

RESPUESTA FUNCIONAL Y NUMERICA DE SCYMNUS SP. A DIFERENTES DENSIDADES DE APHIS GOSSYPHII GLOVER¹

Ulises García B.²María Zapata T.³Andrés Bel N.⁴

SUMARIO

Bajo condiciones de laboratorio de $26 \pm 1^\circ\text{C}$ y 80 a 85% de H.R. se determinaron las respuestas, funcional y numérica, de *Scymnus* sp. a las densidades de 5, 10 y 20 *Aphis gossypii* Glover adultos/hoja/predador/día.

Se demuestra que al incrementar la densidad de *Aphis gossypii* Glover, *Scymnus* sp. incrementa su capacidad de predación obteniéndose una respuesta funcional en forma de ascenso lineal hacia un altiplano; y esto a la vez, incide en la reducción de su ciclo biológico, e incremento de su fecundidad hasta cierto nivel, obteniéndose una respuesta numérica directa.

Respecto a la respuesta funcional, los machos mostraron una tendencia más apreciable que las hembras y larvas, a la formación del altiplano mencionado; presentando las hembras una mayor capacidad de predación que las larvas, y estas a su vez mayor que los machos. Así, a las densidades 5,10 y 20, el número de áfidos predados por las

hembras, larvas y machos de *Scymnus* sp. fue de: 8.84, 14.29 y 18.04; 6.74, 13.29 y 18.29; y 5.73, 7.38 y 7.26 respectivamente.

Respecto a la respuesta numérica, 2 de sus componentes mostraron en *Scymnus* sp. una clara respuesta a los cambios en la densidad de presa: la duración del ciclo biológico y la fecundidad. El ciclo biológico a las densidades 5,10 y 20 fue de 22,40, 19,74 y 19,26 días, respectivamente. En cuanto a la fecundidad, se registró una mayor influencia de la densidad del áfido disponible durante el estado adulto, que aquella disponible durante el estado larval del predador. Así, la oviposición registrada varió en el primer caso, de 3.30 a 6.62 y 7.22, huevos/día para las 3 densidades de presa en estudio; y en el segundo, de 5.13 a 5.66 y 6.35. La fertilidad y el periodo de incubación de los huevos producidos no fueron influenciados por la densidad de presa.

SUMMARY

Functional and Numerical Responses of *Scymnus* sp. to 5.10 and 20 adults of *Aphis gossypii* Glover/predator/day, at $26 \pm 1^\circ\text{C}$ and 80-85% of Relative Humidity was determined.

The number of aphids predated increased as the number of aphids exposed was larger. This was linear leveling up gradually to a plateau. The life cycle of the predator was shortened and the oviposition capacity increased. These factors determined a direct numerical response.

Functional response was greatest in female and lowest in male, larvae being in between. At exposed densities of 5.10 and 20 aphids/predator/day, females, larvae and males

of *Scymnus* sp. predated 9.14 and 18; 7.13 and 18; and 6, 7 and 7 aphids, respectively.

The life cycle of the predator took 22.20 and 19 days at the exposed densities of 5.10 and 20, respectively.

Females exposed at the prey densities 5.10 and 20, at the adult stage oviposited 3.3, 6.6 and 7.2 eggs/day; and females exposed at the indicated prey densities at the larvae stage, oviposited 5.1, 5.6 and 6.3 eggs/day, respectively.

The fertility and the incubation period of the eggs were not affected by the prey density.

INTRODUCCION

Varios autores reportan *Scymnus* sp. como un importante predador de *Aphis gossypii* Glover en algodónero y otros cultivos, incidiendo la mayoría de ellos en los aspectos de biología y hábitos (Beingolea 1959-1967; Cueva 1972; García 1972; Huanqui 1956; Tawfik et al 1963), pero ninguno informa, respecto al comportamiento del predador en relación a los cambios en densidad de la presa, incrementando o reduciendo el N° de presas predadas, o la densidad del predador, que reciben el nombre de Respuesta Funcional y Numérica, respectivamente (Solomon 1944 en Holling 1961).

Holling (1961, 1965) da cuatro tipos de curvas para la respuesta funcional a la densidad de presa, una curvilínea para insectos y ciertos peces, una en forma de S ascendiendo hacia un altiplano, para vertebrados; otra parabólica para ciertos peces e insectos, y una cuarta curva, en forma de ascenso lineal hacia un altiplano que parece ocurrir en ciertos insectos. Curvas en forma parabólica son también

mencionadas por Mori y Chant (1966), para insectos, en forma de ascenso lineal para ácaros por Chant (1961) y en forma curvilínea, también para ácaros, por Sandness y Mc.Murtry (1970).

De acuerdo a Holling (1965) los factores básicos que afectan la respuesta funcional son: tiempo de exposición de la presa al ser predados, tasa de búsqueda, y tiempo de manipulación de la presa. Estos componentes, por sí solos o en asociación con los efectos del hambre pueden explicar la respuesta curvilínea. Si a estos 4 componentes se suma la estimulación por el hallazgo de la presa, resulta la respuesta en forma de S (De Ruiters 1952 en Holling 1961), y finalmente, agregando un efecto de confusión debido a alta densidad de la presa, que produce un estímulo conflictivo que bloquea la respuesta de alimentación, se obtiene la respuesta parabólica (Welty 1934 en Holling 1961).

Holling (1961) considera que, las densidades de presa y del predador, afectan al número de presas atacadas, y al número de predadores presentes, de manera que puede haber una respuesta numérica, además de la funcional; de acuerdo a esto la densidad de los predadores en la naturaleza, se incrementa o desciende aparentemente en respuesta al aumento de la densidad de la presa, sugiriendo esto, la existencia de dos posibles respuestas numéricas

¹ Presentado a la XVI Convención Nacional de Entomología, Tumbes y Guayaquil, 19-24 Agosto 1973.

² Ing. Agr. Prof. Auxiliar, Dpto. Sanidad Vegetal, Univ. Nac. Agraria.

³ Ing. Agr. Prof. Principal, Dpto. Sanidad Vegetal, Univ. Nac. Agraria.

⁴ Ex-alumno de la Universidad Nacional Agraria.

al incremento de la densidad de la presa: respuesta directa e inversa; atribuyendo la 2da. a la competencia interespecífica con especies más agresivas, mientras que la respuesta numérica directa, que es más común, la considera usualmente como función de la densidad de la presa, asumiendo que la causa es parcialmente, la cantidad de alimento consumido, relacionanda a su vez, directamente con la fecundidad y sobrevivencia, e inversamente con la dispersión del predador.

Considerando las posibilidades de evaluar la potencia de control por *Scymnus* sp. sobre una determinada población de *Aphis gossypii* Glover en el campo, relación esta que constituye uno de los fundamentos de la dinámica de poblaciones de ambas especies, e imprescindibles para la mejor aplicación de técnicas de control, se consideró oportuno estudiar bajo condiciones de laboratorio las respuestas, funcional y numérica del *Scymnus* sp. a densidades incrementantes del *Aphis gossypii* Glover, incidiendo principalmente en la influencia de la densidad de la presa en la capacidad de predación, para el primer caso y, en la duración de los estados de desarrollo y capacidad de oviposición del predador, para el segundo.

MATERIALES Y METODOS

La metodología y condiciones experimentales fueron las mismas que utilizó García (1972), realizándose todos los trabajos en el laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria, en una sala de crianza mantenida a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ y 80 a 85% de H.R., que recibía luz artificial constante, y natural a través de las ventanas.

Con la finalidad de tener un aprovisionamiento constante de presas para el estudio, se mantuvo una crianza masal de *Aphis gossypii* sobre plántulas de algodón.

La determinación de las Respuestas Funcional y Numérica del *Scymnus* sp. a densidades incrementantes del *Aphis gossypii* Glover, se realizó utilizando 3 densidades de la presa: 5, 10 y 20 pulgones por hoja/predador/día, y los mismos dispositivos de predación, llamados "unidades de crianza", diseñados por García (1972) y que aseguraban una normal relación del predador con su presa correspondiente. Para esto, y sobre una sección de hoja de algodón de 7.06 cms² de superficie, se liberaban un número de áfidos adultos ápteros, según la densidad en estudio, que eran expuestos a la acción del predador por 24 horas, terminadas las cuales eran renovados junto con las "hojas", previo registro de las observaciones respectivas.

El estudio se realizó en dos fases correspondientes al estado larval, y adulto de *Scymnus* sp.

Para determinar la respuesta funcional al estado larval se emplearon 7 unidades de crianza por densidad, colocando en cada una de ellas una larvita recién emergida de huevos provenientes de hembras de *Scymnus* sp* colectados de un campo de algodón de La Molina. Las larvitas fueron cambiadas diariamente a nuevas unidades de crianza con una cantidad renovada de pulgones adultos, según la densidad de presa considerada, continuándose así hasta com-

pletar el período larval. Paralelamente se llevaron 7 unidades testigo de crianza, sin predador, para cada densidad, con la finalidad de observar la mortalidad de pulgones por causas diferentes a la predación y la producción de ninfas de pulgones. Diariamente, después de un período de exposición predator-presa de 24 horas, se determinó en cada unidad de crianza, el número de pulgones adultos y ninfas sobrevivientes, tanto en las unidades con predador como en las testigo.

Simultáneamente se hizo el estudio de la influencia de la densidad de presa en la duración del ciclo biológico de *Scymnus*, para lo cual se emplearon las mismas unidades del estudio anterior más 54, 64 y 52 unidades, respectivamente, para cada una de las tres densidades de presa en estudio. En este caso se determinó la duración de cada uno de los estadios larvales y la duración del estado pupal.

La segunda fase del trabajo se inició con el sexado de los especímenes del *Scymnus* que alcanzaron el estado adulto. Para ello se utilizó una depresión semilunar que presentan los machos en el aspecto ventral del último segmento abdominal y que es ausente en las hembras (García, 1972). Con la finalidad de asegurar la cópula, los adultos fueron colocados por parejas en unidades de crianza con una disponibilidad de 20 pulgones adultos por día. Se prepararon 15 parejas provenientes de cada densidad en estudio y en ellas se determinó primeramente el período de preoviposición mediante el registro de la primera postura en cada unidad.

Al producirse la primera postura las parejas fueron separadas por sexos en unidades diferentes, conformándose 3 grupos de 5 machos y 5 hembras cada uno. Los especímenes de cada grupo fueron colocados individualmente en unidades de crianza con una disponibilidad de presas correspondientes a cada una de las tres densidades en estudio. Al igual que en la primera fase se llevaron también paralelamente las unidades testigo de crianza correspondientes. Diariamente y durante los primeros 30 días de oviposición se determinó para cada unidad de crianza el número de pulgones adultos y ninfas sobrevivientes y el número de huevos ovipositados para cada hembra. Paralelamente se determinó el porcentaje de fertilidad y la duración de período de incubación de estos huevos.

El número de adultos y ninfas del áfido, predatados, se evaluó siguiendo también el método de García (1972); los adultos, por diferencia con respecto al número inicial, corrigiendo la mortalidad natural del testigo por Abbot (Busvine 1957); y las ninfas predatadas, siguiendo un método indirecto, en base a las mismas asunciones y observaciones preliminares que permitieron a Zapata (información personal) obtener la siguiente fórmula, ya descrita y utilizada por García (1972):

$$N_p = \frac{A_p \cdot N_t}{2A_t} + \frac{A_s \cdot N_t}{A_t} - N_s$$

donde N_p , y A_p = Ninfas y adultos predatados, respectivamente, durante el período de exposición de 24 hrs., A_t = adultos en el testigo y N_t = ninfas producidas en el testigo durante el período de 24 horas; A_s y N_s = adultos y ninfas sobrevivientes después del período de 24 hrs. de exposición al predador.

* Se enviaron 20 especímenes del *Scymnus* sp. para su identificación al Dr. E. A. Chapin, United States Department of Agriculture; Washington, U.S.A.

El factor de corrección 1/2 indica la vida media de los áfidos adultos predatados, en base a observaciones adicionales realizadas, que indican una predación y producción de ninfas de pulgones uniformemente distribuidas en las 24 horas del período de exposición. El primer paréntesis indica el N° de ninfas producidas por los adultos sobrevivientes. La suma de las ninfas producidas en ambos casos, menos el N° de ninfas sobrevivientes después de las 24 horas de exposición, da el N° de ninfas predatadas por el *Scymnus* sp. cada 24 horas.

De acuerdo a esto, y para los fines de los Resultados y Discusión, el N° de presas predatadas, incluye el total de adultos más ninfas del *Aphis gossypii* muertos diariamente por acción del *Scymnus* sp.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sobre la respuesta funcional de Scymnus sp. a tres densidades de Aphis gossypii Glover.

En los Cuadros N° 1 y N° 2, se presentan los resultados sobre el número de adultos más ninfas de *Aphis gossypii* Glover predatados por el *Scymnus* sp. a las densidades 5, 10 y 20. Se puede apreciar que, tanto en su estado larval como adulto, el predador, tiende a realizar un mayor consumo de presas al incrementarse la densidad de estas, alcanzándose, en la mayoría de los casos, la predación más alta en la densidad mayor. Esta respuesta del predador al incrementar la densidad de la presa, se puede atribuir a que los contactos accidentales e interferencias (Sandness & Mc. Murtry 1970), ocurren con mayor frecuencia cuando mayor es la disponibilidad de presas, reflejándose en un mayor número de áfidos capturados y muertos por el predador a las densidades más altas. Por otro lado Popov (1960) (En Hodek 1967) y Sandness & Mc. Murtry (1970) determinaron que a mayores densidades de presa, el tiempo invertido por el predador en consumir una presa y el grado de consumo de esta, son menores, lo cual a su vez influye también en el número total de presas predatadas.

En el Cuadro N° 1 se observa que la tendencia ascendente de la predación por larvas, manifestada al incrementarse la densidad de presa, es más notoria en los estadios I, III, y IV, en tanto que en el estadio II esta tendencia se torna negativa al pasar de la densidad 10 a la 20, lo cual estaría indicando la posibilidad de que la densidad 10 sea más o menos coincidente con los requerimientos nutricionales de este estadio (Popov 1960 en Hodek 1967). En el primer estadio larval, probablemente su movilidad muy baja distorciona la respuesta al incremento en la densidad de su presa. Igualmente se puede apreciar que para el tercer y cuarto estadio, el incremento en la predación es mayor al pasar de la densidad 5 a la 10, tornándose menor al pasar de 10 a 20. Esta tendencia estaría indicando la posibilidad de que ligeramente por sobre la densidad 20 se encuentra la disponibilidad de presa coincidente con los requerimientos nutricionales del tercer y cuarto estadio larval.

Como resultado de la tendencia mostrada por los diversos estadios larvales, el promedio diario de predación por todo el estado larval se incrementa con el aumento de

CUADRO N° 1.- Predación diaria por el estado larval de *Scymnus* sp. sobre 3 densidades (a) de *Aphis gossypii* Glover, bajo condiciones de laboratorio de 26 ± 1°C y 80-85% H.R. La Molina 1972. Promedios de 7 Larvas/densidad.

Densidad (a)	Adultos + Ninfas predatados c/24 horas (b) por:				
	Lva I	Lva II	Lva III	Lva IV	Prom. Estado Larval
5	5.62	7.70	8.57	6.46	6.74
10	7.00	17.19	19.28	14.27	13.29
20	9.53	16.04	26.82	18.78	18.19

(a) Expresadas en N° de áfidos adultos/hoja/predador/día.
(b) Determinados según la metodología descrita.

CUADRO N° 2.- Predación diaria por el estado adulto de *Scymnus* sp. sobre 3 densidades (a) de *Aphis gossypii* Glover, bajo condiciones de laboratorio de 26 ± 1°C y 80-85% H.R. La Molina 1972. Promedios de 5 Individuos/densidad.

Densidad Estado Larval (a)	Adultos + ninfas predatados c/24 horas (b) por:							
	Adultos Hembras				Adultos Machos			
	Densidad/adulto (a)				Densidad/adulto (a)			
(a)	5	10	20	\bar{x}	5	10	20	\bar{x}
5	8.9	14.1	17.9	13.6	5.1	6.7	7.2	6.3
10	8.5	14.2	17.9	13.6	5.7	7.7	6.6	6.6
20	9.2	14.6	18.3	14.1	6.4	7.8	8.0	7.4
\bar{x}	8.9	14.2	18.0	13.7	5.7	7.4	7.3	6.8

(a) Expresadas en N° de áfidos adultos/hoja/predador/día.
(b) Determinados según la metodología descrita.

CUADRO N° 3.- Duración en días, de los estados de desarrollo de *Scymnus* sp., alimentado sobre 3 densidades (a) de *Aphis gossypii* Glover; bajo condiciones de laboratorio de 26 ± 1°C y 80-85% H.R. La Molina 1972.

Dens. Nvo (a)	Nvo (b)	Larva (c)				Pupa Total	Nvo-Adto (e)	Pre-Ovip. (d)	Cic. Tot. (d)	
		Lva I	Lva II	Lva III	Lva IV					
5	3.7	2.0	1.1	1.5	5.5	10.1	4.8	18.5	3.9	22.4
10	3.6	1.6	1.2	1.3	3.7	7.7	4.8	16.0	3.7	19.7
20	3.6	1.8	1.0	1.0	3.9	7.7	4.7	16.0	3.3	19.3

(a) Expresadas en N° de áfidos adultos/hoja/predador/día.
(b) Determinado en posturas de hembras criadas sobre las mismas densidades.
(c) Determinado en 49, 58 y 55 individuos para las densidades 5, 10 y 20, respectivamente.
(d) Determinado en 15 hembras/densidad.

la densidad de la presa, siendo este incremento mayor al pasar de la densidad 5 a la 10 (6.55), que de 10 a la 20 (4.51).

En el Cuadro N° 1 también se puede apreciar que, a las

tres densidades, la predación se incrementa conforme desarrolla la larva, alcanzando su máximo en el tercer estadio, para luego bajar en el cuarto. La mayor predación por los estadios más avanzados se puede explicar por una mayor exigencia en requerimientos alimenticios, y por una mayor capacidad de movilidad de la larva al aumentar de tamaño, lo que se traduce en una mayor área de búsqueda cubierta por la misma. En cambio la reducción en la predación por el cuarto estadio, se puede atribuir a una disminución en la actividad de la larva, próxima a empupar, que se traduce en una menor actividad predatora. A la densidad 5, el incremento en la predación durante los tres primeros estadios, y la reducción posterior al pasar al cuarto, es poco apreciable en comparación a los mayores incrementos y reducciones exhibidas para las densidades 10 y 20. Esto se refleja en una predación muy similar por los 4 estadios a la densidad 5, y muy heterogénea a las densidades 10 y 20, pudiendo atribuirse esto, a una limitación en el número de áfidos predados, establecida por la baja disponibilidad de presas en la densidad 5, la cual no se da a las densidades de 10 y 20, en las que la disponibilidad de presas, en cualquier momento del período de exposición, aparentemente excedió a la capacidad de predación de *Scymnus*.

En el Cuadro N° 2 se presenta la influencia de la densidad de presa sobre la capacidad de predación de adultos de *Scymnus* sp. provenientes de larvas criadas sobre las tres densidades de presa en estudio. Se puede apreciar que para la misma densidad de presa disponible al estado adulto, el consumo de pulgones es más o menos uniforme, independientemente de la densidad de presa que fue disponible al estado larval. En cambio, existe una clara respuesta funcional, traducida en un incremento notable en la predación, cuando la densidad de presa disponible para los adultos se incrementó. Este comportamiento es similar tanto en machos como en hembras, no obstante que los machos presentan una menor capacidad de predación que las hembras.

La falta de influencia de la densidad de presa disponible durante el estado larval de *Scymnus* sp. en la capacidad de predación de los adultos resultantes permitió utilizar los promedios de predación obtenidos para adultos en cada una de las tres densidades en estudio, sin tomar en consideración su procedencia al estado larval, para determinar su respuesta funcional a la densidad de presa. Así, en el Cuadro N° 2, se puede apreciar que la tendencia de aumento de la predación con el incremento de la densidad de presa, es más notoria en las hembras, que en los machos, en los cuales la predación se nivela entre las densidades 10 y 20. Esta nivelación en la predación por los machos, estaría indicando la posibilidad de que la densidad 10 sea más o menos coincidente con sus requerimientos nutricionales, o con su capacidad de predación, lo cual no sucede con las hembras que por encontrarse en pleno período de oviposición, requieren de un mayor consumo de presas para satisfacer las mayores exigencias nutricionales ocasionadas por esta actividad. Por otro lado se aprecia, que al igual que en el 3ro y 4to estadio larval, el incremento en la predación es mayor al pasar de las densidades 5 a 10 que de 10 a 20, lo cual nos indicaría la misma posibilidad mencionada para los estadios indicados.

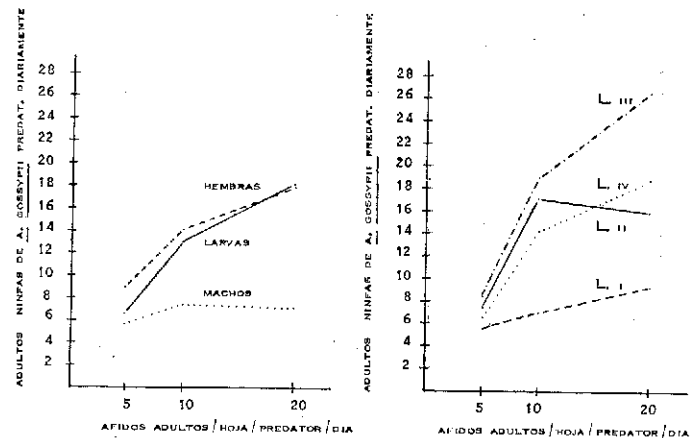


FIGURA N° 1.—Respuesta funcional de *Scymnus* sp., a tres densidades de *Aphis gossypii* Glover. La Molina, 1974

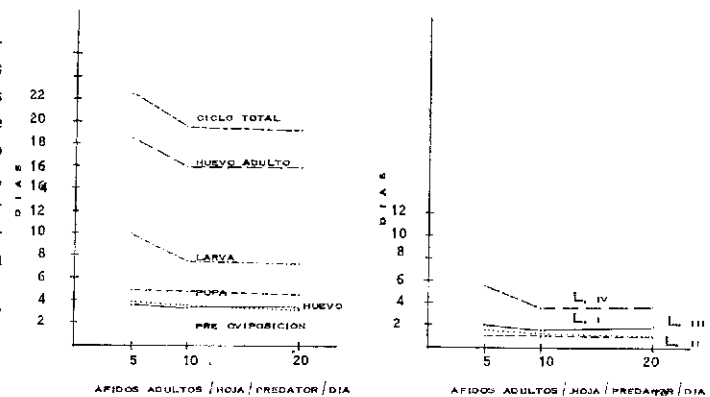


FIGURA N° 2.—Influencia de la densidad de *Aphis gossypii* en la duración de los estados de desarrollo de *Scymnus* sp. La Molina, 1974

En la Figura N° 1 en base a los datos de los Cuadros N° 1 y N° 2, se puede apreciar que el tercero y cuarto estadio larval, el estado larval en general y las hembras de *Scymnus* sp., muestran una respuesta funcional en forma de un ascenso lineal (Chant 1961, Holling 1965) con una ligera tendencia a reducir su pendiente o nivelarse, es decir a formar el altiplano mencionado por Holling (1961) y Sandness & Mc. Murtry (1970). Esta tendencia es más notoria en el segundo estadio larval y en los machos, debido a la reducción en la predación al pasar de la densidad 10 a 20. En cambio esto no sucede con el primer estadio larval, en el que se observa un ascenso lineal sin tendencia a formar el altiplano mencionado. En general, la tendencia encontrada en *Scymnus* no coincide con lo observado con Popov (1960) (En Hodek 1967) para Coccinélidos, en lo referente a que debido al consumo solo parcial de las presas, cuando se dan situaciones de altas densidades de estas, se anularía la tendencia a formar el altiplano final.

Comparando los Cuadros N° 1 y N° 2, se puede apreciar

que la larva consume más presas que los machos adultos, pero menos que las hembras. La mayor capacidad predatora de las hembras adultas, puede explicarse por sus mayores requerimientos nutricionales relacionados con la oviposición, y el mayor consumo de presas por las larvas, puede atribuirse igualmente a un mayor requerimiento alimenticio al tratarse de un estado de desarrollo que acumula reservas nutritivas.

Sobre la respuesta numérica de Scymnus sp. a tres densidades incrementantes de Aphis gossypii Glover

A — Influencia de la densidad de Aphis gossypii Glover en la duración del ciclo de desarrollo de Scymnus sp.

En el Cuadro N° 3 y Figura N° 2 se presenta la duración de los estados de huevo, larva, pupa, y del período de pre-oviposición del *Scymnus* sp., criado sobre las densidades 5, 10 y 20, *Aphis gossypii* Glover. Se puede apreciar que existe una ligera tendencia de las fases indicadas y en consecuencia del ciclo total, del predator, a reducirse conforme aumenta la densidad de la presa; y que esta reducción es mayor al aumentar la densidad de 5 a 10, que de 10 a 20.

Comparando estos resultados con los del Cuadro N° 1 y Fig. N°1, correspondientes a la Respuesta Funcional, del estado larval se puede constatar que al aumentar la densidad, de 5 a 10, el incremento de predación larval, fue de 6.55 presas, y la reducción del ciclo total, de 11.87%, en cambio al aumentar la densidad de 10 a 20, el incremento en la predación fue menor con 4.90 áfidos, y la reducción del ciclo también fue menor con 2.43%, tendiendo a igualarse a las dos densidades indicadas, con 19.74 y 19.26 días respectivamente. Esto estaría indicando que la mayor predación por el *Scymnus* sp., obtenida como respuesta al incremento de la densidad de la presa, incide en una reducción de la duración de sus diferentes estados, y ciclo de desarrollo en general, hasta un límite en el que la densidad de la presa, 10 en este caso, sobrepasa la capacidad de predación del *Scymnus* sp., es decir que posteriores incrementos de presa no repercutirían en una mayor reducción de la duración de las fiderentes fases de desarrollo, del predator.

Observaciones complementarias sobre el estado larval, (Cuadro N° 3) indican que a las tres densidades de presa estudiadas, la larva de *Scymnus* sp., completa su desarrollo en cuatro estadios; siendo el cuarto el de mayor duración, y el segundo el más reducido. Estos resultados concuerdan con lo indicado por Hagen (1962) para la mayoría de Coccinélidos; y con los resultados de Cueva (1972) para *Scymnus* (*Pullus*) sp., de Tawfik et al. (1963) para *Scymnus* (*Pullus*) *syriacus* Mars, y de García (1972) con *Scymnus* sp; quienes observaron cuatro estadios larvales. Asimismo, los dos últimos autores mencionados, registraron una mayor duración para el cuarto y primer estadios, en comparación al segundo y tercero que fueron más cortos.

B — Influencia de la densidad de Aphis gossypii Glover en la capacidad de oviposición de Scymnus sp. y en la fertilidad y período de incubación de los huevos producidos.

En el Cuadro N° 4 se presenta la capacidad de oviposición, de *Scymnus* sp. alimentado sobre tres densidades de *Aphis gossypii*, disponibles durante el estado larval y/ó adulto del predator así como la fertilidad de los huevos producidos. Se puede apreciar, que existe una mayor influencia de la densidad del áfido disponible durante el estado adulto del predator, sobre el incremento en la capacidad de oviposición, que aquella correspondiente a la del estado larval. En relación a la disponibilidad de áfidos durante el estado adulto, el incremento indicado se reduce a partir de la densidad 10. En los dos casos se observa que no existen mayores diferencias en la fertilidad de los huevos producidos, que es bastante alta.

CUADRO N° 4.— Capacidad de Oviposición (a) y Fertilidad de los huevos (b) de *Scymnus* sp. alimentado en sus estados larval y adulto sobre 3 densidades (c) de *Aphis gossypii* Glov., bajo condiciones de laboratorio de 26 ± 1°C y 80-85% H.R. La Molina 1972. Registros para 5 hembras/densidad.

Densidad/Lva. (c)	Densidad/Adulto (c)							
	5		10		20		̄	
	Ovip. (a)	Fertil. (b)	Ovip. (a)	Fertil. (b)	Ovip. (a)	Fertil. (b)	Ovip. (a)	Fertil. (b)
5	3.1	98.2	5.4	99.6	6.9	99.6	5.1	99.1
10	3.3	93.1	6.7	99.1	6.9	99.4	5.7	97.2
20	3.5	98.3	7.7	99.5	7.8	99.7	6.4	99.1
̄	3.3	96.5	6.6	99.4	7.2	99.6	-	-

- (a) Expresada en N° de huevos/hembra/día.
- (b) Expresada en % de huevos eclosionados.
- (c) Expresadas en N° de áfidos adultos/hoja/predator/día.

CUADRO N° 5.— Período de Incubación de huevos de *Scymnus* sp. alimentado en sus estado larval y adulto sobre 3 densidades (a) de *Aphis gossypii* Glover, bajo condiciones de laboratorio de 26 ± 1°C y 80-85% H.R. La Molina 1972. Promedios para posturas de 5 hembras/dens.

Densidad/Larva (a)	Densidad/Adulto (a)			
	5	10	20	̄
5	3.72	3.67	3.61	3.66
10	3.63	3.54	3.56	3.57
20	3.62	3.59	3.56	3.59
̄	3.65	3.60	3.57	-

- (a) Expresadas en N° de áfidos adultos/hoja/predator/día.

En el Cuadro N° 5 se puede observar que igualmente no hay diferencias significativas, en el periodo de incubación de los huevos producidos a las densidades estudiadas.

Lo expuesto estaría indicando que durante el estado larval de *Scymnus* sp., cualquiera de las densidades de presa estudiadas, asegura la obtención de adultos normales, suficientemente aptos para la reproducción, y que un aumento en la densidad de la presa, tiene una escasa in-

fluencia sobre la capacidad de oviposición de las hembras resultantes. En cambio, durante el estado adulto de *Scymnus* sp., un aumento en la densidad del áfido se traduce en un incremento de la oviposición, pero hasta cierto límite (densidad 10) a partir del cual, y al igual que en el ciclo biológico, el incremento se reduce marcadamente. Esto estaría indicando la posibilidad de un óptimo, en este caso de oviposición, cuando el predador en su estado adulto es alimentado sobre 10 áfidos adultos/hoja/predador/día.

La respuesta numérica obtenida es directa, coincidiendo con lo señalado por Holling (1961) quien indica que la densidad de los predadores en la naturaleza se incrementa aparentemente en respuesta al aumento de la densidad de la presa citando para este caso los trabajos de Huffaker & Kennett (1956) con ácaros predadores; de Wallcher & Zwolfer (1956) con insectos afidófagos; y de Holling (1959) con mamíferos predadores de insectos. De esta manera el mayor consumo de áfidos por el *Scymnus* sp., tanto en el estado larval como adulto, al incrementar la densidad de la presa de 5 a 10 y de 10 a 20, se refleja en la obtención de adultos más fecundos (mayor capacidad de oviposición) y de un ciclo biológico más corto. Estos resultados concuerdan con lo indicado por Holling (1961) quien señala entre otros aspectos que a densidades más elevadas de la presa, cuando el consumo es alto, una mayor proporción de predadores sobrevivirán, completarán su desarrollo más rápido y producirán adultos más fecundos, citando para esto los trabajos de Lack (1954) y Andrewartha & Birch (1954), quienes demostraron que la sobrevivencia, la fecundidad y la dispersión están relacionadas, las dos primeras directamente, y la última inversamente, con la cantidad de alimento consumido.

CONCLUSIONES

De los resultados y discusiones presentados se deducen las siguientes conclusiones:

1. La predación por los estados larval y adulto de *Scymnus* sp. sobre *Aphis gossypii* Glover tiende a ser mayor conforme incrementa la densidad de éste, de 5 a 10 y de 10 a 20 pulgones por hoja por día.
2. A las densidades 5, 10 y 20 las hembras adultas de *Scymnus* sp. mostraron una mayor capacidad predatora que las larvas y estas a su vez mayor que la de los machos.
3. La respuesta funcional del estado larval y de las hembras adultas es en forma de ascenso lineal con una ligera tendencia a formar un altiplano, y el de los machos adultos es también de igual forma pero con una tendencia más pronunciada a la formación del altiplano.
4. La respuesta numérica de *Scymnus* sp. es directa, debido a la obtención de un ciclo biológico más corto y de adultos más fecundos al aumentar la disponibilidad de presas.
5. La reducción de la duración del ciclo biológico de *Scymnus* se debe principalmente al acortamiento del período larval, ya que no se ha observado mayor variación en los períodos de incubación, pupa, y preoviposición.
6. La mayor reducción del ciclo total de desarrollo al

incrementar la disponibilidad de presas de 5 a 10 (11.87%) en comparación a la escasa reducción al pasar de 10 a 20 (2.43%), estaría indicando la posibilidad de que desde el punto de vista del ciclo biológico (Huevo-huevo), la disponibilidad de 10 áfidos adultos/hoja/predador/día es cercana al óptimo.

7. La larva del *Scymnus* sp. completa su desarrollo en cuatro estadíos a las tres densidades de presa, siendo el cuarto el de mayor duración y el segundo el más corto. El primero y el tercero presentaron duraciones intermedias.

8. La capacidad de oviposición del *Scymnus* sp. tiende a ser mayor conforme incrementa la disponibilidad de presas de 5 a 10 y de 10 a 20. Esta tendencia es más notoria al incrementar la densidad durante el estado adulto que durante el estado larval. El mayor incremento de oviposición obtenido al pasar de 10 a 20, estaría indicando la posibilidad de que desde el punto de vista de la oviposición, la disponibilidad de 10 áfidos adultos/hoja/predador/días es cercana al óptimo.

9. La fertilidad y período de incubación de los huevos producidos por las hembras de *Scymnus* sp. no son influenciadas por la densidad del *Aphis gossypii* Glover, disponible durante los estados larval y adulto del predador.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BEINGOLEA, O. 1959. Notas sobre la bionómica de arañas e insectos benéficos que ocurren en el cultivo del algodón. Rev. Per. Ent. Agr., Vol. 2, N° 1.
- . 1965. Notas sobre *Orthezia olivicola* n. sp. (Homopt: Ortheziidae), plaga del Olivo en el Perú. Rev. Per. Ent. Agr., Vol. 8, N° 1.
- . 1967. Control Biológico de las plagas de los Cítricos en el Perú. Rev. Ent. Agr., Vol. 10 N° 1.
- BUSVINE, J.R. 1957. A Critical Review of Techniques for Testing Insecticide. London: Commonwealth Institute of Entomology. pp. 167-184.
- CHANT, D.A. 1961. The effect of prey density on prey consumption and oviposition in adults of *Typhlodromus* (T.) *occidentalis* Nesbitt (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. Can. J. 139: 311-315.
- CUEVA, C. 1972. Biología y Hábitos de *Scymnus* (*Pultus*) sp. (Col.: Coccinellidae). Tesis para optar el título de Ing. Agr. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.
- GARCIA, B.U. 1974. Estudios de laboratorio sobre Biología y Predación de *Scymnus* sp. sobre *Aphis gossypii* Glover. Rev. Per. Ent. Vol. 17, N° 1: 54-59.
- HAGEN, K.S. 1962. Biology and Ecology of Predaceous Coccinellidae. Annu. Rev. Entomol., 7: 289-326.
- HODEK, I. 1967. Bionomics and Ecology of Predaceous Coccinellidae. Annu. Rev. Ent., 12: 79-104.
- HOLLING, C. 1961. Principles of Insect Predation. Annu. Rev. Entomol., 6: 163-82.
- . 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population. Mem. Ento. Soc. Can., N45.
- HUANQUI, L.M. 1956. El Control Biológico del *Aphis gossypii*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Agraria, La Molina, Lima, Perú.
- MORI, H. and D.A. CHANT. 1966. The influence of prey density, relative humidity, and starvation on the predation behavior of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). Can. J. Zool 44: 483-491.
- SANDNESS and MCMURTRY. 1970. Functional Response of three species of Phytoseiidae (acarina) to prey density. Can. Entomologist, 102: 692-704.
- TAWFIK, M.F.S. HAFEZ M. and SAID. 1963. Studies on *Scymnus* (*Pultus*) *syriacus* Mars. (Coleop.: Coccinellidae). Bull. Soc. Ent. Egypte. 46 (1962). pp. 485-504, 31 figs. la refs. Cairo. (En Review of Applied Entomology Vol. 53. pp. 481-528. Octubre 1965).