

ESTUDIOS ECOLOGICOS SOBRE ARTROPODOS CONCOMITANTES A ACACIA CAVEN.

IV.—Aspectos biológicos de *Pseudopachymerina spinipes* (Er.) *

VILMA AVENDAÑO ** — FRANCISCO SAIZ **

ABSTRACT: Some biological aspects of *Pseudopachymerina spinipes* (Er.), such as fertility rate, survivorship of different stages of development, influence of substratum on oviposition, etc...., are studied under laboratory conditions.

It is concluded that: 1) The eggs are placed in groups and slightly imbricated, 2) The fertility rate is 33.4 eggs/ individual and 63.4 eggs/ female, 3) There is a positive correlation between the fertility rate and the percentage of females when the percentage of females is lower than 53 and a negative correlation when it is higher, 4) Rugouse surfaces are preferred for oviposition, 5) The generation time is four months and the embryonic stage comprises 25% of it, 6) The larval stage is characterized by the highest mortality rate.

INTRODUCCION

La importancia del estudio de la relación *Pseudopachymerina spinipes* (Er.) - *Acacia caven* (Mol.) Hook y Arn. ha sido ya planteada con anterioridad (Sáiz, Vásquez y Molina, 1977 y Sáiz et al., 1977), haciéndose necesario un conocimiento más a fondo de la biología del brúquido en cuestión.

En el presente trabajo nos concretaremos a los siguientes aspectos, estudiados bajo condiciones de laboratorio: tasa de fertilidad por individuo y por hembra, tiempo generacional, grado de supervivencia en diferentes etapas de desarrollo e influencia del sustrato en la postura y en la supervivencia larvaria.

Observaciones preliminares sobre cópula, postura, características del huevo, eclosión, desarrollo larvario, pupa y emergencia de adultos, sirven de antecedentes (Sáiz, Avendaño y Sielfeld, 1977).

MATERIAL Y METODO

1.—Postura.—La inducción de la postura se hizo sobre frutos secos y bolitas de piedra dispuestos en cajas de plástico transparente o de vidrio, bajo las condiciones de temperatura y de humedad relativa expuestas en el Cuadro 1. Estas son consideradas equivalentes a las condiciones ambientales de los meses de verano en que se produciría normalmente aquélla (Sáiz, Vásquez y Molina, 1977 y Sáiz et al., 1977), se mantiene el ritmo diario.

* Investigación cofinanciada por CONAF - Viña del Mar.

** Lab. Ecología, Univ. Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile.

CUADRO 1.—Condiciones microclimáticas generales durante la postura (1-8-77/20-10-77) y el desarrollo larvario (13-9-77/25-1-78), en Laboratorio.

POSTURA				DESARROLLO LARVARIO				
T.máx.oC	T.mín.oC	T.mom.oC	HR%	T.máx.oC	T.mín.oC	T.mom.oC	HR%	
\bar{x}	25,17	15,07	21,17	70,61	26,10	18,13	22,13	71,68
s	1,85	1,84	4,13	14,58	2,03	1,86	4,76	12,34
c.v.	0,07	0,12	0,20	0,20	0,08	0,10	0,22	0,17

T. mom. = promedio diario de temperaturas medidas a las 10 y 16 horas.

La tasa de fertilidad se midió estableciendo la relación N° de huevos/N° de individuos totales y N° de huevos/N° de hembras. Se trabajó con un total de 2.353 individuos, correspondiendo el 52,7% a hembras.

2.—Desarrollo larvario.—Con el objeto de conocer más en detalle el desarrollo larvario mismo se intentó la crianza en: a) cápsulas de Petri de vidrio y de plástico de diferentes tamaños, teniendo como sustrato harina fina de semillas; b) pequeños tubos de plástico, cerrados en un extremo, utilizando la parte más gruesa de la harina y c) frutos secos (los mismos en que se indujo la postura). En todos ellos se midió la duración del desarrollo larvario.

Este estudio fue realizado también bajo las condiciones microclimáticas expuestas en el Cuadro 1.

RESULTADOS Y DISCUSION

1.—Características del huevo y de la postura.—Bajo las condiciones en que se trabajó, la postura ocurre, aproximadamente, 1 a 3 días después de la emergencia de los adultos.

Tal como lo expusieramos en nuestra nota preliminar (Sáiz, Avenaño y Sielfeld, 1977), el huevo tiene forma casi oblonga y un color blanco amarillento opaco y regular en el momento de la postura. Su longitud promedio es de 0,76 mm. (s= 0,03), con un ancho promedio de 0,18 mm. (s= 0,02) en el tercio más ancho.

Los huevos son puestos regularmente en grupos, dispuestos en forma ligeramente imbricada, hecho comprobado tanto en terreno como en laboratorio. Bajo condiciones de déficit de sustrato para la postura se repite el esquema por capas.

De observaciones anexas al estudio mismo, más otras colaterales realizadas en laboratorio, complementadas con algunas de terreno, se llega a la conclusión de que en la selección del sustrato interviene fundamentalmente la naturaleza de su superficie, siendo seleccionada regularmente una superficie rugosa (mejor fijación del huevo). En efecto, las preferencias fueron por frutos secos y bolitas de piedra, y no por elementos

de vidrio y de plástico, poniendo profusamente en éstos en ausencia de otra alternativa. Es más, cápsulas de plástico rayadas con el uso eran preferidas ante las nuevas. En terreno no se ha detectado postura en frutos verdes, pero sí en frutos secos y en cicatrices endurecidas de frutos verdes (rugosidad versus superficie lisa). Estas últimas observaciones se basan en el análisis de más de 3.000 frutos verdes de diferentes tamaños. Es lógico pensar también, que la succulencia del fruto verde complicaría bastante la penetración ocasional de larvas mediante la acción de roer.

2.—Tasa de fertilidad.—Los 2.353 brúquidos considerados, entregaron un total de 78.500 huevos, con los valores de tasa de fertilidad, por individuo y por hembra, expuestos en el Cuadro 2.

CUADRO 2.—Tasa de fertilidad por individuo y por hembra.

Sustrato	Tasa de fertilidad	
	por hembra	por individuo
Frutos	66,7	33,3
Bolitas de piedra	63,3	38,1
Total	63,4	33,4

Con el objetivo de medir el efecto de la proporción de sexos en la tasa de fertilidad se disgregó la información en las categorías expuestas en el Cuadro 3, deduciéndose de él una disminución de la fertilidad, tanto por hembra como por individuo, cuando la proporción de hembras supera el rango 55 - 70%. La relativa constancia de dicha tasa por hembra a valores inferiores a dicho rango encontraría su explicación en que la cantidad de machos existentes fecundaría la totalidad de las hembras. Ello implica asumir que las hembras no fecundadas no ponen o lo hacen en baja proporción. Por otra parte, los más bajos valores de la tasa de fertilidad por individuo se dan en los casos extremos de la proporción de hembras, lo que se debería a: bajo porcentaje de hembras, en el extremo inferior y a la baja en la tasa de fertilidad por hembra en el superior.

CUADRO 3.—Tasa de fertilidad por individuo y por hembra a diferentes porcentajes de hembras.

Porcentaje de hembras	Tasa de fertilidad			
	por individuo		por hembra	
	\bar{x}	c. v.	\bar{x}	c. v.
20 — 40	22,8	0,39	69,6	0,36
40 — 55	34,0	0,20	69,2	0,20
55 — 70	38,2	0,23	63,5	0,26
70 — 90	29,0	0,50	48,8	0,34

La discusión anterior nos lleva a plantear la idea de la existencia de una correlación positiva entre la tasa de fertilidad y el porcentaje de hembras a valores inferiores a la proporción de sexos total observada (52,7%) y una correlación negativa a valores superiores a dicho porcentaje, ubicándose éste prácticamente en el límite de los intervalos con menor coeficiente de variación del Cuadro 3, lo que nos respaldaría la elección de dicho valor. Esta hipótesis es confirmada con los valores de correlación expuestos en el Cuadro 4.

CUADRO 4.—Correlación entre tasa de fertilidad y porcentaje de hembras. (Índice de Pearson).

	Bajo 53% hembras	Sobre 53% hembras
Tasa de fertilidad individuo	0,5	— 0,6
Tasa de fertilidad hembra	0,2	— 0,6

3.—Duración del desarrollo embrionario y porcentaje de eclosión larvaria.—Bajo las condiciones expuestas se ha observado que la duración promedio del período de desarrollo embrionario es de 25,4 días ($s=5,8$), detectándose una eficiencia global de eclosión larvaria del orden del 75,2%, considerados ambos sustratos de postura.

En trabajo preliminar (Sáiz, Avendaño y Sielfeld, 1977) se detectó una duración significativamente mayor (1% de significación) del período de desarrollo embrionario (35 días), el que se obtuvo bajo niveles térmicos inferiores a los utilizados en este trabajo (temperatura ambiente de laboratorio correspondiente a los meses de abril y mayo).

Todo lo anterior nos hace pensar que en terreno la duración de este período adquiere valores iguales o superiores a los 35 días, considerando que, además de estar expuestos a niveles térmicos más bajos están sometidos a fluctuaciones más acentuadas de la temperatura (Cuadro 5).

CUADRO 5.—Condiciones microclimáticas naturales (Peñuelas 1975 - 1976)

	Diciembre a Febrero		Marzo		Abril a Julio	
	T.mom.oC	HR %	T.mom.oC	HR %	T.mom.oC	HR %
\bar{x}	19,39	64,77	17,54	76,98	11,35	81,37
s	3,84	16,98	4,17	12,12	4,33	13,37
c.v.	0,20	0,26	0,24	0,16	0,38	0,16

T. momento = promedio diario de valores obtenidos a las 10 y 16 hrs.
 Datos CONAF - Viña del Mar.

La eclosión habitualmente se produce por la zona dorso posterior del huevo, es decir, aquella opuesta a la imbricación y que corresponde al extremo más ancho del mismo. Las dimensiones promedio de la larva recién emergida son: largo 0,6 mm ($s=0,07$); ancho 0,17 mm ($s=0,04$).

Ocasionalmente, y bajo condiciones de muy alta densidad de huevos, se observó la penetración directa de la larva desde el interior del huevo a la semilla o al fruto seco. En terreno no hemos detectado nunca este tipo de eclosión y posterior penetración en frutos.

4.—Influencia del sustrato (habitat) en la supervivencia y desarrollo larvario.—Con el fin de conocer más en detalle el proceso de desarrollo larvario se intentó la crianza de larvas eclosionadas en cápsulas con harina fina de semillas. Más de 50.000 larvas tuvieron la oportunidad de desarrollarse en este habitat, no logrando ninguna de ellas un desarrollo que pudiera catalogarse de mediano. El máximo tiempo controlado de supervivencia individual fue de 5 días, sin demostrar crecimiento visible.

Ante el fracaso de este ensayo se pensó en las causales siguientes: dificultad de roer por la naturaleza del habitat y ausencia de paredes que afirmen los trozos para ser roídos. Por ello se hizo un ensayo en pequeños tubos de plástico de 1,5 cm. de largo por 0,4 cm. de ancho, con harina gruesa. La gran capacidad de roer había sido anteriormente detectada, ya que se observó múltiples veces la penetración de larvas en frutos y semillas secas; además que las larvas, puestas en cápsulas de plástico con harina, hicieron surcos profundos, e incluso llegaron a perforar algunas de ellas.

De un total de 300 larvas recién eclosionadas (10 por tubo) se constató el desarrollo de 18, distribuidas en 14 tubos, con los siguientes tamaños logrados hasta el momento de la muerte del individuo (Cuadro 6).

CUADRO 6.—Estado de desarrollo final de las larvas sobrevivientes en tubos de plástico.

Estado	Nº ejemplares por tubo	largo (mm.) *	ancho (mm.) *
Larva	2	0,55	0,17
	2	0,67	0,33
	2	0,67	0,33
	1	1,00	0,53
	2	1,08	0,52
	1	1,50	0,70
	1	1,50	0,70
	1	1,55	0,78
	1	2,26	1,38
	1	2,42	1,54
	1	2,42	1,54
	1	2,60	1,69
	1	3,10	1,78
	Pupa	1	3,92

* Mediciones hechas en material muerto.

Es interesante destacar que en un 46,6% de los tubos se obtuvo desarrollo larvario visible y que la presencia de dos larvas desarrolladas por tubo (máximo detectado) corresponden a tallas de los niveles inferiores, encontrándose siempre una sola larva a tamaños superiores.

Paralelamente a los ensayos anteriores se controló la postura y desarrollo larvario en frutos secos, suponiendo que esta situación era la más natural para los individuos de la población y obviaba el problema de la dureza del sustrato. Esta fue la única situación, de las intentadas, en que se logró el desarrollo larvario completo, obteniendo finalmente individuos adultos (11,3% del total de larvas eclosionadas), con una duración promedio de 90 días (Cuadro 7).

5.—Análisis de la evolución de una generación en frutos.—El Cuadro 7 nos muestra los resultados de la evolución de una generación bajo las condiciones de laboratorio expuestas.

CUADRO 7.—Características de la evolución de una generación en frutos secos en el laboratorio.

Estado	Nº	Duración aproximada (días)	%hembra	Tasa de fertilidad		Supervivencia entre estados	Mortalidad con respecto al total
				Hembra	Individuo		
Adultos	63		57,1				
		2 — 3		66,7	38,1		
Huevos	2.401						
		28 — 30				69,9	30,1
Larvas	1.679						
		90 — 95				11,3	92,1
Adultos	189		55,9				
		2 — 3		57,2	32,0		
Huevos	6.044						

De él queda claro que la generación, bajo las condiciones trabajadas, tiene una duración aproximada de cuatro meses, habiendo crecido con una velocidad media específica de 2,0 por individuo y una tasa neta de reproductividad (R_0) de 3,0 por individuo, y 2,94 por hembra.

Aceptándose que en la naturaleza la tendencia de las poblaciones es a mantenerse constantes ($R_0 = 1$), las tasas netas de reproductividad observadas estarían indicando que las condiciones experimentales fueron más favorables que las naturales. Sin embargo, un planteamiento de este tipo merece ciertas consideraciones especiales, ya que en terreno, lo más probable es que las tasas analizadas fluctúen fuertemente alrededor de 1, como se deduciría de las variables características fenológicas del espinillo y de su producción de frutos año tras año. Ellas llevan implícitos cambios de las densidades poblacionales del brúquido por fluctuaciones de la cantidad de sustrato trófico (op.cit.).

Por lo tanto, valores como los observados podrían corresponder perfectamente a años favorables de desarrollo de *Pseudopachymerina spinipes*.

Es interesante destacar, respecto al ensayo anterior, que de 360 semillas teóricamente disponibles para las 1.679 larvas, solamente fueron infestadas un 52,5% de ellas. De las 171 restantes sólo 77 lo fueron en la segunda generación (45%), controlándose doble infestación por semilla en 16 casos. El potencial infestante en este caso fue de 604 larvas, derivadas de 910 huevos puestos directamente en los frutos del ensayo. Por lo tanto, a pesar de la carga excesiva de larvas no se produce infestación en la totalidad de las semillas disponibles.

Lo anterior tiende a confirmar los datos expuestos anteriormente (Sáiz et al., 1977) de una infestación a nivel de semillas, en terreno, del orden del 20%, ya que la mortalidad larvaria debe ser mayor por el tipo de eclosión, que hace que la larva esté expuesta al viento y a las caídas al suelo, además de que los huevos son puestos en menor cantidad por fruto.

CONCLUSIONES

- 1.—Dimensiones promedio del huevo: largo: 0,76 mm ($s=0,03$) ancho: 0,18 mm ($s=0,02$).
- 2.—Postura: huevos en grupos, dispuestos en forma imbricada, regularmente sobre superficies rugosas (mejor fijación del huevo). Ello elimina en terreno la postura en superficies lisas de frutos verdes.
- 3.—Dimensiones promedio de la larva: largo: 0,60 mm ($s=0,07$), ancho: 0,17 mm ($s=0,04$).
- 4.—La tasa de fertilidad promedio máxima por hembra se da para porcentajes de ellas inferiores al 55%. A nivel de individuo éste se da a proporciones de hembras entre 40 - 70% (Cuadro 3).
- 5.—La tasa de fertilidad por hembra global fue de 63,4 y de 33,4 por individuo (Cuadro 2).
- 6.—La correlación tasa de fertilidad-porcentaje de hembras presenta dos fases: a) a porcentaje de hembras inferiores a 53 es positiva, con valor intermedio para individuos y baja para hembras; b) a porcentajes superiores, es negativa a igual nivel tanto por hembra como por individuo (Cuadro 4).
- 7.—Para el desarrollo larvario es imprescindible que la larva pueda roer un sustrato relativamente duro y fijo. Ensayos con harina de semillas de espino dieron resultados nulos, siendo positivos en frutos de espino y parcialmente positivos en tubos pequeños con trocitos de semilla.
- 8.—La generación, bajo las condiciones trabajadas en frutos, tiene una duración aproximada de 4 meses: ocupando alrededor de un 25% del tiempo total en la etapa de desarrollo embrionario y el restante en desarrollo larvario.

- 9.—El tipo de curva de supervivencia que presentan es el característico de la mayoría de los insectos. La fase más lábil del ciclo corresponde a la etapa larvaria con un 62,05% de mortalidad en la generación, siguiéndole en importancia la de desarrollo embrionario con 30,07% de mortalidad en la generación (Cuadro 7).
- 10.—Se destaca el hecho, en el ensayo de frutos, que, a pesar de haber una carga de larvas muy superior al número de semillas, éstas infestaron solamente alrededor del 53% de ellas.
- 11.—Se postula el siguiente modelo de ciclo en la naturaleza:

Emergencia de adultos	=	diciembre a abril, centrada en enero y febrero.
Postura	=	5 - 10 días después de la emergencia.
Desarrollo embrionario	=	duración aproximada de 35 días.
Desarrollo larvario	=	resto del año.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—SAIZ F., E. VASQUEZ y H. MOLINA, 1977.—Estudios ecológicos sobre artrópodos concomitantes a *Acacia caven* I. Taxocenosis de insectos asociados a la inflorescencia. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 10: 135-152.
- 2.—SAIZ F., D. CASANOVA, V. AVENDAÑO y E. VASQUEZ, 1977.—Estudios ecológicos sobre artrópodos concomitantes a *Acacia caven* II. Evaluación de la infestación por *Pseudopachymerina spinipes* (Er.), An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 10: 153-160.
- 3.—SAIZ, F., V. AVENDAÑO y W. SIELFELD, 1977.—Antecedentes preliminares para la comprensión de la relación brúquido-*Acacia caven*. Rev. Chil. Ent., 10: en prensa.