

REVISTA DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE HISTORIA NATURAL

LOS ESTADIOS EVOLUTIVOS DE LA PALOMILLA DEL AGAVE, *Batrachedra copia* GATES CLARKE, 1957. (LEPIDOPTERA: COSMOPTEGIGIDAE)

ISABEL B. DE BARRARA
Sección de Entomología Económica
Escuela Nacional de Ciencias
Biológicas.

En la Dirección de Defensa Agrícola se tenía conocimiento, desde hace ya algún tiempo, de la existencia de una plaga del maguey (varias especies del género *Agave*) caracterizada principalmente por la presencia de galerías tortuosas muy superficiales en las pencas, pero cuya importancia económica real y su agente causal eran desconocidos. De nuestras observaciones pudimos concluir que tales daños eran causados por varias especies del género *Batrachedra* Stainton, 1854, de las cuales nos decidimos a estudiar la que parecía predominar: *Batrachedra copia* Gates Clarke, 1957.

La importancia económica de *Batrachedra copia*, cuando ataca al maguey pulquero, no parece ser muy grande, por lo menos en el sur de la Altiplanicie, donde el maguey es el cultivo dominante; las galerías que hacen las larvas en las pencas de la planta no son lo suficientemente profundas para que lleguen a "manchar" la fibra, ni tampoco para que provoquen la putrefacción de esa parte de la penca. No obstante, por las razones ya expuestas, se consideró oportuno efectuar este estudio. Además, estando el cultivo de los magueyes tan extendido y siendo de tanto arraigo en México, cualquier estudio que en relación con ello se hiciera, tendría a la corta o a la larga cierto interés.

Por lo general las larvas de los cosmopterigidos son de hábitos parásitos, aunque de lagunas se sabe que pueden ser saprobias o seminívoras. Viven haciendo galerías e las hojas, en los tallos en los frutos, (Braun, 1950) o producen cecidias en las hojas de algunas Melastomaceae (Da Costa Lima, 1945). Algunas especies, aparte de las del género *Batrachedra*, son económicamente importantes; entre ellas, la más conocida es *Pyroderces rileyi* (Walsingham, 1882) que ataca al algodouero, causándole, a veces, grandes daños.

Por lo que respecto a las especies de *Batrachedra*, en Europa existen dos que tienen cierta importancia económica según Desqué (1908), *B. pinicolella* Dup. que vive entre las agujas de *Pinus* y *B. praeangusta* Hw. que ataca árboles de los géneros *Populus* y *Salix*. Las especies *B. perobtusula* Meyrick, 1922 y *B. arenosella* Walk. se encuentran en el Brasil alimentándose del polen de palmeras de los géneros *Cocos* y *Attalea*, (Bondar, 1940). *B. mathesoni*, ha sido citada sobre la misma planta en Florida. De México se conoce *B. knabi*, de Córdoba, Ver. (Walsingham, 1909-15); recientemente, ha sido descrita de Baja California *B. linaria* (Gates Clarke, 1957) viviendo sobre *Agave shawi* en forma análoga a la especie a la que se refiere este trabajo, y en el altiplano mexicano existe *B. theca* Gates Clarke, 1957 y probablemente dos especies más, que parecen integrar, con *B. copia*, un complejo que forma parte de la biocenosis del maguey.

MATERIAL Y METODOS

El material base de este estudio fue colectado en las diversas localidades del sur del Antiplano Mexicano que se anotan a continuación, con sus fechas de captura: Cuajimalpa, D.F., 5-V-53, 18-VI-54, 5-VIII-54, 20-VIII-54, 31-VIII-54, 4-IX-54, 18-IX-54; Desierto de los Leones, D. F., 8-XIII-55; La Venta, D. F., 6-Y-56; Santa Fe, D. F., 11-IX-55; Camino Federal México- Cuernavaca, D. F., Km. 20, 30-VIII-54; Puente de Vigas, Méx., 9-II-54, 9-IV-54, 12-III-54, 18-II-55; Tlalnepantla, Méx., 6-Y-55, 10-Y-55, 12-Y-55, 16-Y-55, 4-III-55, 27-VIII-55, 29-IX-55, 17-II-56; Texcoco, Méx., 1 Km. al este, 15-V-57; Huitzilac, Mor., 13-IV-54.

En el laboratorio se obtuvieron los huevecillos, al copular hembras y machos criados en él o bien de hembras que ya estaban fecundadas al ser capturadas en el campo.

El material fue recogido principalmente en dos formas: cortando las pencas o la parte de ellas que se encontró

más afectada y trasladándolas al laboratorio en bolsas de plástico o bien recogiendo las larvas de los diversos estadios y guardándolas en tubos homeopáticos con un tapón especial.

En el laboratorio se han seguido dos métodos de cultivo: en masa e individualmente, siendo el último el que dio mejores resultados. Para el primer, se utilizaron jaulas especiales hechas con cajas de madera de las que se usan corrientemente en México para el transporte de uvas (de 45cm. x 30 cm. x 15cm.), formadas con tela de alambre de malla muy fina. Se contó con una caja para cada uno de los estadios larvales y otro para los adultos.

Las observaciones fueron hechas diariamente, anotando cualquier cambio observado en relación con las ecdisis y en lo referente a los hábitos de las larvas.

Del material obtenido, parte fue cultivado en el laboratorio y parte preparado para su observación microscópica. Se probaron diversas técnicas de preparación de las cuales las que dieron mejores resultados fueron las de montaje en las gomas-cloral de Hoyer y de Buxton, previa maceración en KOH al 10%.

Las exuvias del cuerpo y de la cabeza, que permanecen unidas después de cada muda larval, fueron preparadas y montadas en las gomas-cloral, con objeto de corroborar las presunciones hechas acerca de los estadios larvales. Igualmente se prepararon las del quinto estadio larval $\frac{3}{4}$ que quedan en la parte posterior del capullo $\frac{3}{4}$ y las de la crisálida. Por otra parte, adultos preparados en la forma clásica y genitales montadas en Bálsamo de Canadá, sirvieron para clasificar los adultos.

CRITERIO Y TERMINOLOGIA EMPLEADOS

En este trabajo se adopto la nomenclatura de Fracker (1915) ya que las razones por él expuestas para proponerla nos parecen suficientes, aunque, según Dampf (1924), Schierbecke (1917) asienta que la explicación ontogenética y filogenética del arreglo de las sedas encontrada por Fracker, puede no ser válida en todos los casos. En el cuadro 1 se presenta, para mayor claridad, un estudio comparado de las principales nomenclaturas utilizadas clásicamente.

CUADRO 1

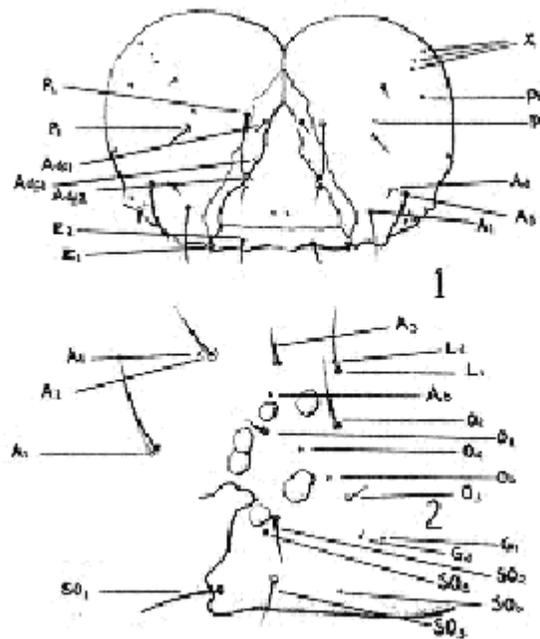
GRUPOS			S E D A S					
			Protórax		Meso y Metatórax		Abdomen	
			Dyar	Fracker	Dyar	Fracker	Dyar	Fracker
Beta		alfa	IA	alfa	IA	alfa	I	alfa
		beta	IIA	beta	IB	beta	II	beta
		gamma	IB	gamma				
		delta	IIB	delta				
Rho		épsilon	IC	épsilon	IIA	épsilon	IIIA	épsilon*
		rho	IIC	rho	IIB	rho	III	rho
Kappa		theta	III	(theta)	III	(theta)		
		kappa	IV	kappa	IV	kappa	IV	kappa
		eta	V	eta	V	(eta)	V	eta
mu							VI	(mu)
Tórax	Abd.	pi	VI	pi	VI	pi	VII	pi
Pi			VI	nu			VII	nu
Tau	Pi	tau	VII	(tau)		tau	VII	
	Tau	phi						
		omega						

		sigma	VIII	sigma	VIII	sigma	VIII
--	--	-------	------	-------	------	-------	------

Nomenclatura y distribución de las sedas según Dyar (1895) y Fracker (1915), con especial atención a los micholepidópteros. (Las letras entre paréntesis corresponden a sedas subprimarias en ese segmento: x, indica que esa seda puede faltar).

Al describir la quetotaxia, se presentan, como es norma establecida, los mapas de distribución de las sedas los cuales constan de un esquema del protórax, otro del meso- o del metatórax y los correspondientes a un segmento abdominal (I o II) anterior a los que poseen falsas patas, al de un segmento con ellas (III a VI), al segmento VIII y finalmente, al segmento IX. Respecto a los detalles particulares de cada seda, nada hay que decir, pues son todas de un mismo tipo, variando sólo por su tamaño; son siempre filiformes, con papilas visibles y pináculos poco quitinizados. Existen todos los grupos que se forman por asociación de las sedas primarias y subprimarias.

En las figuras 1 y 2 se presenta la distribución de las diversas estructuras de la cabeza de *B. copia* que se describen también al hablar de los diversos estadios. Como este trabajo está basado en gran parte en la aplicación de la ley de Dyar para obtener las conclusiones correspondientes en relación con el número de estadios y la proporción de crecimiento, nos parece útil señalar en el mismo esquema, en qué forma fueron tomadas las proporciones de longitud y anchura cefálicas utilizadas (A, anchura, B, longitud).



Figs. 1 y 2. 1, vista dorsal de la cápsula cefálica mostrando el arreglo de las sedas en *Batrachedra copia*. Ver literales en el Texto; 2, posición relativa de los ocelos y de las sedas que los rodean. Primer estadio.

En *Batrachedra*, como en todos los representantes de la familia, las falsas patas se encuentran en los segmentos abdominales III, IV, V y VI y las anales en el X, un par por cada segmento y en este caso con los ganchos dispuestos en círculos uniordinales y uniseriales, es decir, todos nacen a la misma altura y terminan igualmente. Es conveniente hacer notar que en otras especies de *Batrachedra* los ganchos están arreglados en círculos uniseriales y al principio uniordinales pero que se hacen progresivamente biordinales.

SEPARACION DE LOS ESTADIOS LARNTALES. LEY EMPIRICA DE DYAR Y SU APLICACION EN ESTE ESTUDIO

De los principales caracteres larvales examinados sólo algunos varían significativamente de un estadio a otro y permiten en esta forma su diferenciación. En esta especie se encuentran variaciones de coloración tan amplias dentro de cada estadio y entre un estadio y otro, así como tan grandes diferencias en el grado de esclerosamiento de la cápsula cefálica y de la placa anal, que no es posible dar a estos caracteres significación alguna. Los únicos caracteres verdaderamente útiles a este respecto son: la quetotaxia del cuerpo, el número de ganchos en las falsas patas abdominales y la anchura y longitud de la cápsula cefálica. Con ellos se trató de aplicar la ley de Dyar sobre las relaciones de crecimiento de diversas partes del cuerpo en los diferentes estadios.

En general, los diversos estadios pueden diferenciarse perfectamente, aunque el tercero y el cuarto pueden llegar a confundirse, si se toman sólo en consideración uno o dos caracteres aislados. Por esto, una buena separación de los diversos estadios únicamente puede hacerse tomando en cuenta en conjunto todos los caracteres mencionados.

QUETOTAXIA.— No existe ninguna diferencia significativa entre los distintos estadios por lo que se refiere al número y distribución de sedas de la cápsula cefálica. Por lo que hace al tórax y al abdomen, el primer estadio puede diferenciarse radicalmente de todos los demás porque posee solamente las sedas primarias; del segundo estadio en adelante hacen su aparición las sedas subprimarias y la quetotaxia ofrece ya el mismo patrón. Por lo tanto, en la separación del primer estadio este carácter tiene importancia decisiva.

NUMERO DE GANCHOS EN LAS FALSAS PATAS.— Las cifras obtenidas del recuento de ganchos en las falsas patas abdominales, se incluyen en los cuadros 2 y 3. Los promedios del número de ganchos en cada uno de los estadios de las larvas cultivadas en el laboratorio (cuadro 2) resultan comparables y estadísticamente homogéneos con los obtenidos en los recuentos hechos en material colectado en el campo (cuadro 3). Es necesario señalar que los límites de variación son tan amplios que permiten un notable solapamiento entre estadio y estadio; la comparación de las medias, sin embargo, dio en todos los casos diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$); para ello se calculó la constante "t" o "parámetro de Student", dividiendo la diferencia de las medias entre la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores tipo.

CUADRO 2

E	I	N	L.V	L.V.M.	M	R	sigma	C.V.	E.T.	"t"
I	10	73	5-8	5.7-6.8	6.4	2.3	0.59	9.2%	0.07	40.3
II	10	75	11-19	12.1-18	15.3	1.3	1.91	12.4%	0.22	13.7
III	10	63	16-25	17.0-23.2	20.1	1.2	2.37	11.7%	0.23	15.5
IV	10	70	22-30	24.0-27.7	25.7	1.4	1.91	7.4%	0.24	11.0
V	10	59	27-43	30.4-40.1	36.1		4.32	11.8%	0.56	

Variación del número de ganchos de las falsas patas en los diferentes estadios (Material de laboratorio). *E*, estadio; *I*, número de individuos; *N*, número de patas contadas, *L.V.*, límites de variación de las medias por larva; *M*, medias; *R*, relación de crecimiento; *sigma*, desviación tipo; *C.V.*, coeficiente de variación; *E. T.*, error tipo; "t", parámetros de Student; *P*, probabilidad.

CUADRO 3

E	I	N	L.V	L.V.M.	M	R	sigma	C.V.	E.T.	"t"
I	10	77	6-8	6.0-7.0	6.6	2.1	0.49	7.3%	0.05	31

II	13	102	9-20	10.2-19.0	14.5	1.3	2.62	18%	0.25	16.8
III	20	139	15-25	15.0-21.3	19.1		2.01	10.8%	0.16	
IV	20	154	19-30	20.2-29.4	24.3	1.2	2.54	10.5%	0.21	
V	12	96	27-42	27.3-40.1	32.9	1.3	4.30	13.3%	0.44	

Número de ganchos de las falsas patas en los diferentes estadios (Material de campo). (Los símbolos de las columnas como en el cuadro 2).

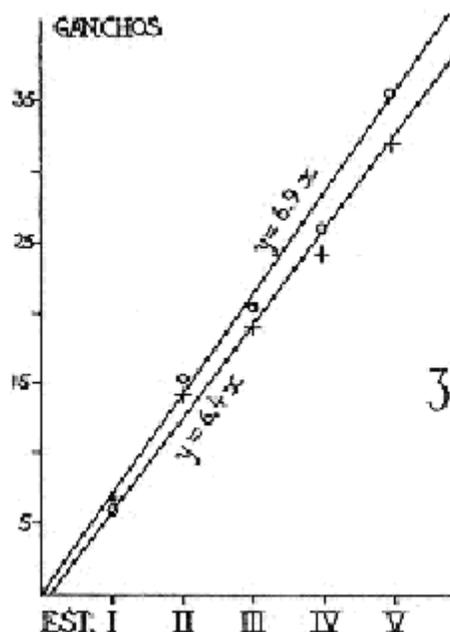
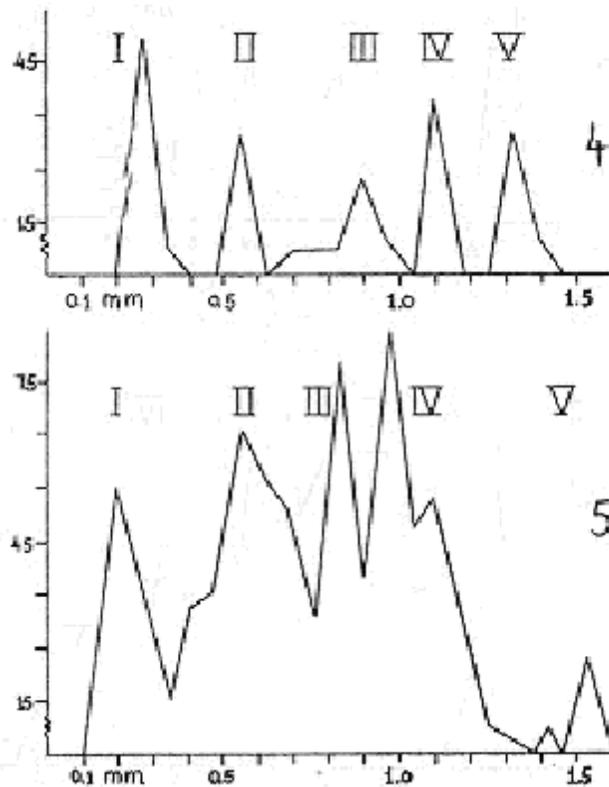


Fig. 3. Aumento del promedio del número de ganchos en las falsas patas. -o- material de laboratorio; -x- material de campo.

Además, se consideró conveniente representar la desviación tipo (D.T.) también en %, esto es, el coeficiente de variación (C.V.) que por sí solo puede dar una idea de la amplitud de variación en cada caso y permite comparar las desviaciones típicas en relación con medias pertenecientes a dos lotes diferentes.

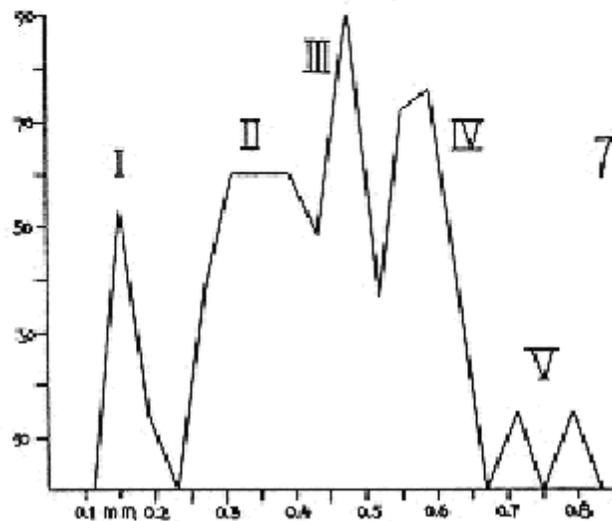
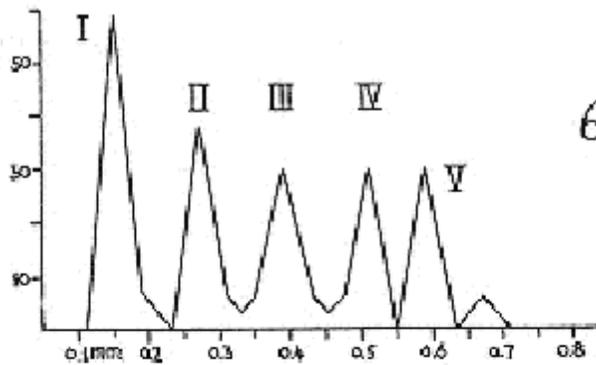
En la bibliografía consultada, el número de ganchos de las falsas patas se expresa en promedio por falsa pata y por estadio sin darle mayor importancia. En la gráfica correspondiente (Fig. 3) se ve que no sólo tiene lugar un aumento progresivo del número de tales estructuras de estadio a estadio, sino que la razón de éste es constante, lineal; esto es, es isogónico, armónico, siendo la ecuación adaptable $y = a + bx$. Por el procedimiento de los mínimos cuadrados se obtiene, para las observaciones hechas en material criado en el laboratorio, $y = 6.9x$; esto es, $a = 0$ y b es una constante, cuyo valor. 6.9, es la pendiente de la línea de regresión. Tratado independientemente el material de campo se obtiene $y = 6.4x$; esto es, práctica y estadísticamente la misma pendiente de la línea de regresión.



Figs. 4 y 5. 4, variación de la anchura cefálica en los cinco estadios. Material de laboratorio; 5, variación de la anchura cefálica en los cinco estadios. Material de campo.

En este caso no parece justificarse una prueba de linealidad, la cual ha sido efectuada al tratar los datos utilizados en la aplicación de la ley de Dyar, por las razones que adelante se explican y mediante los procedimientos que en su sitio se exponen.

ANCHURA Y LONGITUD DE LA CAPSULA CEFALICA.— Con los datos obtenidos al medir la anchura y la longitud de las cápsulas cefálicas se hicieron las gráficas correspondientes (Figs. 4 a 7), obteniendo en todos los casos curvas multicúspides que se interpretan como correspondientes a los cinco estadios larvales registrados en las observaciones de laboratorio y por extensión, atribuidas a los que se suceden en condiciones naturales.



Figs. 6 y 7. 6, variación de la longitud cefálica en los cinco estadios. Material de laboratorio; 7, variación de la longitud cefálica en los cinco estadios. Material de campo.

El material de campo y el de laboratorio fueron tratados independientemente.

Tanto la anchura como la longitud varían de tal modo que es posible discernir claramente cinco grupos en las gráficas; sin embargo, es necesario señalar que en el material de laboratorio estos cinco grupos tienen entre sí límites de variación mejor separados que los del material de campo; esto puede deberse a una mayor precisión consecuente del cultivo y a una mayor homogeneidad del material tratado. Además, es notable que en todos los casos, el primer estadio es más fácilmente discernible de los demás, en tanto que, sobre todo en el material de campo, los estadios II a IV presentan un solapamiento relativamente grande.

Por otra parte, en las Figs. 5, 6 y 7 no hay en realidad cinco cúspides sino seis; si sólo se hubiera estudiado material de campo hubiera podido pensarse no en cinco sino en seis estadios, pero la evidencia de un quinto estadio bicúspide puede observarse en la Fig. 6 que se refiere a la longitud observada en el material de laboratorio. Probablemente las dos modas correspondan a una diferencia de tipo sexual que no pudo comprobarse morfológica o anatómicamente.

En los cuadros 4 a 7 se exponen los promedios de anchura y longitud de la cabeza en los cinco estadios, incluyendo las mismas constantes estadísticas que en los cuadros 2 y 3. Además de las medias observadas por estadio, se anota la proporción de crecimiento observada y la anchura o la longitud calculadas según Dyar ($y = a + bx$). Por lo que hace a las medias, al compararlas, se ve que son significativamente diferentes, obteniéndose una

constante "t" que corresponde a un porcentaje de probabilidad menor que el 1%. En cuanto a la proporción de crecimiento, es necesario señalar que la proporción entre el primero y el segundo estadios es la más alta, igual o mayor a 1.90; y la proporción entre los estadios cuarto y quinto es la menor, mientras que las proporciones de crecimiento entre los demás estadios no alcanzan valores superiores a 1.5. Dyar señala ya este hecho, que es comentado críticamente después por Gaines y Campbell (1935) quienes, tomando como base 820 coeficientes dados por diversos autores encuentran una media total que varía de 1.56 a 1.46, al mismo tiempo que señalan que las proporciones de crecimiento entre el segundo y el primer estadios son muy altas, generalmente, y las correspondientes al último y penúltimo son las menores. Todos estos hechos coinciden con las observaciones realizadas en *B. copia*, como puede verse en la séptima columna de los cuadros 4 a 7. Es importante señalar que Gaines y Campbell critican la magnitud de la proporción de crecimiento entre el segundo y el primer estadios señalada por Dyar (1892) para *Nodata oregonensis* y sin embargo, llegan a la conclusión, después de revisar los coeficientes de muchos autores, de que generalmente esta proporción es igual o mayor a 1.90. Incluso dicen que probablemente Dyar incluye en esta proporción un estadio no observado por él, error que debieron cometer todos los autores por ellos revisados y nosotros mismos al hacer el estudio de *B. copia*, lo cual, no corresponde a los hechos, por lo que hace, cuando menos, a esta especie. Parece, por lo tanto, que estas diferencias en la magnitud de las proporciones de crecimiento no son privativas de algunas especies, sino que son de carácter general.

CUADRO 4

E	M.D.	M.G.	N	L.V.	M.O.	R	C.V.	sigma	E.T.	"t"	P
I	0.282	0.282	72	0.251 0.381	0.282	2.0	8.0%	0.023	0.002	64.4	<0.01
II	0.555	0.551	48	0.510 0.630	0.572	1.5	5.4%	0.031	0.004	14.3	<0.01
III	0.827	0.818	48	0.696 0.985	0.863	1.2	9.1%	0.079	0.01	11.8	<0.01
IV	1.099	1.013	40	1.05 1.10	1.09	1.1	0	0	0	50.9	<0.01
V	1.371	1.346	40	1.28 1.39	1.31		2.0%	0.02	0.004		

Anchura de la cápsula cefálica en los cinco estadios (Material de laboratorio). M.D., media calculada según Dyar; M.G., media calculada según Gaines y Cambell; M.O., media observada; los demás símbolos como en el cuadro 2.

CUADRO 5

E	M.D.	M.G.	N	L.V.	M.O.	R	C.V.	sigma	E.T.	"t"	P
I	0.274	0.273	66	0.240 0.360	0.287	1.9	9%	0.02	0.002	41	<0.01
II	0.553	0.549	246	0.395 0.780	0.562	1.5	17%	0.096	0.006	37.4	<0.01
III	0.835	0.821	112	0.742 0.908	0.820		4.6%	0.038	0.003		

				0.855		1.2				71.6	<0.01
IV	1.111	1.095	248	1.260	1.460		2.5%	0.026	0.001		
				1.340		1.4				19	<0.01
V	1.390	1.365	36	1.560	1.460		4.4%	0.065	0.011		

Anchura de la cápsula céfalica en los diferentes estadios (Material de campo). (Los símbolos de las columnas como en el cuadro 4).

CUADRO 6

E	M.D.	M.G.	N	L.V.	M.O.	R	C.V.	sigma	E.T.	"t"	P
I	0.153	0.156	72	0.140 0.198	0.156	2.1	6.3%	0.010	0.001	72.1	<0.01
II	0.289	0.301	48	0.298 0.376	0.322	1.3	4.5%	0.015	0.002	29.5	<0.01
III	0.425	0.452	40	0.372 0.448	0.440	1.2	5.5%	0.24	0.003	19.6	<0.01
IV	0.561	0.609	40	0.506 0.581	0.554	1.1	5.2%	0.029	0.004	20.0	<0.01
V	0.697	0.772	40	0.630 0.702	0.654		2.4%	0.016	0.002		

Longitud de la cápsula céfalica en los cinco estadios (Material de laboratorio). (Los símbolos de las columnas como en el cuadro 4).

CUADRO 7

E	M.D.	M.G.	N	L.V.	M.O.	R	C.V.	Sigma	E.T.	"t"	P
I	0.165	0.158	66	0.146 0.206	0.158	2.2	9.4%	0.015	0.001	52.7	0.01
II	0.318	0.290	240	0.236 0.458	0.353	1.3	14%	0.05	0.003	30	0.01
III	0.471	0.403	216	0.420 0.556	0.481	1.2	4.9%	0.024	0.003	31.8	0.01
IV	0.624	0.512	216	0.510 0.662	0.596	1.2	6.2%	0.37	0.002	17.3	0.01
				0.712							

V	0.777	0.602	28	0.832	0.769	6.8%	0.053	0.01		
---	-------	-------	----	-------	-------	------	-------	------	--	--

Longitud de la cápsula cefálica en los cinco estadios (Material de laboratorio). (Los símbolos de las columnas como en el cuadro 4).

Es menester recordar que las medidas que se toman para obtener relaciones de crecimiento son de tipo unidimensional; pero en realidad la cápsula cefálica tiene un crecimiento tridimensional, de tal modo que es seguro que el volumen crece en una proporción diferente, desde luego, a como lo hace una de las dimensiones arbitrariamente escogida; debido a esto, es lógico esperar un valor cada vez más pequeño de las proporciones de crecimiento lineales a medida que se consideran estadios más avanzados.

En los cuadros 4 a 7 la tercera columna contiene la longitud o anchura calculada según Gaines y Campbell; estos datos, se refieren al cálculo hecho suponiendo que el crecimiento de la anchura cefálica (ya que sólo esa medida consideran ellos) no está regido por una ley expresable por la fórmula general $y = a + bx$ sino que es de tipo parabólico y mejor expresable por lo tanto, por la fórmula general $y = a + bx + cx^2$. En la bibliografía consultada (Dyar, 1890; Quaintance y Brues, 1906; Peterson y Heussler, 1928; Taylor, 1931; Metcalfe 1932; Andrewartha, 1933; Preleble, 1933; McDougall, 1934; Bliss y Beard, 1956 y Ghent, 1956) se expresan dos distintos criterios en relación con el crecimiento de los insectos durante su desarrollo. Para algunos autores el crecimiento de los insectos sigue la ley de Dyar, es decir, se hace solo de un estadio a otro, durante la muda y además, siempre en una proporción constante, para otros, el crecimiento también, se efectúa entre una muda y la otra y no sigue, por lo tanto, de modo estricto la ley de Dyar

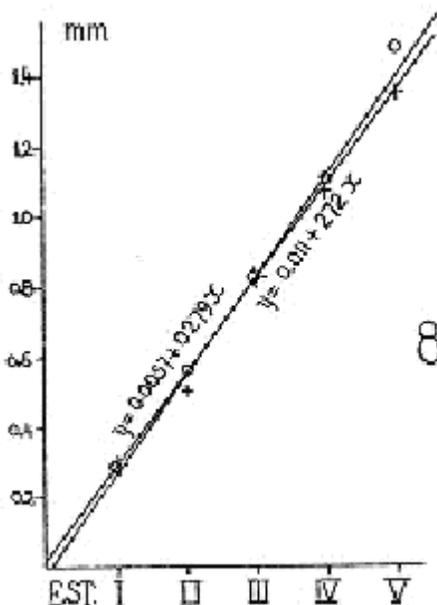
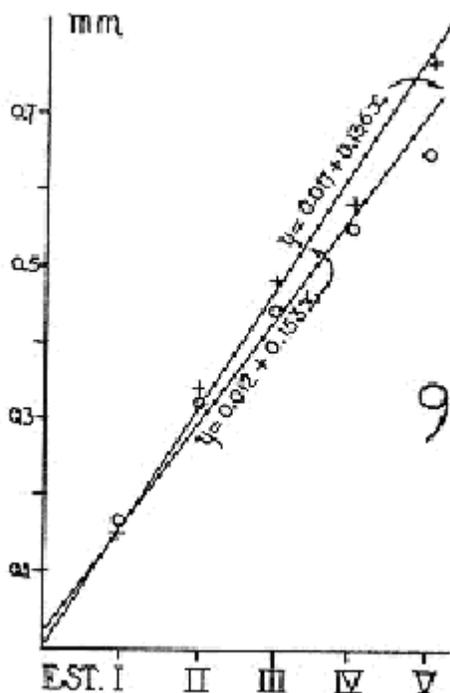


Fig. 8. Crecimiento en anchura de la cápsula en los diversos estadios. Signos como en la Fig. 3.

A las figuras 8 y 9 es posible adaptar rectas basadas en la ecuación general $y = a+bx$; cuando estos mismos resultados se exponen en forma logarítmica (figuras 10 y 11) los diferentes puntos sufren una inflexión que sugiere no una recta sino una parábola; por eso Gaines y Campbell, al estudiar en la misma forma el crecimiento en *Heliothis obsoleta* (Fab.) concluyen que la ecuación adaptable es precisamente $y = a + bx + cx^2$. En este caso se calcula la parábola más adaptable con los logaritmos de las medias, a fin de comparar las calculadas según el

procedimiento de Gaines, con las observadas y con las obtenidas por el método de Dyar.

A primera vista, en los cuadros 4 a 7 es posible notar que los cálculos según Dyar se parecen más a las medias observadas que a las medias calculadas suponiendo que el crecimiento no es rectilíneo sino parabólico; pero como tal hecho pudiera ser sólo aparente, se hace necesario probar en primer término si la recta es significativa y en segundo lugar realizar una prueba de linealidad para tener la certeza de que, siendo significativa la línea es verdaderamente una recta. En los cuadros 8 a 11 se exponen los resultados de estas pruebas, que como puede verse dan una probabilidad mayor de 5%, por lo que se concluye que la recta es significativa.



CUADRO 8

Fuente de variación	Variación	Variancia	G.L.		F	P
Explicada	0.0043	0.0043	1		22.2	>0.05
No explicada	24.0103	0.0976	246			
Desviación Error	0.1884	0.0628		3		
experimental	23.8219	0.0980		243	1.5	>0.05
Variación Total		24.0147	247			

Comparación de las variancias de la anchura de la cápsula cefálica para demostrar la significación y linealidad de la recta (Material de laboratorio).

CUADRO 9

Fuente de variación	Variación	Variancia	G.L.		F	P
Explicada	0.0111	0.0111	1		7.7	>0.05
No explicada	60.4781	0.0856	706			
Desviación Error experimental	1.6618	0.5539		3	6.6	>0.05
	58.8163	0.0836		703		
Variación Total	60.4892		707			

Comparación de las variancias de la anchura de la cápsula cefálica (Material de campo).

CUADRO 10

Fuente de variación	Variación	Variancia	G.L.		F	P
Explicada	0.0032	0.0032	1		10.3	>0.05
No explicada	8.1790	0.0333	246			
Desviación Error experimental	0.1396	0.0465		3	1.4	>0.05
	8.0394	0.0330		243		
Variación Total			247			

Comparación de las variancias de la longitud de la cápsula cefálica (Material de laboratorio).

CUADRO 11

Fuente de variación	Variación	Variancia	G.L.		F	P
Explicada	0.0022	0.0022	1		10.8	0.05
No explicada	16.3026	0.0238	686			
Desviación Error experimental	0.4821			3	6.9	0.05
	15.8205			683		
Variación Total	16.3048		687			

Comparación de las variancias de la longitud de la cápsula cefálica para demostrar la significación y linealidad de la recta encontrada (Material de campo).

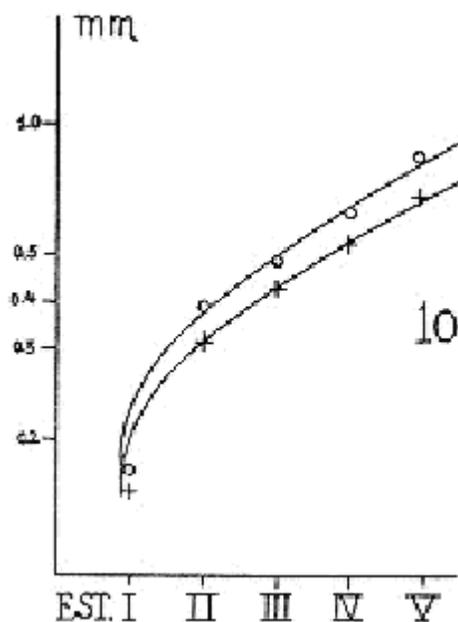


Fig. 10. Variación de la anchura de la cápsula cefálica en los cinco estadios. Escala semilogarítmica. Signos como en la Fig. 3.

De todos modos estimamos útil señalar la inflexión de los promedios en gráfica semilogarítmica con objeto de indicar que existe la posibilidad de que la recta, aún siendo significativa, no sea sino una fracción parabólica tan alejada de su origen, que en rigor correspondiera mejor a la fórmula $y = a + bx + cx^2$. Ahora bien, lejos de su origen las parábolas son casi líneas rectas y más cuando se toma de ellas un segmento muy corto; por lo tanto, o bien la inflexión de los puntos no es significativa o, aún siéndolo, no debe sorprender el resultado de la prueba de linealidad cuando por definición dicho segmento es *prácticamente* una recta.

DESCRIPCION DE LAS FASES DE DESARROLLO

La descripción fundamental de las diferentes fases puede completarse con las medidas de las cápsulas cefálicas que se presentan en los cuadros 4 a 7; con el número de ganchos en las falsas patas dado en los cuadros 2 y 3, y finalmente, considerando que la quetotaxia del primer estadio difiere radicalmente de la de los subsiguientes en la carencia de las sedas subprimarias.

La distribución de las sedas en el primer estadio se presenta en la fig. 17 y la del estadio último en la fig. 18.

Huevos.—Plano convexos, de contorno elíptico, algo más angostos en una de los extremos, con la cara plana adherida a la penca. Recién puestos son transparentes y homogéneos, pero al tercero o cuarto día aparece una característica mancha roja en forma de franja irregular, paralela a los bordes, al propio tiempo que aumentan notablemente de espesor. Corion grueso, como en la mayoría de los huevos no protegidos de los lepidópteros; con seis costillas longitudinales separadas por surcos bien marcados, dentro de los cuales hay depresiones transversales formadas por ocho a catorce dobles puntuaciones, todo lo cual les da un aspecto reticulado. Por transparencia puede notarse claramente el límite del corion y de la membrana vitelina. Las medidas pueden consultarse en el cuadro 12.

	Valores promedios	Número de individuos	Límites de variación
Longitud			
Material de laboratorio	0.930	20	0.877-0.979
Material de campo	0.979	40	0.960-0.982
Material de disecciones	0.877	10	0.816-0.948
Corion vacíos	0.979	30	0.892-0.982
Anchura			
Material de laboratorio	0.652	20	0.540-0.663
Material de campo	0.666	40	0.650-0.670
Material de disecciones	0.517	10	0.479-0.673
Corion vacíos	0.663	30	0.642-0.673

Medidas de huevecillos puestos por hembras cultivadas en el laboratorio y colectadas en el campo

Larvas de primer estadio.—Cuerpo amarillo, con tres pares de bandas longitudinales de color pardo claro, un par dorsal y dos dorsolaterales, a veces casi imperceptibles; región ventral de color amarillo pálido. Cabeza y placa torácica y anal de color pardo claro.

Mandíbulas amarillas. La coloración en este estadio es en general pálida en comparación con la de los estadios siguientes.

Seis pares de ocelos en la cabeza, colocados en la posición señalada en la fig. 2. Antenas cortas (fig. 13) formada por los tres artejos típicos, de los cuales el primero es muy grande y ancho; el segundo más pequeño y delgado y tiene en la cara externa una seda subterminal y otra terminal muy larga, además de dos papilas sensoriales en las caras laterales y de un poro sensorio situado más o menos a la mitad de la cara externa; el tercer artejo es pequeño, posee en uno de los lados una papila sensorial y en el otro una seda pequeña, terminando finalmente en una seda gruesa. Mandíbulas (fig. 14) muy esclerosadas, casi tan anchas como largas, con cinco dientes, de los cuales los tres primeros son más grandes y agudos, además de que el tercero y el primero llegan a la misma altura. Las mandíbulas poseen dos sedas en la cara externa, una doble de larga que la otra. Labro bilobado (Fig. 16), surco poco profundo y con los seis pares de sedas típicos arreglados en un grupo de tres sedas medias (M_1 , M_2 y M_3) y otro que comprende tres sedas laterales, (La_1 , La_2 y La_3). En el protórax los estigmas son anulares. Falsas patas en los segmentos habituales con los ganchos arreglados en círculos uniordinales. Estigmas del segmento VIII mayores que los restantes.

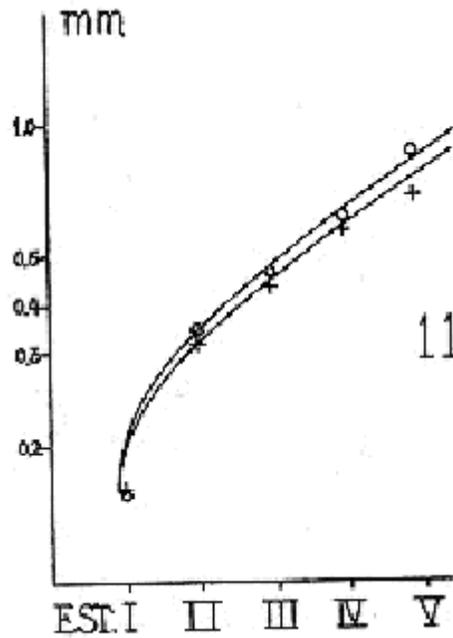


Fig. 11. Variación de la longitud cefálica en los cinco estadios. Escala semilogarítmica. Signos como en la Fig. 3.



Fig. 12. Ataque reciente en que se ve una larva de *B. copia* de quinto estadio, el escurrimiento de mucílago y la entrada de una galería antigua.

Cabeza con las cinco sedas y sensilas ultraposteriores (Fig. 1, X) bien claras; las dos sensilas posteriores bien marcadas (P_a y P_b). De las dos sedas posteriores, la primera (P_1) es mayor que la segunda, la cual está colocada frente a P_a . De las sedas anteriores (A_1 , A_2 y A_3) la primera y la última son grandes, casi del mismo tamaño, A_2 es

pequeña y está unas dos veces más próxima a A_3 que a A_1 , formando entre las tres un ángulo de cerca de 100° . La sensila anterior (Aa) está más cercana a la seda A_2 . De las dos sedas adfrontales la primera (Adf_1) es vez y media más grande que la segunda (Adf_2). La sensila adfrontal ($Adfa$) más cercana a Adf_2 . Dos pares de sedas epistomiales subiguales (E_1 y E_2). En el grupo *Kappa* del protórax, las sedas *kappa* y *eta*; siendo *kappa* tres veces el tamaño de *eta*; en el escudo protorácico, todas las sedas, de las cuales *delta* y *epsilon* son las mayores; con seda *sigma*. El mesotórax con las sedas *alfa* y *beta* (muy grande) asociadas y *epsilon* y *rho* asociadas también; con sedas *sigma* y *kappa*. Metatórax igual al mesotórax. Segmento abdominal I con *alfa* y *beta* separadas, *beta* dos veces el tamaño de *alfa*; seda *rho* muy grande, aproximadamente doble de larga que la seda *beta* y situada dorsalmente al estigma. Grupo *Kappa* con dos sedas; (*kappa* muy pequeña y *eta* muy grande); con sedas *pi* y *tau*. Segmento abdominal III con sedas *alfa* y *beta* muy separadas entre sí; seda *rho* muy grande y situada sobre el estigma. Sedas *kappa* y *eta* en un solo pináculo; grupo *Pi* bisetoso; seda *sigma* situada en posición inferior directa a la falsa pata. Segmento abdominal VIII con sedas *alfa* y *beta* alejadas; seda *rho* muy grande y situada arriba del estigma; grupo *kappa* con dos sedas y grupo *Pi* bisetoso también. Segmento IX con las sedas *beta* muy cercanas entre sí (carácter de la familia); sedas *eta* y *kappa*. Grupo *Pi* unisetoso; con seda *sigma*.

Longitud media del cuerpo, 2.06 mm; límites de variación 1.8-2.2 mm. (N=100).

Larvas del segundo estadio.—Cuerpo de color amarillo y tegumento liso con las mismas bandas del primer estadio, pero más marcadas. Base de las sedas poco pigmentada, de color pardo muy claro; las sedas también algo pigmentadas. La placa o escudo torácico se nota mejor; de color pardo más oscuro que la cabeza con granulaciones y dibujos apenas perceptibles. Placa anal ligeramente pigmentada; del mismo color que el estadio anterior, pero algo más claro. Estigmas circulares con ligera pigmentación en el contorno. En la cabeza, la región frontal no está diferenciada, existiendo solamente la suture que separa el clípeo del epistoma. Mandíbulas ligeramente más alargadas que en el primer estadio y algo más esclerosadas.

Las sedas del cuerpo de tamaño relativamente menor a las del primer estadio. La quetotaxia del cuerpo varía en relación al primer estadio, en la adquisición de los conjuntos de sedas subprimarias, que para esta especie son como se presentan en la fig. 18.

Longitud media del cuerpo, 3.06 mm; límites de variación 2.8-4.4. (N = 200).

Larvas de tercer estadio.—Coloración semejante a la del segundo estadio. Sólo que las áreas pigmentadas se notan más claramente.

Presenta las mismas sedas que el estadio anterior, tanto en la cápsula cefálica como en los segmentos torácicos y abdominales.

Longitud media del cuerpo, 6.7 mm; límites de variación, 5.5-8.4 mm. (N = 100).

Larvas de cuarto estadio.—Coloración semejante a la del tercer estadio, pero las áreas coloreadas lo están con mayor intensidad.

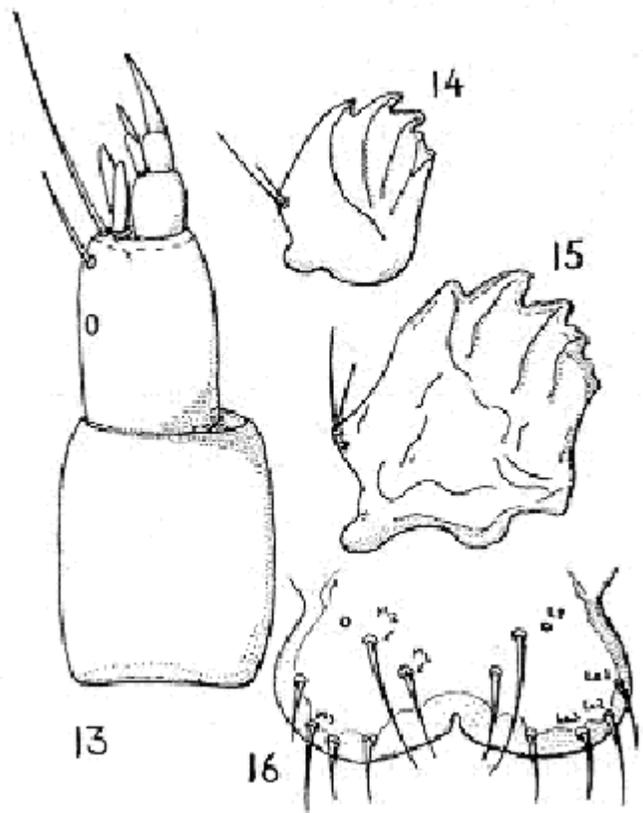


Fig. 13 a 16. 13, antena; 14, mandíbula derecha del primer estadio; 15, mandíbula derecha del quinto estadio; 16, labro.

Quetotaxia como en los estadios segundo y tercero; la longitud de las sedas es comparativamente mayor.

Longitud media del cuerpo, 9.57 mm; límites de variación, 9.0-10.1 mm. (N = 180).

Larvas de quinto estadio.—Cuerpo de color amarillo más oscuro que en los estadios precedentes. Los tres pares de bandas longitudinales tienen un color pardo más oscuro y son más anchas y marcadas. La distancia entre las patas metatorácicas es notablemente grande, casi dos veces el ancho de las coxas.

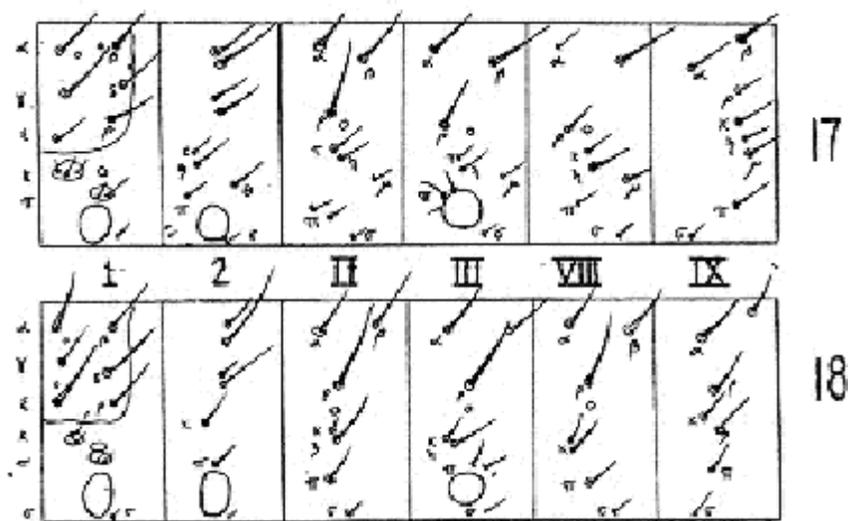


Fig. 17 y 18. 17, mapa de distribución de las sedas en el primer estadio; 18, mapa de distribución de las sedas en el quinto estadio.

Pupa.—Color amarillo pardusco, un poco más claro en la región ventral; en la cara dorsal los límites entre los segmentos y sus costados están un poco más pigmentados e igual cosa sucede en la porción posterior del cuerpo. Este es fusiforme, sus segmentos abdominales se adelgazan paulatinamente y de ellos, los cuatro primeros están completamente fusionados entre sí, los segmentos V, VI y VII tienen sus escleritos constituidos en tal forma que permiten el libre movimiento de esta parte del cuerpo y los tres últimos (VIII, IX y X) también están fusionados. Maxilas grandes, con los palpas maxilares pequeños; palpos labiales grandes, de longitud algo mayor que la tercera parte de las maxilas; labro sin sutura fronto-clipeal. Antenas grandes, mayores que las alas, proyectadas hacia el VI abdominal y subiguales a las patas metatorácicas. Cubiertas de las alas metatorácicas grandes y extendidas en la región ventral hasta el sexto segmento abdominal. Cremaster ventral y subterminal. El segmento X posee además, un par de proyecciones terminales en forma de ganchos. Coxas del primer par de patas visibles entre estas y los palpos labiales. Orificios genitales y anal en forma de ranura.

Longitud media del cuerpo, 8.3 mm. en el macho y 9.2 mm. en la hembra. (N = 60.)

Adulto.— Se omite la descripción del adulto (ver Gates Clarke, 1957).

DURACION APROXIMADA DEL CICLO.

ALGUNOS DATOS SOBRE LA ECOLOGIA DE *Batrachedra copia*

Los estudios de campo y su corroboración posterior en el laboratorio, pusieron en evidencia que *B. copia* presenta varias generaciones al año, de tal manera que se encuentran superpuestas varias de ellas, siendo posible obtener tanto huevecillos como larvas de todos los estadios, pupas y adultos en cualquier estación del año.

La duración del ciclo varía de 70 a 90 días. La oviposición ocurre todo el año; las hembras, de hábitos nocturnos, ponen sus huevecillos en las pencas más jóvenes del maguey ya expuestas, en el límite de separación con las aún cerradas; los huevos quedan separados unos de los otros; pero en grupos muy irregulares en cuanto al número y disposición. En cautividad, una hembra puede poner hasta 50 huevecillos en un período de 2 a 3 días, al cabo de los cuales muere. La incubación dura de 18 a 20 días; entre los días 15 a 17 los huevecillos aparecen ya totalmente embrionados y dos o tres días después nace la larva. Alrededor de los días 12 a 14 aparecen los primeros indicios del embrión, las mandíbulas se pigmentan y se transparenta el tubo digestivo. Al emerger la larva sale por uno de los polos del huevo rompiendo el corion sus mandíbulas ya bastante desarrolladas y deja su cubierta pegada a la penca. No se encontró parasitación al estado de huevo.

Poco después de nacer, las larvas empiezan a alimentarse barrenando las pencas más tiernas. Al principio nacen pequeñas perforaciones circulares y superficiales; pero poco a poco éstas van aumentando de tamaño y toman la forma de las galerías típicas de la especie. Al mismo tiempo, las larvas empiezan a producir seda que, con los excreta, en forma de pequeñas bolitas, verdes al principio y más tarde negras van constituyendo una delgada capa. Esta capa, al juntarse con la producida por larvas de estadios posteriores y en unión de las galerías excavadas, caracterizan el ataque por *Batrachedra* (ver figuras 12 y 19).

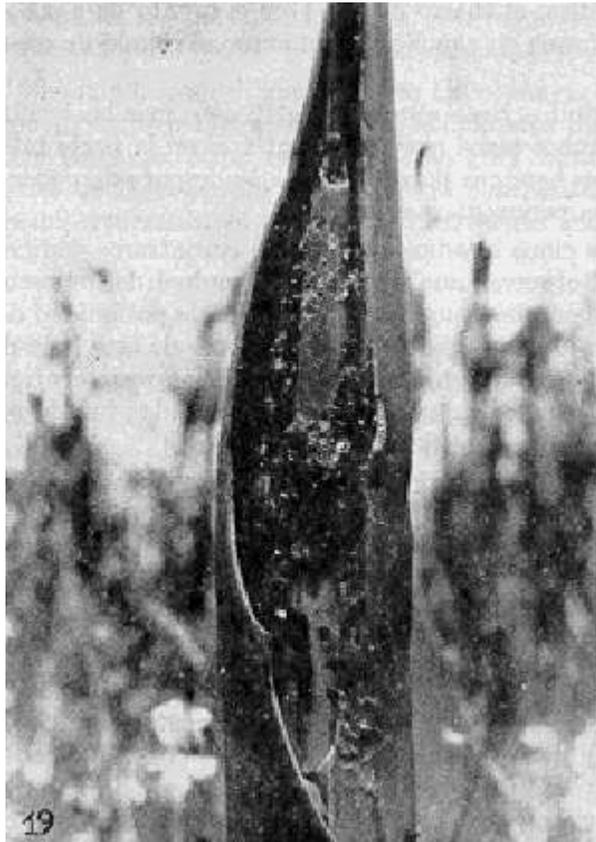


Fig. 19. Ataque antiguo por *B. copia* en la yema central.

El primer estadio larval dura de 5 a 8 días, al cabo de los cuales ocurre la primera muda. Las exuvias de esta muda (las de la cápsula cefálica y del cuerpo que se separan) quedan incluidas dentro de los habitáculos de seda. Desde el principio la planta responde al ataque produciendo un mucílago que refuerza y endurece la protección de seda.

Los estadios larvales siguientes continúan alimentándose de la penca y producen seda que se mezcla con los excreta. El quinto estadio suele crisalidar en la parte inferior de las pencas, especialmente de las más antiguas; pero generalmente los capullos se forman en la parte dañada. El segundo y tercer estadios tienen una duración de 8 a 10 días; el cuarto de 9 a 11 y el quinto de 5 a 8, al cabo de los cuales forma su capullo y permanece al estado de crisálida de 16 a 19 días.

Los adultos viven alrededor de 12 días, más las hembras que los machos. Ambos sexos pueden encontrarse en la parte inferior de las pencas y las hembras pueden colectarse después de poner sus huevecillos en las pencas tiernas.

En los cinco estadios larvarios se encontraron indicios de parasitismo. Al observar una disminución gradual del

número de individuos en los estadios sucesivos, se pensó en la posibilidad de que fuese el parasitismo una de las principales causa de esta baja de la población. Las observaciones de campo y de laboratorio confirman tal suposición. El índice de parasitismo en crisálidas fue de 62.5%, cantidad que puede considerarse muy alta.

En los cinco estadios larvales y en las pupas se observaron y colectaron varias especie de endoparásitos obteniendo de todos ellos los adultos; en su totalidad fueron himenópteros e incluyen una especie nueva del género *Apanteles*. El material fue clasificado en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos por las personas que se anotan en la lista, a quienes se agradece su colaboración. La posición taxonómica de estos parásitas fue determinada de acuerdo con Muesebeck *et al.* (1951).

A continuación se da la lista de las especies encontradas:

Fam. Eulophidae

Subfamilia Aphelininae

Coccophagus sp. Det. B.D. Burks

Cardiogaster flavimedia Det. B.D. Burks

Subfamilia Elachertinae

Elachertus sp. Det. B.D. Burks

Fam. Bethyloidae

Goniozus sp. Det. K.V. Krombein

Fam. Ichneumonidae

Subfamilia Banchinae

Lissonota sp. L.M. Walkley

Subfamilia Opbioninae

Hyposoter sp. L.M. Walkley

Idechthis sp. L.M. Walkley

Fam. Branchonidae

Apanteles nov. sp. C.F.W. Muesebeck

En la bibliografía consultada el género *Coccophagus* está considerado como parásito o hiperparásito de homópteros de la familia Coccidae; sin embargo, como se encontró en gran cantidad en los capullos vacíos de *B. copia*, no excluyendo la posibilidad de que se trate de un hiperparasitismo, nos parece interesante anotar su hallazgo.

SUMMARY

During the years 1953 to 1956 the authors made some field and laboratory studies which allowed her to know the life cycle and to obtain some data about the biology of *Batrachedra copia* Gates Clarke, 1957 (Lepid. Cosmop.).

This moth parasites several species of the Amarilidacean genus *Agave* in the Highlands of Mexico, producing more or less superficial mines in the pulpy leaves. The species, with *B. theca* Gates Clarke, 1957 and probably with one or two more constitute a complex of species belonging to the biocenosis of the *Agave*.

The existence of five larval instars was verified in the laboratory. The principal larval characters were examined comparatively from material obtained at the laboratory or in the country; the number of hooks in the abdominal prolegs and the length and width of the head capsules changed significantly from one instar to another permitting its identification. Chaetotaxy is useful for separating the first from the other instars; the number of hooks in the

prolegs is so varied that only the statistical differences between the means are of significance; moreover, in connection with this character, it can be seen that the increase in the number of such structures corresponds and can be explained by the general equation $y = a + bx$. The length and width of the head capsules differ so that five groups can be separated and they correspond to the five instars pointed out, because of their means being of great statistical significance. Growth is according to that foreseen by Dyar (1892) and is directed by a law stated by the general equation $y = a + bx$; though the possibility that it might be better expressed by the general equation of the parabola $y = a + bx + cx^2$ is discussed. Conclusions are that the straight line is the one that fits best.

The different stages of development, from egg to pupa, are described here. The length of the life cycle is approximately from 70 to 90 days. Some data on the ecology of the species are presented and on this respect the interesting fact of the presence of aphelininae of the genus *Coccophagus* (up till now considered exclusively as parasites or hyperparasites of Coccidae) as parasites or may be hyperparasites of *Batrachedra copia* is marked out.

It is concluded that because of the intense parasitism of the species it presents a high mortality index and therefore, probably, it is not as serious a pest as expected according with its high reproduction rate and its apparent great adaptability to seasonal variations, for the insects reproduce during all the year.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREWARTHA, H. G. 1933. The bionomics of *Otiorrhynchus cribicollis*. Gyll. Bull. Ent Research, XXIV: 373-384.
- BLISS, C. I. y R. L. BEARD. 1954. The growth of the head capsule in individual milkeed bugs. Ann. Ent. Soc. Am., XLV-II (3): 388-392.
- BRAUN, A. 1950. Leaf mining Lepidoptera with special reference to methods of rearing. Lep. News, IV.
- BONDAR G. 1940. Insetos nocivos e molestos do coqueiro (*Cocos nucifera*) no Brasil. Inst. Centr. Fom. Econ. da Bahia, Boletim No. 8.
- DA COSTA LIMA, A. 1945. Insetos do Brasil 5º. Tomo. Lepidópteros, 1ª. pte. Escola Nacional de Agronomía. Serie Didática No. 7, 379 págs. Río de Janeiro.
- DAMPF, A. 1924. Estudio morfológico del Gusano del maguey (*Acentrocne me hesperiaris*) (Lep. Megat.), 15 págs., México, D. F. (Sin especificación editorial.)
- DESQUE, H. 1908. Versuch einer microlepidopterologischen Botanik. Iris. Dresden, XXI, (I).
- DE SANTIS, L. 1948. Estudio monográfico de los afelínidos de la República Argentina. Rev. Mus. La Plata, n. s., V, Zool., 23-280.
- DYAR, H. G. 1890. The number of molts in lepidopterous larvae. Psyche V: 420-422.
- FRACKER, S. B. 1915. The classification of lepidopterous larvae. III. Biol. Mon., II: 1-169.
- GAINES, J. C. y F. L. CAMPBELL. 1935. Dyar's rule as related to the number of instars of the corn ear worm *Heliothis obsoleta* (Fab.) collected in the field Ann. Ent. Soc. Amer., XXVIII (4): 455-461.
- GATES CLARKE, J. F. 1957. Nuevas especies de *Batrachedra* que atacan al *Agave* (Lep. cosmop) Acta Zool. Mex., II (1): 1-4.
- GHENT, A. W. 1956. Linear increment in width of the head capsule of two species of sawflies. Can. Ent., LXXXVIII: 17-23.
- Mc DOUGALL, W. A. 1934. The determination of larval instars and studia of some wireworms (Elateridae). Queensland Agr. Jour., XLII(1): 43-70.
- METCALFE, M. E. 1932. On a suggested method for determining the number of larval instars in *Sitroperda panicea* L. Ann. Appl. Biol., XIX: 413-419.
- PETERSON, A. Y J. G. HEUSSLER. 1928. Some observations on the numbers of larval instars of the oriental peach moth *Laspeyresia molesta* Busck. Jour. Econ. Ent., XXI: 843-852.

SCHIERBECKE, A. 1917. On the setal pattern of Catterpillars and Pupae (Onderzoekingen verricht in het Zoologisch Laboratorium der Rijksuniversiteit Groningen, VI: 1-157. E. J. Brill. Leiden).

TAYLOR, R. L. 1931. On Dyar's rule and its application to sawfly larvae. Ann. Ent. Soc. Amer., XXIV: 451-466.

WALSINGHAM, LORD. 1909-1915. Lepidoptera-Heterocera, en Biol. Centr. Amer. IV: 1-402.