

Instituto Español de Fisiología y Bioquímica
Sección de Bioquímica. — Madrid

Sobre el metabolismo del *Bombyx mori* L.

I. — Antecedentes y composición global

por los Drs. M. COMENGE y E. OJEDA

(Recibido para publicar el día 24 de Mayo 1947)

A. — ANTECEDENTES

El *Bombyx mori* L. ha sido estudiado desde hace ya tiempo, aunque con bastante discontinuidad, pero hemos podido comprobar que las razas que se crían en España no han sido analizadas hasta la fecha, pues los datos que se citan en la literatura son todos de razas extranjeras.

Comenzaremos por indicar la labor de REGNAULT y REISET ya en 1844 y 1849 (30), sobre el metabolismo gaseoso en la larva.

Sigue luego la labor desarrollada por O. KELLNER en el año 1884, quien dió una tabla del contenido en agua y materia seca en algunos estados del desarrollo del *Bombyx mori* (12).

TICHOMIROFF en la misma época (33) estudia la semilla, dando cifras sobre las variaciones de la composición del huevo desde la hibernada hasta la salida de las orugas.

LUCIANI y PERUTTI (22) en 1888 diferencia tres estudios para el huevo: 1.º — Período de verano. 2.º — Invernada. 3.º — Período de desarrollo; y estudian principalmente los fenómenos respiratorios correspondientes a esas fases.

FARKÁS (4) en 1903 estudia también estos fenómenos, refiriéndose sobre todo a la producción de anhídrido carbónico, dando además datos sobre la composición de la larva concordantes con los de TICHOMIROFF, según cita Q. von FÜRTH (6).

R. INOUE en 1910 (8) habla de la influencia del anhídrido carbónico en el desarrollo de la larva.

REGNARD en 1889 (29) estudió la composición de la atmósfera interior del capullo encontrando valores semejantes para las crisálidas encerradas de diversos insectos.

Durante la metamorfosis de las crisálidas no se produce N en forma elemental o a lo sumo, según KROGH (20), se trata de cantidades que caen dentro del límite de errores. R. INOUE (9) concluyó esto para la raza japonesa de gusanos de seda. Este mismo autor establece que la composición de la oruga sufre grandes variaciones en el capullo para pasar a crisálida, aunque no son tan grandes como las de paso de crisálida a mariposa.

Otro autor, MONZINI (25) da en 1925 datos sobre el N de aminoácidos contenido en los huevos y FIGORINI (26 y 27) habla de las variaciones sufridas por los albuminoides en dicho material.

Amplios experimentos de hambre con la oruga del *Limantria dispar*, insecto comparable en ciertos aspectos al *Bombyx mori*, fueron realizados por KOPEC (18) en 1924, mostrando que el hambre ininterrumpida conduce a un considerable alargamiento de la vida de la larva y acortamiento de la de la crisálida, influyendo también en la mortalidad del insecto perfecto procedente de huevos fecundados por adultos originados a su vez de larvas hambrientas.

TANGL en 1918 (32) demuestra que a los datos de KELLNER y von FARKÁS pueden aplicarse las leyes del crecimiento que para una serie de mamíferos dió RUBNER (31): Según los datos de RUBNER para formar un Kg. de peso de animal mamífero (excepto el hombre) se necesita una cantidad constante de energía química, la cual en el primer período de lactancia es de 4.808 cal., mientras que en el crecimiento intrauterino era de 3.984 cal. De la comparación de las cifras de TANGL para la larva de *Bombyx mori* con la de RUBNER, se deduce que existe una notable concordancia entre el desarrollo embrionario del llamado gusano de seda y el de los pollitos.

Referente a la hoja de morera, entre los muchos autores que la han estudiado citaremos como más modernos e interesantes los trabajos de KISHI (13) sobre la composición de la hoja en general y más particularmente sobre las proteínas, de las que afirma que disminuyen con la madurez de las hojas. Los trabajos de KISHI se continúan en varias publicaciones (14, 15 y 16) y se completan con los de KATO (10 y 11), referentes principalmente a hidratos de carbono.

Finalmente consideramos como interesantes los importantes trabajos de L. MARCHLEWSKI y W. URBANCZYK, referentes a la *clorofila*. Según estos autores (24) la transformación de la clorofila en la larva del *B. mori* se considera que consiste en la separación del Mg y del Fitol. Niegan la transformación de la clorofila en pigmento de la sangre, y aunque WILLSTATTER (40) no parece dar importancia a la coincidencia de los grupos pirrólicos en la hemina y la clorofila, y sí más importancia a las diferencias que establecen la conjugación de la etioporfirina al Mg, al Fe, al fitol y a la globina, podrían suceder uno de estos dos fenómenos: o bien que la larva aproveche sólo los grupos pirrólicos para recomponer sus grupos sanguíneos, o bien que despreciando aqué-

llos se incline a aprovechar el Mg y el fitol como se deduce de MARCHLEWSKI. Con las técnicas que hemos empleado nada de esto podemos aclarar y lo dejamos para otras investigaciones, puesto que de las cifras obtenidas parece deducirse que la larva emplea una cierta cantidad de clorofila.

Según UNDERHILL y ORTEN (36), la hemoglobina puede construirse a partir de los 10 aminoácidos indispensables y también de la glicocola, ácido glutámico, prolina o tirosina. La mezcla de estos aminoácidos constituye el medio óptimo que la alimentación pone a disposición de este alimento hemoglobino-formador. Entendemos por tanto que al ser descompuesta la clorofila separándosele el Mg y el fitol, no tendrían ya los excrementos la individualidad molecular necesaria para que nuestra técnica pudiera ser aplicada con éxito.

B. — PARTE EXPERIMENTAL

a) Técnicas de experimentación biológica empleadas.

Amablemente remitida por la Estación Sericícola de Murcia la semilla seleccionada (*), se comenzó la cría el día 20 de abril de 1944 en que sobrevino la eclosión. Tomamos un gramo de larvas para la cría, procurándonos a diario hoja de *Morus alba* que pesábamos y conservábamos entre lienzos húmedos. Una parte (de 5 a 10 gramos) servía para determinar la humedad. Se tomaban para los siguientes análisis otra parte (unos 20 gr.). El resto se suministraba en tres veces al día a las larvas.

	<u>Duración del período</u>
Día 20 de abril eclosión	1 días
» 2 » mayo 1. ^a edad	13 »
» 12 » mayo 2. ^a edad	10 »
» 23 » mayo 3. ^a edad	11 »
» 4 » junio 4. ^a edad	11 »
» 17 » junio 5. ^a edad	14 »
» 10 » julio hilado	
» 26 » julio crisálida	13 »
» 1 » agosto insect. perf.	38 » Muerte

Comparándolo con los libros que tratan de la crianza de las larvas del *Bombyx mori* L. (38), se observa que estos períodos son aproximados.

(*) Damos públicamente las gracias al culto ingeniero Sr. Don Felipe González, Director del Servicio de Sericicultura de Murcia, por su desinteresada aportación para nuestro estudio.

Para proceder al análisis observamos las siguientes precauciones: 1.º — Se hizo el recuento de las larvas existentes en un gramo; inmediatamente después de la eclosión y después, se fueron descontando las larvas tomadas para el análisis y también aquellas que murieron, determinando así el número de larvas para el período siguiente:

b) *Técnicas analíticas empleadas.*

HUMEDAD. — Las determinaciones de la humedad se hicieron desecando los materiales en estufa de aire a una temperatura comprendida entre 80 y 90°, hasta peso constante.

GRASA. — Las grasas se extrajeron por medio del extractor de Soxhlet. Los disolventes empleados fueron: éter sulfúrico de 65° en el caso de las larvas y acetona anhidra en la hoja de morera y excrementos de las larvas.

CENIZAS. — Se obtuvieron por incineración de los materiales hasta el rojo sombra. Lavadas con agua destilada y evaporadas en baño maría, se procedió después a nuevas incineraciones hasta conseguir peso constante (2).

GLÚCIDOS. — En la determinación de los glúcidos, solubles y totales, se empleó el método de Bertrand (1).

Para los glúcidos totales se hidrolizaron los materiales previamente con ácido clorhídrico de densidad 1,125 diluyendo los líquidos hasta el 2 % en ClH. Después de haber hervido en un matraz con refrigerante de reflujo, durante tres horas, se deja enfriar, se neutraliza con lejía de sosa, se defeca con subacetato de plomo (5), eliminando el exceso de plomo con solución saturada de sulfato sódico y se filtran y completan hasta un volumen determinado. Se procede después, a su dosificación por el método ya mencionado.

NITRÓGENO. — Se determinó el nitrógeno por el método de KJELDAHL (17), empleando como catalizador el ácido selenioso (28). Para el cálculo de las proteínas animales (larvas) se asignó el factor 6,25 y para los vegetales (hoja) 5,68.

CLOROFILA. — Para el agotamiento y determinación de la clorofila, se ha empleado el método descrito por uno de nosotros (3). Como disolvente se empleó la acetona anhidra. En el residuo de la disolución acetónica, se practicó el método de KJELDAHL y como catalizador, el ácido selenioso. Los cálculos los referimos a N por 16 (factor clorofílico).

PENTOSANAS. — Se determinaron por el método de TOLLENS-KRUGER (34), y para los cálculos nos valimos de las tablas de TOLLENS (19).

CELULOSA. — Las determinaciones de la celulosa se practicaron siguiendo el método de Uladesco (35).

TANINOS. — Se efectuó el porcentaje de los taninos por la técnica recomendada por CASARES GIL (2).

LIGNINA. — Partiendo del material desengrasado, se procedió a su dosificación con el empleo del método de OST y WILKENINF (39).

C. — CUADROS RESUMENES

Con objeto de fijar las ideas damos a continuación un cuadro que expresa las fases de la vida del *Bombyx mori* L., sorprendidas por nosotros para el análisis:

FASES DE LA VIDA DEL BOMBYX MORI L.

CUADRO I. — *Fases de la vida del Bombyx Mori L.*

L A R V A							
HUEVOS	Salida del huevo	De la salida a la 1. ^a muda	De la 1. ^a a 2. ^a	De la 2. ^a a 3. ^a	De la 3. ^a a 4. ^a	De la 4. ^a al capullo	CRISALIDA
	ECLOSIÓN 1. ^a EDAD	2. ^a EDAD	3. ^a EDAD	4. ^a EDAD	5. ^a EDAD		
Duración de la fase. .	13 d.	10 d.	11 d.	11 d.	14 d.	13 d.	

I N S E C T O P E R F E C T O

♂ antes ♂ después
 cópula cópula Muerte

♀ antes ♀ después Puesta · ♀

Duración de la fase 38 d.

El cuadro siguiente expresa las vicisitudes sufridas por el lote experimental de larvas que nos sirvieron para obtener las cifras analíticas en el presente trabajo.

CUADRO II. — Variaciones sufridas por el lote

Fases de la vida	N.º de unidades que hay durante toda la fase			Peso al principio de la fase		
	Al principio	Mortalidad		Quedan al final	Total	De 100 unidades
		o/o	Total			
Huevo						
Eclosión						
1.ª edad	1.315	0,25	3	1.312	0,50	0,3802
2.ª »	584	0,25	2	582	3,85	6,592
3.ª »	472	0,25	1	471	16,1	34,11
4.ª »	423	0,50	2	421	87,5	206,81
5.ª »	371	0,75	3	368	405,5	1092,9

CUADRO III. — Composición

	Huevos	Exclosión	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª
Proteínas. . .	28,337	21,91	9,87	10,88	11,12	7,96	9,52
Hidratos de C. . .	— —	— —	4,12	2,33	1,26	0,70	0,38
Grasa	8,438	2,96	2,14	1,63	0,75	0,65	2,02
Cenizas	1,354	2,22	1,27	1,57	1,52	1,63	1,34
Materia seca . .	33,13	27,09	17,40	16,41	14,65	10,94	13,26
Humedad calc.	61,87	72,91	82,60	83,59	85,35	89,06	86,74
Humedad exp.	82,41	72,9	62,60	84,52	87,29	86,81	86,91

Experimental de larvas de Bombyx mori L.

Analizado al final de la fase		Queda para la fase siguiente		
Peso tomado	N.º de unidades equivalente	Peso de 1000 unidades	N.º de unidades	Peso correspondiente
		0,6416		
		0,3802	1315	0,50
4,799	728	6,592	584	3,85
3,752	110	34,11	472	16,1
9,927	48	206,81	423	87,5
54,645	50	1092,9	371	405,5
89,286	30	2976,2	338	1006,7—

Resumen del Bombyx mori L.

Crisálida	Machos		Hembras		Puesta
	Antes	Después	Antes	Después	
12,5	19,4	17,8	5,8	23,6	
0,27	3,26	1,9	2,0	2,64	
3,37	9,51	10,1	2,48	1,56	
0,89	1,16	1,13	1,03	1,37	
17,03	33,33	30,93	21,31	29,17	29,8
82,97	66,67	69,07	78,69	70,83	70,2
80,6	66,6	69,8	76,34	74,7	

CUADRO IV. — Ho

	1.ª		2.ª		3.ª	
	% Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca
Mat. seca total	101,11		72,93		142,92	
Hum. exp. % hoja	8,74		8,65		7,67	
Mat. seca exp. % hoja	92,70		92,30		95,49	
Mat. seca calculada %	91,26		91,35		92,33	
N. proteico	4,01	4,33	3,74	4,05	3,45	3,61
N. clorofilico	0,139	0,151	0,088	0,095	0,176	0,184
Proteínas (N. 568)	22,80	24,60	21,25	23,02	19,60	20,53
Clorofila (N. 16).	2,23	2,41	1,40	1,52	2,82	2,95
Hidratos de C.	7,60	8,20	8,86	9,60	8,90	9,32
Grasa	6,33	6,83	8,83	9,57	8,56	8,96
Gen zas	7,99	8,62	7,74	8,39	10,71	11,22
Celulosa	19,12	20,62	20,74	22,47	19,21	20,12
Pentosas	9,16	9,88	8,24	8,93	8,79	9,21
Taninos	6,89	7,43	5,90	6,39	6,10	6,39
Lignina	10,58	11,41	9,34	10,12	10,80	11,31
TOTAL	92,70	100,00	92,30	100,01	95,49	100,01

CIFRAS ANALITICAS OBTENIDAS

Detallamos a continuación las cifras que expresan la composición centesimal de las larvas durante su evolución

La composición centesimal de la hoja suministrada a las larvas resultó ser (Cuadro IV.)

Surgió la duda de si el gusano de seda se alimentaba selectivamente, pues ya se observa que la larva al roer la hoja lo hace de modo irregular, deteniéndose principalmente ante las

entera suministrada

4.ª		5.ª		T O T A L E S				
590,40		2.869,0						
7,85		8,8						
91,69		95,2						
91,15		91,2						
% Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª
3,15	3,44	3,76	3,95	4,38	2,96	5,17	20,3	113
0,123	0,134	0,10	0,105	0,153	0,0694	0,26	0,79	3
17,90	19,52	21,35	22,43	24,87	16,79	29,31	115,3	644
1,97	2,15	1,60	1,68	2,44	1,11	4,22	12,7	48
7,45	8,13	8,50	8,93	8,29	7,00	13,32	43,0	256
6,17	6,73	6,70	7,04	6,91	6,98	12,81	39,7	202
10,14	11,06	11,00	11,55	8,72	6,12	16,04	65,3	331
20,12	21,94	19,20	20,17	20,85	16,39	28,76	129,50	579
10,10	11,02	9,82	10,32	9,99	6,51	13,16	65,1	296
7,66	8,35	5,65	5,93	7,51	4,66	9,13	49,3	170
10,18	11,10	11,38	11,95	11,54	7,38	16,16	65,5	343
91,69	100,00	95,20	100,00	101,12	72,94	142,94	591,4	2.869

nervaciones ; de aquí nació la idea de analizar la hoja no ingerida para deducir los principios inmediatos con que realmente se nutre. Los resultados se apuntan en el siguiente cuadro. (Cuadro V.)

Asimismo era necesario obtener la cifra de excrementos en cada edad y su composición centesimal, para deducir el metabolismo de la larva. Los resultados se resumen en el cuadro siguiente. (Cuadro VI.)

CUADRO V. — Hoja

	1. ^a		2. ^a		3. ^a	
	% Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca
Mat. seca total	86,28		49,93		72,23	
Hum. exp. % hoja	11,90		14,10		11,50	
Mat. seca exp. % hoja	93,09		89,47		92,57	
Mat. seca calculada %	88,10		85,90		88,50	
	% Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca
N. proteico	3,96	4,26	3,53	3,84	3,10	3,35
N. clorofílico	0,136	0,146	0,102	0,114	0,062	0,067
Proteínas (N. 568)	22,50	24,17	19,50	21,80	17,60	19,01
Clorofila (N. 16)	2,17	2,33	1,63	1,82	0,99	1,07
Hidratos de C.	8,20	8,81	7,80	8,72	6,80	7,35
Grasa	6,73	7,23	8,67	9,69	9,21	9,95
Cenizas	8,16	8,77	7,73	8,64	10,75	11,61
Celulosa	16,40	17,62	18,38	20,54	18,74	20,24
Pentosanas	9,00	9,67	8,40	9,39	9,55	10,32
Taninos	7,99	8,58	6,18	6,91	7,53	8,13
Lignina	11,94	12,83	11,18	12,49	11,40	12,32
TOTAL	93,09	100,01	89,47	100,07	92,57	100,00

oida no ingerida

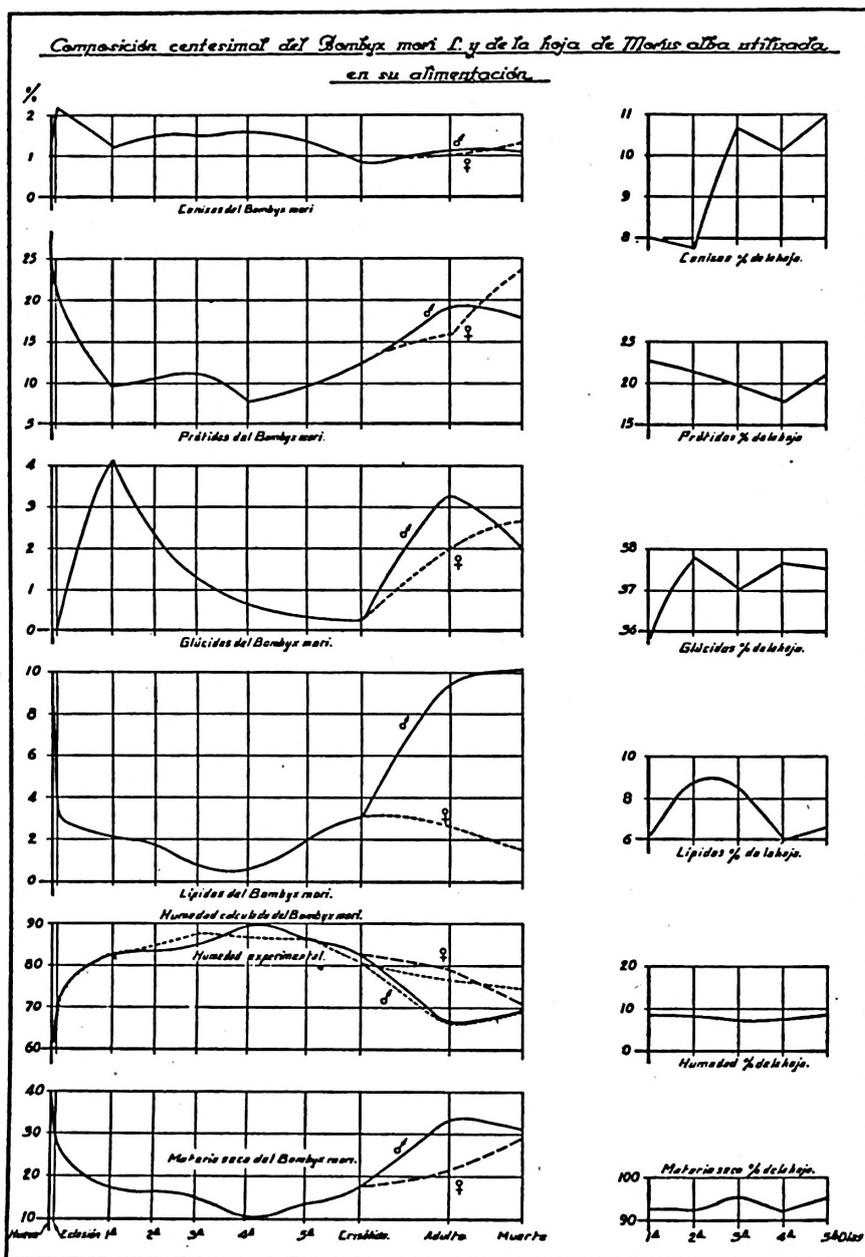
4. ^a		5. ^a		T O T A L E S				
379,0		1.532,0						
14,2		11,6						
86,07		94,54						
85,8		88,4						
No Hoja	% M. seca	% Hoja	% M. seca	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
2,91	3,38	2,94	3,11	3,67	1,92	2,42	12,79	47,71
11,6914	0,109	0,0681	0,072	0,126	0,457	0,048	0,414	1,13
11,50	19,17	16,70	17,66	20,85	10,88	13,73	72,65	271,0
11,51	1,75	1,09	1,15	2,01	0,91	0,77	6,63	18,0
11,10	7,09	6,87	7,27	7,60	4,35	5,31	26,87	111,0
11,30	8,48	9,81	10,38	6,24	4,84	7,19	32,14	159,0
11,27	13,09	11,40	12,05	7,57	4,31	8,39	49,61	185,0
11,32	20,12	18,76	19,84	15,20	10,26	14,62	76,25	304,0
11,60	11,15	11,30	11,95	8,34	4,69	7,45	42,26	183,0
11,95	8,07	7,60	8,04	7,40	3,45	5,87	30,59	123,0
11,52	11,06	11,01	11,64	11,07	6,24	8,90	41,92	178,0
11,07	99,98	94,54	99,98	86,28	49,93	72,23	378,92	1.532,0

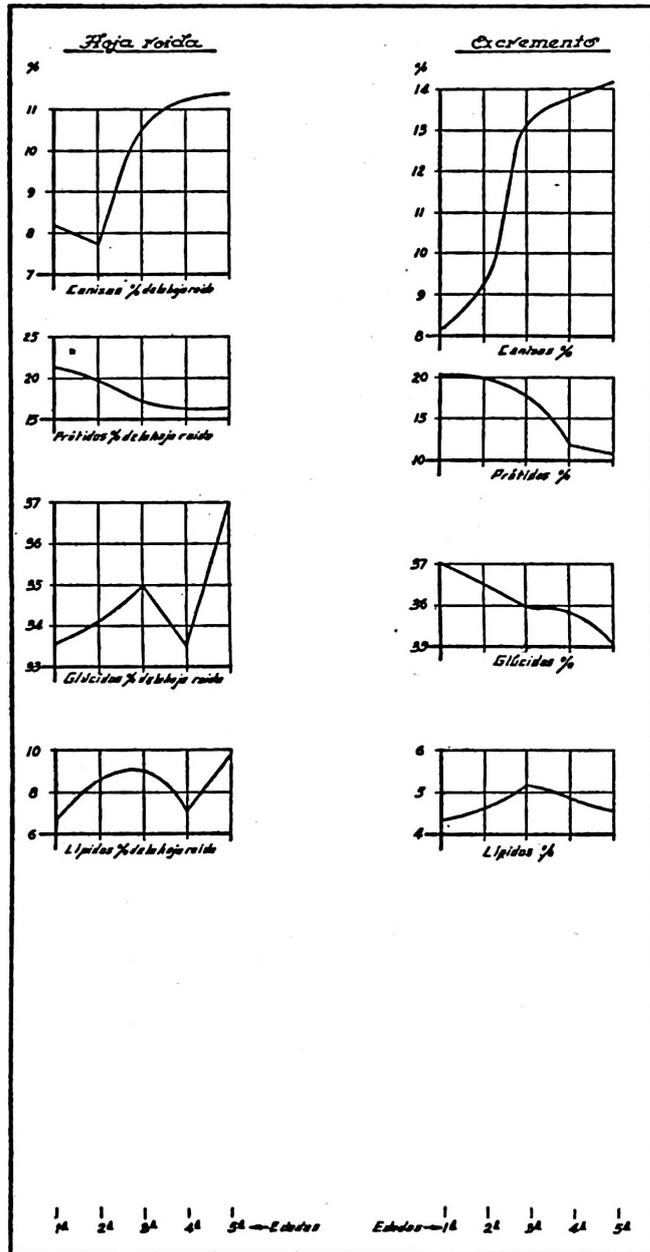
CUADRO

	1. ^a		2. ^a		3. ^a	
	% Hum.	% Seco	% Hum.	% Seco	% Hum.	% S
Excr. seco total	3,63		8,16		31,89	
Humedad exp. %	9,09		9,04		10,13	
Excr. seco exp. %	93,43		94,01		91,82	
Excr. seco calc. %	90,91		91,96		90,87	
	% Hum.	% Seco	% Hum.	% Seco	% Hum.	% S
N. proteico.	3,56	3,81	3,38	3,60	2,71	2,9
N. clorofilico	0,054	0,058	0,026	0,028	0,08	0,0
Proteínas (N. 568)	20,20	21,62	19,20	20,42	15,40	16,7
Clorofila (N. 16)	0,86	0,92	0,42	0,45	1,23	1,3
Hidratos de C.	7,00	7,49	6,65	7,07	5,98	6,5
Grasa	4,36	4,67	4,61	4,90	5,18	5,6
Cenizas	8,13	8,70	9,27	9,86	13,11	14,2
Celulosa.	24,80	26,54	25,80	27,44	26,08	28,4
Pentosanas.	10,40	11,13	10,25	10,90	7,20	7,8
Taninos.	7,25	7,76	7,20	7,66	7,39	8,0
Lignina	10,43	11,16	10,61	11,29	10,20	11,1
TOTAL	93,43	99,99	94,01	99,99	91,82	99,9

excremento

4. ^a		5. ^a		En el total de excremento seco				
97,3		899,00						
9,97		11,31						
92,33		90,14						
90,03		88,69						
Hum.	% Seco	% Hum.	% Seco	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a
4,41	2,61	1,97	2,19	0,138	0,293	0,94	2,54	19,67
1,10	0,109	0,068	0,076	0,002	0,002	0,028	0,105	0,68
1,70	14,84	11,20	12,43	0,785	1,666	5,35	14,44	111,70
1,660	1,73	1,09	1,21	0,033	0,037	0,443	1,68	10,88
1,882	6,30	5,03	5,58	0,272	0,577	2,08	6,13	50,20
1,990	5,31	4,57	5,07	0,170	0,400	1,80	5,17	45,60
1,77	14,91	14,14	15,69	0,316	0,805	4,55	14,51	141,10
1,26	28,44	25,58	28,38	0,963	2,239	9,06	27,67	255,10
1,60	8,23	9,50	10,54	0,404	0,889	2,50	8,01	94,80
1,20	7,80	6,89	7,64	0,282	0,625	2,57	7,59	68,70
1,48	12,43	12,14	13,47	0,405	0,921	3,54	12,09	121,10
1,383	99,99	90,14	100,01	3,630	8,159	31,893	97,29	809,18





D. — CONSIDERACIONES SOBRE LOS RESULTADOS

I. — COMPOSICIÓN CENTESIMAL DEL BOMBYX MORI L.

Con los resultados obtenidos en el cuadro hemos trazado gráficas con ayuda de las cuales se deducen las consideraciones siguientes :

a) *Materia seca y humedad.*

La curva de materia seca nos muestra un descenso rápido desde la semilla a la eclosión, sigue descendiendo gradualmente hasta la cuarta edad, llegando a un mínimo para aumentar luego gradualmente. Tan sólo los machos después del acoplamiento experimentan un descenso en la materia seca.

La marcha de la variación de la materia seca expresada en tanto por ciento dada por nosotros, coincide en todo con la que se deduce de los datos de KELLNER (12), aunque las cifras dadas por él no coinciden exactamente con las nuestras, cosa natural porque evidentemente se trata de razas distintas analizadas. También coinciden en líneas generales nuestros datos con los de FARKÁS (4). Este autor indica además que el desarrollo del embrión de pollo presenta un comportamiento semejante. Los datos de TICHOMIROFF (33), coinciden también con los nuestros.

La variación de humedad resulta lógicamente imagen con respecto al espejo de la materia seca. YASUMASA YONEZAWA (41) indica ya que el contenido en agua disminuye gradualmente desde su último período larval hasta insecto perfecto, afirmación que confirmamos. Encontramos interesante la afirmación de ZYUTI KUWANA (21), cuando dice que el curso del contenido en agua es muy cercano al inverso del N proteico. Nosotros discrepamos de este autor, pues fácilmente podemos observar en las gráficas que en el paso de primera a segunda y luego a tercera edad, no se cumple dicha ley. En cambio, con nuestros datos podemos observar que para los lípidos es cierta.

b) *Lípidos.*

La curva de lípidos sigue una marcha parecida a la de materia seca o sea inversa a la de humedad como acabamos de decir : el mínimo de grasa se presenta en la cuarta edad, su-

biendo en la crisálida e insecto perfecto macho, aunque disminuyendo en la hembra. Con esto contradecimos a YASUMASA YONEZAVA (41), y KAZUO YAMAFUJI, quienes afirman que disminuye la grasa hasta la crisálida.

Confirmamos lo indicado por HIRATSUKA (7), al decir que el insecto perfecto macho acumula más grasa que la hembra.

Obsérvese que en la eclosión hay una riqueza notable en grasa (3 %) (12), muy semejante a la de la crisálida.

c) *Glúcidos.*

Observamos que ni en la semilla ni en la eclosión hay glúcidos en cantidad apreciable. En este punto coincidimos con PIGORINI (26). Después hay una subida brusca en la primera edad, y luego se observa un descenso continuo hasta la crisálida en la que se alcanza un mínimo. TICHOMIROFF (33) indica algo parecido.

Los glúcidos aumentan notablemente en el macho y menos en la hembra, aunque después de la cópula disminuyen en el macho bruscamente para seguir una marcha ascendente en la hembra.

d) *Prótidos.*

La curva comienza descendiendo de un modo continuo hasta la primera edad, sigue un pequeño ascenso hasta la tercera y luego desciende en la cuarta edad, en la que se alcanza el mínimo, subiendo después de un modo continuo con la excepción de que el macho después de la cópula tiene una cantidad de prótidos inferior a la que tenía antes. Lo más interesante por tanto de la curva de prótidos por tanto por ciento, es que presenta dos mínimos: uno en la primera edad y otro en la cuarta, siendo este valor más bajo. El mínimo de la cuarta edad está comprobado también por ZYUTI KUWANA (21).

e) *Cenizas.*

La curva es un tanto irregular, notándose sólo pequeñas variaciones durante toda la vida del insecto. El valor inicial en la semilla (1,03) coincide muy aproximadamente con el dado por VERNON (37). La eclosión es la fase en que se encuentran más cenizas; luego se alcanza un valor de los más bajos en la primera edad, ascendiendo algo en la segunda y permaneciendo casi constante hasta la quinta edad, en que comienza, a des-

cender para alcanzar el mínimo en la crisálida, a partir de la cual sube ligeramente de modo continuo. YASUMASA YONEZAWA (41), y KAZUO YAMAFUJI dicen que la mariposa recién salida del capullo es más baja en cenizas que la larva. Este hecho está en contradicción con lo observado por nosotros que afirmamos que el mínimo está en la crisálida, cosa lógica porque en su metabolismo no hace más que perder agua y es natural se concentre en cenizas.

Nótese la coincidencia de mínimos en la cuarta edad (materia seca, lípidos y prótidos), en cambio el mínimo se produce en glúcidos y cenizas en la quinta edad.

2. — COMPOSICIÓN CENTESIMAL DE LA HOJA DE MORUS ALBA L.

El análisis de las curvas de la hoja entera y de la hoja roída presenta un cierto paralelismo, sin que pueda negarse que en ciertos períodos la larva asimila o desprecia algunos de los principios inmediatos. Las cenizas se ingieren moderadamente en todas las edades. Los prótidos se ingieren progresivamente y selectivamente durante todas las edades y los glúcidos se ingieren en cantidades moderadas hasta la tercera edad, lo hacen de un modo intenso en la cuarta edad para despreciarse nuevamente en la quinta edad. En cambio los lípidos se ingieren moderadamente en todas las edades.

Hemos de hacer observar que la hoja analizada procedía de árboles distintos en cada fase, por lo que de las gráficas no debe deducirse que haya o no variación regular con la madurez de la hoja.

Referente a la hoja no consumida por la larva y a su relación con la consumida, hemos encontrado datos en la literatura, que son análogos a los encontrados por nosotros.

M. F. LIOZIN (23) y YUKITARO KISHI (14), indican, y nosotros confirmamos, que las cenizas en la hoja suministrada tienden a aumentar.

Encontramos también menores cantidades de cenizas en las hojas suministradas que en las no consumidas, hecho citado por HIRATSUKA (7). Este autor observa también el hecho notado por nosotros de que las cifras de proteínas en las hojas suministradas, son más elevadas que en las no ingeridas.

También en el mismo lugar el autor citado encuentra menor cantidad de lignina en la hoja suministrada que en la hoja no ingerida, hecho también confirmado por nosotros.

Por otra parte las cifras de lignina contenidas en el excremento demuestran que ésta no se asimila.

3. — COMPOSICIÓN CENTESIMAL DEL EXCREMENTO DEL BOMBYX MORI L.

Muy demostrativas son las cifras de excremento, pues en tanto las cenizas se excretan de un modo continuado y progresivo la cifra de prótidos y glúcidos tiende al descenso gradual en tanto que las cifras de lípidos tienen una curva ascendente hasta la tercera edad para volver a descender hasta la quinta edad.

La lignina es despreciada por la larva; a simple vista se observa que la larva se detiene ante las nerviaciones gruesas consumiendo parénquima preferentemente.

CONCLUSIONES

1.^a La composición centesimal de la larva del Bombyx mori L. difiere notablemente de la hoja que le sirve de alimento.

2.^a De la composición centesimal de la hoja roída se deduce que la larva selecciona aquellas partes del parénquima de la hoja más ricas en principios inmediatos, excepción hecha de los lípidos.

3.^a Las ligninas se desprecian en la hoja, y si alguna ingiere la larva la excreta sin transformación.

4.^a La clorofila parece aprovecharse en parte por la larva.

Resumen

En el presente trabajo se hace un estudio global de las distintas fases del Bombyx Mori L. Se hace un estudio paralelo de la composición global de la hoja de Moris alba L., tanto entera como roída, y de la composición global de los excrementos. Como jalones preliminares para el estudio del metabolismo de esta larva.

Summary

In the present work it is made a global study of the different phases of the Bombyx mori L. It is made a parallel study of the global composition of the leaf of the Moris alba L., entire and corroded, and of the global composition of the excrements. These studies are like preliminary steps for the study of the metabolism of this larva.

Bibliografía

1. BERTRAND, G. Bull. Soc. Chim. 35, 1285, 1906.

2. CASARES GIL, J. *Análisis Químico*, 4.^a edición, Madrid, 1933.
3. COMENGE, M. *An. de F. y Q.* 42, 253, 1946.
4. FARKÁS, K. *Arch. ges. Phys. (Pflüger)*, 98, 547, 1903.
5. *Farmacopea española*, VII ed.
6. V. FÜRTH, O. *Vergl. Chem. Phys. der nied. Tiere*, Jena 1903, pág. 598.
7. HIRATSUKA, E. *Bull. Imp. Seric. Exp. St.*, 1, 257, 1929.
8. INOUE, R. *Stad. Gl. Coll. Agr. Tokyo*, 6, 67, 1913.
9. INOUE, R. *Stad. Gl. Coll. Agr. Tokyo*, 2, 233, 1910.
10. KATO, K., *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 10, 691-5, 1934 15, 387, 90, 445-50, 889-97, 1939.
11. Id., id. 12, 745-748, 1936.
12. KELINER, O. *Land. Versuchstadt*, 30, 59, 1884.
13. KISHI, Y., *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 9, 1358-64, 1933.
14. Id., id. 8, 110, 1932.
15. Id., id. 9, 160, 1933.
16. *IId. Bull. soi. Fakultter-Kultura, Kjusu, Imp. Univ.* 4, 173-90, año 1931.
17. KJELDAHL, S. *Zeitschr. Analyt. Chem.* 22, 366, 1883.
18. KOPEC, St. *Biol. Bull.* 46, 1 y 22, 1924.
19. KRÖBER, E. *Journ. L'andwiztsch*, 48, 357, 1900.
20. KROGH, A. *Skand. Arch.* 18, 394, 1906.
21. KUWANA, Z. *J. Zoöl. Japan*, 7, 273-303, 1937.
22. LUCIANI y PERUTTI. *Arch. Ital. Biol.* 9, 319, 1888.
23. LIOZIN, M. *Uchenge, Zapiski. Fakultteta, Estesivozaniya* 3, 131-51, 1938.
24. MARCHLEWSKI, L. y URBÁNCYK, W. *Biochem. Z.*, 263, 163-72.
25. MONZINI, *Ann. Staz. Bacol. sperim. Padua* 44, 85, 1925.
26. PIGORINI, L. Id., id., 44, 88, 93, 1925.
27. Id. «Gli aminoacidi e la prod. della seta nelle larve de *B. mori*» Padua 1914.
28. RANEDO, *An. Soc. Esp. de F. y Q.* 31, 195, 1933.
29. REGNARD, P. *Soc. Biol.* 40, 787, 1889.
30. REGNAULT y REISET, *Ann. Phys. Chim.* 25, 299, 1844 26, 490, año 1849.
31. RUBNER, M. *Arch. für Hyg.* 66, 127, 1908.
32. TANGL, Fr., *Bioch. Z.* 89, 283, 1918.
33. TICHOMIROFF, Z. *Phys. Chem.* 9, 518, 566, 1885.
34. TOLLENS, B. y KRÜGER, U. *Zeuch. Rubenzueckerind*, 21, 35, año 1896.
35. ULADESCO, R. *Ann. des Fermt.* 5, 546-9, 1940.
36. UNDERHILL y ORTEN, *Journ. Nutr.* 30, 137, 1945.
37. VERNON, E. «Il filugello e l'arte sericicola», p. 32.
38. VIEIL, P. «Sericoltura» Barcelona, 1925.
39. WILLKENINGN, *Chem. Zet.* 34, 461, 1911..
40. WILLSTATTER, *Berichte*, 47, 2831-75, 7, XI, 14.
41. YONEZAWA, Y. *Bull. Sc. Fac., Kyusu. Imp. Univ.*, 6, 126-36, año 1935.