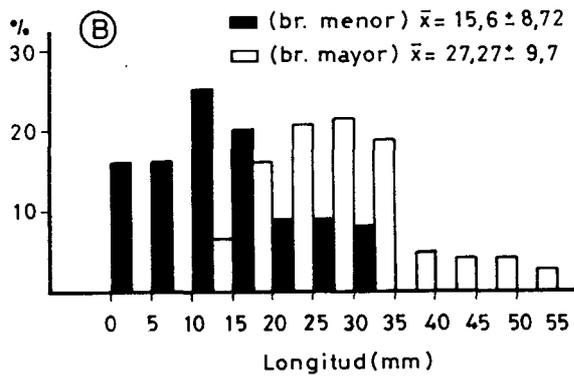
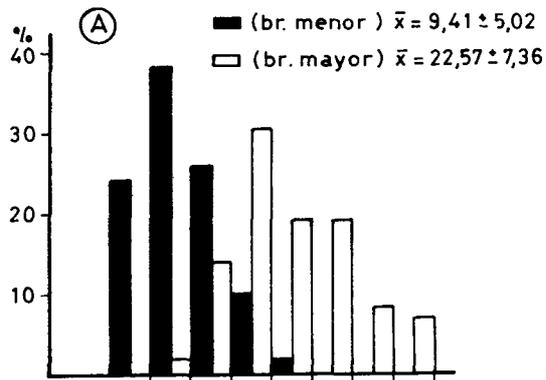


Fig. 48. Histogramas de longitudes de ambos brazos en leñas (A) al aire libre y (B) almacenadas.

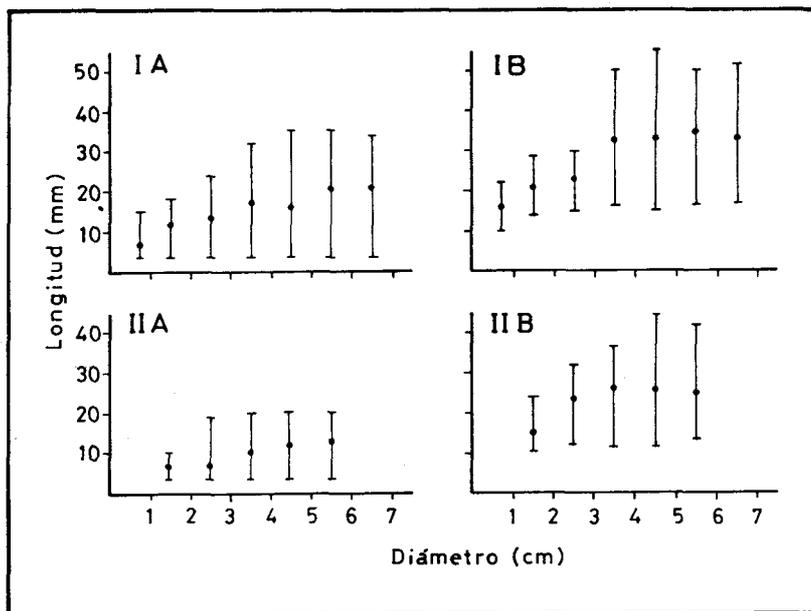


Fig. 49. Relación entre diámetro de la rama y longitud de los brazos de la galería. (A) brazo menor, (B) brazo mayor, (I) leñas almacenadas y (II) leñas al aire libre.

ovulares de forma semiesférica y de radio inferior al milímetro donde se alojan los huevos . Estas celdillas se sitúan en la zona media central de ambas paredes laterales a nivel de la capa meristemática de *cambium* .El mayor grado de hidratación de esta capa permite una buena conservación de los huevos además de facilitar a las larvas el inicio de la excavación y un rápido crecimiento.

Para efectuar la deposición la hembra saca el pígidio y deposita un huevo en la celdilla, éste presenta generalmente el polo cefálico hacia la parte superior. Una vez depuesto la hembra acumula serrín alrededor del huevo, por lo que queda parcial o totalmente cubierto, protegido de los posibles daños mecánicos que los adultos puedan causarle, así como de una excesiva desecación.

Ocasionalmente se pueden encontrar celdillas sin huevos, como ha sido descrito en otras especies de escolítidos (YATES, 1984 en *Scolytus intricatus*). Esto puede ser atribuido a que la hembra durante la excavación encuentra a su paso zonas de madera más resacas donde no efectúa deposición.

Correlación del número de huevos con la longitud de la galería.

Dada ésta disposición a lo largo de las paredes laterales de la galería, el número de huevos depuestos estará limitado, entre otros factores por la longitud de la galería. Ambas variables se relacionan según una ecuación lineal (fig 50) cuyo coeficiente de correlación es de 0'908 (para $n = 160$ galerías de las que 64 estaban en fase de construcción). Este valor es ligeramente superior al encontrado por YATES, 1989 en *Scolytus intricatus*.

Ritmo de oviposición.

Se entiende como tal el número de huevos depuestos por la hembra por tiempo de oviposición. Podemos referirnos a ritmo medio general cuando se considera el total de huevos en relación con el tiempo total empleado en la oviposición, el cual engloba a los ritmos parciales observados durante el transcurso de la oviposición.

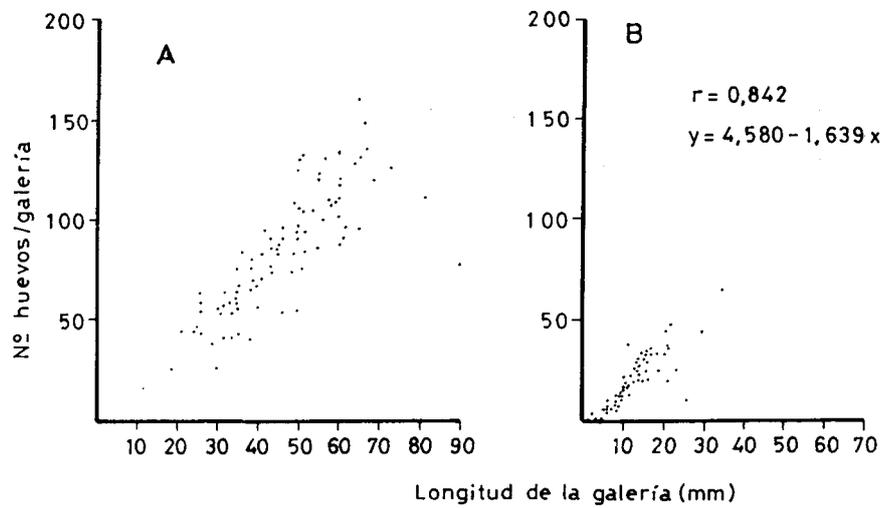


Fig. 50 . Relación entre nº de huevos/gal. y su longitud. (A) galerías finalizadas y (B) galerías en construcción.

Factores de los que depende

El ritmo de oviposición está en función de la longitud excavada por unidad de tiempo, o ritmo de excavación y del número de huevos depuestos por unidad de longitud ó densidad de los huevos en la galería, factores que dependen de la temperatura y humedad de la madera.

Temperatura- La temperatura al regular el grado de actividad de los individuos, influye en la velocidad de la excavación, y por consiguiente en el ritmo de oviposición. Ésta se detiene por debajo de los 13 grados y tiene un rendimiento óptimo entre los 20 y 30 grados C°.

Humedad de la madera- Durante la deposición de los huevos, la hembra precisa de un aporte de agua, por lo que en éste sentido el grado de hidratación del material reproductivo es un factor que influye en la densidad de los huevos y por consiguiente en el ritmo de oviposición. Si tenemos en cuenta que los diferentes tipos de almacenamiento implican diferentes velocidades de deshidratación de la madera, podemos explicar las correspondientes diferencias encontradas en el ritmo medio general.

2.1 Influencia del tipo de almacenamiento.

En las leñas que permanecen al aire libre, el valor medio de la densidad de huevos es de $1.7 \text{ h/mm} \pm 0.25$ a diferencia de cuando estas permanecen almacenadas, en cuyo caso la densidad media es de $1.9 \text{ h/mm} \pm 0.33$. (fig 21). En ambos tipos de almacenamiento, la densidad de huevos en la galería oscila entre 1.2 h/mm y 3 h/mm siendo la media total de 1.8 h/mm .

Estas densidades corresponden a galerías típicas en las que, independientemente del tipo de almacenamiento, prevalece una cierta regularidad en cuanto a la disposición de los huevos. Sin embargo existe otro tipo de galerías donde puede observarse la existencia de largos trayectos sin huevos, o bien con un número muy reducido. Esto ocurre cuando la galería se encuentra en la parte superior de troncos que permanecen bajo el sol, (lo que suele terminar con el abandono o muerte de los adultos), en el primer caso, o bien en los brazos superiores de galerías

construidas en zonas laterales. En este último caso las galerías presentan disposición mixta, ya que en el brazo dirigido hacia la zona inferior, el número de huevos/mm tiene valores normales (1'2-3) a diferencia del atípico, en el que el número de huevos/mm es menor de 0'5.

Esta configuración atípica puede presentarse también en los brazos de galerías próximas a cortes efectuados en la madera, en cuyas proximidades el grado de humedad es inferior a lo normal.

2.2 Influencia del diámetro de la rama.

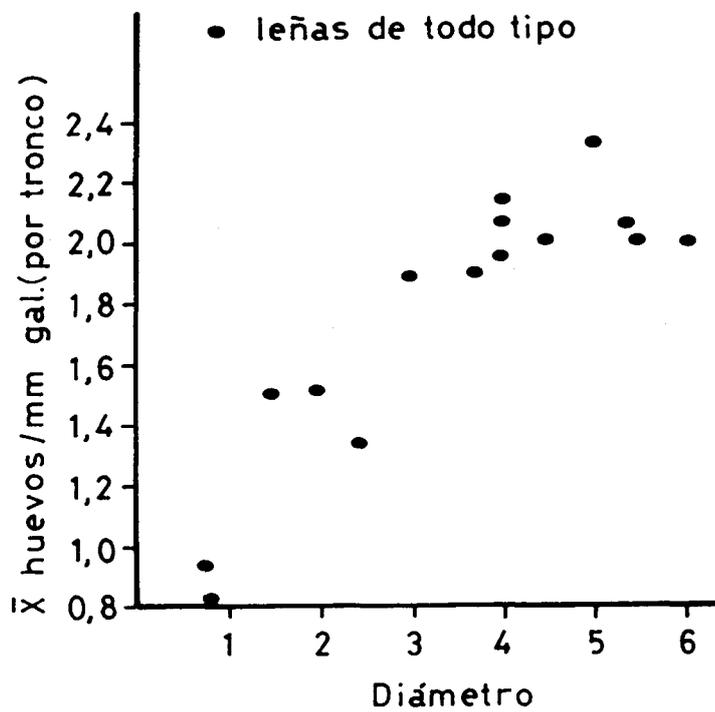
Bajo unas mismas condiciones de almacenamiento el diámetro de las leñas tiene influencia en la densidad de los huevos en la galería. Como se dijo anteriormente el grosor de la capa de cambium está en relación con el diámetro de la rama, por lo que en las más gruesas el escolitido dispone de una mayor cantidad de agua. Esto queda reflejado en la densidad de los huevos (fig 5E), superior en las ramas de mayor diámetro. Al establecer dos grupos en función de los diámetros mayores y menores de 3cm comprobamos que en ambos grupos las densidades medias que son de $2'086 \pm 0'25$ en el primer caso y de $1'45 \pm 0'84$ en el segundo difieren significativamente (****e).

Como es habitual aquellos de diámetro inferior a 3cm son eliminados durante la poda, por lo que las densidades en la mayor parte de las leñas almacenadas tienen valores similares al primer caso.

Variación de la densidad a lo largo de la galería.

La continua pérdida de masa que experimentan las leñas durante los meses siguientes a su poda implica una disminución gradual del número de huevos por unidad de longitud, dado que el ritmo de excavación también disminuye, ambos determinan una disminución del ritmo de oviposición.

La disminución del número de huevos/mm galería a lo largo de ésta se pone más de manifiesto en aquellas leñas en las que durante la oviposición la diferencia entre los grados de hidratación inicial y final sea mayor.



2

Fig. 51. Relación entre nº medio de huevos/ mm de galería y el diámetro del tronco.

Así pues, se ha observado que a los niveles de eliminación desde 14 hasta 32% de la masa inicial le corresponden disminuciones de número de huevos/mm desde 2-3 hasta 0'5 huevos/mm.

Esta disminución del número de huevos/mm gal puede estar también favorecida por el progresivo agotamiento que la hembra experimenta durante la construcción y deposición, hecho comentado por RUSSO, 1939.

Conjuntando éstos resultados observados en la densidad de los huevos con los valores obtenidos del ritmo de excavación obtenemos el ritmo de oviposición.

Tomando como ejemplo el de galerías construidas en leña almacenada (fig 52), este comienza con un promedio de 2-4 huevos al día disminuyendo gradualmente hasta el día 30-35 entonces se mantiene entre 0'5 y 1'5 hasta el final de la oviposición.

Duración del periodo de oviposición

Fecundidad

El número total de huevos depuestos por la hembra puede variar entre 15 y 156 h/galería (fig 53). El 50% de las galerías tienen entre 50 y 90 huevos, siendo el valor medio de 71'2 h/galería. Este es parecido al encontrado por RUSSO, 1938 quien

observa de 60 a 85 por término medio. Es similar también al observado en *Hilesinus fraximi* (RUSSO, 1966) aunque superior a la fecundidad observada en el tercero de los barrenillos del olivo, *Hilesinus oleiperda* el cual depone entre 50 y 60 huevos por término medio (RUSSO 1966) si bien otros autores (GARCÍA TEJERO) su fecundidad es de entre 15 y 20 huevos.

Vista la gran influencia que temperatura y humedad tienen sobre la duración y ritmo de oviposición, debemos de diferenciar entre los dos tipos generales de almacenamiento;

a) Al aire libre.- El número medio de huevos por hembra oscila entre 10 y 125; teniendo el 50% aprox. entre 40 y 80 ($X = 63'18\%$). Este amplio intervalo se debe a que durante el periodo en el que las leñas pueden ser atacadas (MARZO-JUNIO) el %

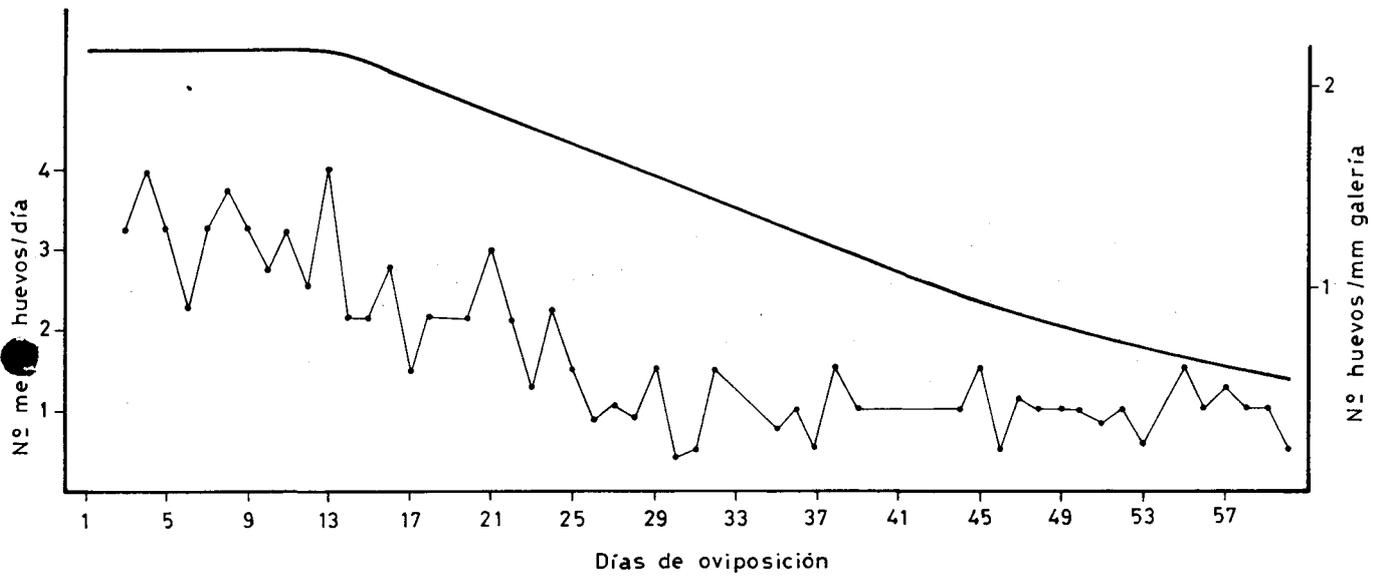


Fig. 52. Disminución del ritmo de oviposición y del nº de huevos por mm de galería de P. scarabaeoides.

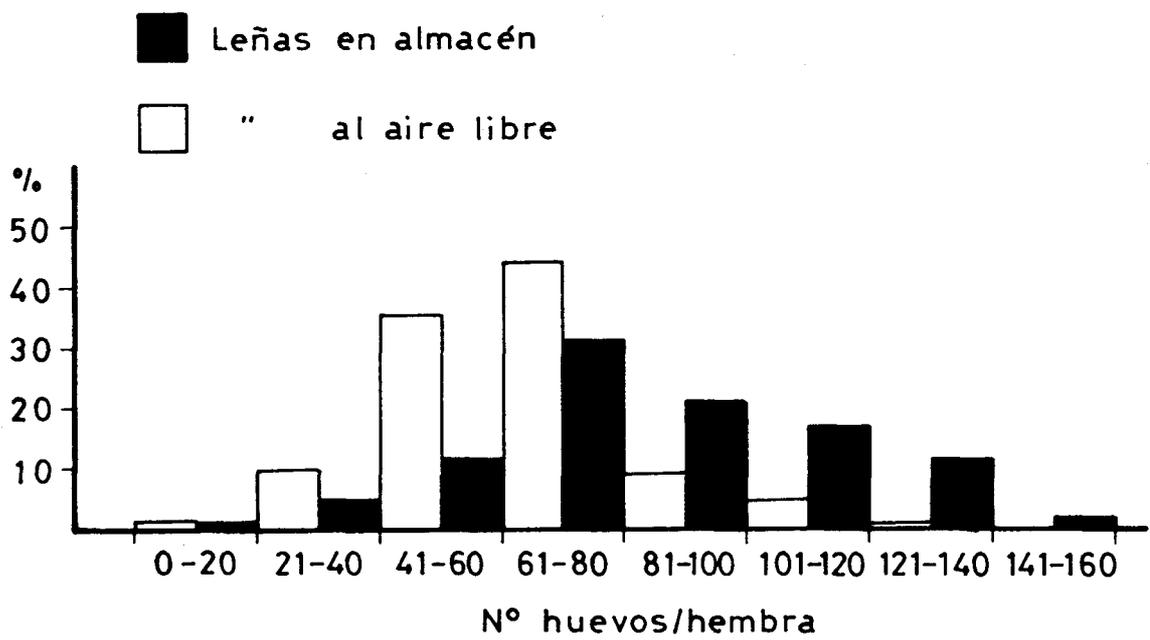


Fig. 53 . Histogramas de fecundidad observada en leñas de ambos tipos.

de humedad es muy variable, lo que repercute en la fecundidad, que es por lo general superior en las leñas de poda más reciente. En este sentido se ha observado que dependiendo de la fecha de ataque, el % de eliminación puede oscilar entre el 10-30% lo que implica fecundidades medias de 80 o 40 huevos/hembra.

b) Almacenadas -En estas las galerías además de presentar mayor densidad de huevos, se caracterizan por tener una mayor cantidad, oscilando entre 60 y 100 huevos en el 50% de los casos observados (fig 53). La media es de 87'2 huevos por hembra (\bar{x}) y al igual que en el caso anterior, las leñas durante la construcción de las galerías pueden presentar un amplio rango de deshidratación, en función del tiempo transcurrido entre poda y ataque así como entre ataque y almacenamiento; lo que determina que la fecundidad media por hembra según los distintos troncos oscile entre 60 y 100 huevos.

Esta diferencia observada en la fecundidad, indica que la deposición del máximo de huevos posibles está sometida la mayor parte de los casos a causas extrínsecas, por lo que al igual que ocurre en en otras especies (YATES 1984, BEAVER 1966) rara vez estos escolitidos desarrollan su fecundidad potencial.

Efecto del diámetro de la rama

A consecuencia de la relación existente entre longitud de galería y número de huevos depuestos y teniendo en cuenta que como se vió anteriormente existe una correlación entre la longitud de las galerías y el diámetro de las leñas, se ha comprobado que la correlación entre el número de huevos depuestos por galería y diámetro del tronco, tiene un coeficiente (regresión potencial) de 0'889 para las leñas que permanecen al aire libre y de 0'925 para las que permanecen almacenadas en lugar cerrado (fig 54). Ambos valores son sensiblemente superiores a los observados por SVIRA ,1982 en *S multistriatus* (0'67 y 0'76) si bien este autor establece la correlación con el número de adultos emergidos por dm², incluyendo por tanto el efecto de la mortalidad de huevos y larvas.

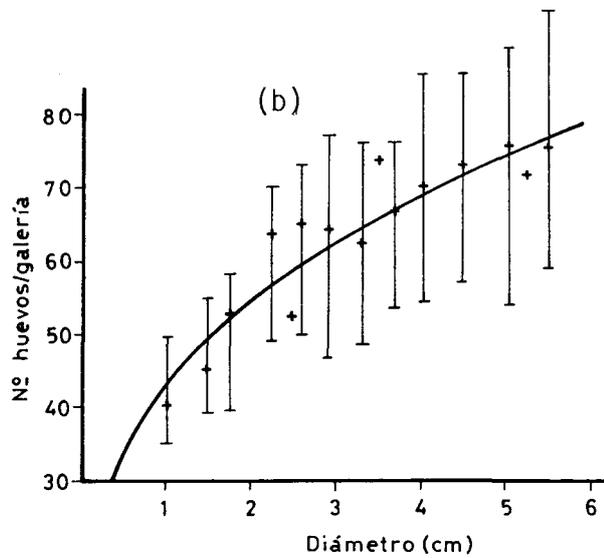
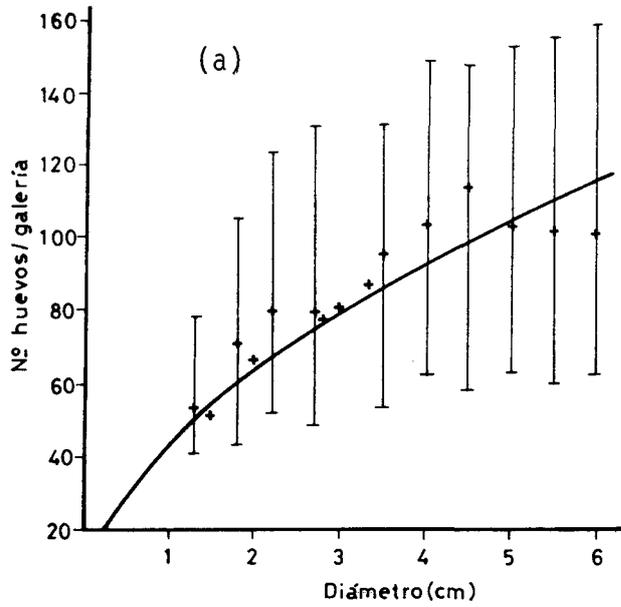


Fig. 54. Curvas de regresión entre nº huevos/gal. y diámetro de leñas: (a) en lugar cerrado y (b) al aire libre.

Efecto de la densidad de ataque

Se ha observado que cuando aumenta la densidad de ataque desde 1 a 20-24 gal/dm², la fecundidad media por galería disminuye desde 120 a 75 en leñas almacenadas y desde 80 a 35 en las que permanecen en el campo. (fig 55). El incremento de la densidad de ataque por tronco produce como vimos una disminución de la longitud media de las galerías. Dada la correlación existente entre longitud y número de huevos depuestos, la consecuencia es una disminución en la fecundidad.

Reemergencia

Una vez finalizada la construcción y la deposición de huevos, los adultos abandonan la galería. Este hecho ha sido indicado en otras especies como *Dendroctonus rufipennis* Kirby y *Scolytus intricatus* por SAFRANYIK, 1988 y YATES, 1984 respectivamente.

Generalmente a diferencia de los machos que reemergen con una frecuencia del 100% (observado en otras especies por MASSEY and WYGANT, 1954), las hembras según la especie, lo hacen en una proporción muy variable (85% según LAWKO and DYER, 1974 en *D. rufipennis* y 8.5% según YATES en *S. intricatus*)

El examen de las galerías de *P. scarabaeoides* (n = 348) efectuado posteriormente al abandono de los adultos, durante 1988 y 1989 nos indica que las hembras permanecen en su interior, (donde se produce su muerte) con una frecuencia del 28,6%, de los cuales el 70% de los casos (20% del total) se encuentran únicamente las hembras, mientras que en el restante 30% se encontraron también los machos.

	Hembras solas	Machos solos	Machos y hembras	N total gal
1988	20%	1.5%	8%	198
1989	22%	0	10%	150
\bar{x}	21%	0.75%	9%	

TABLA 8

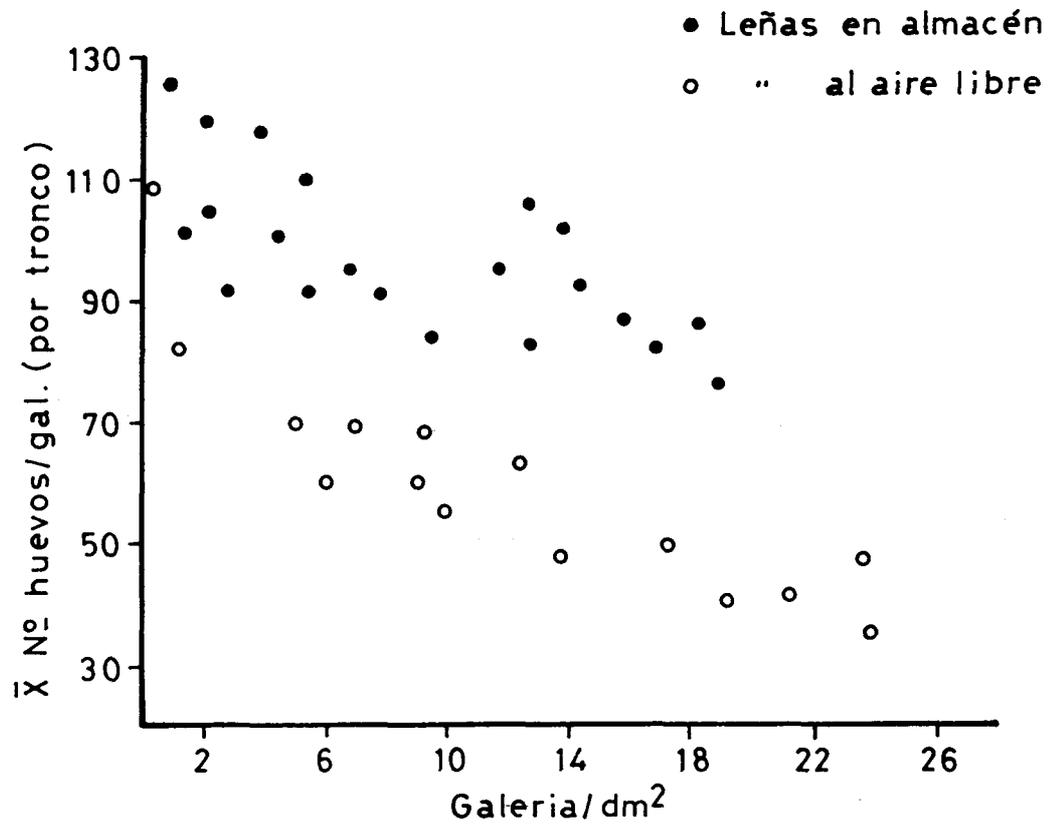


Fig. 55 . Relación entre densidad de ataque y fecundidad.

Los machos sólo muertos se encontraron con una frecuencia del 0.8%.

Estos datos indican que si bien las hembras abandonan en el 72% de los casos, los machos lo harían prácticamente todos (99.2%) a no ser por el hecho de que cuando la muerte de la hembra sorprende al macho en el interior, ésta bloquea la salida, impidiendo la reemergencia del macho (en ningún caso se ha observado al macho solo en el interior de la galería). Esto ha sido observado en el 8.6% del total, por lo que la reemergencia en los machos se produce en el 90.6% de los casos. Cuando el macho queda aprisionado lo normal es que se produzca su muerte, sin embargo se ha observado que muy ocasionalmente éste construye una vía secundaria bordeando a la hembra muerta que comunica con el exterior, en ningún caso perfora la corteza como ocurre con la descendencia.

La muerte de la hembra se produce generalmente a la entrada de la galería (ya observado por RUSSO, 1939. Al igual que en otras especies (YATES, 1984), ésta queda en el orificio de entrada o en el tramo inicial (con el abdomen dirigido hacia la parte exterior) lo que, según éste último autor contribuye a prevenir la entrada de parásitos y depredadores en la galería.

El período de reemergencia en los adultos tiene una duración de entre 40 y 60 días. Según se ha observado en los años 1986 y 1988 (fig 56a) empieza a producirse en los meses de Abril o Mayo finalizando en los meses de Junio o Julio dependiendo del año (época de penetración).

Los resultados obtenidos a partir de la colocación de trampas amarillas en leñeras al aire libre las cuales eran observadas semanalmente, indican que la reemergencia comienza a producirse lentamente por parte de los individuos de la población (fig 56), produciéndose un brusco aumento transcurridas 4 semanas.

El examen de galerías efectuado a intervalos semanales desde el mes de Abril (años 1986 y 1988) sobre un total de 616 y 200 ($x = 45$ y 10 gal./observación respectivamente) indican que al igual que en otras especies (SAFRNYIK, 1988) los machos emergen primero (fig 56), abandonando cuando la hembra cesa la

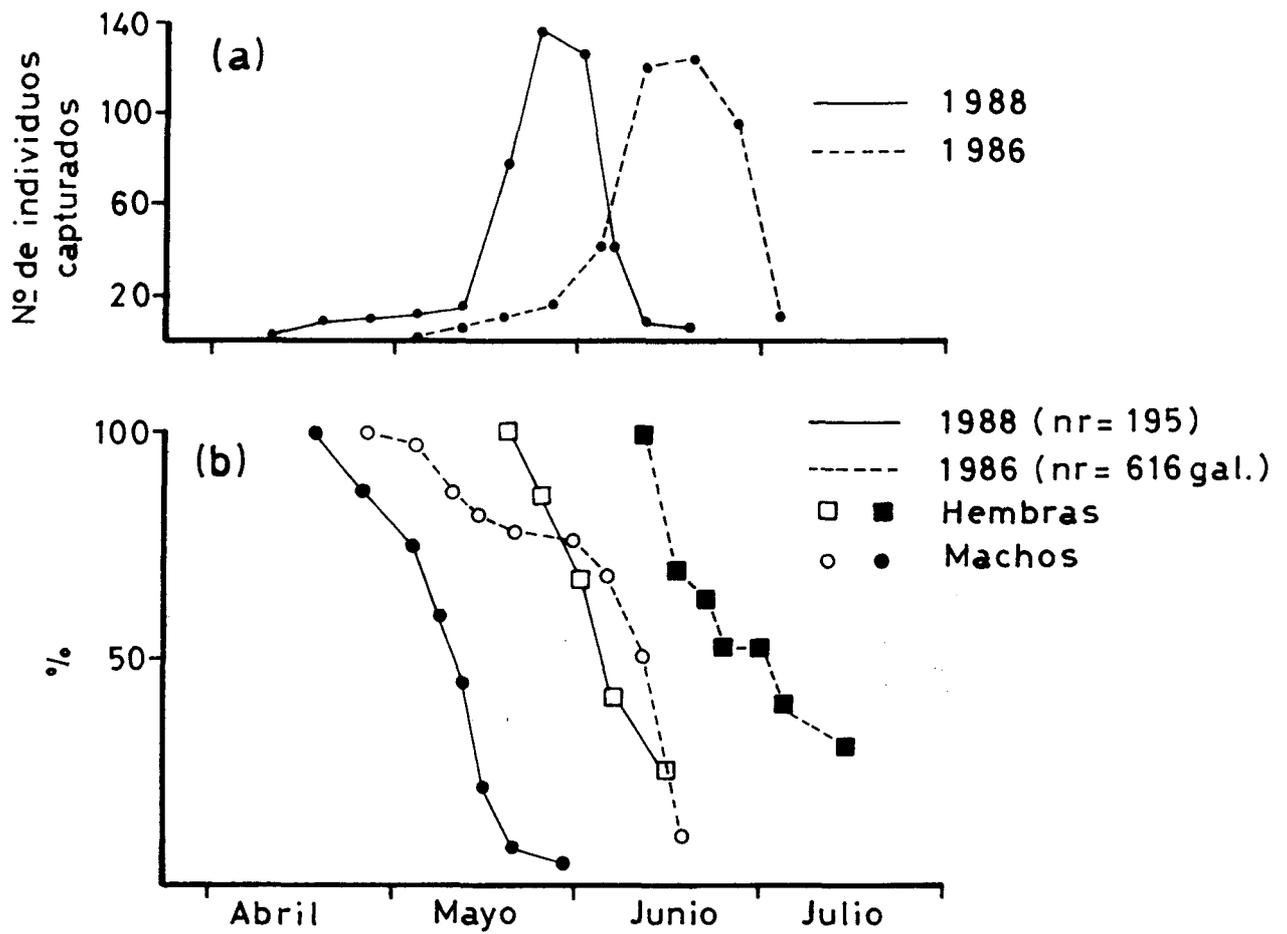


Fig. 56. Abandono de las galerías de reproducción por los adultos. (a) curva de capturas en leñeras y (b) porcentajes de presencia de machos y hembras en las galerías de reproducción.

construcción. Esta última, en los casos en que no muere en el interior de la galería aún permanece generalmente de 20 a 30 días antes de abandonar.

Los individuos tras la reproducción han sufrido una autólisis de los músculos de vuelo. Esta degeneración se produce en las hembras paralelamente al desarrollo de las ovariolas, que ocupan en el tórax el espacio previamente ocupado por los músculos de vuelo. Este hecho ha sido también descrito en otras especies por CHAPMAN, 1956; ATKINS and FARRIS 1962; CHOUDHURY, 1979).

En la especie perteneciente al mismo género, *P. liminaris*, ciertos autores (WILSON, 1909; BROOKS, 1916) indican que los progenitores mueren tras la construcción de las galerías, si bien posteriormente (REXRODE, 1982) observa que aproximadamente el 50% de los padres reemergen después de finalizar la construcción de la galería.

Los experimentos realizados con machos y hembras obtenidos de galerías en construcción o durante la reemergencia demuestran que tanto machos como hembras en un 100% de los casos son incapaces para el vuelo, por lo tanto (ya sugerido en otras especies por SAFRANYIK, 1988) ésta población no debe contribuir significativamente en la producción de daños. En efecto, los muestreos realizados periódicamente en los órganos vegetativos susceptibles de ataque indican que antes de la emergencia de la descendencia no se produce un aumento del número de individuos en las galerías de alimentación.

En otras especies (*Dendroctonus rufipennis*, SAFRANNYIK 1988) se mantiene la incógnita de si bajo condiciones naturales los adultos pueden o no realizar una segunda reproducción tras la reemergencia. En el caso de *D. scarabaeoides* se ha observado en los experimentos realizados en laboratorio que coincidiendo con las observaciones de SCHMID and FRYE, 1977 sobre *Dendroctonus rufipennis*; los adultos extraídos de galerías en distinto grado de construcción pueden reproducirse nuevamente si disponen de material adecuado. Igualmente ocurre en los experimentos realizados en laboratorio con adultos reemergentes. Durante la reemergencia de *P. scarabaeoides* en condiciones naturales, dada la

escasez de leñas adecuadas para su reproducción ésta sucesiva reproducción es muy poco probable. Estos adultos que a causa de la atrofia muscular no pueden emprender el vuelo hacia los olivos próximos, probablemente mueren pocas horas después a su reemergencia como ha sido observado en laboratorio.

ESTADIOS DE DESARROLLO.

HUEVO .-Período de incubación.

Durante la primera generación, según hemos observado los huevos están presentes en las galerías de reproducción durante un período de tiempo que se extiende entre primeros de Marzo y finales de Junio. En este período existe una gran diferencia de temperatura, lo que repercute en el período de incubación, que puede oscilar según se ha observado durante el año 1987 entre 6 y 14 días (fig 33). Según RUSSO (1938) la variación es de 8 a 12 días durante los meses de Marzo a Mayo. Si tenemos en cuenta las posibles sucesivas generaciones del fitófago que se desarrollan en meses de características climatológicas distintas, el período de incubación puede variar aún más. Así pues hemos observado que durante los meses de verano, cuando se alcanza una temperatura media diaria de entre 23 y 27 C' (1987), el período disminuyó a 4-5 días.

Hay que tener en cuenta la gran influencia que tiene el fotoperíodo, ya que en este sentido se ha observado que a partir del mes de Julio, el período de incubación del huevo empezó a experimentar un aumento, aun cuando hasta mediados de septiembre las temperaturas medias diarias se mantenían entre los 23 y 25 grados C . En estas condiciones de fotoperíodo decreciente, a partir de finales de septiembre se produjo un aumento desde 7 hasta 20 días para los depuestos a finales de octubre?. en comparación con meses como Marzo (1987) en el que con temperaturas medias similares el fotoperíodo creciente hace que la duración de la incubación de los huevos sea significativamente menor (13-14 días).

Por lo tanto, en la duración del período de eclosión no sólo influye la temperatura media diaria sino el tiempo durante el que se mantiene, siendo mayor cuando las oscilaciones diarias aumentan.

Hemos establecido la correlación existente entre el período

de tiempo empleado en la eclosión del huevo y la temperatura media diaria, antes y después del mes de julio, observando que existen coeficientes de correlación (regresión lineal) de 0.95 y 0.98 respectivamente (fig.).

Sin embargo, aún bajo idénticas condiciones no todos los huevos presentan igual período de incubación, pues hemos observado que ocasionalmente alguno de ellos aviva antes que otros depuestos posteriormente en la misma galería. Este hecho es excepcional pues lo general es que el nacimiento de las larvas siga un ritmo paralelo al orden de oviposición. RUSSO, (1938), observó este fenómeno, indicándolo con una frecuencia superior a la observada por nosotros.

LARVA

Uno o dos días antes de la eclosión del huevo la larva es visible a través de corion, destacando fundamentalmente las mandíbulas. La larva neonata practica un orificio de sección irregular que no coincide en todos los casos con el polo cefálico, y por movimientos propulsores de los segmentos torácico-abdominales, atraviesa la envoltura ovular. Una vez fuera la larva, permanece por espacio de hasta 40 horas antes de iniciar la excavación de la galería, para lo cual se orienta perpendicularmente a la galería materna en la región del *cambium*, donde la humedad es mayor y el grado de dureza de la madera es menor.

El *cambium* constituye inicialmente su fuente de alimento, sin embargo a medida que la larva avanza y aumenta de tamaño se alimenta de una parte del Xilema, al igual que ocurre en otras especies (YATES, 1984).

La dirección de las galerías larvarias inicialmente es perpendicular a la materna, pudiendo continuar sin desviación hasta completado el desarrollo larvario, siendo más o menos paralelas al eje longitudinal de la rama. Las galerías pertenecientes a las primeras larvas son generalmente rectas sin embargo las galerías larvarias consecutivas tienen direcciones tanto más incurvadas

cuanto posterior sea el origen o nacimiento de la larva. Esto es debido a que la envergadura creciente de las galerías, que adoptan la forma de un largo y estrecho tronco de cono, provoca un gradual cambio de dirección para evitar posibles interferencias entre larvas contiguas. De este modo la galerías larvarias, aunque muy próximas, son independientes entre sí, quedando separadas por una fina capa de disminuye de grosor desde el inicio al extremo final de las mismas.

Frecuentemente ocurre que la larva cambia bruscamente de dirección debido a la existencia de nudos o zonas de madera más dura. Estas giran perpendicular u oblicuamente al sentido inicial, atravesando en algunos casos, los residuos de las larvas hermanas.

La larva se alimenta del material disgregado por la acción de sus mandíbulas y los excrementos expulsados forman unos gránulos que quedan apelmazados detrás de ella por los movimientos de propulsión.

Una vez alcanzado el máximo desarrollo la larva profundiza algo más en la madera, construyendo una celdilla o cámara ninfal donde se produce la metamorfosis.

Longitud de las galerías larvarias

Dado que la alimentación de la larva se produce a medida que excava el túnel, la longitud de la galería está relacionada con la cantidad de alimento asimilable por unidad de longitud. En este sentido hemos observado que un factor importante es el contenido de humedad de las fibras de la madera, pues las longitudes son menores en las ramas de mayor diámetro, en las cuales el floema y principalmente la capa de *cambium* que contiene una mayor hidratación y constituye su principal fuente de alimento, tiene mayor grosor. La larva por tanto puede asimilar una mayor cantidad de alimento por unidad de longitud, construyendo galerías más cortas. A este respecto, Michalski, (1973) en sus estudios sobre *Scolytus scolytus*, indica que la humedad afecta a la formación de la celdilla ninfal, siendo el grosor de la rama y el número de erosiones en ella, factores que jugarían un papel importante.

Las longitudes observadas en troncos de entre 0.7 y 5 cm tienen una media de 27.175 mm (S D=) n = 160. La distribución de frecuencias está representada en la (fig), diferenciando entre las ramas de diámetro superior e inferior a 2.5 cm, a los que le corresponden medias de 20.9+_ mm y 33.4+_ respectivamente.

Así pues , la correlación entre longitud de la galería y diámetro de la rama tiene un coeficiente de 0.859 (regresión logarítmica). La longitud viene dada por la fórmula :

$$L \text{ (mm)} = 34.05 - 9.6 L (\phi) \quad (\text{fig }).$$

Sin embargo para un mismo diámetro, las galerías larvarias pueden presentar diferencias significativas, atendiendo a su localización en el segmento; esto es debido a que la evaporación, como ya se indicó anteriormente, no se realiza por igual en las distintas zonas de las leñas, las cuales retienen más humedad en los sectores central e inferior. En un segmento de 4 cm de diámetro, (L=50) la media de 40 galerías larvarias correspondientes a las zonas terminal (10 cm), o central da como resultado longitudes medias de 28.8 mm +_ (n=20) y 19.3+_ mm (n=20) respectivamente (***) .

MUDAS

El número de mudas que la larva realiza a lo largo de su desarrollo normalmente es de 4 por lo que lo más frecuente es la existencia de cinco estadios larvarios; sin embargo en ramas que por ser de pequeño diámetro y haber sufrido una mayor desecación contienen una menor cantidad de agua, el número de mudas puede aumentar, según hemos observado, a cinco o incluso seis.

A medida que se producen las sucesivas mudas la longitud de la larva aumenta desde 0.8 mm a 3-3.5 mm. RUSSO, (1939) calculó el aumento de peso así como los crecimientos absoluto y relativo y la velocidad de crecimiento.

Los restos o exuvios destacan de entre los excrementos, quedando así marcados los segmentos correspondientes a las diferentes edades.

Antes de mudar la larva, se invierte de posición, quedando la cabeza hacia la zona inferior. Esto permite que una vez finalizada la muda, los exuvios (que quedan en la zona inferior) no obstaculicen el avance. Las distancias medias ($n=30$), desde el lugar de inicio de excavación hasta los exuvios correspondientes a cada edad son de :

- 1a edad .- 2.6 \pm 0.39 mm
- 2a edad .- 7.5 \pm 1.33 mm
- 3a edad .- 12.7 \pm 1.35 mm
- 4a edad .- 17.66 \pm 1.75 mm
- 5a edad .- 4.24 \pm 0.23 mm

La última edad larvaria, al igual que en otros escolítidos (YATES, 1984) es comparativamente corta. En ésta se produce la construcción de la cámara ninfal para lo cual la larva profundiza en la excavación de la extremidad de la galería.

Ritmo de avance larvario.

El aumento de tamaño permite a la larva una mayor capacidad de avance a consecuencia del incremento del volumen de alimento ingerido.

A diferencia de los imagos, las larvas son menos sensibles a las bajas temperaturas, al estar mejor resguardadas bajo la corteza, por lo que según hemos observado, pueden proseguir la excavación mientras la temperatura sobrepase los 10 C', lo que está de acuerdo con las observaciones de RUSSO (1939). En ausencia de limitaciones impuestas por las bajas temperaturas, lo que en la primera generación corresponde a las larvas que se desarrollan durante los meses de Mayo-Junio, el ritmo medio de avance aumenta desde 0.85 mm/día hasta 1.2 mm/día ($n=10$); teniendo un ritmo medio total de 1.06 ± 0.17 mm/día, valor que no es significativamente diferente de aquellas correspondientes a la segunda generación, durante los meses de verano (fig).

El fotoperíodo es otro factor que influye en el ritmo diario de actividad larvaria, pues hemos observado que la consiguiente disminución de la insolación diaria, en combinación con la progresiva disminución de la temperatura media (aún cuando ésta no

desciende de 10 C') provoca en las sucesivas edades una disminución del ritmo diario de avance (fig.).

Duración del período larvario

Según RUSSO, (1939), el desarrollo larvario oscila entre 40-60 días durante la primavera, 20-25 en Verano, mes a mes y medio cuando se trata de la generación invernante (Invierno-Primavera).

Este período de tiempo depende de la temperatura, fotoperíodo y grado de humedad de la rama. Teniendo en cuenta los dos primeros, el tiempo observado en larvas correspondientes a la primera generación oscila entre 50-60 días para las nacidas en Marzo (cuando las temperaturas medias frecuentemente tienen valores inferiores a 10 C') y 25-30 días para los nacidos en Mayo.

En relación con el aumento de temperatura, con media entre 24-27 C' durante el verano (1987) la duración del desarrollo larvario disminuyó a 2 días en las correspondientes a la segunda generación (fig), valor inferior al observado en otras especies del mismo género como *P. liminaris* (25-31 días según REXRODE, 1982).

A partir de finales de Agosto la duración del desarrollo larvario comenzó a aumentar desde 22 días hasta 40 días para aquellos nacidos a finales de Septiembre. Este notable incremento, cuando en Septiembre las temperaturas medias diarias aún se mantienen sobre los 22 C' se debe a la disminución del número de horas de sol, desde 9 durante el mes de Agosto hasta 3-5 durante el mes de Octubre.

La duración del período está en función de la temperatura existente durante el desarrollo larvario, así como del tiempo diario en el que se mantiene dicha temperatura. Teniendo en cuenta que bajo los 10 grados C las larvas detienen su desarrollo, la temperatura útil bajo la cual evolucionan, considerando el período completo viene expresada por la siguiente fórmula:

$$\text{Tacumulada} = \xi(T_m - T_c) ; T_m = \text{Temperatura media diaria.}$$

$$T_c = \text{Temperatura crítica (10 grados C)}$$

Podemos establecer una correlación entre duración del período

de desarrollo y *Tacum.* en las distintas épocas del año en las que puede efectuarse el desarrollo larvario (fig.). Estas variables se relacionan según la siguiente ecuación lineal :

$$Y = 65.0898 X - 0.0420$$

Y= Días de duración.

X= *Tacumulada*

El coeficiente de correlación entre ambas variables es de 0.792.

Las larvas correspondientes a las últimas penetraciones, producidas bajo condiciones naturales a finales de septiembre (cuando el número de horas de sol disminuye de 9), según procedan de los primeros o de los últimos huevos depuestos tendrán una evolución diferente :

Las primeras, tras completar su desarrollo en un plazo de 40 días aproximadamente, entraron en diapausa a mediados de noviembre (cuando las temperaturas medias disminuyeron por debajo de 10 C' impidiendo la metamorfosis de la larva), mientras que las últimas, procedentes de huevos eclosionados a finales de Octubre permanecieron activos hasta mediados de Noviembre cuando en edad L3 entraron en diapausa. Para estas últimas, la duración del período larvario es de entre 120-160 días dependiendo de la fecha de eclosión, realizando la metamorfosis durante el mes de Marzo del siguiente año.

Prepupa.

La metamorfosis de la larva comienza cuando la temperatura media se eleva sobre los 20 C', paralizándose si desciende de 15 C' (RUSSO, 1939), para ello previamente la larva atraviesa por un estadio de transición caracterizado por su inmovilidad, a excepción de los últimos segmentos abdominales.

Durante 1987 hemos observado que la duración de este estadio de transición es de entre 2-7 días (fig.), dependiendo de la temperatura, presentando su menor duración cuando las medias diarias son superiores a 23 grados C . La correlación entre tiempo de duración y temperatura media tiene un coeficiente de

0.904 (regresión potencial), estando expresada por la siguiente ecuación :

$$y \text{ (días duración)} = 201,2 (T)^{\text{elevado a } -1.28 ?}$$

T= Temperatura media (C') del período.

Durante este se forma el nuevo tegumento (correspondiente a la pupa, observándose externamente la vieja y arrugada cutícula larvaria. Finalmente se desprende del viejo tegumento, quedando adherido a la parte final del abdomen.

Las últimas larvas que comienzan la metamorfosis fueron observadas a primeros de Octubre (1977), cuando la temperatura media diaria se encontraba entre 15-20 C'(pasados 5 días se observaron las últimas pupas que tras permanecer 14-15 días se transforman en adultos a finales de octubre, los cuales permanecieron en las celdillas ninfales hasta la primavera siguiente).

Pupa

De acuerdo con la clasificación actual (NIETO, 1987?), la pupa es del tipo *exarada* (ya que los apéndices y esbozos alares están pegados al cuerpo por una secreción que se vierte en la muda pupal) y *adéctica* (debido a la incapacidad de movimiento de las mandíbulas). Durante éste estadio se produce la histólisis de parte de los músculos y órganos larvarios más diferenciados y las modificaciones en aquellos que estando menos diferenciados en la larva vuelven a encontrarse en el adulto.

Respecto a la duración de este estadio, hemos observado que está determinado por la temperatura media diaria, pues oscila entre 8 y 14 días (fig), siendo mínimo (8-9 días) durante los meses de verano. Estos valores son inferiores a los observados en otras especies del mismo género como *P. liminaris* que presenta de entre 17 y 19 días según REXRODE, (1982).

Dada la estrecha relación entre la duración del período de pupa y la temperatura, existe según se ha comprobado, un coeficiente de correlación de 0.964 (fig) (regresión potencial) entre ambas variables. La ecuación de la curva de regresión viene

expresada por la fórmula:

y (días duración) = $589.6 (T)$ elevado a -1.31 Durante 1987, las últimas pupas se observaron a primeros de octubre (7-10), originándose los adultos correspondientes a finales de dicho mes

Si tomamos como ejemplo pupas con un período de duración de 12 días, los cambios más patentes que externamente pueden apreciarse a través de la cutícula, son los siguientes : 3 y 4 día : comienzan a delimitarse los fascículos del ojo compuesto, por pigmentación progresiva desde los septos de las distintas ommatidias hacia el interior.

5 y 6 día : Se completa la pigmentación de toda la superficie ocular.

7 y 8 día : pigmentación mandibular.

9 día : Inicio de pigmentación de zonas articulares de las patas, principalmente la fémur-tibial y la tibio-tarsal.

10 y 11 día : Puede observarse el joven imago completamente formado, sin embargo la mayor parte de la superficie corporal no presenta pigmentación, exceptuando las zonas antes mencionadas. Comienza entonces a desenvolverse de la cutícula ninfal.

Preemergencia.

Desligado de la cutícula ninfal, el joven adulto continúa en el interior de la cámara durante un período de tiempo variable en función de las temperaturas diarias y el fotoperíodo. La correlación entre las variables tiene un coeficiente de 0.946 (regresión lineal). La recta de regresión viene expresada por la fórmula :

y (días de duración) = $17.72 - 0.605 (T_{media})$

Este período de tiempo previo a la emergencia ha sido observado en otros escolítidos como *S. intricatus* Ratz. (YATES, 1984). Durante éste se lleva a cabo el endurecimiento y pigmentación de la cutícula, sin embargo el aspecto definitivo lo adquiere de 2 a 4 horas después de la emergencia, ya que sus tegumentos terminan de endurecer al contacto con el aire.

Emergencia.

Este proceso, según SAFRANYIK, (1988) está fuertemente influenciado por la temperatura. Nuestros resultados indican que su aumento constituye el estímulo necesario para que el joven imago inicie la apertura del orificio de salida. Así pues, en este sentido hemos observado que las primeras emergencias, correspondientes a la primera generación, ocurridas durante el mes de Junio, se producen cuando la temperatura diaria sobrepasa los 19 C', lo que normalmente durante dicho mes ocurre de 9h a 11h de la mañana. En la fig. están representados las salidas de la descendencia durante tres días consecutivos del mes de junio (1989), en relación con la variación de temperatura, en ella podemos observar que el máximo de emergencias ocurre entre las 12 y 16 horas, cuando la temperatura sobrepasa los 24 C', finalizando a las 18 horas.

Entre los descendientes se ha observado que la proporción correspondiente a cada sexo varía a lo largo de la jornada. Como se observa en la fig. , hasta las doce horas predominan los machos, posteriormente entre 12 y 14 horas la proporción es similar, predominando a partir de entonces las hembras.

Esto es debido probablemente a que los machos, que presentan desde el momento de su emergencia una mayor actividad, precisan de menor temperatura para iniciar la perforación del orificio de salida que las hembras, por lo que en los emergentes la proporción de ambos sexos varía a lo largo de la jornada.

Salida de adultos de la primera generación de la madera depoda.

La fecha de emergencia de la descendencia está en función de la fecha de penetración en las leñas y de la climatología en el año considerado (que afectan a la duración del desarrollo).

La curva de emergencia comienza con un período en el que el ritmo de salida es lento, al final del cual se aprecia un aumento brusco. Su duración total se produce generalmente entre 10 y 12 semanas, ocurriendo la mayor parte de las salidas en un período de

entre 4 y 6 semanas. No obstante, en los casos de elevada densidad de ataque, la competencia entre las larvas, puede provocar que las emergencias se prolonguen hasta 15 semanas, finalizándose en el mes de octubre.

En 1986.- las primeras emergencias, (fig) (correspondientes a la descendencia de los individuos de la fase de ataque inicial, realizada durante la segunda mitad de abril), comienza en la segunda quincena de junio. El gran aumento de las emergencias se produjo a primeros de julio, en correspondencia al ataque masivo observado en la primera quincena de mayo.

1987.- Durante este año las curvas de penetración se realizaron entre abril y mayo ("La Jara", fig), y durante la segunda quincena de abril ("Arenales"), comenzando el grueso de las emergencias en cada caso a primeros de julio y mediados de junio respectivamente.

1988.- En "La Jara" el modelo de curvas de penetración y salida fué muy similar al año anterior (fig), mientras que en Arenales, debido al adelantamiento de la curva de penetraciones (ocasionado por las prácticas de poda), entre marzo y abril, las primeras emergencias comienzan a partir del 10 de junio, produciéndose el aumento brusco de las salidas entre los días 15 y 20.

Estimación de la duración del desarrollo

Teniendo en cuenta las duraciones parciales de cada uno de los estadios, la duración del desarrollo completo vendría dada por la suma de cada una de ellas :

- I(duración huevo)
- II (duración larva)
- III (duración prepupa)
- IV (duración pupa)
- V (duración preemergencia)

Según los datos obtenidos durante 1987, la suma de las duraciones parciales oscila entre 93 días para los primeros huevos depuestos en condiciones naturales a primeros de Marzo, como se

observa en la fig. , y 40 días (a consecuencia del acortamiento producido en los distintos estadios) para los individuos resultantes de huevos depuestos durante el mes de Julio.

Presencia de los distintos estadios de desarrollo.

1986.-

Como resultado de los muestreos efectuados semanalmente en leñas infestadas procedentes de la finca "La Jara", correspondientes a la primera generación, (material y métodos), se han establecido las curvas de presencia de cada uno de los estadios (fig.).

Huevos .- Comienzan a observarse poco después de los primeros ataques; el número medio aumenta hasta primeros de Mayo y después su proporción comienza a disminuir hasta finales de Junio, fecha en la que dejaron de observarse.

Larvas.- Las primeras comenzaron a observarse en la tercera decena de abril, aumentando su proporción hasta finales de Junio. A partir de entonces comenzaron a disminuir observándose las últimas a mediados de Agosto.

Pupas.- En relación con la rápida disminución del número de larvas, se produce el rápido aumento del número medio de pupas por galería. Este disminuye paulatinamente hasta finales de Agosto.

Adultos.- Comienzan a observarse en el interior de las celdillas ninfales en la tercera decena de Junio, si bien las emergencias se observaron a primeros de Julio (TABLA).

Así pues, la duración del desarrollo de los primeros individuos, correspondientes a los huevos depuestos a primeros de Abril fué de 87 días.

1987.-

El resultado de los muestreos semanales efectuados en maderas atacadas correspondientes a la primera generación, así como de las ramas procedentes de olivos atacados donde se indujeron las sucesivas generaciones nos indican que las curvas de presencia de los distintos estadios fueron las siguientes :

Primera generación.-

En la finca "La Jara" las penetraciones en la madera de poda se produjeron al igual que en el año anterior durante los meses de Abril y Mayo, por lo que según se aprecia en la (fig) las curvas de presencia de los distintos estadios fueron similares.

Sin embargo en la zona de "Arenales de San Pedro", el ataque a las leñas comenzó a mediados del mes de Marzo, lo que significó un adelanto de las fechas de máxima presencia de cada uno de los estadios como puede observarse en la fig. . Esto supuso que las emergencias comenzaran antes que en "La Jara" (mediados de junio).

La duración del desarrollo completo para los primeros individuos, resultantes de los primeros huevos depuestos fué de 94 y 89 días respectivamente en "Arenales" y "La Jara".

Sucesivas generaciones.-

Con la colocación de leñas de poda reciente en el olivar durante las emergencias de la descendencia de la primera generación hemos comprobado que bajo condiciones naturales no atacan dichas leñas para iniciar un segundo ciclo reproductivo, dirigiéndose hacia las pequeñas ramas para alimentarse. Sin embargo, si por cualquier causa, accidental o voluntariamente estas ramas son eliminadas del árbol, los individuos presentes en las galerías de alimentación salen y se reproducen en ellas.

La reproducción a partir de los descendientes de la primera generación , fué inducida desde que comenzaron a observarse los primeros descendientes, en la segunda quincena de Junio.

realizándose a intervalos semanales la inducción de sucesivos ciclos reproductivos.

Segunda generación .-

Las observaciones semanales se realizaron sobre las ramas

cortadas a primeros de Julio (3-VII), es decir 10-15 días después del comienzo de las emergencias de la primera generación.

En la fig. se pone de manifiesto la menor duración de las curvas de presencia de los distintos estadios. Los huevos están presentes desde la primera quincena de Julio hasta primeros de Agosto. Las larvas comienzan a observarse a mediados de Julio, finalizando a últimos de Agosto, poco antes de finalizar la presencia de pupas (fig.). El ciclo completo se efectúa en un período de 40 días aproximadamente ya que los primeros individuos emergen a mediados de Agosto, habiéndose producido el 90% del total de las emergencias a primeros de Septiembre.

Tercera generación .-

Las observaciones semanales se realizaron en aquellas ramas cortadas el 25 de agosto (10 -15 días después de las primeras emergencias de la segunda generación). El ataque se produjo entre el 28 - VIII y el 5 - IX. En las galerías se observaron huevos hasta la primera decena de octubre, encontrándose las larvas resultantes de los huevos depuestos, en la primera quincena de septiembre (fig.). Estas se transforman en pupas a mediados de octubre, sin embargo de los huevos depuestos a partir del 15-20 de septiembre, las larvas resultantes comienzan a presentar un aumento notable de duración del desarrollo, hasta que a mediados de noviembre presentaron una detención en edades L3-L5 debido a las temperaturas cuyas medias fueron inferiores a los 10 grados C. Durante el invierno presentaron escasa actividad, limitándose únicamente a los días de temperatura más suave. Un fenómeno parecido ha sido observado por REXRODE, (1982) en *Phloeotribus liminaris* (Harris).

Las pupas evolucionaron a adultos entre finales de octubre y primeros de noviembre, sin embargo las temperaturas, cuyas medias en ésta época se encontraban entre los 15 y 18 grados C, con máximas que no excedían de los 22 grados, junto con el corto

fotoperíodo (inferior a 5 horas de sol), no estimularon suficientemente a los jóvenes adultos, los cuales al igual que en otras especies de escolítidos (REXRODE, 1982), entraron en diapausa, permaneciendo en el interior de las celdillas ninfales durante el invierno.

Bajo condiciones naturales el completo desarrollo pudieron efectuarlo sin necesidad de entrar en diapausa aquellos individuos procedentes de huevos depuestos a finales de agosto. A partir de entonces los descendientes debido al alargamiento de los distintos estadios, pasan el invierno en estado adulto en el interior de la cámara ninfal o bien como larvas, dependiendo de que la fecha de deposición fuese en la primera o en la segunda quincena de dicho mes. En estos la duración del desarrollo, debido a la diapausa invernal, aumentó a 200-250 días.

Estas observaciones se ratificaron con los resultados obtenidos a partir de la observación de las fechas de emergencia de la descendencia en las ramas cortadas semanalmente. En estas la menor duración de desarrollo correspondió a los descendientes de aquellos individuos que penetran durante los meses de junio y julio, los cuales presentaron 40 días aproximadamente (fig.). De aquellos individuos que penetran a mediados de agosto, una parte emergieron en el mismo año (octubre), sin embargo los resultantes de las reproducciones iniciadas a partir de dicho mes, invernan en estadios larvarios.

Número posible de generaciones

El número máximo de generaciones que pueden realizar en el mismo año depende del tiempo de duración entre uno y otro ciclo, es decir, del tiempo que estos permanecen en el interior de las galerías de alimentación. Para el caso descrito anteriormente, en el que 2ª y 3ª generaciones las indujimos tras un período de alimentación de 10-15 días, el número de generaciones completas obtenidas fué de dos y una parcial tercera. En esta última una parte de la descendencia tras alcanzar el completo desarrollo,

inverna en estado adulto, mientras que el resto lo hacen en estadíos larvarios.

En cambio, si la reproducción se induce después de un período de alimentación de 2-3 días (fig) el fitófago puede realizar, como así hemos observado durante 1987, tres generaciones completas e incluso iniciar una cuarta, que comenzó a finales de Septiembre. En ésta la descendencia pasó el invierno en estado larvario.

Dado que lo más frecuente es que los primeros descendientes de la primera generación emerjan a finales del mes de Junio y que los últimos ataques en ramas desgajadas puedan efectuarse hasta primeros de Octubre, el número máximo de generaciones es de 4, tres de ellas completas.

Bajo condiciones naturales la probabilidad de la producción de generaciones sucesivas a la primera es pequeña por lo que en el caso de existir accidentalmente, el número de individuos que representa es despreciable frente al de la primera generación.

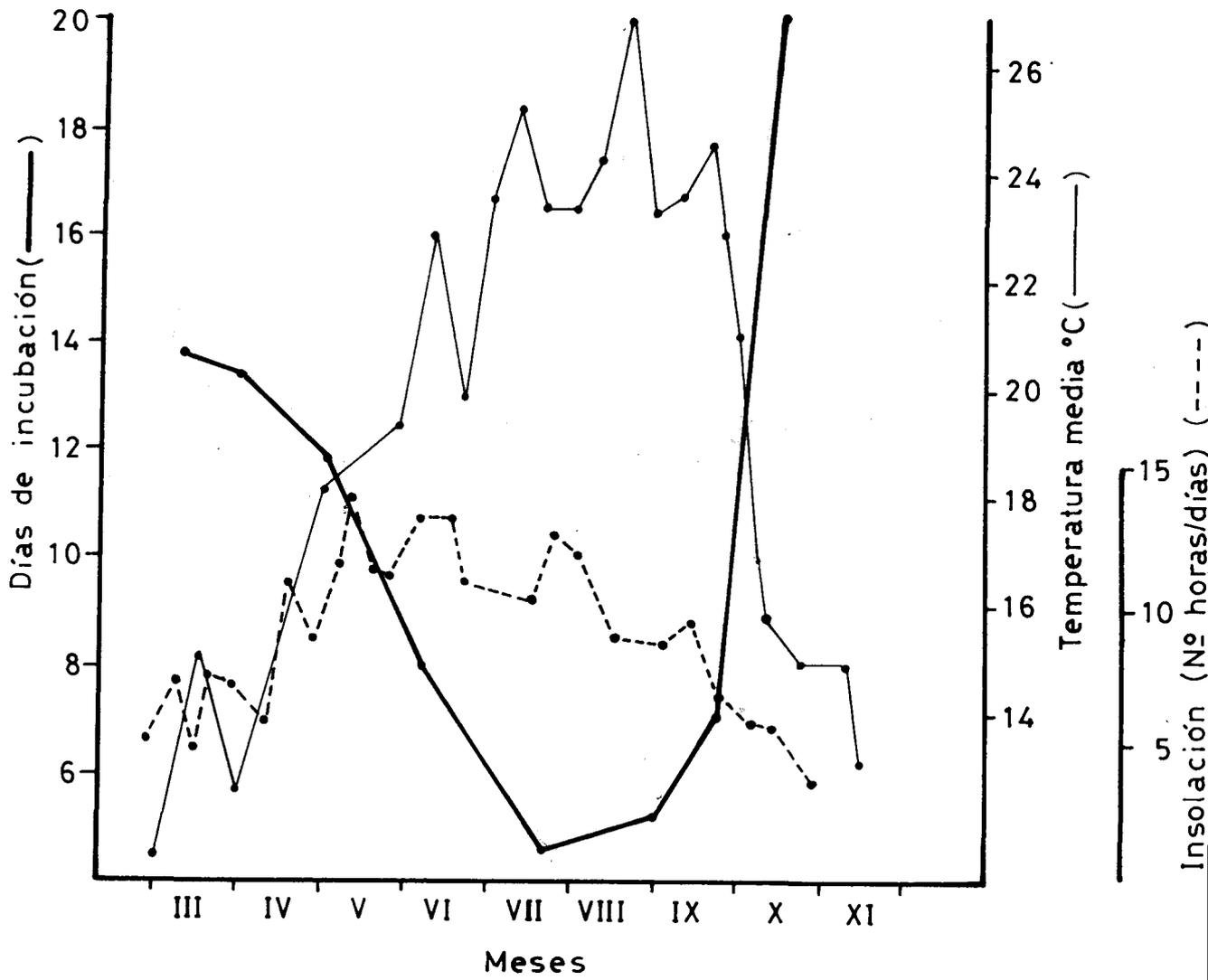
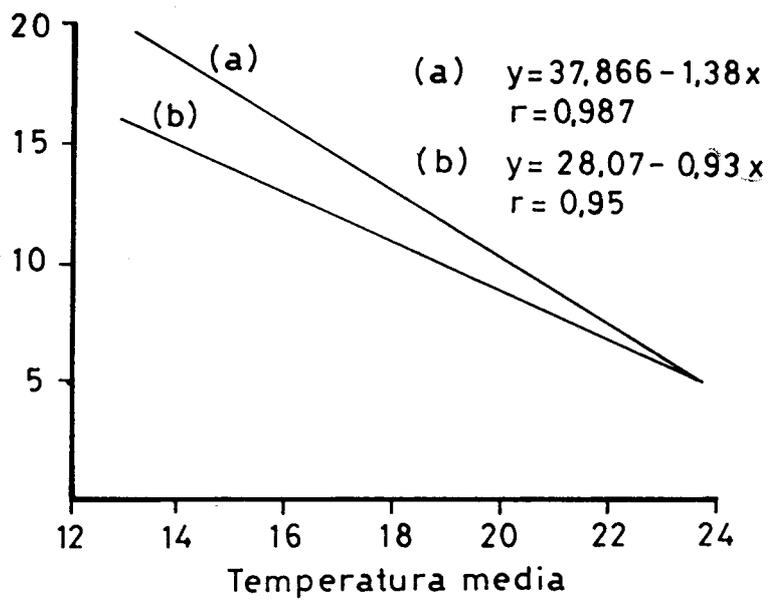


Fig. 33. Duración media del período de incubación del huevo de P. scarabaeoides durante 1987.



34
 Fig. . Duración del período de eclosión en función de la temperatura media diaria. (a) después de Julio de 1987, (b) antes de Julio de 1987.

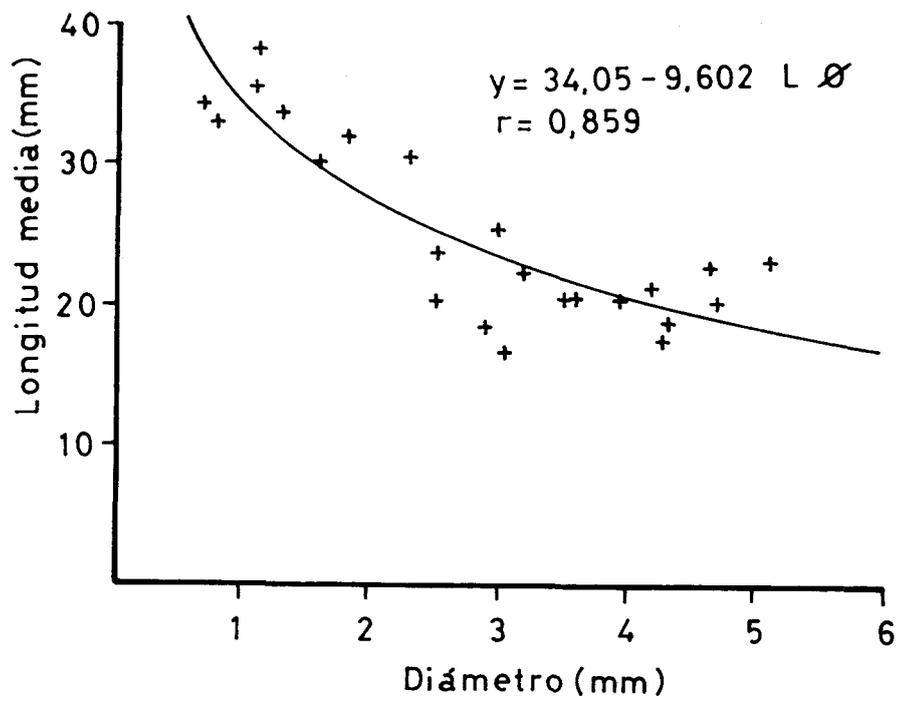


Fig.35. Relación entre la longitud ~~media~~ de las galerías larvarias y el diámetro de las ramas.

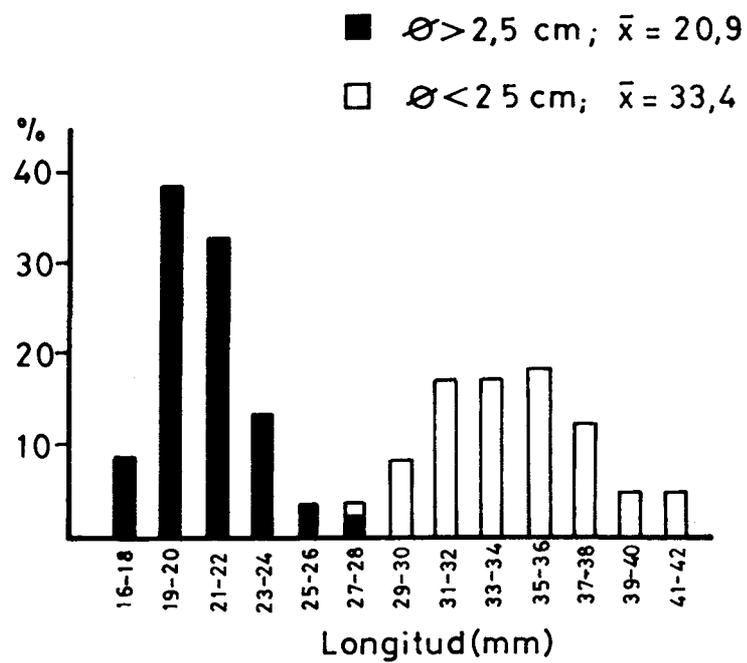


Fig. 26. Distribución de longitudes de galerías larvarias para diferentes diámetros.

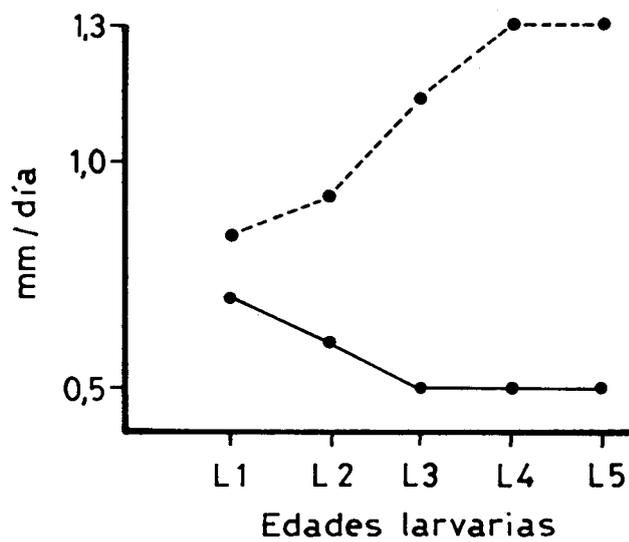


Fig. 37. Ritmo medio de avance en las sucesivas edades larvarias correspondientes a (----) 1ª-2ª generación y (—) 3ª generación.

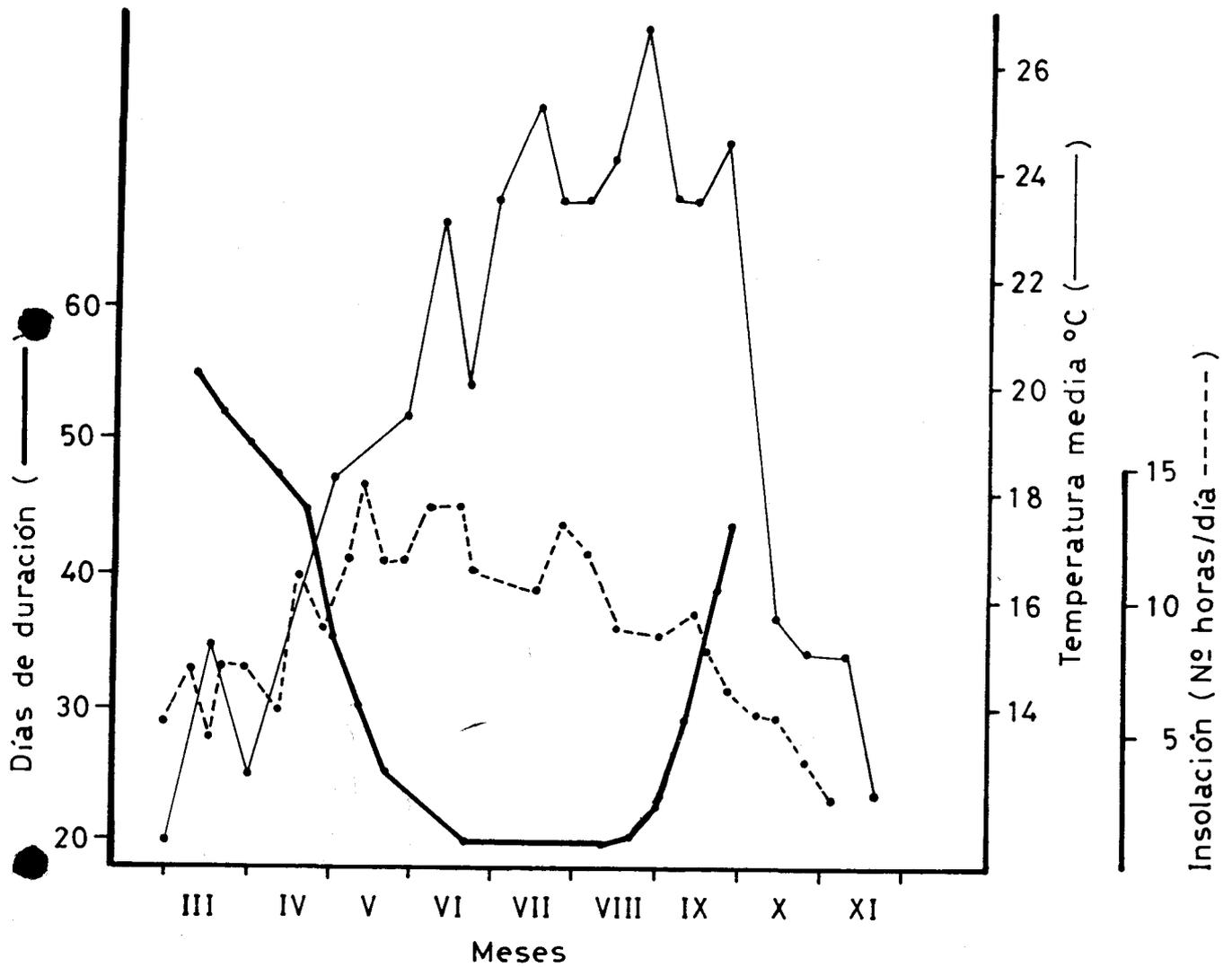


Fig. 38. Duración media del desarrollo larvario de P. scarabaeoides durante 1987.

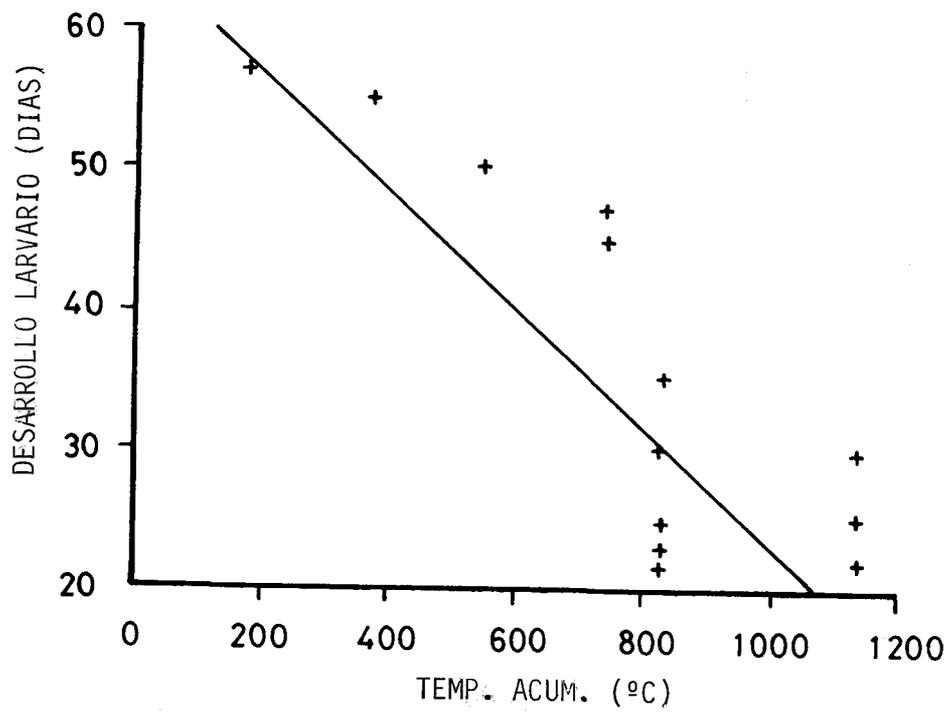


Fig. 27. Tiempo medio de duración del desarrollo larvario en función de la temperatura media.

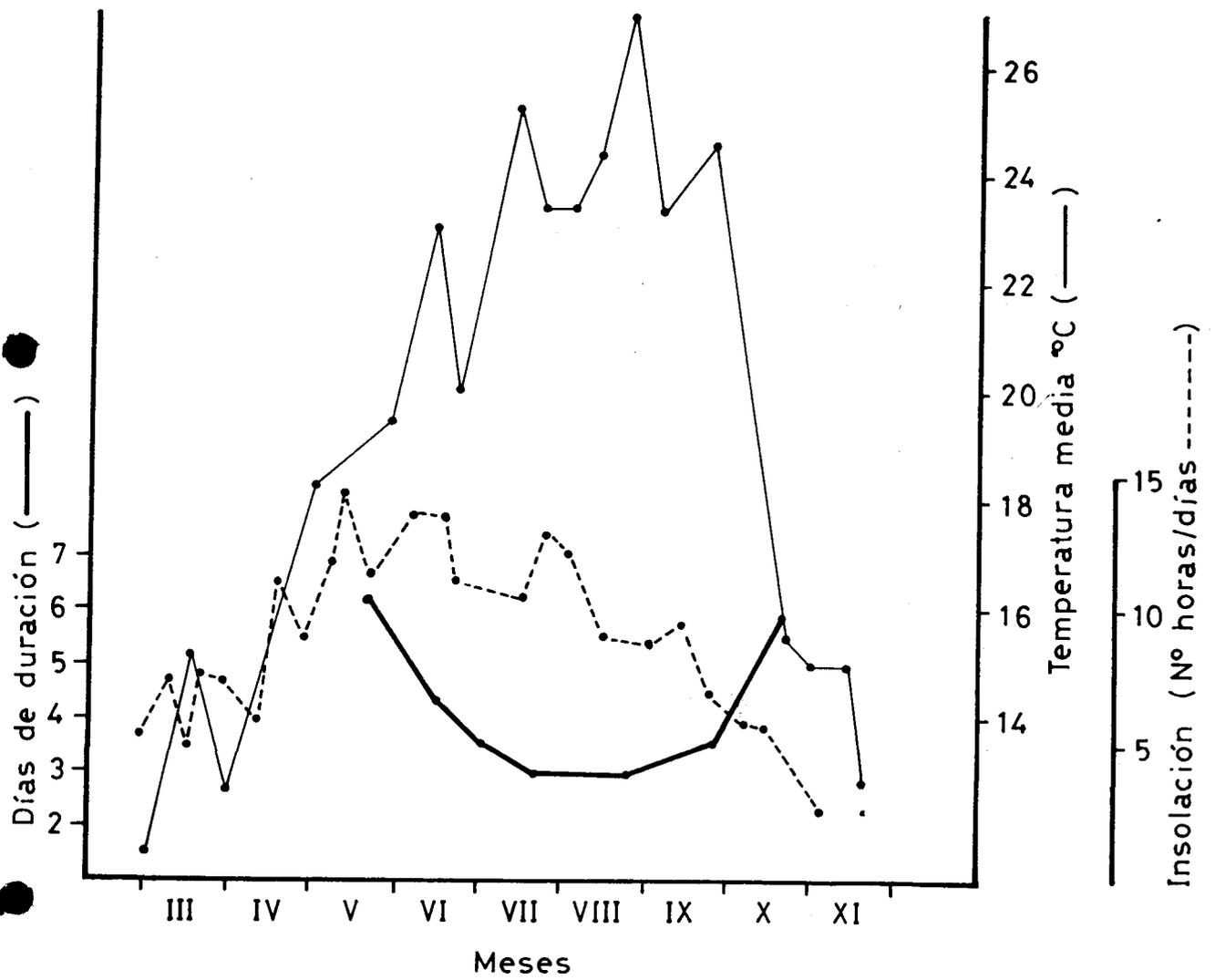


Fig. 47. Duración del período de prepupa durante 1987.

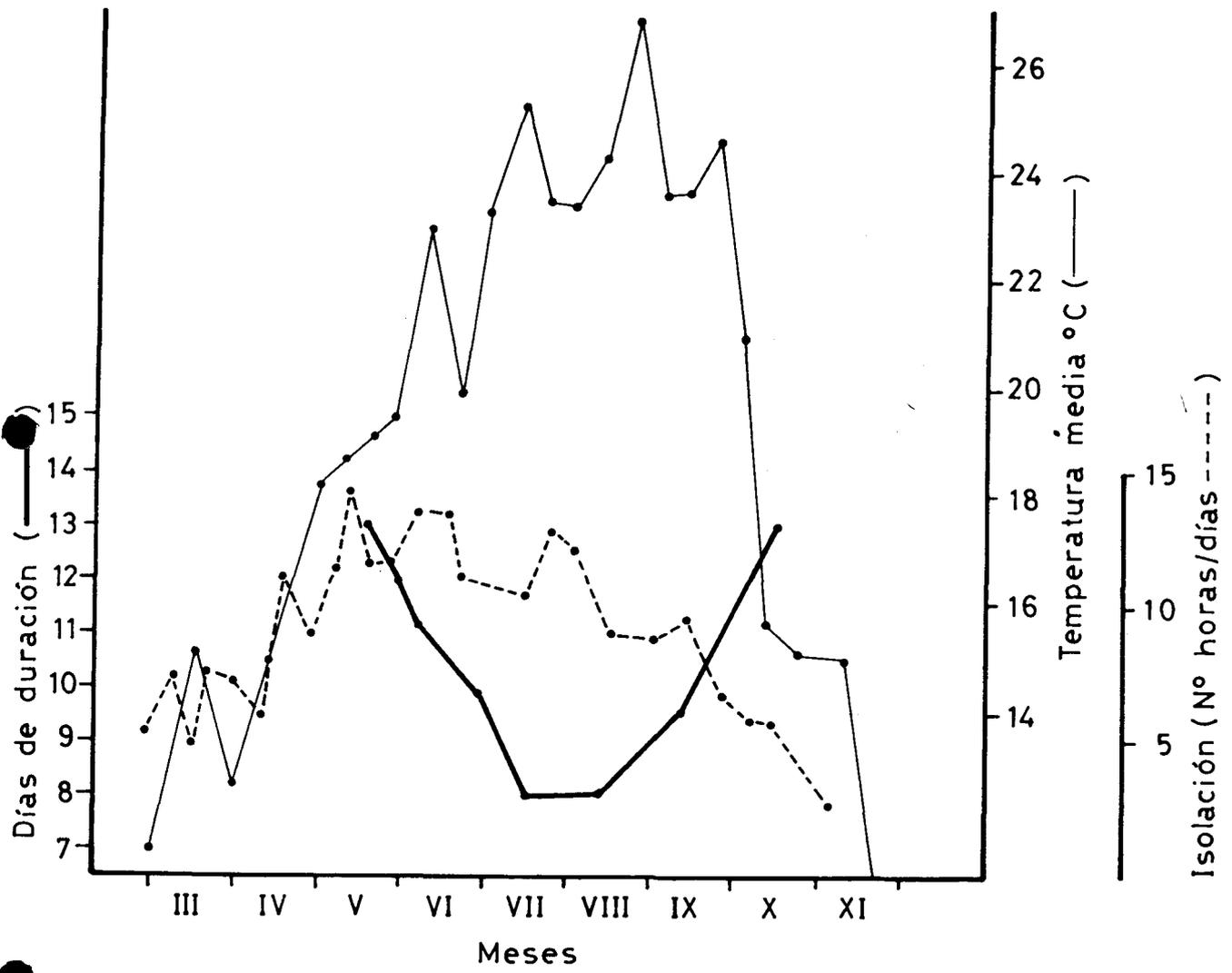


Fig. 41. Tiempo medio de duración del estadio de pupa en las distintas épocas del año 1987.

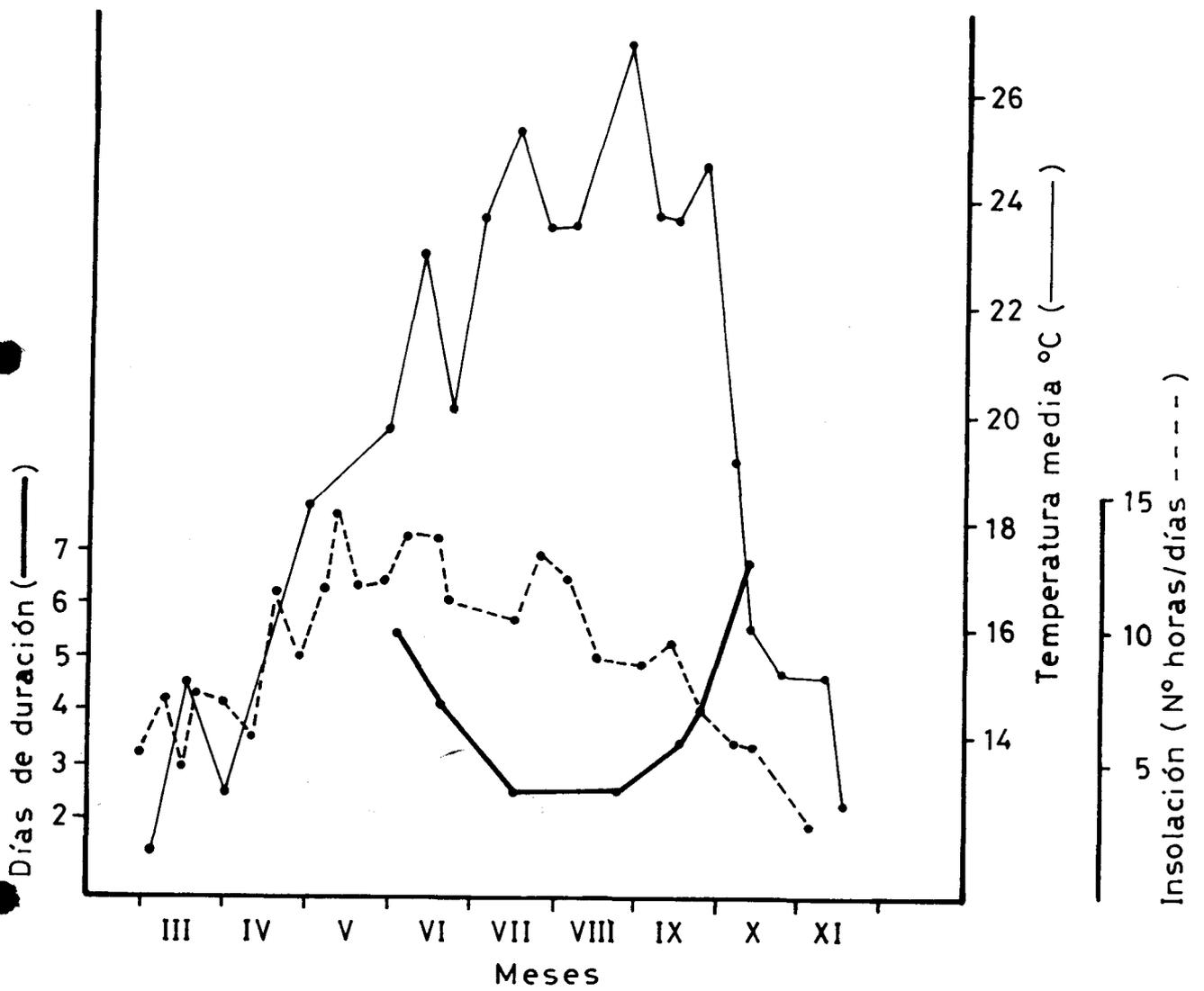


Fig. 42. Duración media del período de preemergencia durante 1987.

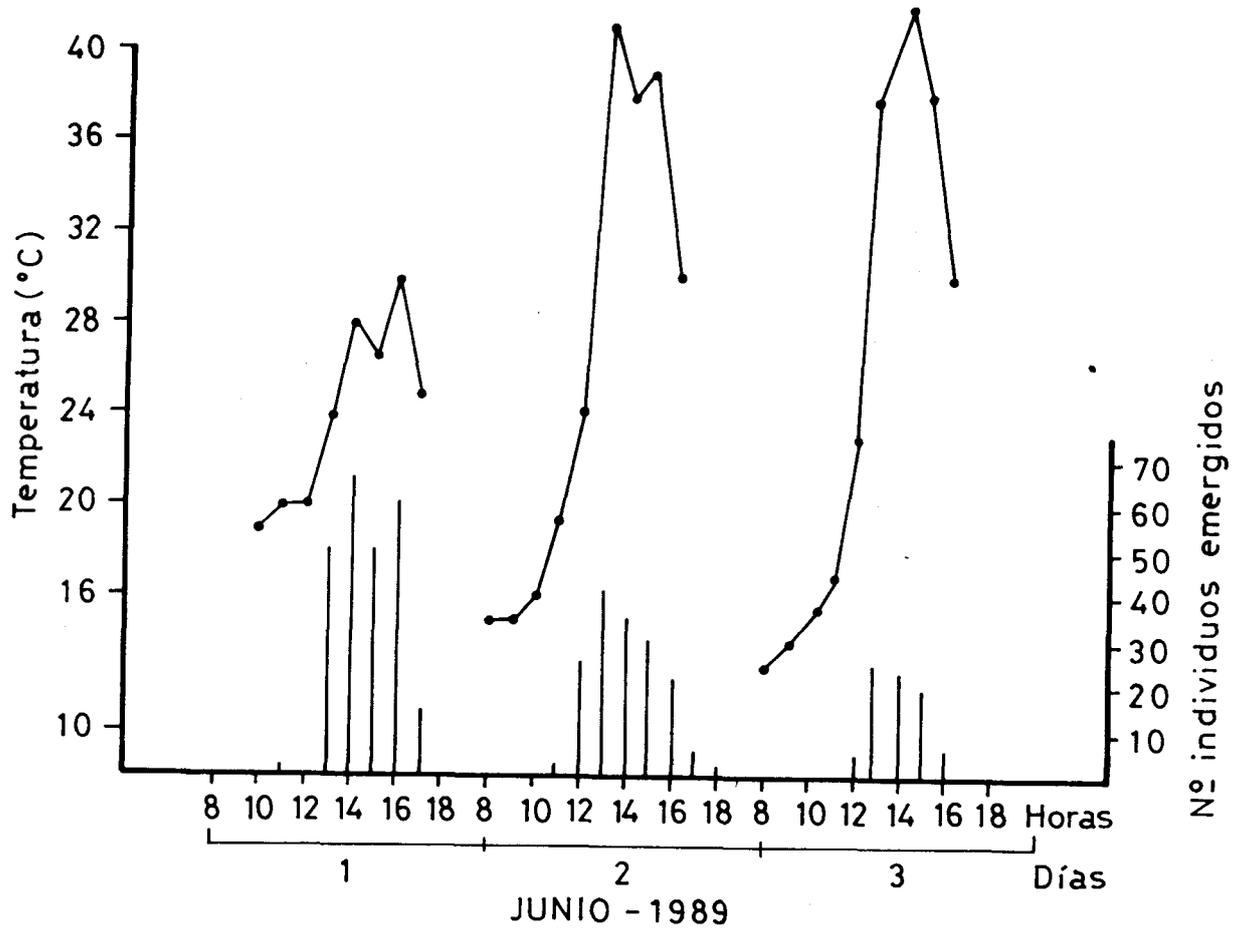


Fig. ⁴⁸ Emergencia de la descendencia de P. scarabaeoides en relación con la temperatura.

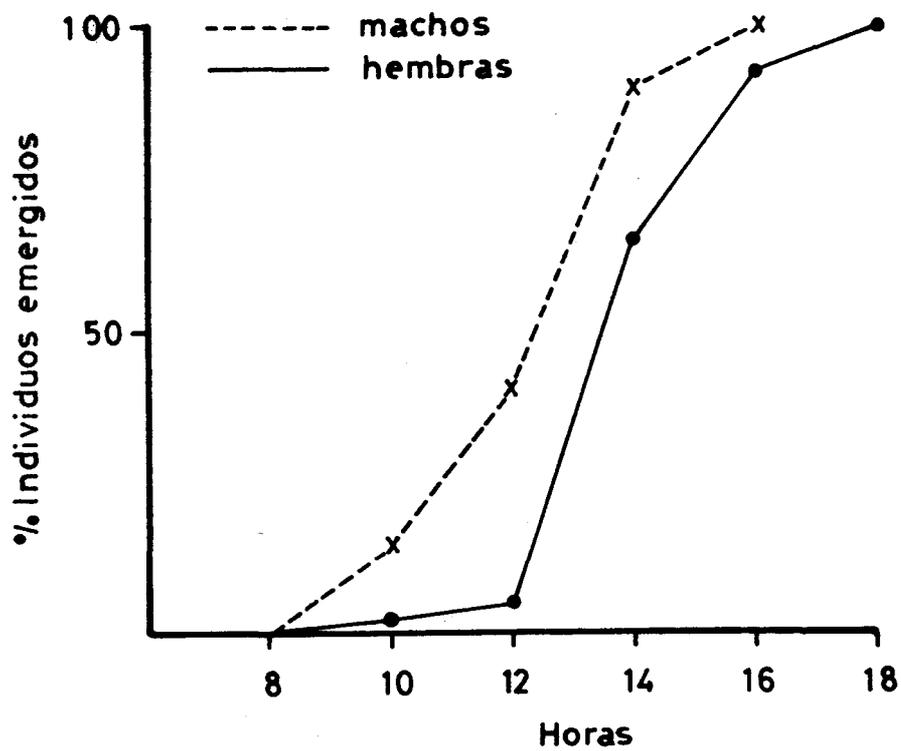
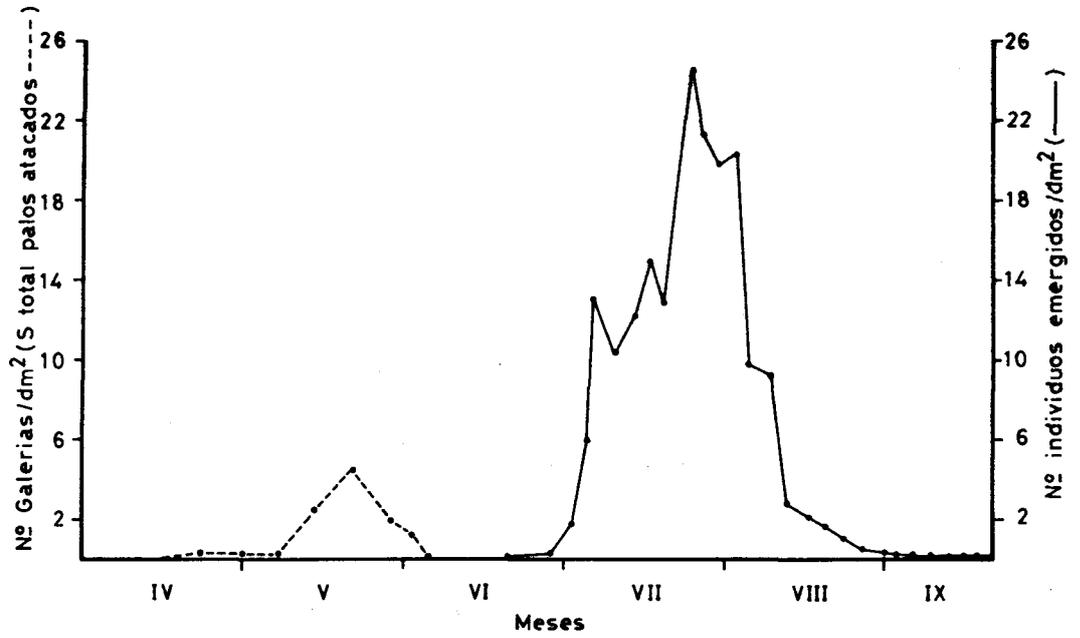


Fig. 4. Curvas de emergencia diarias (% acumulados) de *P. scarabaeoides* durante la 1ª generación.



45
 Fig. . Ataque y emergencia de P. scarabaeoides durante 1986 en la finca de Arenales.

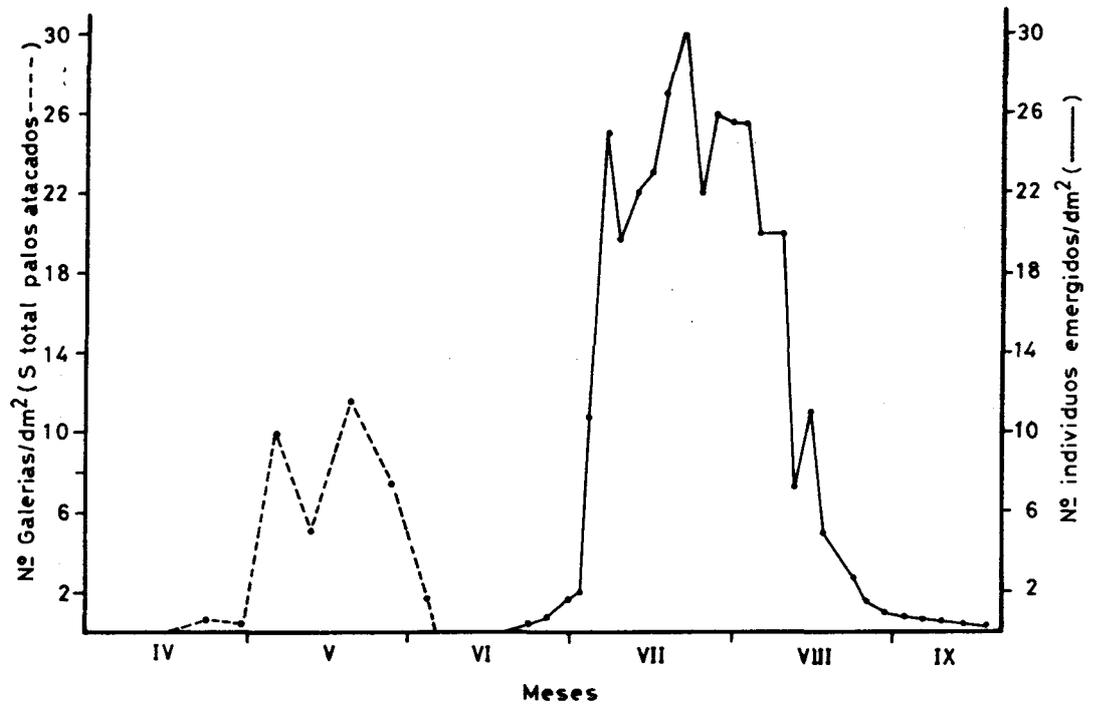


Fig. 46 . Ataque y emergencia de P. scarabaeoides durante 1986 en la finca de La Jara.

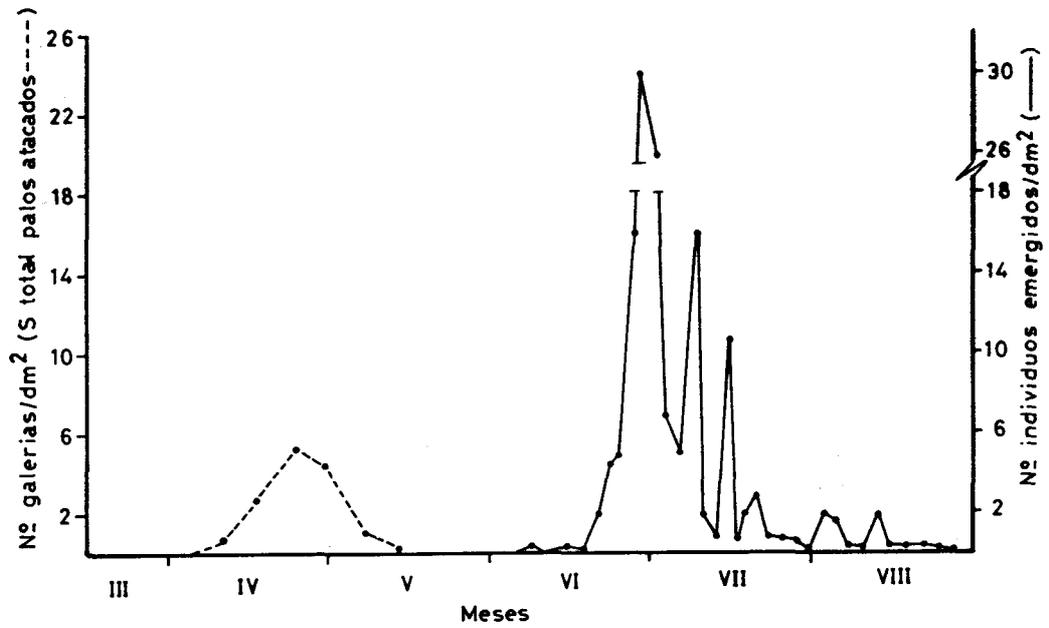


Fig. 47. Ataque y emergencia de P. scarabaeoides durante 1987 en la finca de Arenales.

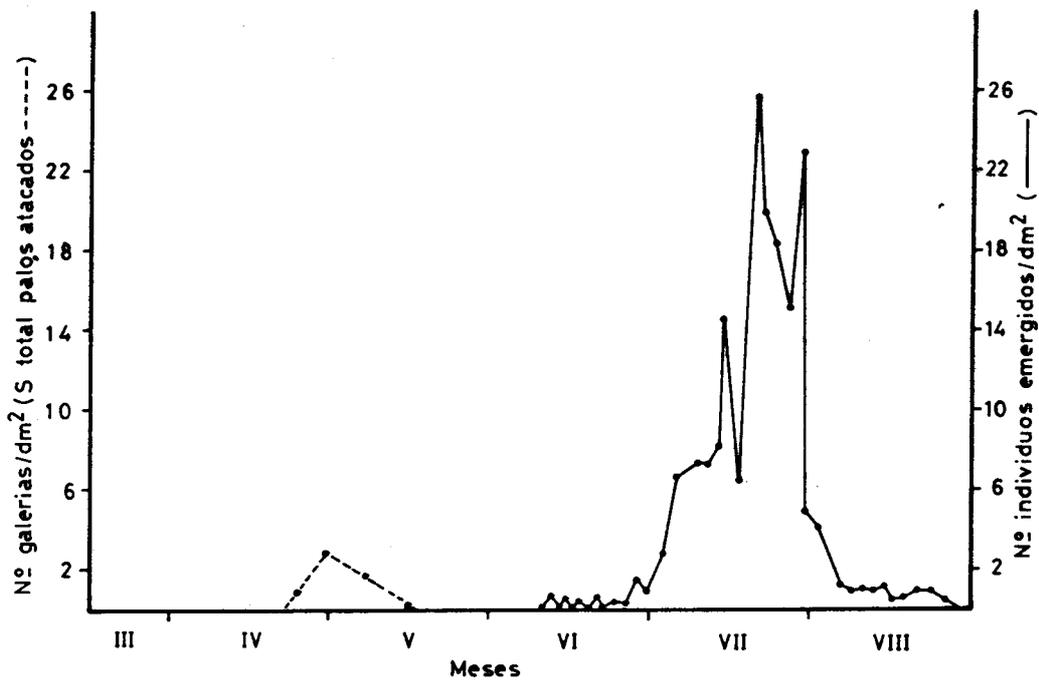


Fig. 7. Ataque y emergencia de *P. scarabaeoides* durante 1987 en la finca de Arenales.

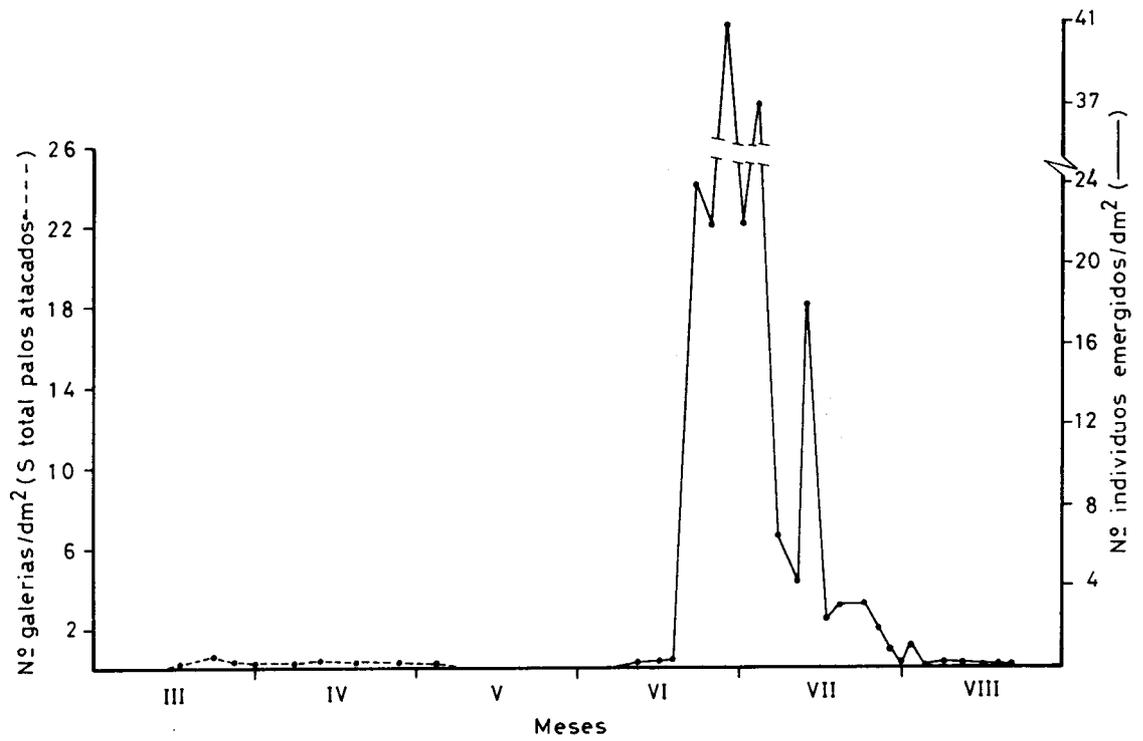


Fig. 39. Ataque y emergencia de P. scarabaeoides durante 1988 en la finca de Arenales.

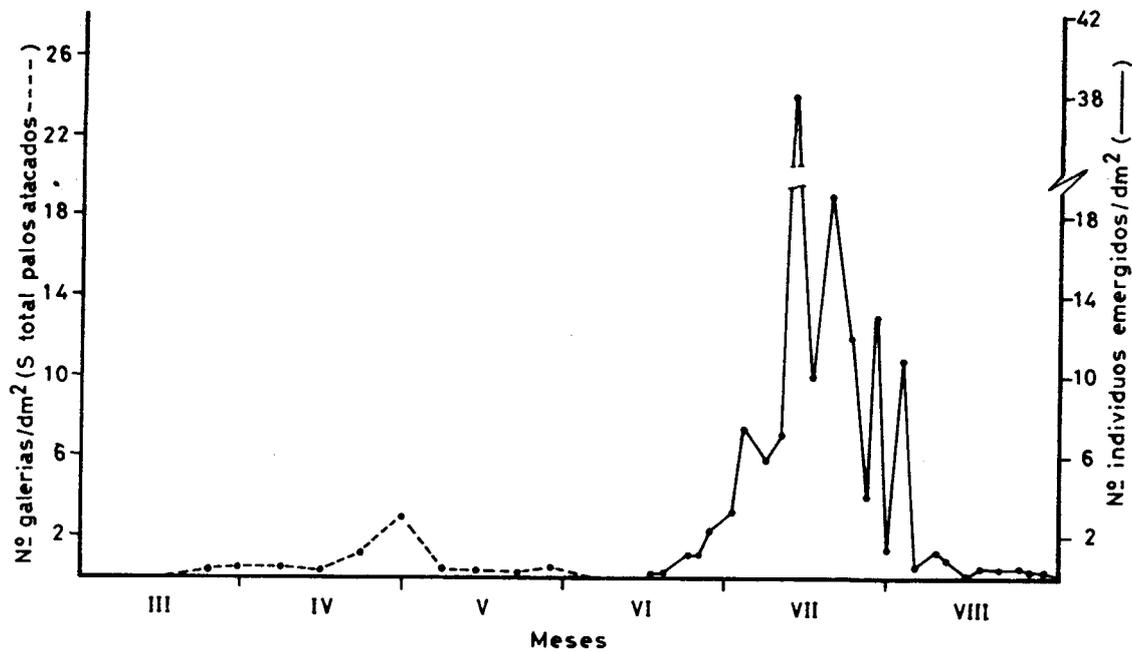


Fig. 30. Ataque y emergencia de *P. scarabaeoides* durante 1988 en la finca de La Jara.

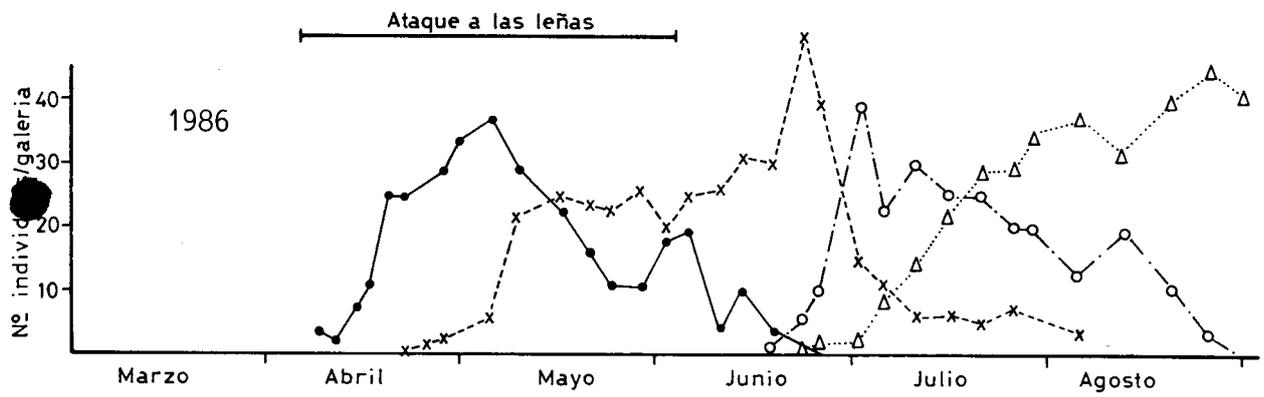


Fig.5/ . Curvas de presencia de los distintos estadios de desarrollo y emergencia de P. scarabaeoides. (●) huevos, (x) larvas, (o) prepupas y (Δ) adultos emergidos.

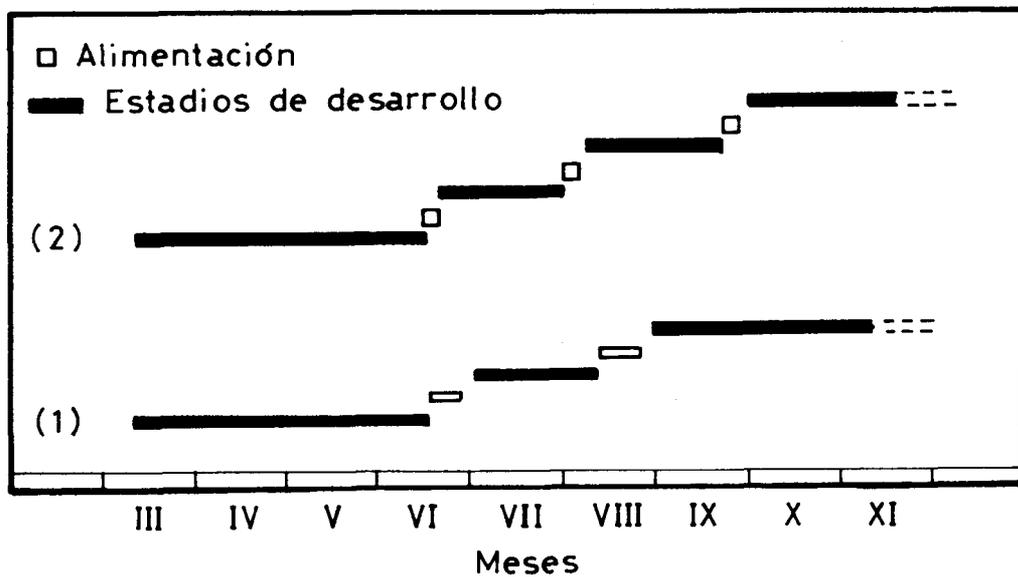


Fig. 55. Número de generaciones posibles de P. scarabaeoides según la duración del período de alimentación. (1) 10-15 días y (2) 2-4 días.

TASA DE MULTIPLICACION. Competencia Larvaria.

Sin tener en cuenta la accion de depredadores y parásitos que según se verá más adelante pueden eliminar una parte considerable de la población, la tasa de multiplicación, o número de descendientes por galeria de reproducción fué en los años de estudio de:

ARENALES DE S. PEDRO	LA JARA
1986-----17.2 ind/gal +_ 6.38	8.93+_ 2.23
1987-----11.????	26.5+_ 11.8
1988-----30.01 ind/gal +_ 9.04	37.15+_ 17.25

Como vemos los valores medios de número de individuos/gal por tronco, correspondientes a cada zona y año son muy inferiores a la fecundidad media de este escolitido (*). Esto es debido a que entre la descendencia se produce una gran competencia por el alimento. Al igual que se ha observado en otras especies en casos de altas densidades larvarias, (YATES, 1984) toda la capa de floema es utilizada por éstos para su alimentación. A consecuencia de esta competencia larvaria una parte de la descendencia muere, y el resto presentan tamaños inferiores al normal (observado también en otras especies por SAFRANYIK and LINTON, 1985; SAHOTA et al. 1987).

Como consecuencia, bajo las mismas condiciones de temperatura no todas las larvas alcanzan su completo desarrollo en el mismo plazo de tiempo, este puede alargarse en casos de elevada densidad de población por espacio de varios meses ya que no disponen de alimento necesario. En estas condiciones puede ocurrir que dichas larvas no se transformen con el resto de la descendencia y permanezcan durante el verano otoño e invierno, pupando la siguiente primavera (caso similar al descrito en *Floectribus liminaris* por Rexrode, 1982). En este sentido Safranyik et al. (1983), en su estudio sobre *Dendroctonus rufipennis* sugieren que los residuos de la poda pueden constituir un hábitat importante para el mantenimiento de elevados niveles de población

FACTORES DE LOS QUE DEPENDE LA COMPETENCIA LARVARIA.

El que ocurra o no competencia entre las larvas correspondientes a diferentes galerías depende de dos factores:

- 1) Área o superficie ocupada por la galería, una vez que se han desarrollado completamente las larvas.
- 2) Densidad de ataque o número de galerías existentes por unidad de superficie.

1) Superficie ocupada por la galería.-

Esta definida por el producto de longitudes:

$$Sg \text{ (mm)}^2 = Lgm \times (LL + 2)$$

Lg = Longitud de la galería materna.

LL = Longitud de la galería larvaria. El sumando 2 se debe al espacio (mm) existente entre los centros de huevos opuestos.

Las longitudes medias de las galerías materna y larvarias, están definidas por las siguientes ecuaciones:

$$Lgm = 34.744 + 11.33 L \phi$$

$Lgl = 34.05 - 9.6 L \phi$. La variación de las dimensiones de ambos tipos de leñas, según los distintos diámetros está representada en las figs. donde se observa que para $LL = Lm$ cuando los diámetros son de 1 y 2 cm respectivamente (Almacén y campo).

Área ocupada.

Las longitudes de las galerías materna y larvarias como vimos están definidas por ecuaciones Logarítmicas. Las representaciones gráficas para caso de leñas almacenadas y al aire libre, de ambas longitudes, (fig y respectivamente) indican que Lgl supera a Lgm cuando los diámetros son superiores a 1 y 2 cm respectivamente.

El área ocupada por la galería, en el caso de leñas almacenadas será:

$$Sg = Lgm (2Lgl + 2)$$

$$\text{siendo } Lgm = 34.74 + 11.33 L \phi$$

$$Lgl = 34.05 - 9.6 L \phi$$

$$Sg = 2(1148.15 - 34.34 L \phi + 106.84 (L \phi)^2)$$

$$Sg = 2296.3 - 68.68 L \phi + 213.68 (L \phi)^2$$

En leñas al aire libre, las longitudes de las galerías larvarias y materna son:

$$L_{gm} = 22.52 + 9.12 L\phi$$

$$L_{gl} = 34.05 - 9.6 L\phi$$

la ecuación del área es :

$$Sg' = 1579.207 + 207.058 L\phi - 175.21 (L\phi)^2$$

Para ambos casos la representación gráfica del área ocupada en los diferentes diámetros la encontramos en las figuras y respectivamente.

Número de galerías posibles por dm²

Teniendo en cuenta el área media de la galería por diámetro considerado, el número de galerías posibles por dm² oscila según se aprecia en la tabla n. :

DIAMETRO (cm)	AREA OCUPADA		N GAL POSIBLES	
	(1)	(2)	(1)	(2)
0.5	0.135	0.226	7	4
1	0.157	0.229	6	4
1.5	0.163	0.223	6	4
2	0.163	0.214	6	4
2.5	0.162	0.205	6	5
3	0.159	0.196	6	5
3.5	0.156	0.187	6	5
4	0.152	0.179	6	5
4.5	0.149	0.171	6	6
5	0.145	0.163	6	6
5.5	0.142	0.156	7	6
6	0.138	0.148	7	6

Como vemos el número máximo posible en las leñas que permanecen en el campo puede oscilar, en función del diámetro, entre 6 y 7 , siendo éste número menor (5-6) en las leñas que permanecen en lugares cerrados.

Forma de la galería.

La variación en la longitud media de las galerías larvarias y materna, según los diferentes diámetros implica una modificación en la forma de la galería de reproducción.

Considerando la galería semejante a una figura cuadrangular, sus ejes definidos por las longitudes L_{gm} y $2L_{gl} + 2$.

Definimos I como la relación $(2LL + 2)/L_{gm}$, por lo tanto podrá tomar valores de hasta 3 o 5 (Tabla) según los diferentes tipos de almacenamiento.

DIAMETRO (cm)	AREA OCUPADA	
	I(Campo)	I(Almacenados)
0.5	5.14	2.97
1	3.11	1.73
1.5	2.36	1.46
2	1.97	1.34
2.5	1.69	1.16
3	1.50	1.00
3.5	1.35	0.94
4	1.23	0.86
4.5	1.13	0.80
5	1.05	0.76
5.5	0.98	0.69
6	0.91	0.65

En la fig. están representadas a escala natural tres galerías de cada tipo, con valores de I máximo, mínimo e intermedio. Según los tipos de almacenamiento las galerías serán isométricas ($I=1$) cuando los diámetros sean respectivamente de 3 ó 5.25 cm .

Teniendo en cuenta las dimensiones medias de las galerías en cada caso y, las limitaciones impuestas por el perímetro de la

rama, así como la menor preferencia del fitófago por las zonas de máxima incidencia de la luz, las posibles disposiciones del número máximo de galerías por dm², en el caso de no interferencia entre ellos puede ser de:

$N \times 1$, (donde $N = 4, 5, 6$ o 7)

3×2

Estos casos descritos anteriormente rara vez pueden presentarse en la naturaleza ya que lo más frecuente es que las galerías se encuentren mutuamente afectadas a causa de la proximidad entre ellas.

Así pues, tomando como ejemplola posibilidad más frecuente, la de 6 galerías por dm² en disposición 3×2 , y sin interferencia entre ellas, el esquema sería:

En este caso todas las galerías podrían desarrollarse sin dificultad prácticamente, pues disponen del espacio necesario.

Si durante la construcción las galerías maternas se aproximan a lo largo del eje X, el barrenillo puede llegar a dar con la galería vecina, ó con sus galerías larvarias; entonces retrocede y se dirige al brazo opuesto donde continúa la excavación.

Si las galerías se aproximan en el sentido del eje y esto no afecta a la construcción de la galería materna, sin embargo, las larvas de galerías vecinas pueden llegar a encontrarse frontalmente. Si esto sucede cuando las larvas son maduras; pueden llegar a morir el 50% ó más; sin embargo, si el encuentro es en etapa de 1 ó 2 edad, pueden morir todas; en ambas galerías. Si el encuentro es entre larvas maduras y jóvenes (1 ó 2) morirán antes las últimas pues las maduras, tienen más posibilidades de finalizar su desarrollo, pero sin alcanzar su nivel óptimo.

La probabilidad de que en el cuadrado donde caben 6 galerías, estas se dispongan en los lugares adecuados es muy baja, por lo que lo más frecuente es que existan encuentros entre larvas de galerías vecinas, lo que conduce a un mayor o menor grado de mortalidad larvaria a consecuencia de la competencia por el alimento.

Es un hecho a tener en cuenta a la hora de estimar la

descendencia, ya que el número de individuos emergidos no se corresponde con el número total de huevos depuestos por dm².

Según esto la progenie equivale a un número menor de galerías que las existentes, por lo que en términos de descendencia, hablamos de galerías reales.

Número de galerías reales. (Según cálculo de probabilidad)

El número más probable de galerías reales es dependiente del número máximo posible por dm², de acuerdo con esto diferenciamos entre las cuatro posibilidades que existen (4 5 6 7 galerías posibles por dm²).

a) Número máximo posible = 4 gal/dm².

A medida que aumenta el ataque, hasta 4 gal/dm², el número real aumenta a 3 (fig). Únicamente cuando la densidad de ataque es de 2 gal/dm², la descendencia real equivale a la posible o potencial pues en este caso no hay competencia, con un nivel de probabilidad de 0.75.

b) Número máximo posible es 5 gal/dm².

Como vemos en la (fig) continua siendo el 3 el número real más probable cuando se rebasa el número máximo posible.

c) Número máximo posible es 6 gal/dm².

Este caso es el más frecuente, se observa en troncos de diámetro superior a 1 cm en leñas al aire libre y en las superiores a 4 cm en las leñas almacenadas.

A medida que aumenta la densidad del ataque, el número de descendientes coincide con el esperado (según el número de galerías) en densidades de 2 y 3 gal/dm² pues en estos casos predomina la probabilidad de no competencia larvaria.. A densidades superiores a 3 gal/dm², el número de descendientes corresponde a un número inferior de galerías, siendo 4 el número de galerías viables más probable.

d) Número máximo posible = 7 gal/dm²

En este caso el número máximo corresponde a 5 galerías viables cuando se sobrepasa el límite de capacidad máxima. Hay que tener en cuenta que dado el mecanismo de emisión de sonidos que influye en que las hembras no aproximen demasiado el emplazamiento

de sus galerías, la distribución tiende a ser más o menos homogénea, por lo que los casos en los que superada la capacidad máxima, el número de galerías viables sea de 1 son aún menos frecuentes de lo previsto estadísticamente.

Para cada uno de los casos, a medida que aumenta el número de galerías por dm² disminuye el número de galerías viables o reales, debido al aumento de la competencia. Como vemos en la fig. el 50% de la probabilidad de que exista competencia entre las galerías se supera cuando la densidad de ataque sobrepasa las 2 gal/dm² en los casos de 4 ó 5 gal posibles/dm² ó las 3 gal/dm² en los casos de 6 y 7 gal posibles/dm²

b) Mortalidad observada

El número de individuos emergidos por tronco atacado, en cada uno de los años y zonas de estudio figura en las tablas donde se expresa como número por dm² de superficie y como número de descendientes por galería.

Teniendo en cuenta que en cada uno de ellos se produce un nivel determinado de parasitización, podemos considerar que en ausencia de éste el número de individuos totales emergidos equivale a la suma de barrenillos y parásitos (columnas y).

En la fig. está representada la curva de regresión entre densidad de ataque observada en cada uno de los troncos y número de individuos emergidos por galería de reproducción en cada uno de ellos.

Considerando la fecundidad media ó número medio de huevos depuestos por galería, el % medio de mortalidad observada según los años y zonas fué:

LA JARA

ARENALES

1986

1987

1988

Este fué máximo en los casos de elevada densidad de ataque llegando a alcanzar valores superiores al % cuando se superan las 20 gal/dm².

La relación entre densidad de ataque (por unidad de superficie atacada) y porcentaje de mortalidad está representado en la fig . La ecuación de la curva de regresión logarítmica es la siguiente :

Como se aprecia en la fig , la curva de mortalidad según los % alcanzados a diferentes densidades de ataque son muy similares a los obtenidos (fig) según nuestros cálculos.

En consecuencia, el número de individuos descendientes a partir de ciertos valores de ataque no aumenta sino que se mantiene prácticamente constante siendo el número resultante equivalente a:

3 gal., cuando el número de galerías posible por dm ² es .4 ó	
g gal.....	= 6
5 gal.....	= 7

Teniendo en cuenta que generalmente la densidad de ataque sobrepasa ampliamente dichos valores, y que lo mas frecuente es que por dm² pueda existir de 6 a 7 galerías en leñas que permanezcan en el campo y de 5 a 6 en las que permanezcan almacenadas; la descendencia en ambos casos es la equivalente a 4-3 y 3-4 galerías, lo que implica una descendencia de entre 252-315 y entre 262-348 respectivamente.

Sin embargo los resultados obtenidos a partir de la observación de los troncos (tablas) muestran diferencias importantes respecto a lo esperado. Esto es debido a que con menor frecuencia no obstante existe cerca de un 50% de probabilidad en la que la descendencia puede ser equivalente a un número mayor o menor de los antes indicados, por lo que incluso superado el número máximo de galerías por dm² éste puede oscilar entre los siguientes límites :

120-360 descendientes/dm² en condiciones de campo

170-500almacenamiento

El número total de descendientes es función de la superficie total atacada, por lo que para cada tipo de almacenamiento y basandonos en la mayor probabilidad este sería de :

A).- Almacenadas $N = 304 * N \text{ dm}^2 \text{ atacados}$

B).- En campo $N = 283 * N \text{ dm}^2 \text{ atacados}$

ALIMENTACION

Inmediatamente después de la emergencia los adultos se dirigen caminando hacia las zonas más iluminadas del tronco desde donde emprenden el vuelo hacia los olivos próximos donde realizan la etapa de alimentación. Este fototropismo positivo característico de los escolitidos ha sido descrito anteriormente en *Ips Typographus* y *Pityogenes chalcographus* (CHARARAS 1987). Al igual que en otras especies de escolitidos (YATES, 1984), *P. scarabaeoides* no necesita obligatoriamente de un período de alimentación para la maduración sexual. Mediante experimentos realizados en laboratorio con recién emergidos mantenidos en recintos cerrados, hemos podido conocer que un 47,5% , pueden reproducirse inmediatamente, aunque en condiciones naturales las leñas de poda colocadas a partir de Junio no son atacadas.

Factores que influyen en la localización del huesped

En esta fase de alimentación a diferencia de la observada en primavera se pone de manifiesto la importancia de los estímulos responsables de la localización del hospedador. En este sentido existe la posibilidad del concurso de la estimulación visual, tanto en la localización como en la elección de la zona de alimentación, pues como ya indica SCHONHERR, (1977) en otros escolitidos, estos muestran mayor predilección por las partes más oscuras o sombreadas, evitando las partes claras del árbol. Sin embargo, De todos los estímulos son los olfativos los que juegan un papel predominante (CHARARAS 1987).

Con objeto de conocer la posible influencia del etileno en esta atracción (idea sugerida por el hecho de que el 98% de las galerías de alimentación observadas en primavera se localizan en los lugares axilares donde a consecuencia de la brotación se produce una elevadas liberación de esta fitohormona), se realizaron en Junio de 1989 tratamientos con etherel (0.12%) sobre

cuatro árboles próximos entre sí. Desde que comenzaron las emergencias, a finales de dicho mes, se realizaron muestras en árboles tratados y testigos que consistieron en las ramas de (35-40 cm terminales) pertenecientes a la zona media alta de cada una de las cuatro orientaciones, en las que se contaron el número de galerías de alimentación producidas por los descendientes. El número de árboles muestreados en cada observación fué de 4 tratados y 10 testigos.

Como resultado del tratamiento se observó que en las dos primeras observaciones el número de galerías de alimentación medio por árbol era significativamente mayor (***) que en los testigos (Fig.) igualándose a partir del 10 de Julio. Si tenemos en cuenta que las emergencias de la descendencia comienzan a finales de Junio los primeros tienen una mayor preferencia por los árboles tratados en los que la emanación de gas etileno producida por la dosis aplicada era superior al resto. Es importante destacar que aquellos árboles testigo situados en las proximidades de los tratados presentaban valores intermedios, lo cual se explica por el hecho de que las emanaciones en el núcleo de árboles tratados influyen en ellos impregnándolos e induciendo en ellos una síntesis adicional, por lo que los árboles testigo propiamente dichos son aquellos que se encuentran a una distancia superior a 20 m .

Galerías de alimentación

1) Localización y dimensiones.-

Los jóvenes adultos construyen galerías de alimentación en las ramas jóvenes del árbol (1-2 años de edad). La localización de estas galerías es la siguiente:

Vástago -----	45.4%
Axila de la rama -----	52.7%
Axila de la hoja -----	3.6%

A consecuencia de las construidas por los progenitores en primavera que se localizan principalmente en la axila de las hojas (fig), las construidas por la descendencia se encuentran

principalmente a lo largo del vástago así como en las zonas axilares de las pequeñas ramas.

El número de galerías por unidad de longitud (considerando ramas obtenidas de las orientaciones N y E y de las zonas media y alta de los árboles de gran densidad de ataque) aumenta hasta 0.4 gal/cm a los 3 cm de diámetro como podemos observar en la Fig. , manteniéndose hasta los 5 mm aproximadamente. A partir de 5 mm la densidad observada comienza a disminuir. El tiempo de permanencia de los individuos en estas galerías oscila entre los 40 y 60 días, lo que implica que una parte de ellos permanecen hasta la entrada de la invernación en la galería original, en una proporción aproximadamente del 50% abandonan la inicial, construyendo una nueva galería, donde permanecen hasta la entrada de la invernación.

Al abandonar las galerías a veces estos escolitidos practican un orificio en la parte final del túnel que los comunica con el exterior. La frecuencia con que se ha observado la presencia de tales orificios en las galerías de alimentación abandonadas es del 47.3%, lo cual indica que en la mitad de los caso aproximadamente, estos escolitidos abandonan por el orificio de entrada.

Distribución de las galerías de alimentación

La aplicación del análisis de la varianza a los datos obtenidos a partir de las observaciones semanales indica en los años 87 88 y 89 las orientaciones N y E que no son significativamente diferentes entre sí contienen una mayor cantidad de galerías de alimentación que las S y O las cuales tampoco presentan entre ellas diferencia significativas. Así pues, la proporción correspondiente a cada orientación en cada uno de los años fué : (hacer gráfica con HPG)

A pesar de la igualdad entre los sectores N y E, el primero es a simple vista el más gravemente atacado, sin embargo la escasez de ramas jóvenes a consecuencia de su destrucción causada por las galerías de alimentación, sobre todo en la parte alta,

llega a dificultar el muestreo por lo que los datos obtenidos no son absolutamente comparables con los obtenidos en el sector Este, no resultandos ambos estadísticamente diferentes.

La predilección del fitófago por los sectores N y E puede deberse a un mecanismo de defensa contra las elevadas temperaturas que se alcanzan en los sectores S y O. En las horas en que se realiza la emergencia, las más calurosas del día, *P. scarabaeoides* una vez sobre el árbol hospedador se dirige preferentemente hacia los lugares de menor insolación. Este comportamiento puede estar ocasionado por un fenómeno análogo al descrito por SCHONHERR (1977) en otros escolítidos, según el cual los adultos se dirigen hacia las zonas más sombreadas.

Respecto a la distribución en la vertical, como resultado de la aplicación del análisis de la varianza podemos conocer que la zona alta es la que posee una mayor cantidad de galerías de alimentación, seguida por la zonas media y baja como se aprecia en la fig. , siendo las tres significativamente diferentes entre sí.

Esta diferencia en la distribución altitudinal, es debida probablemente a que es en las partes altas donde se produce un máximo aporte de savia, por lo que debido al higrotactismo existente en los escolítidos (CHARARAS, 1962), junto con la estimulación olfativa, es en ellas donde se produce la realización de la mayor parte de las galerías de alimentación.

Por lo tanto, teniendo en cuenta orientaciones y zonas

altitudinales, la proporción de galerías de alimentación que corresponden a cada sector y visto en los años 1987 y 1988 es la siguiente : (fig)

Colonización de los árboles

En los árboles, las galerías de alimentación son visibles desde que comienzan a producirse las primeras emergencias de las leñas de poda (Fig.). Esto se ha podido comprobar mediante la colocación de trampas amarillas en leñeras al aire libre, así como por los muestreos efectuados semanalmente en zonas situadas a 200-300 m de distancia de los focos de reproducción. Sin embargo, como puede observarse en la Fig. , en los árboles más próximos al foco de infestación, el nivel máximo de ataque se alcanza cuando se ha producido tan solo la emergencia del 40% aproximadamente (finales de Junio y mediados de Julio respectivamente en los años 1987 y 1988). Esto nos hizo pensar en que los restantes colonizaban zonas más alejadas (lo que implica la existencia de un sistema de detección de la densidad de población de la zona) por lo que dentro del área de distribución la colonización se realizaría de un modo progresivo. Para comprobar dicha posibilidad, durante 1989 se efectuaron muestras simultáneamente en cuatro zonas situadas a distancias de 250, 500, 750 y 1050 m del foco de infestación. La muestra consistía en 6 ramas elegidas al azar de cada una de las 4 orientaciones (zona media alta del árbol) en las que se contaban el número de galerías (correspondientes a la descendencia) en los 35-40 cm terminales. El número de árboles fué de dos por zona en cada una de las fechas de observación. El número medio por árbol observado en cada zona y

fecha está representado en la (fig) en la que se observa que efectivamente, la zona de distribución aumentaba a medida que se producían las emergencias siendo colonizados primero los árboles más cercanos al foco de infestación.

Período de alimentación.- Duración y etapas.

Como resultado de los muestreos en árbol hemos podido conocer que el período de alimentación comienza por lo general a mediados o finales del mes de Junio, finalizando a últimos de Octubre (Fig.). A partir de los resultados obtenidos en la zona del olivar próxima al foco de reproducción, durante los años 1987 y 1988, se ha podido observar la existencia de varias etapas en la curva de alimentación:

1^a Etapa inicial, que durante 1987 y 1988 se produce hasta primeros o mediados de Julio respectivamente (Fig. 8).

2^a Etapa en la que el número de individuos en las galerías de alimentación se mantiene prácticamente constante. Durante esta etapa, aunque continúan produciéndose las emergencias en las leñas de poda, sin embargo como vimos anteriormente éstos sobrevuelan esta zona dirigiéndose a las menos pobladas.

3^a Etapa, que comienza a finales de Julio (Fig 8), y finaliza a primeros de Septiembre. En ella se aprecia una disminución del número de individuos por unidad de muestra semanal, produciéndose el abandono de una proporción próxima al 50%. Los individuos tras abandonar las galerías emprenden el vuelo, alejándose de la zona original. Estos se desplazan principalmente a lo largo del eje de distribución, hacia zonas más alejadas, lo cual se ha podido conocer a partir de los muestreos realizados simultáneamente en 4 zonas situadas a distancias de 250, 500, 750 y 1050m del foco de infestación. En la Fig. puede observarse como la disminución del número de individuos por unidad de muestra en la zona de 250m está acompañada por un aumento en las restantes zonas. Igualmente, la disminución producida en la zona de 500 m, a partir de mediados de Agosto, se produce

simultáneamente al aumento en las de 750 y 1050 m.

A partir de primeros de Septiembre, los individuos comienzan a abandonar las galerías de alimentación, dirigiéndose hacia los lugares de invernación, como se indicó en el capítulo E.I.

Distribución de la plaga en el olivar.

Para conocer la distribución del fitófago en el olivar, se consideraron los datos obtenidos a partir del muestro descrito en M & M. Así pues, tomando como referencia el número total de galerías de alimentación por unidad de muestra, en cada sector del olivar, podemos determinar el tipo de distribución del escolítido en ambas fincas estudiadas.

A) FINCA "ARENALES DE SAN PEDRO".

Después de efectuarse las 93 observaciones repartidas en 20 direcciones que parten del núcleo central o foco de infestación, se obtuvieron en cada una de ellas los números medios de galerías por rama y por árbol, los cuales oscilan entre 0.3 y 15.

Agrupando los valores medios por observación en las categorías descritas en M & M, que el nivel poblacional en cada zona (TABLA) y uniendo en el plano de la finca aquellos puntos con igual índice, observamos (fig) que en la zona de distribución predomina el eje definido por la dirección SO --- NE, a lo largo de la cual se encuentra la mayor parte de la población. En esta se produce (Fig.) una disminución gradual del índice de población, encontrándose el nivel la a distancias superiores a x kms.

Si tenemos en cuenta la dirección predominante del viento, condicionada por la topografía del terreno, SO---NE (pudiendo soplar en el sentido N E---S O y principalmente en la S O---N E), podemos explicar que éste escolítido se localice principalmente a lo largo del eje definido por dicha dirección.

Nde Dirección Número de Nivel de ataque línea muestreo observaciones

1	N 10 E	13	3 2	C B	B B	A A	A A	A A	A					
2	N 40 E	22	4 4	5 5	5 4	4 4	4 3	3 2	2 2	2 2	2 2	2 2	2 C	C B
3	N 56 E	7	3 2	2 C	B B	A								
4	N 72 E	3	2 2	2 C	B A	A A								
5	E 31 S	1	C											
6	E 43 S	2	C B											
7	E 55 S	2	C B											
8	E 67 S	2	C B											
9	E 76 S	2	B B											
10	E 87 S	2	B B											
11	E 6 O	2	C B											
12	S 15 O	2	C C											
13	S 20 O	2	2 2											
14	S 27 O	1	C											
15	S 31 O	1	C											
16	S 32 O	1	C											
17	S 40 O	5	2 2	2 C	B									
18	O 15 N	4	2 C	B A										
19	O 53 N	6	2 C	B A	A									
20	O 82 N	8	2 C	B B	A A	A O								

TABLA N Niveles de ataque por línea de observación, (muestras realizadas a distancias de 100 m).

Entre la relación de especies de enemigos naturales de *P. scarabaeoides* que hemos encontrado a lo largo de los 4 años de estudio (pag.), son los pertenecientes al orden *Hymenoptera* los que predominan tanto en diversidad de especies como en abundancia o número de individuos por especie.

1) DEPREDADORES

I) CLASE INSECTA .-

A) O. COLEOPTERA .-

FAM. Cucujidae : *Laemophloeus juniperi* (GROUVELLE)
FAM. Cleridae : *Thanasimus formicarius* (L.)

B) O. HYMENOPTERA .

FAM. Formicidae : *Crematogaster scutellaris* (OLIVIER)
Tetramorium semilaeve (ANDRE)

II) CLASE ARACHNIDA .-

A) O. PSEUDOCORPIONIDA .

Rhacochelifer villiersi (VACHON)
Geogarypus nigrimanus (SIMON)

B) O. ACARI .-

(undet. spp.)

A_{1.1}.- FAMILIA CUCUJIDAE .- La especie *Laemophloeus juniperi* (Grouv.) es la que se encuentra con mayor frecuencia. Ha sido anteriormente citada por RUSSO (1938), asociada con otros escolítidos como: *Hylesinus taranio* (= *oleiperda*), *Hylesinus fraxini*, *Scolytus amigdali*, *Chaetoptelius vestitus*, *Esternoborus perrisi*, depredando tanto larvas como pupas, sin embargo hasta la fecha no existen datos a cerca del número de individuos que cada larva puede consumir para completar su desarrollo. A este respecto nuestras observaciones sugieren que podría oscilar entre 2 y 4. El desarrollo larvario ocurre entre Abril y Junio. Las hembras, según

hemos comprobado, inician la deposición desde finales de Marzo; desarrollándose las larvas entre los meses de Abril y Junio. Los primeros adultos comienzan a emerger desde primeros de Julio.

El número de adultos emergidos por galería oscila entre 0.032 y 0.24 ($x = 0.12$; $S = 0.09$), por lo que el porcentaje de la descendencia eliminada oscila entre 0.11 y 3.43% por año ($x = 1.41$; $S = 1.77$).

A_{1.2} **FAMILIA CLERIDAE.**- Aunque los cléridos adultos pueden alimentarse de una gran variedad de insectos (COWAN & NAGEL, 1965; MIZELL & NEBEKER, 1982) los escolítidos son sus principales presas según MOECK & SAFRANYIK (1984) depredando tanto adultos como larvas y pupas. Según DAHLSTEN (1982) los cléridos adultos son atraídos por las feromonas emitidas por los escolítidos durante la fase de ataque.

Thananasimus formicarius (L.) es el clérido más importante comunmente citado como uno de los más importantes depredadores. Ha sido criado y liberado masivamente contra varias especies (AUSTIN, 1956; CLAUSEN, 1978; DOWDEN, 1962; HOPKINS, 1988; TURNOCK et al., 1976). En nuestro biotopo no es muy abundante, ya que durante los cuatro años de estudio, tan sólo se han capturado 5 ejemplares. Por el contrario, según las observaciones de entidades colaboradoras (Delegación de Agricultura de Jaén) en otros olivares su presencia se pone visiblemente de manifiesto, principalmente en leñeras. Debido a la gran diferencia de población entre olivares próximos, podría ser aconsejable realizar su cría masiva en laboratorio y posterior suelta para reforzar sus poblaciones naturales en nuestro biotopo, cuyas características similares a las del lugar de procedencia podrían favorecer su instalación. Según HOPKINS (1899) y DOWDEN (1962), ejemplares de esta especie, procedentes de Alemania, fueron introducidos en Estados Unidos para ser liberados contra varias especies de coníferas, sin embargo por razones desconocidas no se observó viabilidad en el establecimiento de poblaciones.

A_{2.1} **FAMILIA FORMICIDAE.**- Según MOECK y SAFRANYIC (1984) los formicidos han sido citados frecuentemente como predadores o

asociados de los escolítidos, sin embargo el impacto causado en sus poblaciones no ha sido evaluado. Igualmente DEYRUP (1975) y WICHMANN (1954) indican que pueden eliminar a otros depredadores y parásitos. En nuestro biotopo hemos encontrado dos especies: *Crematogaster scutellaris* (Olivier) y *Tetramovium semilaeve* (André). Estas pueden introducirse dentro de las galerías maternas y depredar larvas, pupas y adultos. La primera, que construye sus nidos en el interior de las ramas (CASEVITZ, 1973), es la más significativa poniéndose de manifiesto en leñas infestadas próximas a los árboles hospedadores.

2) PARASITOIDES

1) CLASE INSECTA .-

A) O. HYMENOPTERA .-

FAM. *Pteromalidae* : *Cheiopachus quadrum* (L.)
Raphitelus maculatus (WALKER)
Cerocephala eccoptogastris (MASI)

FAM. *Braconidae* : *Dendrosoter protuberans* (NEES)
Coeloides filiformis (RATZ.)
Coeloides subconcolor (RUSSO)
Ecphilus eccoptogastris (RATZ.)

FAM. *Eurytomidae* : *Eurytoma morio* (BOHEMAN)
Eurytoma aloisifilippoi (RUSSO)

FAM. *Bethylidae* : *Cephalonomia cursor* (WESTWOOD)
Cephalonomia hypobori (KIEFF.)
Laelius eliseae (RUSSO)
Plastanoxus westwoodi (KIEFF.)

FAM. *Eupelmidae* : *Eupelmus* sp (near *urozonus*)

FAM. *Encyrtidae* : (undet. sp.)

A .- ORDEN HYMENOPTERA.- Todas las especies encontradas, excepto la correspondiente a la familia *Encyrtidae* (que efectúa su desarrollo como un endoparásito) ovipositan a través de la corteza sobre larvas o pupas atacando principalmente

procedentes de Alemania, fueron introducidos en Estados Unidos para ser liberados contra varias especies de coníferas, sin embargo por razones desconocidas no se observó viabilidad en el establecimiento de poblaciones.

A₂ ORDEN HYMENOPTERA

A_{2.1} FAMILIA FORMICIDAE.- Según MOECK y SAFRANYIC (1984) los formicidos han sido citados frecuentemente como predadores o asociados de los scolitidos sin embargo el impacto causado en sus poblaciones no ha sido evaluado. Igualmente DEYRUP (1975) y WICHMANN (1954) indican que pueden eliminar a otros depredadores y parásitos.

En nuestro biotopo hemos encontrado dos especies: *Crematogaster scutellaris* (Olivier) y *Tetramovium semilaeve* (André). Estas pueden introducirse dentro de las galerías maternas y depredar larvas, pupas y adultos. La primera, que construye sus nidos en el interior de las ramas (CASEVITZ, 1973) es la más significativa poniéndose de manifiesto en leñas infestadas próximas a los árboles hospedadores.

2) Parasitoides

A.- ORDEN HYMENOPTERA.- Todas las especies encontradas, excepto la correspondiente a la familia *Encyrtidae* (que efectúa su desarrollo como un endoparásito) ovipositan a través de la corteza sobre larvas o pupas atacando principalmente los estadios L3-L5 (BEAVER, 1966).

Durante nuestro estudio hemos encontrado un total de 15 especies, correspondientes a 7 familias (Tabla) de las que la familia *Pteromalidae* contiene las especies más significativas.

Las características anatómicas de las especies más representativas pueden observarse en las Fotografías X a X , en las que se pone de relieve el dimorfismo sexual.

Dos pteromalidos : *Cheirpachus quadrum* (L.) y *Raphitelus maculatus* (Walker) constituyen el 93% del número total, alcanzando una media total de parasitización anual aproximada del 20% (Tabla).

La salida de hibernación de estos parasitoides se produce

durante los meses de Abril y Mayo. Según nuestras observaciones las primeras hembras pueden comenzar a deponer a finales de Abril (1987), aunque lo más frecuente es que la oviposición comience en la segunda quincena de Mayo (1988 y 1989). El adelantamiento en la oviposición está determinado por la presencia de larvas susceptibles de parasitización. Así pues durante 1987 el adelantamiento del ataque del escolítido en una pequeña proporción de la leña de poda (a primeros de Marzo) ocasionó la presencia de parasitoides a finales de Abril, cuando en la mayor parte de las leñas no había comenzado el ataque. Así pues en la actividad de los parasitoides la temperatura puede jugar un papel importante, sin embargo es la presencia de kairomonas adecuadas, emitidas por leñas con una cierta antigüedad de ataque, la que determina la aparición de los primeros individuos.

La primera generación aparece a mediados de Junio, unos días antes que los primeros escolítidos. Los descendientes pueden volver a reproducirse en la misma progenie, originándose sucesivas generaciones, cuyo número depende del tiempo de disponibilidad de las larvas huésped. Generalmente se observan tres períodos de emergencia de los que el primero y el segundo son los más significativos. Sin embargo en casos de alta densidad de ataque del escolítido, el período de presencia de larvas aumenta considerablemente lo que propicia el desarrollo de estas generaciones, e incluso la invernación de las larvas o adultos en las leñas de poda a partir de Septiembre u Octubre.

2.1) Características biológicas de *Cheyleopachus quadrum* F.

Mediante su cría en laboratorio hemos podido determinar longevidad, fecundidad y oviposición así como período de desarrollo.

a) Longevidad

El período de vida en hembras oscila entre los 16 y 35 días (Fig. 1.1) encontrándose una media de $24.5 \pm$ días. Los machos tienen una media de $26 \pm$ días oscilando entre 12 y 31 días lo cual no difiere estadísticamente de las hembras. Los valores

disminuyen significativamente en condiciones cuando no se les suministra alimentos ni agua. En estas condiciones las medias en machos y hembras son respectivamente 4.3 y 8.8 días, valores que son significativamente diferentes ($P < 0,01$).

b) Fecundidad y oviposición

El número medio de huevos depuesto por hembra, cuando se les suministra agua y alimento de manera continua es de 58, oscilando entre 22 y 89. La fecundidad, al igual que en otros pteromálidos, está correlacionada positivamente con la longevidad, esto significa que la disminución en hembras no alimentada implica una menor fecundidad.

Normalmente esta especie presenta un período de preoviposición

entre 2 y 8 días ($x = 5,5$; $s = 3,04$; $n = 25$). La oviposición comienza aumentando hasta el 3^{er} ó 4^o (Fig. 4.11) alcanzando entonces su máximo nivel, de 4 a 6 huevos/~~por~~ día. Este ritmo continúa prácticamente constante o bien presentado una ligera disminución hasta los días 10^o u 11^o, a partir de este momento comienza a disminuir, estabilizándose hacia los 15^o-16^o días en valores cercano a 1 huevo/~~por~~ día. La media de huevos depuestos al día, considerando todo el período, es de 3,1. La duración del período de oviposición es de 17 a 23 días teniendo una media de 20,6 ($S = 3,4$; $n = 25$).

c) Desarrollo y emergencia

Los parasitoides pteromálidos ovipositan a través de la corteza sobre las larvas o pupas de los escolítidos y se desarrollan como

ectoparasitoides. Nuestras observaciones, de acuerdo con otros autores (RUSSO, 1938; MENDEL, 1986), indican que esta especie oviposita sobre larvas de edades L2-L5. Otros autores (SCHRÖDER, 1974; BEAVER, 1966) sugieren que son las edades L3-L5 las principalmente parasitizadas, si bien a este respecto MENDEL (1986b) señala que los parasitoides son incapaces de diferenciar entre los tamaños de las larvas y por consiguiente de las edades correspondientes.

El huevo eclosiona hacia el 2° día y la larva alcanza su completo desarrollo en aproximadamente+++++++'''' 10 a 12 días. El período pupal oscila entre 5 y 7 días por lo que el desarrollo de *C. quadrum* tiene una duración de 17 a 20 días. En los machos la duración es de 1 a 2 menos que en las hembras, característica indicada por otros autores (KENNEDY, 1969) en estos himenópteros parasitoides.

Cuando la densidad de ataque del escolítido no supera los 4 ó 5 galerías/por dm^2 y el ataque se produce en pocos días (este es el caso observado en la cría artificial en laboratorio) los 2 ó 3 períodos de emergencia de los descendientes oscilan entre 25 y 35 días (Fig. III). Sin embargo, en condiciones naturales la densidad de ataque alcanzada supera las 10 galerías por dm^2 y se desarrolla en 3 ó 4 semanas. A consecuencia de esto (Capítulo de Competencia) se alcanza un alto nivel de mortalidad (>60%) y una gran proporción de ellas alargan su período de desarrollo larvario a veces durante varios meses permaneciendo como larvas hasta la primavera siguiente. Esto explica el por qué los parasitoides pueden reatacar la misma descendencia donde se desarrollaron presentandose varios períodos de emergencia de los que el 1° y el 2° son los más importantes (Fig. IV). Estos resultados son diferentes de los observados sobre *Scolytus pygmaeus* (MERLIN, 1984)

lo cual es debido probablemente a la menor densidad de ataque alcanzada por este escolítido y por consiguiente a la menor competencia larvaria.

2.2) Características biológicas de *Raphitelus maculatus* Walker

a) Longevidad.

La cría de esta especie se ha efectuado bajo diferentes condiciones de alimentación y combinado con la presencia ó no de larvas huésped.

En los machos la vida media oscila de 2,65 a 14,95 días dependiendo de las diferentes condiciones ensayadas. El suministro de alimento sin la presencia de agua (Grupo 2, Tabla) implica

un ligero aumento, sin embargo el efecto de un suministro inicial de agua junto con el alimento implica un gran aumento en la vida media (Grupo 3, Tabla.....). La mayor media de vida la presentan aquellos machos que disponen de un abastecimiento continuo de agua y alimento (Grupo 4, Fig.....).

En las hembras los intervalos de vida observados son menores que en los machos (Tabla.....). Los individuos del Grupo 5 presentan una media de vida superior que los machos del Grupo 1 mantenidos bajo las mismas condiciones. Del mismo modo el abastecimiento inicial de agua junto con el alimento (Grupo 7) implica un ligero aumento del período de vida, el cual no es significativamente diferente de las del Grupo 6 (mantenidas en reproducción, sin agua ni alimentación).

El efecto combinado de alimento, abastecimiento inicial de agua y reproducción, implica un aumento (Grupo 8) en la vida de las hembras, que no difiere significativamente del Grupo 3 (machos bajo similares condiciones). El mayor aumento, al igual que en los machos, lo alcanzan las hembras con agua continua y alimento (Grupo 9).

Por un lado, estos resultados indican que alimento y agua son dos factores importantes en la vida de los parasitoides, si bien considerando el primero aisladamente, el aumento observado no es muy alto (Grupo 2 respecto Grupo 1). El factor agua aisladamente no tiene un efecto importante en la vida de los parasitoides, lo cual ha sido señalado por MENDEL (1988) que indica el gran aumento se consigue cuando se les suministra miel y agua. Nuestros resultados están de acuerdo en que el efecto combinado implica el máximo período de vida alcanzado (Grupo 3 y 8 respecto Grupo 1 y 3). Las medias obtenidas son inferiores a las observadas en otros pteromálicos (MENDEL, 1988), probablemente debido a diferencias en las condiciones de cría tales como la influencia de la luz así como la tendencia a la lucha entre los adultos del mismo sexo .

Por otro lado, el agua es un factor limitante en los parasitoides alimentados ya que el continuo abastecimiento implica el mayor aumento tanto en machos como en hembras (Grupo 3 y 9

exposición de los parasitoides. Bajo las condiciones de cría se observan tres períodos de emergencia de los que el 1° es el mayor (73% de los casos observados), mientras que el 3° es siempre el menos importante.

El primer período oscila entre 9 y 12 días, y el segundo entre 7 y 15 días y el tercero entre 2 y 9 días. Bajo las condiciones de cría ensayadas, *P. scarabaeoides* invierte de 25 a 30 ~~30~~ días en la construcción de su galería. La eclosión del huevo, el desarrollo de la larva y los períodos de pupa y preemergencia tienen duraciones medias de 8, 22, 15 y 4 días, respectivamente. La emergencia de los primeros descendientes comienzan después de 47-50 días de la deposición de los primeros huevos. El período de emergencia oscila entre 28 y 37 días. El período de presencia de larvas en una misma galería es aproximadamente de 45 días de los que 35 corresponden a una gran proporción de edades L2-L5. Dado que el ataque masivo en condiciones controladas se lleva a cabo en 5 a 7 días, la máxima diferencia de antigüedad entre galerías no excede este valor y el período de presencia de larvas en una misma rama oscila entre 35 y 47 días. Considerando el conjunto de ramas, el período de larvas susceptibles de parasitización oscilan entre 48 y 55 días.

Como se ha descrito en M & M, los parasitoides se liberaron después de 25-35 días a partir del día de la poda de la rama, la oviposición se lleva a cabo principalmente entre los días 40° y 50° día (Fig.....), en este período la mayor parte de los individuos se encuentran en edades L3-L4. Los descendientes correspondientes a la primera generación ovipositan principalmente entre los días 59° y 70°, estos tienen mayor dificultad en encontrar larvas debido al aumento en la proporción de pupas, sin embargo, se reproducen principalmente en larvas de edades L4-L5. Esto explica por qué la segunda generación presenta un mayor tamaño que la primera debido a la conocida relación entre tamaños huésped-parasitoide (MENDEL, 1986). El aumento en la densidad de población alcanzado en el interior de las cajas de cría implica una disminución de la fecundidad y una menor descendencia de la

esperada; esto, junto con la disminución de larvas explican la menor cuantía en la 3ª generación, la cual en el 10% de los casos no llega a presentarse.

El número total de parasitoides emergidos fué de 2332, de los que el 65%, 32% y 2,5% corresponden al 1º, 2º y 3º período respectivamente. Por otro lado, el número de barrenillos emergidos fué de 3857, la emergencia comienza 5 ó 10 días antes que los parasitoides.

3) Potenciales biológicos de *C. quadrum* y *R. maculatus*

3.1) Potenciales en condiciones ideales

Definiendo potencial biológico de una especie como número de individuos resultantes a partir de un número inicial determinado al cabo de g generaciones, éste viene expresado por la siguiente fórmula (cita libro Pedro Ramos).

$$P = n * (h * r)^g$$

n = número de individuos iniciales

h = número de huevos depuesto por hembra

r = relación sexual: hembras/(machos + hembras)

g = número de generaciones consideradas

Partiendo de una sola pareja y sabiendo que las fecundidades medias en ambas especies son de 58 y 44 huevos respectivamente para *C. quadrum* (P_1) y *R. maculatus* (P_2), al cabo de dos generaciones el número de individuos resultantes sería:

$$P (P_1) = 2 (58 * 0,520)^2 = 1819$$

$$P (P_2) = 2 (44 * 0,585)^2 = 1355$$

La relación $P (P_1) / P (P_2)$ aumenta a medida que se consideran sucesivas generaciones (Fig. 1X...). La mayor fecundidad de P_1 es una de las razones que explican su mayor abundancia entre el conjunto de parasitoides de *P. sacarabaeoides*, que junto con su mayor tamaño contribuye a una mayor capacidad de desplazamiento respecto al resto de las especies competidoras.

3.1.1) Efecto de la resistencia del medio

Suponiendo que las sucesivas generaciones viviesen juntas, no hubiera causas de destrucción y pudieran reproducirse sin dificultad, una pareja podría producir al cabo de

8 generaciones posibles: $1,4^{12}$ y $4,2^{11}$ individuos respectivamente para P_1 y P_2 . Sin embargo, la resistencia del medio hace que las poblaciones se reduzcan a números más moderados. Esta se pone de manifiesto por la existencia de factores abióticos (nutricional, climático, topográfico) y bióticos, los cuales limitan conjuntamente la multiplicación de los parasitoides. Estos últimos resultan de aquellas interrelaciones entre especies que tienen un efecto desfavorable para una de ellas ó para ambas, por lo que dan lugar a un término negativo en el segundo miembro de la ecuación que expresa la tasa de crecimiento de al menos una de las poblaciones. Estos factores pueden reducirse a tres: competencia, parasitismo y depredación.

3.1.1.1) Competencia

La competencia puede darse entre individuos de la misma especie o de especies diferentes. Los parasitoides tienen una lucha continua por el espacio y los sitios favorables, en esta ^{lucha} ~~esta~~ ^{lucha} pueden darse dos casos o fases: a) el espacio y los sitios favorables están en exceso en relación con la población, no existe lucha entre los individuos y en este caso la fecundidad puede alcanzar sus valores máximos. Los valores de densidad de población necesarios para ello, según observaciones en los experimentos realizados en el laboratorio, deben de ser inferiores a 2 ind/dm^2 (1 hembra/dm^2). b) Segunda fase ó anormal: la población se ha desarrollado, la densidad aumenta y se eliminan o se mantienen en bajos niveles a otras especies, al tiempo que aparece competencia entre los individuos de la misma especie, lo cual conduce a una disminución de su fecundidad o a la necesidad de emigrar.

El efecto de la densidad de población en la fecundidad se ha observado en varios experimentos realizados en el laboratorio, las variables n° huevos/hembra y $n^\circ \text{ ind/dm}^2$ están relacionadas mediante una ecuación potencial (Fig...~~X~~...), de manera que la primera variable puede disminuir hasta 4 cuando la densidad aumenta de 2 a 20 ind/dm^2 . En este fenómeno, los machos podrían tener una cierta importancia, Sin embargo en los experimentos

realizados con hembras fecundadas en ausencia de machos, hemos observado que las fecundidades son equivalentes a las obtenidas en poblaciones completas del doble de densidad. *C. quadrum* muestra una disminución de fecundidad bastante similar a *R. maculatus* (Fig. X!) a pesar de su mayor fecundidad cuando la densidad de población es inferior a 1 hembra/dm². Según nuestras observaciones la competencia comienza a partir de este valor de densidad. En los experimentos realizados en laboratorio con hembras aisladas, que disponen de una superficie de oviposición inferior a 1 dm², la ausencia de competencia implica el desarrollo de la máxima fecundidad con un espacio más restringido. La deposición del huevo que normalmente se efectúa en un tiempo de 20 a 40 min (dependiendo del grosor de la corteza) puede ser interrumpida sucesivamente por la llegada de nuevas hembras que desplazan a la primera. El número de huevos por hembra viene expresado por las siguientes fórmulas:

$$N h (P_1) = 42,97 (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,99}$$

$$N h (P_2) = 35,67 (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,92}$$

Siendo los potenciales de cada especie al cabo de una generación :

$$P (P_1) = n * 42,97 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,99} * 0,520$$

$$P (P_2) = n * 35,67 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,92} * 0,585$$

Potencial biótico al cabo de dos generaciones:

$$P (P_1) = 2n * 42,97 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,99} * 0,520$$

$$P (P_2) = m * 35,67 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,92} * 0,585$$

n = número inicial de individuos por dm²

$m = 2n + 1$ para $n < 13$ ind/dm²

$m = 2n + 2$ para $n \geq 13$ ind/dm²

Al cabo de dos generaciones el $P (P_1)$ es superior a $P (P_2)$ cuando la densidad inicial es menor a 7 hembras/dm² (Fig. XI.) a partir de este valor la relación se invierte.

El número de descendientes, independientemente de la densidad inicial de población partiendo de una fecundidad media, al cabo de dos generaciones oscila entre 87-90 para P_1 y entre 81-91 para P_2 .

En la naturaleza rara vez se ha observado elevadas densidades

manera que la primera variable puede disminuir hasta 4 cuando la densidad aumenta de 2 a 20 ind/dm². En este fenómeno los machos podrían tener una cierta importancia, sin embargo en los experimentos realizados con hembras fecundadas en ausencia de machos, hemos observado que las fecundidades son equivalentes a las obtenidas en poblaciones completas del doble de densidad. *C. quadrum* muestra una disminución de fecundidad bastante similar a *R. maculatus* (Fig. X!!...) a pesar de su mayor fecundidad cuando la densidad de población es inferior a 1 hembra/dm². Según nuestras observaciones la competencia comienza a partir de este valor de densidad. En los experimentos realizados en laboratorio con hembras aisladas que disponen de una superficie de oviposición inferior a 1 dm², la ausencia de competencia implica el desarrollo de la máxima fecundidad con un espacio más restringido. La deposición del huevo que normalmente se efectúa en un tiempo de 20 a 40 min (dependiendo del grosor de la corteza) puede ser interrumpida sucesivamente por la llegada de nuevas hembras que desplazan a la primera. El número de huevos por hembra viene expresado por las siguientes fórmulas:

$$N h (P_1) = 42,97 (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,99}$$

$$N h (P_2) = 35,67 (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,92}$$

Siendo los potenciales de cada especie al cabo de una generación :

$$P (P_1) = n * 42,97 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,99} * 0,520$$

$$P (P_2) = n * 35,67 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,92} * 0,585$$

Potencial biótico al cabo de dos generaciones:

$$P (P_1) = 2n * 42,97 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,99} * 0,520$$

$$P (P_2) = m * 35,67 * (n^{\circ} \text{hembras/dm}^2)^{-0,92} * 0,585$$

n = número inicial de individuos por dm²

$$m = 2n + 1 \text{ para } n < 13 \text{ ind/dm}^2$$

$$m = 2n + 2 \text{ para } n \geq 13 \text{ ind/dm}^2$$

Al cabo de dos generaciones el $P (P_1)$ es superior a $P (P_2)$ cuando la densidad inicial es menor a 7 hembras/dm² (Fig.....) a partir de este valor la relación se invierte.

El número de descendientes, independientemente de la densidad

de parasitoides, estos tienden a minimizar la competencia, aumentando su área de distribución (MENDEL, ???????). Los
***** aqui me quede hoja F escrita a mano

machos correspondientes a la 1ª generación permanecen en las leñas de origen mientras se produce la salida de las hembras de las que una parte

La competencia también se observa entre los machos, estos que tienen un desarrollo más corto y emergen antes que las hembras permanecen sobre la superficie en espera de la emergencia de estas para efectuar el acoplamiento. Existe una gran avidez por la fecundación, estos aguardan formando círculo (Foto.....) alrededor del orificio que esta comienza a realizar, este hecho ha sido descrito anteriormente en otras especies de parasitoides (MENDEL, 1986). Dado que el proceso de emergencia transcurre de 20 a 40 min, durante este tiempo son frecuentes las luchas entre los machos que se intensifican a medida que el proceso de emergencia de la hembra evoluciona, llegando al máximo cuando esta se dispone a salir. Solo uno de ellos efectúa la fecundación, hecho que transcurre generalmente en menos de 10 s .

~~inicial de población partiendo de una fecundidad media, al cabo de dos generaciones oscila entre 87-90 para P₁ y entre 81-91 para P₂.~~

La competencia también se observa entre los machos, estos que tienen un desarrollo más corto y emergen antes que las hembras permanecen sobre la superficie en espera de la emergencia de estas para efectuar el acoplamiento. Existe una gran avidez por la fecundación, estos aguardan formando círculo (Foto.....) alrededor del orificio que esta comienza a realizar, este hecho ha sido descrito anteriormente en otras especies de parasitoides (MENDEL, 1986) . Dado que el proceso de emergencia transcurre de 20 a 40 min, durante este tiempo son frecuentes las luchas entre los machos que se intensifican a medida que el proceso de emergencia de la hembra evoluciona, llegando al máximo cuando esta se dispone a salir. Solo uno de ellos efectúa la fecundación, hecho que transcurre generalmente en menos de 10 s .

(Los machos correspondientes a la 1^a generación permanecen en las leñas de origen mientras se produce la salida de las hembras de las que una parte) no se que hacer

Dispersión de los parasitoides

En la naturaleza rara vez se ha observado elevadas densidades de parasitoides, estos tienden a minimizar la competencia, aumentando su área de distribución (MENDEL, ???????). Como hemos podido observar, la presencia de pequeños grupos de leña atacada en el olivar provoca una atracción de los parasitoides alcanzandose en ellos densidades superiores a 1 hembra/dm². Sin embargo, en los grandes depósitos próximos al olivar, las densidades que se observan son inferiores, quedando libre de parasitoides una gran proporción de las leñas atacadas. En este caso se favorece la dispersión de las hembras correspondientes a la 1^a generación.

Debido a este efecto los descendientes en la 1^a generación, a partir de una pareja, ocuparían una área efectiva de parasitización entre 30-60 dm² en *C. quadrum* y 25-50 dm² para *R. maculatus*. En la

2ª generación se ocuparían entre 900 y 3600 dm². En el área afectada durante las dos generaciones, el número de descendientes emergidos oscilaría entre 60 y 124 en *C. quadrum* y entre 45 y 90 en *R. maculatus*. En estos cálculos no se ha tenido en cuenta el efecto de la mortalidad causada por depredación, parasitización, etc.

Limitación en la oviposición causada por el grosor de la corteza.

Teniendo en cuenta que el tamaño de las especies está relacionado con la longitud del ovipositor (MENDEL, ???), el grosor de la corteza es un factor limitante en la oviposición, observándose que para *C. quadrum* (tamaño medio = 2,83; s = 0,265) el grosor límite son los superiores a 3 mm siendo menor para *R. maculatus* (tamaño medio = 2,07; s = 0,489). Según los datos obtenidos, a partir de los troncos recogidos de leñeras, hemos observado que aquellos cuyo grosor de la corteza era inferior a 2 mm que representaban el (85% de la totalidad) fueron parasitados, casi en el 100% de los casos (Fig. XIII b) presentando grandes diferencias en cuanto al grado de parasitización (Fig. XIII a) pudiendo llegar al 90% en algunos casos. De esto se deduce que estos parasitoides presentan una preferencia por la ramas de corteza más fina.

Relación entre potenciales biológicos hiesped-parasitoide. *Porcentaje de parasit.*

Como vimos en el capítulo de COMPETENCIA, el número de barrenillos emergidos por galería es función de la densidad de ataque según la ecuación

$$N = 63,02 - 17,07 L \text{ (gal/dm}^2\text{)}$$

El potencial biológico en una generación viene expresado por la fórmula

$$P(B) = 0,5 n_b (63,02 - 17,07 L \text{ (gal/dm}^2\text{)})$$

siendo n_b = número inicial de *P. scarabaeoides* y 0,5 la relación de sexos.

A diferentes densidades de ataque de *P. scarabaeoides*, los

potenciales medios (Fig.....(1)) oscilan entre 63-255.

Teniendo en cuenta los siguientes casos:

a) Que los parasitoides tuvieran fecundidad máxima en ambas generaciones, el número total de descendientes hasta la 2^a generación sería de 178 para *C. quadrum* y de 124 para *R. maculatus* (Figs.... A)

b) Que tengan fecundidad media siendo la descendencia al cabo de dos generación de 120 y 90 respectivamente (Figs....B).

Conjuntando ambos potenciales los porcentajes de parasitización, según la densidad de ataque del escolítido, oscilan entre el 50% y el 100% para *C. quadrum* y entre el 38% y 100% para *R. maculatus* (Figs.....). A partir de 20 gal/dm² el % de parasitización vuelve a aumentar, alcanzando valores máximos variables según la especie de parasitoide.

El equilibrio biológico entre huesped-parasitoide (A) vendría dado por la relación de potenciales

$$A = P (P) / P (B) \quad (\text{ver Ec. de parasitos})$$

Este valor de A en cada uno de los casos posibles nos indica el % de parasitización como podemos observar en la Fig. :

$$\% p = 98,06 A^{-0,9789}$$

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1.- *Phloeotribus scarabaeoides* HERN. efectúa bajo condiciones naturales de cultivo una sólo generación, sobre madera de poda, por lo que en un mismo año podemos hablar de dos generaciones : la de los individuos que salen de invernación y la correspondiente a sus descendientes, la cual comienza a partir de finales de junio

2.- La reproducción la realiza durante los meses de marzo a junio, estando la duración de cada uno de los estadios estrechamente ligada a la temperatura.

3.- En el ataque de *P. scarabaeoides* a las leñas de poda se pone de manifiesto la existencia de mediadores químicos emitidos por la madera, entre los que el etileno puede ser uno de los directamente implicados.

4.- En nuestro biotopo existe una abundante entomofauna parasitaria, destacando principalmente los pteromalidos : *Cheilropachus quadrum* F. y *Raphitelus maculatus* Walker.

5.- Una de las causas más importantes de aumento de población consiste en la ejecución de la poda, debiéndose de tener en cuenta la densidad de población del fitófago en la zona. Asimismo es importante efectuar la destrucción de las pequeñas ramificaciones de las leñas resultantes, a medida que esta se realiza.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERBRANT, O. y SCHLYTER, F. 1987. Differences in morphology and sexual size dimorphism between the Dutch elm disease vectors *Scolytus laevis* and *Scolytus scolytus* (Col., Scolytidae). J. Appl. Ent. 103: 378-386.
- ARAMBOURG, Y. 1964. Caracteristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le sahel de Sfax.
- ARAMBOURG, Y. 1984. Coleópteros. Escolítidos. *Phloeotribus scarabaeoides* Bern. Olivae (Ed. española) 4: 2pp.
- Thèse Univ. Paris, Imprimerie Officielle, Tunis, 137 pp.
- ARAMBOURG, Y.- 1986. Traité d'entomologie oléicole. Conseil Oléicole International. España, 360 pp.
- ASHMEAD, W.J. 1988. On the Chalcideous tribe Chiropachides. Can. Ent. 20 (9): 172-176.
- AUSTIN, G.D. 1956. Historical review of shot-hole borer investigations. The Tea Quarterly 27(4): 97-102.
- BEAVER, R.A. (1966a). The development and expression of population tables for the bark beetle *Scolytus scolytus* (F.).- J. Anim. Ecol. 35: 27-41.
- BEAVER, R.A. 1967b. The regulation of population density in the bark beetle *Scolytus scolytus* (F.). J. Anim. Ecol. 36(2): 435-451.
- BOR DEN, J. H. 1974. Aggregation pheromones in the *Scolytidae*.en Pheromones. (M.C. Birch, ed.) 8: 135-160. North-Holland Publ. Comp. Amsterdam.
- BROOKS, F.E. 1916. Orchard bark beetles and pinhole borers, and how to control them. U. S. Dep. Agric. Farmers'Bull. 763. 16 pp.
- BUSHING, R. W. 1965. A synoptic list of the parasites of *Scolytidae* (Coleoptera) in North America north of Mexico. Can. Ent. 97(5): 449-492.
- CAPEK, M. 1986. Lumcikovitě (Hymenoptera: Braconidae) ako parazitoidy podkorných a drevokazných škodcovduba- Vektorov

tracheomykóz. Biológia (Bratislavia) 41: 535-542

CHARARAS, C. 1958.- Rôle attractif de certains composants des oléorésines à l'égard des *Scolytidae* des résineux C. R. Acad. Sci., Paris, 247: 1653-1654.

1962 -Etude biologique des *Scolytidae* des Conifères. P. Lechevalier éd., Paris.

1979.-Ecophysiologie des insectes parasites des forêts. Edité par l'auteur, Paris, 297 pp.

CLAUSEN, C.P. 1978. *Scolytidae* en Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: a World Review (C.P. Clausen, ed.) USDA Handbook 480, 545 pp.:292-294.

COWAN, B.D. y NAGEL, W.P. 1965. Predators of the Douglas-fir beetle. Oregon Agric. Exp. Sta., Tech. BULL. No. 86, 32 pp.

CHARARAS, C. 1987. Sélection de la plante-hôte par les *Scolytidae* et mécanismes d'installation des insectes (attraction primaire et attraction secondaire). Bull. Soc. ent. Fr. 91(5-6): 137-162.

DAHLSTEN, D.L. y DREOSTADT, S.H. 1984. Forest insect pest management. Bull. Ent. Soc. America 30(4).

DEYRUP, M.A. 1975. The insect community of dead and dying Douglas-fir: I The Hymenoptera. Coniferous Forest Biome Ecosystem Analysis Studies, IBP, Bull. No. 6, 104 pp.

DOGANLAR, M. y SCHOPF, R. 1984. Some biological aspects of the European oak bark beetle, *Scolytus intricatus* (Ratz.) (Col., Scolytidae) in the northern parts of Germany. Z. ang. Ent. 97: 153-162.

DOWDEN, P.B. 1962. Parasites and predators of forest insects liberated in the United States through 1960. USDA For. Serv. Agric. Handbook No. 226, 70 pp.

FURNISS, M.M. y FURNISS, R.L. 1972. Scolytids (Coleoptera) on snowfields in Oregon and Washington. Can. Ent. 104: 1471-1478.

FURNISS, R.L. y CAROLIN, V.M. 1977. Western Forest Insects. U.S.D.A. For. Serv. Misc. Publ. No. 1339, 654 pp.

GIL, L., PAJARES, J. y VIEDMA, M.G., de. 1985. Estudios acerca de la atracción primaria en *Scolytidae* (Coleoptera)

parásitos de coníferas. Boletín de la Estación Central de Ecología XIV(27): 107-125.

GRAY, T.G. y DYER, E.D.A. 1972. Flight muscle deterioration in spruce beetles *Dendroctonus rufipennis* (Coleoptera: Scolytidae). J. of the Entomological Society of B.C. 69: 41-43.

GONZALEZ, R. y CAMPOS, M. 1987. Contribución al estudio de (*Phloeotribus scarabaeoides* Bern) (Coleoptera: Scolytidae) en madera de poda. Fruticultura Profesional 12: 118-120.

HOPKINS, A.D. 1899. Report on investigations to determine the cause of unhealthy conditions of the spruce and pine from 1880-1893. West Virginia Agric. Exp. Stn. Bull. 56: 197-461.

JARRAYA, A. 1979. Etude de la dynamique des populations d'insectes inféodés à l'olivier. II. Bioécologie de *Phloeotribus scarabaeoides* BERNARD (Coleoptera: Scolytidae) dans la région de Sfax. Ann. Inst nat, Rech. agr. Tunisie 52: 5-26.

KENNEDY, B.H. 1986. *Dendrosoter protuberans* (Hymenoptera: Braconidae) an introduced larval parasite of *Scolytus multistriatus*. Ann. Entomol. Soc. Am. 63: 351-358.

KIRBY, S.G y FAIRHURST, C.P. 1983. The ecology of elm bark beetles in northern Britain. For. Comm. Bull., Lond. no. 60: 29-39.

MADSIMOVIC, M. 1979. Influence of the density of bark beetle and their parasite on diebck of elm in some wood of Yugoslavia. Z. Ang. Ent. 88: 283-295.

MENDEL, Z. 1986. Hymenopterous parasitoids of bark beetles (*Scolytidae*) in Israel: Host relation, host plant, abundance and seasonal history. Entomophaga 31: 114-125.

MENDEL, Z. 1988. Effect of food, temperature and breeding conditions on the life span of adults of three cohabitating bark beetle (*Scolytidae*) parasitoids (*Hymenoptera*). Environ. Entomol. 17: 293-298.

MICHALSKI, J. 1973. Revision of the palaeartic species of the genus *Scolytus* Geoffroy (Col., Scolytidae). Panstwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa.

MIZELL, R.F. y NEBEKER, T.E. 1982. Preference and oviposition rates of adult *Thanasimus dubius* (F.) on three prey

species. *Env. Ent.* 11(1): 139-143.

MOECK, H.A. y SAFRANYIK, L. 1984. Assessment of predator and parasitoid control of bark beetles. *Environ. Canada. Canadian Forestry Service. Pacific Forest Research Centre. BC-X-248*, 24 pp.

NEUENSCHWANDER, P. y ALEXANDRAKIS, V. 1982. The influence of smoke on *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) (Col., Scolytidae). *Mitt. Schweiz. Ent. Gesell.* 55: 341-346.

PAULIAN, R. 1988. *Biologie des Coléoptères*. 719 pp. Editions Lechevalier: Paris.

PITMAN, G.B. 1966.- Studies on the pheromone of *Ips confusus* (Le Conte). III The influence of host material on pheromone production. *Contrib. Boyce Thomson Inst.* 23: 146-158. *****

RUDINSKY, J.A. 1962. Ecology of *Scolytidae*. *A. Rev. Ent.* 7: 327-348.

RUDINSKY, J.A., NOVAK, V. y SVIHRA, P. 1971. Pheromone and terpene attraction in the bark beetle *Ips typographus*. *Experientia* 27: 161-162.

RUSSO, G.V. 1936. Contributo alla conoscenza dei Coleotteri scolitidi, Fleotribo: *Phloeotribus scarabaeoides* (BERN.) Fauv. *Boll. Lab. Ent. agr. Portici* 2: 3-419.

RUSSO, G. 1937. V. Contributo alla conoscenza dei Coleotteri Scolitidi, Fleotribo: *Phloeotribus scarabaeoides* (BERN.) Fauv. Parte prima: Morfologia, anatomia e istologia. *Boll. R. Lab Ent. Agr Portici* 1: 1-260.

RUSSO, G. 1938. VI. Contributo alla conoscenza dei Coleotteri Scolitidi, Fleotribo: *Phloeotribus scarabaeoides* (BERN.) Fauv. Parte seconda: Biografia, simbioti, danni e lotta. *Boll. R. Lab. Ent. Agr. Portici* 2: 1-419.

RUSSO, G. 1966a. Ilesino bruno dell'olivo. *taranio* Bern. *Syn. Hylesinus oleiperda* Fabr. 2pp.

RUSSO, G. 1966b. Ilesino grigio-bruno dell'olivo. *Leparesinus fraxini* (Panz.). *Syn. Hylesinus fraxini* Panz. 2pp.

SAFRANYIK, L. 1988. The population biology of the spruce beetle in Western Canada and implications for management en Integrated Control of Scolytid Bark Beetles. (T.L. Payne y H.

Saarenmaa, eds.), 3-23. Technical Editor: M.C. Holliman: Virginia, USA.

SAFRANYIK, L. y DINTON, D.A. 1985. Influence of competition on size, brood production and sex-ratio in spruce beetles. J. of the Entomological Society of B.C. 82: 52-56.

SAFRANYIK, L. y LINTON, D.A. 1987. Line intersect sampling for the density and bark area of logging residue susceptible to the spruce beetle *Dendroctonus rufipennis* (Kirby). Canadian Forestry Service, Information Report BC-X-295, Pacific Forestry Center, Victoria, B.C. 10 pp.

SAFRANYIK, L., SHRIMPTON, D.M. y WHITNET, H.S. 1983. The role of host-pest interaction in population dynamics of *Dendroctonus rufipennis* (Kirby) (Coleoptera: Scolytidae) en The Role of the Host in the Population Dynamics of Forest Insects (A.S. Isaev, ed.). 197-213. Proceedings of International Union of Forest Research Organizations/Man and Biosphere Symposium, Irkutsk, USSR. August, 1981.

SAHOTA, T.S. y THOMSON, A.J. 1979. Temperature induced variation in the rates of reproductive processes in *Dendroctonus rufipennis* (Coleoptera: Scolytidae): a new approach to detecting changes in population quality. Can. Entomol. 111: 1069-1078.

SCHMID, J.M. y FRYE, R.H. 1977. Spruce beetle in the Rockies. USDA, Forest Service, General Technical Report RM-49, Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station, Fort Collins, CO. 39 pp.

SCHONHERR, J. 1977. Importance of visual stimuli in the host selection behaviour of bark beetles *Dendroctonus ponderosae* and *Ips montanus* en Comportement des Insectes et Milieu Trophique, Colloque du C.N.R.S. n 265. 187-193, C. N. R. S. éd.

SCHROEDER, D. 1974. Untersuchungen über die Aussichten einer biologischen Bekämpfung von Scolytiden an Ulmen als Mittel zur Einschränkung des "Ulmensterbens". Z. Ang. Ent. 76(2): 150-159.

SVIHRA, P. y KOEHLER, C.S. 1982. Attack and development of *Scolytus multistriatus* in small-diameter elm branches. Environ. Ent. 11(3): 594-597.

THATCHER, R.C. y PICKARD, L.S. 1966. The clerid beetle, *Thanasius dubius*, as a predator of the southern pine beetle. J. Econ. Ent. 59(4): 955-957.

THOMSON, A.J. y SAHOTA, T.S. 1981. Competition and population quality in *Dendroctonus rufipennis* (Coleoptera: Scolytidae). Can. Entomol. 113: 177-183.

TURNOCK, W.J., TAYLOR, K.L., SCHROEDER, D. y DAHLSTEN, D.L. 1976. Biological control of pests of coniferous forests. en Theory and Practice of Biological Control (C.B. Huffaker y P.S. Messenger, eds.). 12: 289-311. Academic Press.

VITE, J.P. y GARA, R.I. 1962. Volatile attractants from ponderosa pine attacked by bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) Contrib. Boyce Thompson Inst. 21: 251-273.

VITE, J.P. 1970. Sex attractants in frass from bark beetles (Science, 156: 105).- 1970.- Pest management systems using synthetic pheromones (Contrib. Boyce Thomson Inst., 24: 343-350).

WEISER, J. 1963. Ueber Massenzuchten von *Psymotes* - Milben. Beitr. Entomol. 13(3/4): 547-551.

WICHMANN, H.E. 1954. Untersuchungen über *Ips typographus* L. und seine Umwelt. Die Ameisen. Z. Angew. Ent. 35: 201-206.

WILSON, H.F. 1909. The peach-tree bark beetle. Part IX. en Papers on Deciduous Fruit Insects and Insecticides. U.S.D.A. Bur. Ent. Bull. 68, 91-108.

WOOD, D.L. 1982. The role of pheromones, kairomones and allomones in the host selection and colonization behaviour of bark beetles. Ann. Rev. Ent. 27: 411-446.

WOOD, S.L. 1963. Revision of the bark beetle genus *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae). Great Basin Naturalist 23(1-2): 1-117.

WOOD, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs No. 6: 1359 pp.

YATES, M.G. 1984. The biology of the oak bark beetle, *Scolytus intricatus* (Ratzeburg) (Coleoptera: Scolytidae), in southern England. Bull. ent. Res. 74: 569-579.

DILIGENCIA:

Reunido el Tribunal examinador en el día de
mañana, conser...

- 1. Pedro Ramos Carrero
- 2. Pedro Vargas Piqueras
- 3. Tomás Cabello García
- 4. José E. Guerrero Gómez
- 5. José Alberto TINAUT Raura

se juzgar la Prueba...
Raimón González Ruiz
se acordó por Unanimidad...
ión de Apto cum Laude
para que...
componentes del Tribunal...
ia.

Granada, a 9 de Enero de 1990

El Secretario,

El Presidente,

El Vocal,

El Vocal,

El Vocal,



José Emilio Guerrero

