

AUTOTOMIA EVASIVA INDUCIDA, EN *BACTERIA GRANULICOLLIS* BLANCHARD

(Phasmida, Phasmidae)

SERGIO ZAPATA C. (*)

ARIEL CAMOUSSEIGHT M. (**)

INTRODUCCION

El fenómeno de regeneración que ahora nos ocupa, es la propiedad de algunos de los insectos de poder recuperar miembros perdidos. Existen dos formas de regeneración: una directa, basada en el restablecimiento de órganos cuya separación no corresponde al fenómeno de autotomía, y la regeneración indirecta que obedecería a la sustitución de un órgano autotomizado.

Se entiende por autotomía, según CHOPARD (1938): "a la amputación en apariencia espontánea, pero que resulta de una excitación en relación con ciertos segmentos del miembro". En el caso de los fásmidos, se trataría de un fenómeno defensivo, dadas las adaptaciones morfológicas que presentan sus patas. Todas ellas carecen de articulación entre el trocánter y el fémur, no obstante que exteriormente presentan un surco. Este corresponde a una particularísima estructura, privativa de este Orden de insectos, consistente en un diafragma anular interior, que impediría el vaciamiento de hemolinfa y el posible desgarramiento muscular consiguiente a la mutilación.

La capacidad de regeneración es un fenómeno común a fásmidos, ortópteros, mántidos y dermápteros, pero varía aún entre especies muy próximas. En ella influyen el estado fisiológico del animal, su edad, el sexo y algunas condiciones ambientales como temperatura y humedad.

En esta oportunidad presentamos una serie de experiencias realizadas en *Bacteria granulicollis* BLANCHARD, orientadas hacia la determinación de su capacidad rege-

nerativa y probabilidad de supervivencia.

Las primeras observaciones se iniciaron al criar la especie y notar que después de la eclosión, un número crecido de ninfas quedaban atrapadas de un apéndice a la ooteca. Pasadas algunas horas, el insecto se liberaba por ruptura del apéndice comprometido. Llamó también nuestra atención, el número de ninfas que presentaban graves problemas al mudar. En varios casos uno o dos apéndices quedaban pegados a la exuvia. Aunque el insecto trataba durante un tiempo de librarse de ella, pronto se desprendía de los apéndices pegados y continuaba su desarrollo sin mayores dificultades. Este último caso podría corresponder a la "autotomía exuvial" de BORDAGE (CHOPARD, 1938). Además, pudimos constatar que aquellos individuos que habían sufrido autotomía, presentaban apéndices normales y/o reducidos.

Apoyados en estas y otras observaciones comenzamos las experiencias de autotomía evasiva inducida.

METODOLOGIA

Nuestras primeras crianzas instaladas en el laboratorio con el propósito de hacer un estudio de la biología de *Bacteria granulicollis* BLANCHARD (ZAPATA 1970), han sido mantenidas hasta la actualidad. Estando perfectamente adaptada a las condiciones de laboratorio y conociendo su desarro-

(*) Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653 Santiago.

(**) Sección Entomología, Museo Nacional Historia Natural, Casilá a 797 Santiago.

llo y comportamiento, la hemos considerado una buena base para la realización del presente trabajo.

1. Amputación experimental:

La amputación se realizó en individuos recién nacidos. Para obtenerlos se colocaba en una caja de crianza una gran cantidad de ootecas. Todos los días se controlaba el nacimiento y se procedía a la amputación. Los ejemplares eran anestesiados, y con tijera fina y bajo la lupa, se cortaba el apéndice que se deseaba estudiar. Esta técnica, creemos, no es la mejor, puesto que manaba mucha hemolinfa de la herida, provocando la muerte de los ejemplares que quedaban pegados al fondo de las cajas donde eran colocados.

2. Autotomía experimental:

La autotomía se indujo a ejemplares recién nacidos. Con un estilete de goma se apretaba el apéndice contra una superficie plana y dura. Al tratar de liberarse el ejemplar se autocorta el apéndice. La ventaja del método está en que de la herida no mana hemolinfa. Después de esta operación los ejemplares eran colocados en cajas de crianza en grupos de 20 y luego controlados periódicamente.

2.1. Autotomía de un apéndice:

A 60 ejemplares se les provocó autotomía de la primera pata derecha (Grupo 1). Se mantuvieron en cajas especiales colocadas en salas de crianza y con los cuidados necesarios.

2.2. Autotomía de dos apéndices:

A 60 ejemplares se les provocó la autotomía de dos apéndices: la primera pata derecha y la tercera pata izquierda (Grupo 2), de tal modo que mantuvieran el equilibrio. Se siguieron las técnicas anteriormente descritas.

En general las condiciones de laboratorio fueron las siguientes: la temperatura ambiental en verano variaba entre 18 y 25 °C, en invierno fue mantenida con estufas eléctricas entre 18 y 22 °C. La humedad ambiental, en verano, se conseguía con el agua de los frascos del alimento. En invierno sobre las estufas se colocaban bandejas con agua que permitían una evaporación constante. La luminosidad se consiguió gracias a grandes ventanales cuyos vidrios siempre estaban descubiertos. La alimentación de estos insectos monófagos es exclusivamente de hojas de *Muehlenbeckia hastulata*, una planta común en Chile Central.

C U A D R O 1

	Grupo 1					Grupo 2				
	1ª pata derecha autotomizada					1ª pata derecha y 3ª izquierda autotomizada				
	f_1	f_2	f_3	F	%	f_1	f_2	f_3	F	%
regeneración normal	3	3	1	7	11.6	1	0	1	2	3.3
regeneración miniaturizada	2	2	2	6	10.0	1	1	1	3	5.0
regeneración teratológica	7	8	8	23	38.3	6	7	5	18	30.0
sin regeneración	4	4	4	12	20.0	6	5	7	18	30.0
mueritos	4	3	5	12	20.0	6	7	6	19	31.6
total de ejemplares	20	20	20	60	99.9	20	20	20	60	99.9

(La frecuencia de cada atributo, del grupo 2, está dada por el número de individuos con resultados semejantes en ambas extremidades).

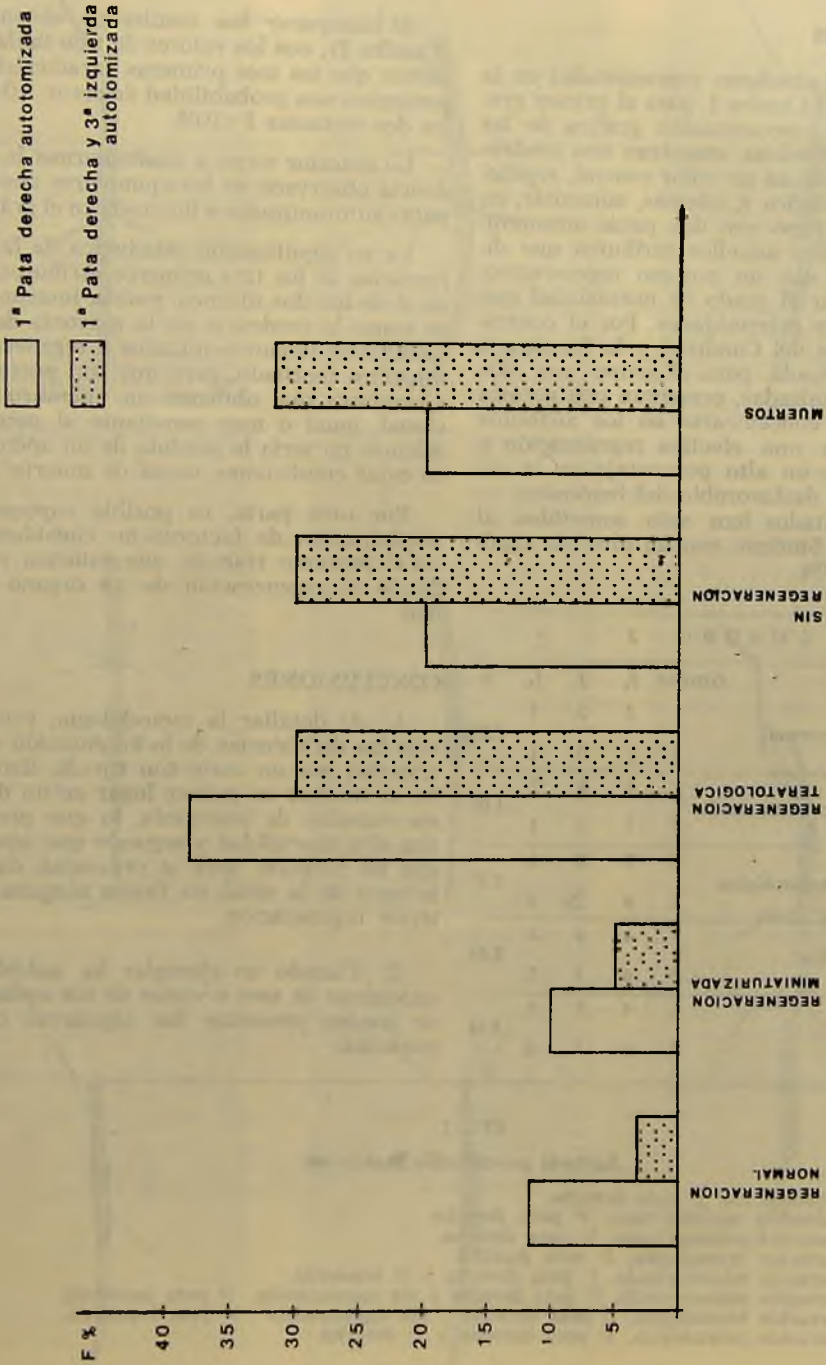


Gráfico 1: atributos medidos en los dos grupos experimentales vs. frecuencias relativas. (F).

RESULTADOS

Las cifras absolutas representadas en la columna F del Cuadro 1, para el primer grupo, como la representación gráfica de las frecuencias relativas, muestran una tendencia a agruparse en un valor central, regeneración teratológica y, además, aumentar, en relación al grupo con dos patas autotomizadas, en todos aquellos atributos que dicen relación con un proceso regenerativo, sin considerar el grado de normalidad que presenten sus extremidades. Por el contrario, las cifras del Cuadro 1 y la frecuencia relativa graficada, para el grupo con dos patas autotomizadas, presentan una notoria tendencia a concentrarse en los atributos contrarios a una efectiva regeneración y manteniendo un alto porcentaje en la expresión más desfavorable del fenómeno.

Los resultados han sido sometidos al test de t de Student, con un nivel de significación de 5%.

CUADRO 2

	Grupos	f_1	f_2	f_3	t
regeneración normal	1	3	3	1	2.29
	2	1	0	1	
regeneración miniaturizada	1	2	2	2	1.00
	2	1	1	1	
regeneración teratológica	1	7	8	8	2.37
	2	6	7	5	
sin regeneración	1	4	4	4	3.44
	2	6	5	7	
muertos	1	4	3	5	3.44
	2	6	7	6	

Al comparar los resultados obtenidos (Cuadro 2), con los valores de t de tabla, tenemos que las tres primeras características presentan una probabilidad de error >0.05 y las dos restantes $P < 0.05$.

Lo anterior viene a confirmarnos la tendencia observada en los ejemplares con dos patas autotomizadas e ilustrada en el gráfico.

La no significación estadística de las diferencias de los tres primeros atributos, pero sí de los dos últimos, podría interpretarse como la tendencia de la mayoría de los ejemplares uniautotomizados a regenerar el miembro mutilado, pero que son pocos los ejemplares que obtienen un miembro funcional, igual o muy semejante al perdido. Además no sería la pérdida de un apéndice, en estas condiciones, causa de muerte.

Por otra parte, es posible suponer la participación de factores no considerados en el presente trabajo, que estarían retardando la regeneración de un órgano normal.

CONCLUSIONES

1. Al detallar la metodología, expresamos las deficiencias de la amputación experimental por un corte con tijeras. Este daño se traduce en primer lugar en un derrame excesivo de hemolinfa, lo que provoca una alta mortalidad y segundo que aquellos que no perecen, pero sí presentan dañada la zona de la coxa, no tienen ninguna posterior regeneración.

2. Cuando un ejemplar ha sufrido la autotomía de uno o varios de sus apéndices se pueden presentar las siguientes consecuencias:

FIG. 1

Bacteria granulicollis BLANCHARD

- a Sin regeneración, 1ª pata derecha.
- b Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha.
- c Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha.
- d Regeneración teratológica, 1ª pata derecha.
- e Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha y 3ª izquierda.
- f Regeneración miniaturizada, 1ª pata derecha y sin regeneración. 3ª pata izquierda.
- g Regeneración teratológica, 1ª pata derecha y sin regeneración. 3ª pata izquierda.
- h Regeneración teratológica, 1ª pata derecha y 2ª derecha.



a



d



g



b



e



h



c



f

a. Que el apéndice autotomizado no presente ningún síntoma de regeneración y que el individuo llegue al estado adulto sin ese apéndice.

b. Que el apéndice autotomizado sea regenerado progresivamente hasta llegar a sustituir el apéndice cortado con todas sus partes y su mismo tamaño. Este caso lo hemos llamado "regeneración normal".

c. Que el apéndice autotomizado sea regenerado con todas sus partes, pero de un tamaño notoriamente menor que el normal. A este caso lo hemos llamado "regeneración miniaturizada".

d. Que el apéndice autotomizado sea regenerado por un apéndice totalmente distinto al anterior, por lo general de mucho menor tamaño y de una morfología muy variada y diferente a lo normal. Esto lo hemos llamado "regeneración teratológica".

3. La probabilidad de regenerar miembros autotomizados, es mayor en el caso de perder un miembro que dos. Dicho proceso se ve entrabado por factores que no ha sido posible determinar, que parecieran impedir el desarrollo del proceso de reposición.

4. La pérdida de un miembro no sería causa de muerte en la especie estudiada, pero sí lo es cuando la autotomía afecta a un número superior de apéndices.

RESUMEN

Los autores presentan una serie de experiencias de autotomía provocada y regeneración en *Bacteria granulicollis* BLANCHARD. Se detallan las técnicas de autotomía provocada y los métodos de crianza en el laboratorio. Y concluyen lo siguiente: A. la autotomía puede presentar las siguientes consecuencias: a) ausencia total de regeneración; b) regeneración total y normal del apéndice autotomizado; c) regeneración miniaturizada, o sea, un apéndice morfológicamente normal, pero de tamaño mucho menor; d) regeneración teratológica, en este caso el apéndice regenerado se aparta notoriamente de la morfología y tamaño normal. B. la capacidad de regeneración disminuye al ser dos los miembros autotomizados. C. la

probabilidad de muerte está directamente relacionada con el aumento de miembros autotomizados.

ABSTRACT

The authors present a set of experiment of provoked autotomy and regeneration in *Bacteria granulicollis* BLANCHARD. They give the techniques used in the provoked autotomy and the methods of rearing in laboratory conditions. They conclude to the following: A. The autotomy may presents the following consequences a:) total absence of regeneration; b) total and normal regeneration of the autotomized appendage; c) miniaturized regeneration, this means, an appendage morphologically normal, but smaller; d) teratological regeneration, in this event the regenerated appendage is quite different of the normal size and morphology. C. the regenerated capacity decrease when two appendages are autotomized. D. the death probability is directly related with the increase of the autotomized appendages.

BIBLIOGRAFIA

BONILLA, J. A.

1976 Bioestadística. Fascículo II, Parte 2. 79 págs. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales.

CHOPARD, L.

1938 La biologie des Orthopteres. 541 págs., 453 figs., 4 lám. Paul Lechevalier, Editeur.

ROEDER, K.

1953 Insect Physiology. 1.100 págs., 257 figs. John Wiley & Sons, Inc., New York.

ZAPATA, S. & E. TORRES

1970 Biología y Morfología de *Bacteria granulicollis* Blanchard. (Phasmida). Publicaciones del Centro de Estudios Entomológicos 10: 23-41, 29 figs.

ZAPATA, S.

1974 El "Efecto de grupo en *Bacteria granulicollis* Blanchard, 1851. (Phasmida). Publicaciones Entomológicas 11: 53-57, 3 gráficos, 2 tablas.