

EFFECTO DE LA DENSIDAD EN *OOENCYRTUS TRINIDADENSIS* (CHALCIDOIDEA, ENCYRTIDAE), UN PARÁSITO ENDÓFAGO DE LOS HUEVOS DE *RHODNIUS PROLIXUS*, VECTOR DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN VENEZUELA

Dora FELICIANGLI y Jorge E. BABINOVICH

R E S U M E N

Se evaluó el efecto de la densidad en *Ooencyrtus trinidadensis*, parásito endófago de los huevos de *Rhodnius prolixus*. Se diseñó un experimento de laboratorio, con un número variable de réplicas en el cual se ofreció a diversas densidades de parásitos hembra de 0-48 hs de edad varias densidades e huéspedes. Todas las pruebas fueron realizadas a temperatura y humedad relativa constantes ($28 \pm 1^\circ\text{C}$; 50-60% HR). Se evaluó el efecto de la densidad a través del porcentaje de parasitismo y de la productividad (progenie una geración después), tanto por hembras como por huésped. El porcentaje de parasitismo aumenta rápidamente con el incremento en la densidad de parásitos, aumento que es más acelerado cuanto menor el número de huéspedes disponibles. Se observa que existe un máximo en el número de huéspedes parasitados/hembra que se obtiene a diferentes densidades de huéspedes para diferentes densidades de parásitos. Esto indica una fuerte interacción entre las densidades de parásitos y huéspedes, que también se refleja en la curva de reproducción. La disminución en la progenie por huésped, y el incremento en el número de huéspedes superparasitados indican que el proceso de competencia larval, aunque eficiente, tiene un límite que está en aproximadamente 1 huésped por parásito. Se procesaron los resultados del efecto de la densidad de los parásitos mediante un análisis de varianza de una vía, obteniéndose un efecto estadísticamente significativo para casi todas las densidades de huéspedes utilizadas en todas las variables evaluadas. El efecto de densidad aquí detectado permite recomendar las proporciones de parásitos y huéspedes óptimos para programas de cría masiva con fines de control biológico.

I N T R O D U C C I O N

El control biológico descansa sobre la premisa que las densidades de las especies nocivas, tanto en plantas como en animales, están sujetas a control, y probablemente a regulación, fundamentalmente por sus enemigos naturales (parásitos, depredadores y patógenos) (HUFFAKER, MESSENGER & DEBACH¹⁶). El depredador o parásito que regula en forma más confiable y eficiente la población de su presa o huésped es aquel que tiene con estas últimas una relación densodependiente recíproca (HUFFAKER & MESSENGER¹⁵). Esto significa que, si el huésped es regulado por su enemigo, a su vez el ene-

migo está limitado por el número de huéspedes. Más aún, podríamos llegar a aseverar que, si deseamos un agente de control biológico que tenga una capacidad reguladora **eficiente** y **confiable**, dicho agente deberá necesariamente estar limitado por sus fuentes alimenticias en un grado considerable.

Es, por consiguiente, fundamental en la evaluación de un parásito como agente de control biológico el adecuado conocimiento de las relaciones parásito-huésped bajo diversas condiciones de densidad, tanto del propio parásito como de sus huéspedes. Dentro

de este tipo de interacciones es de importancia conocer las llamadas respuestas numérica y funcional de los parásitos a los cambios en la densidad de sus huéspedes. También es de importancia conocer cómo se alteran estas respuestas funcionales y numéricas ante condiciones de diferentes densidades de los propios parásitos. Por estas razones fué considerado de interés llevar a cabo una serie de experimentos en los cuales se combinaran diversos niveles de densidad, tanto de los parásitos como de los huéspedes.

Estos fueron los criterios que guiaron el diseño experimental para la evaluación del parasitoide *Ooencyrtus trinidadensis* como un agente potencial de control biológico de los vectores de la enfermedad de Chagas, específicamente del *Rhodnius prolixus*, principal vector de esta enfermedad en Venezuela. Es conocido el hecho que los parasitoides han logrado un control biológico efectivo aproximadamente 4 veces más frecuentemente que los depredadores (DEBACH²).

Existen ya numerosos estudios sobre los efectos de la densidad, tanto de los parásitos como de sus huéspedes, en microhimenópteros con perspectivas de transformarse en agentes de control biológico de sus huéspedes (MESSENGER²²; REINERT & KING²⁵; WYLIE³⁸; FUJITA & UTIDA⁵; LEGNER²⁰; PRICE²⁴; VAN DEN BOSH³⁵; WALKER³⁶; TOSTOWARYK³¹; KUNO¹⁸; UTIDA^{32,34}; ISHIDA¹⁷; BURNETT¹; NAKASUJI & col.²³). También se puede encontrar en la literatura estudios que indican un desarrollo bastante avanzado en la teoría general del problema del efecto de la densidad en microhimenópteros parasitoides (SOUTHWOOD²⁸; TAKAHASHI^{27,28}; FUJII⁴; UTIDA³¹; KUNO¹⁹; HASSELL & MAY^{11,12}; HASSELL & ROGERS¹³; HASSELL & VALEY¹⁴; HASSELL & HUFFAKER¹⁰; HASSELL^{7,8}; ROGERS & HASSELL²⁶; ROYAMA²⁷; MAY & col.²¹; WATT³⁷).

Desde luego no se pretende extrapolar de una manera directa los resultados de este tipo de experimentos a la eficiencia y confiabilidad de esta especie de parasitoide como un agente de control biológico de su huésped en condiciones de campo. Al no permitir los experimentos de laboratorio aquí presentados la incorporación de la heterogeneidad ambiental, ni la relación espacial entre el parasitoide

de y su huésped, ni las tasas relativas de dispersión de ambos, es evidente que la extrapolación de las interpretaciones logradas en laboratorio a las condiciones de campo son sumamente limitadas. Sin embargo, no sólo logramos comprender mejor las respuestas numéricas y funcionales de la interacción entre el parasitoide y su huésped, sino que además se obtiene una información esencial para diseñar la cría masiva del parasitoide con fines liberación. Este aspecto es de particular importancia en este caso debido a que *O. trinidadensis* es un parasitoide natural de los huevos de *R. prolixus* en Venezuela, implicando que ambas especies han tenido tiempo de coevolucionar para llegar a un estado de equilibrio; dicho estado de equilibrio interferiría con los requisitos de control, y por ello solamente pensamos en la utilización del parasitoide como un mecanismo o agente de control biológico mediante la técnica de la liberación de cantidades masivas del parasitoide.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las poblaciones de *Ooencyrtus trinidadensis* var. *venatorius* (DE SANTIS & col.³) utilizadas en estos experimentos, tienen su origen en individuos recolectados en el Municipio Higuerotal, Estado Aragua, Venezuela. Esta población fué mantenida en el laboratorio a una temperatura de $28^{\circ} \pm 1^{\circ}C$ y humedad realtiva entre 50-60%, mediante el suministro constante y exclusivo de huevos de *R. prolixus*, sin necesidad de alimento ni agua.

El huésped, *Rhodnius prolixus*, proviene de una cría mantenida según el método estandarizado de GÓMEZ NUÑEZ⁶ en base a la alimentación con aves de corral a un ritmo quincenal para asegurar una adecuada producción de huevos.

Se estudió el efecto de cinco densidades de parásitos (1, 3, 5, 10 y 15) sobre grupos de 5 y 10 huevos de *R. prolixus*, y el efecto de siete densidades de parásitos (1, 3, 5, 15, 20 y 30) sobre grupos de 15, 20, 25 y 30 huevos de *R. prolixus*. Para todas las pruebas siempre se utilizaron *O. trinidadensis* y huevos de *R. prolixus* de 0-48 hs de edad.

Los huevos ofrecidos, recortados individualmente sobre la cartulina en que son de-

positados, fueron pegados con pega incolora e inodora a un papel cuadriculado con el cual se forraba el fondo de cajas de vidrio de Petri de 9 cm de diámetro. El papel cuadriculado permitía una distribución uniforme de los huevos de *Rhodnius prolixus* y las cajas de Petri, por su transparencia, facilitaban la verificación posterior del número de avispas introducidas. La operación de introducir las avispas en las cajas de Petri se realizaba por medio de un microcapturador de vidrio, después de la cual las cajas eran selladas con adhesivo y debidamente rotuladas, dejándose en una estufa a las temperaturas y humedades relativas arriba indicadas durante un lapso de 24 hs.

Al término de este tiempo se retiraban las avispas de la caja de Petri y se recortaban todos los contenidos en la caja para colocarlos en pequeños tubos de vidrio (1,5 x 5 cm), los cuales, tapados con algodón eran guardados de nuevo en estufa durante el tiempo necesario para el desarrollo embrionario de *O. trinidadensis* (14-15 días) y hasta que la progenie emergida muriera para, de esta manera, facilitar su conteo (19-20 días).

El conteo se efectuaba con la ayuda de una lupa de 10 a 40 aumentos para observar en cada lote de huevos lo siguiente: a) los huevos parasitados vivos de los cuales nacie-

ron avispas; b) los huevos parasitados muertos que mostraban claros signos de parasitismo (ennegrecimiento intenso) pero que no llegaron a producir progenie; c) los huevos no parasitados (de los cuales nacieron *R. prolixus*), y d) los huevos estériles (de los cuales no nacieron ni avispas ni triatominos).

Para cada huevo parasitado vivo se anotó la cantidad de avispas emergidas, tanto machos como hembras, pudiéndose realizar el reconocimiento del sexo en forma rápida y segura por la presencia en la "frente" de un punto que en macho es de color verde brillante, mientras que en la hembra es azul brillante.

Para las distintas combinaciones de números de huevos ofrecidos a diferentes densidades de avispas, se repitieron los experimentos en un número variable de réplicas, desde un mínimo de 4 hasta un máximo de 10.

RESULTADOS

El efecto de la densidad de parásitos sobre el porcentaje de huéspedes parasitados se encuentra en la Fig. 1. Puede observarse que para todas las densidades utilizadas se alcanza entre el 90 y 100% de parasitismo, sólo que este efecto se obtiene más lentamente a medida que existe una mayor disponibilidad de

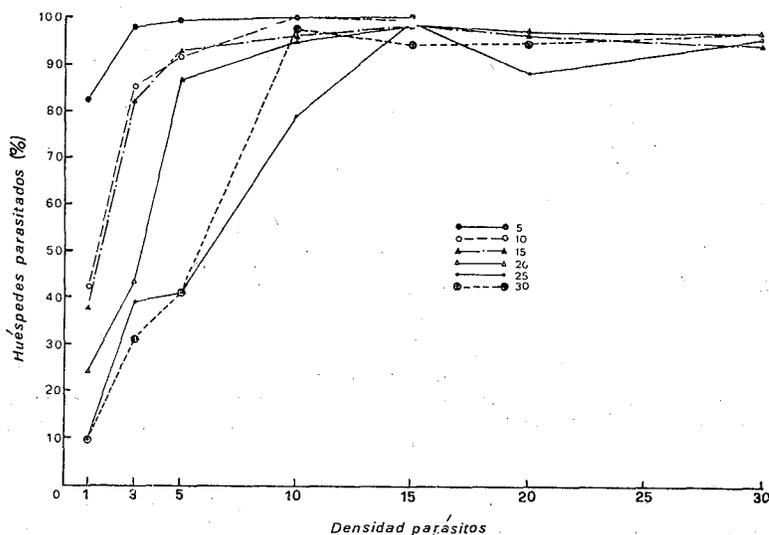


Fig. 1 — Porcentaje de huéspedes parasitados en función de las densidades de los parásitos. Las diferentes curvas corresponden a distintas densidades de huéspedes según se identifica en la figura.

huéspedes. Esto se evidencia por el grado de curvatura del porcentaje de huevos parasitados con la densidad de avispas, que va disminuyendo aceleradamente a medida que aumenta la disponibilidad de huéspedes, que podría interpretarse como una indicación de la existencia de un efecto de interferencia entre las avispas adultas por su acción de parasitismo.

Una de las formas en que podemos poner a prueba la existencia de dicha interferencia consiste en evaluar el efecto de la densidad de los parásitos sobre el número de huéspedes parasitados por hembra, cuyos resultados se presentan en la Fig. 2. El número de huevos parasitados por cada hembra va disminuyendo a medida que la densidad de parásitos va aumentando; para las densidades altas de parásitos se puede observar el efecto de las diferentes densidades de huéspedes disponibles, observándose un mayor número de huevos parasitados por hembra a medida que existe mayor número de huéspedes disponibles. Sin embargo, para densidades bajas de avispas es curioso observar que no hay una tendencia clara del efecto del número de huéspedes disponibles sobre el número de huevos parasitados por hembra; más

aún, debido a la forma en que se entrecruzan las curvas, hay aparentemente un óptimo a densidades intermedias de huéspedes disponibles. En efecto, como puede observarse de la Fig. 2, para la densidad de una avispa sola, 15 y 20 huéspedes disponibles producen un mayor número de huevos parasitados por hembra que con 5 y 10 huéspedes disponibles, y aún mucho mayor que con 25 y 30 huéspedes disponibles. Dado que, habiendo una sola avispa hay que descartar cualquier efecto posible de densidad o interferencia entre adultos, podríamos inclinarnos a pensar que existe una reducción de la eficiencia de parasitismo de cada hembra debido a que se va encontrando con huevos parasitados por ella misma en momentos anteriores; a medida que aumenta la disponibilidad de huéspedes disminuye la posibilidad de encontrar más huéspedes parasitados por ella misma, pero a medida que el número de huéspedes disponible aumenta aún más, es decir, a 25 y 30 huéspedes, el número de huéspedes parasitados por hembra vuelve a disminuir, posiblemente debido a un aumento en la demora del tiempo de búsqueda de huevos para parasitar por razones que no alcanzamos a explicarnos.

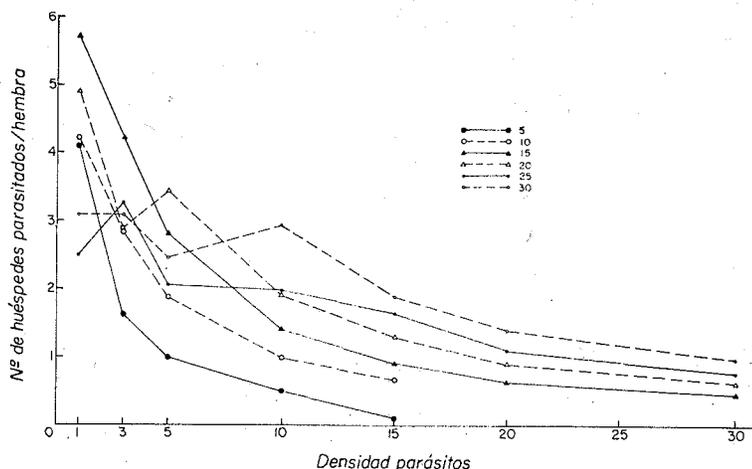


Fig. 2 — Número de huéspedes parasitados por hembra en función de la densidad de parásitos. Interpretación de las curvas igual que en la Fig. 1.

Este efecto se observa más claramente cuando analizamos el número de huevos parasitados por cada hembra en función del número de huéspedes ofrecidos para cada una

de las densidades de parásitos utilizadas, como se observa en la Fig. 3. La existencia de una densidad óptima de huéspedes disponibles entre 15 y 20 huéspedes se observa nitidamente

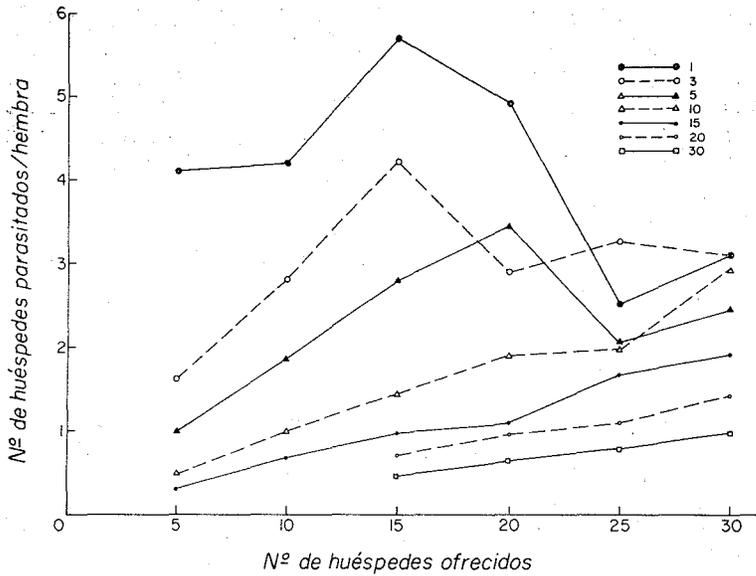


Fig. 3 — Número de huéspedes parasitados por hembra en función del número de huéspedes ofrecidos. Las diferentes curvas corresponden a las distintas densidades de parásitos utilizados, según se identifica en la parte superior derecha de la figura.

para las densidades de avispas de 1, 3, y 5; para densidades de parásitos de 10 y 15 avispas se observa que desaparece dicho efecto dado que el número de huéspedes parasitados por hembra se incrementa de una manera monótonica a medida que aumenta el número de huéspedes ofrecidos. Otra manera de visualizar este efecto es graficando el número de huéspedes parasitados por hembra en

función del número de huéspedes ofrecidos por hembra, independientemente de la densidad de parásitos (Fig. 4). Nótese que 3 huéspedes/parásito puede resultar tanto de 3 huéspedes y 1 parásito, como de 15 huéspedes y 5 parásitos, como de 30 huéspedes y 10 parásitos. La Fig. 4 confirma que la eficiencia de parasitismo por hembra aumenta hasta llegar al máximo de 15 huéspedes por parásito.

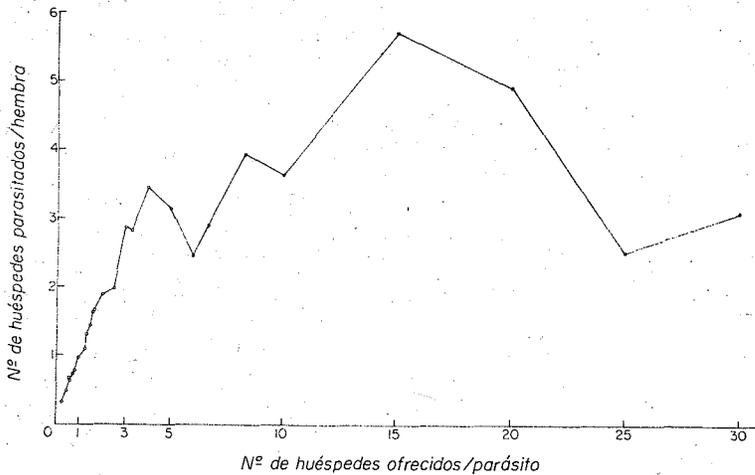


Fig. 4 — Número de huéspedes parasitados por hembra en función de la disponibilidad de huéspedes por parásito. Para una explicación del cálculo de la disponibilidad ver texto.

Cuando pasamos a analizar el efecto de la densidad de avispas sobre la progenie total nacida viva de cada avispa, observamos un resultado como el de la Fig. 5, en el cual se nota una disminución progresiva de la progenie total por avispa a medida que aumen-

ta la densidad de los parásitos. La única excepción a este efecto es cuando existen 30 huéspedes disponibles en que se observa un ligero aumento en el número de las avispas hijas producidas por cada parásito hasta una densidad de 10 parásitos, después de lo cual

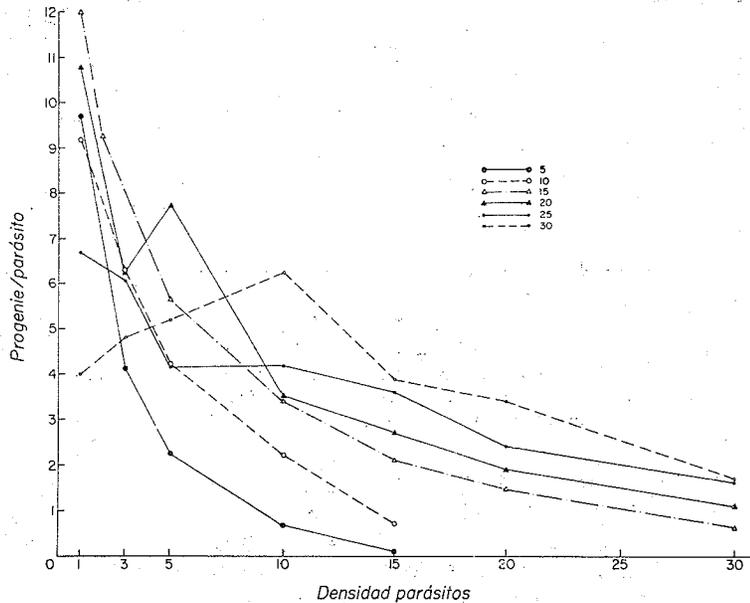


Fig. 5 — Progenie total (macho y hembra) producida por parásito (hembra) en función de la densidad de los parásitos. Las diferentes curvas se interpretan como en la Fig. 1.

se observa una disminución integrándose a la tendencia general para las demás disponibilidades de huéspedes. Este patrón de respuesta es similar al observado para el número de huéspedes parasitados por hembra (Fig. 2), indicando en cierta manera que la productividad de progenie por cada huevo debe ser aproximadamente constante; además también podemos observar que a densidades de 1, 3, y 5 parásitos se obtiene un máximo u óptimo en la producción de progenie para 15 y 20 huéspedes disponibles. Este efecto nuevamente se puede observar con mayor claridad al graficar la progenie viva por avispa en función del número de huéspedes ofrecidos para todas las densidades experimentales de parásitos (Fig. 6).

En la Fig. 7 se observa el efecto de la densidad de parásitos sobre la progenie hem-

bra por cada parásito utilizado. El patrón de respuesta es completamente análogo al de la progenie total por hembra para cada una de las densidades, y el efecto de las diferentes disponibilidades de huéspedes es también similar a esta última. Esto tendería a indicar que, cualesquiera sea la disponibilidad de huéspedes, la proporción de sexos en la progenie debe verse muy poco alterada por las diferentes densidades de parásitos. Esto se observa en la Fig. 8 donde existe un cambio en el porcentaje de hembras dentro de la progenie total sumamente leve, pero con tendencia negativa, a medida que aumenta la densidad de avispas para cualquiera de las disponibilidades de huevos utilizadas.

Otro tipo importante de resultado obtenido de estos experimentos está reflejado en la Fig. 9, donde se ha representado el núme-

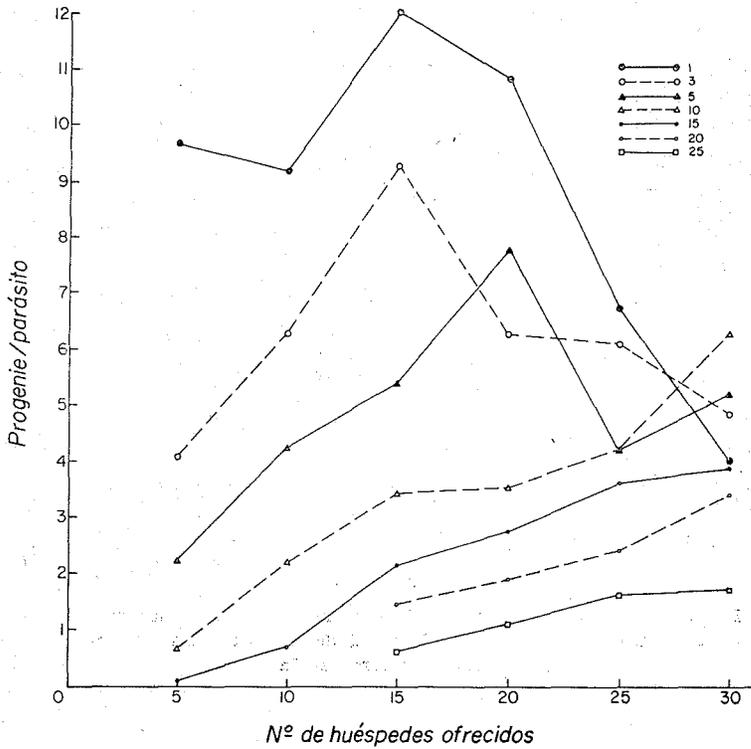


Fig. 6 — Progenie total (macho y hembra) por parásito (hembra) en función del número de huéspedes ofrecidos. Las diferentes curvas se interpretan como en la Fig. 3.

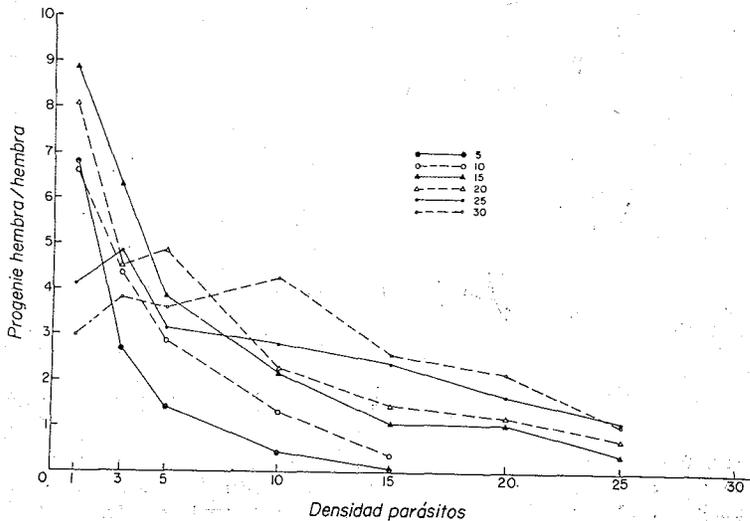


Fig. 7 — Progenie hembra producida por cada hembra de la población en función de la densidad de los parásitos. Las diferentes curvas se interpretan como en la Fig. 1.

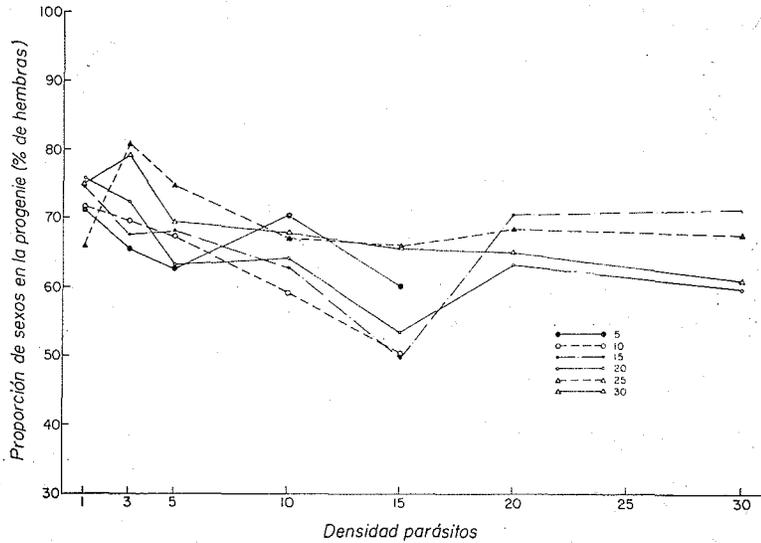


Fig. 8 — Proporción de sexos de la progenie, expresada como porcentaje de hembras, en función de la densidad de parásitos. La interpretación de las curvas es como en la Fig. 1.

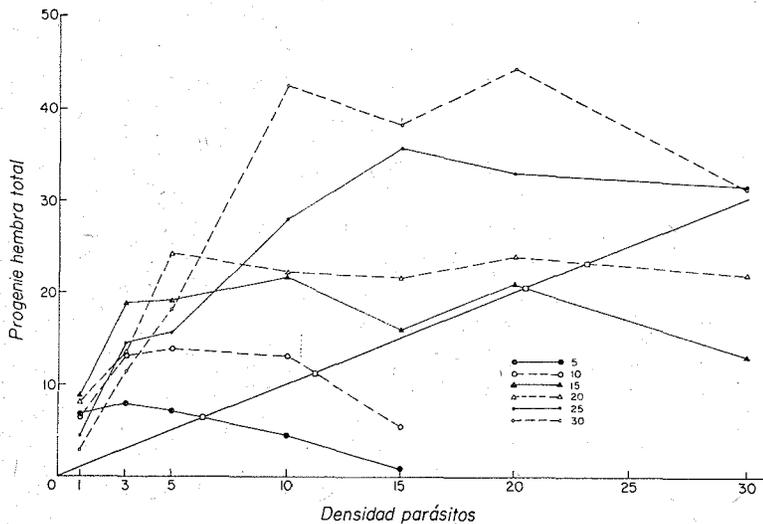


Fig. 9 — Curva de reproducción. Progenie hembra total producida después de un lapso de una generación en función de la densidad de parásitos. Los pequeños cuadrados representan el punto de corte entre cada curva de reproducción a diferentes disponibilidades de huéspedes con la recta de equilibrio, que representa a una población que se autorreemplaza. Las diferentes curvas se interpretan como en la Fig. 1.

ro de hembras una generación después en función del número de hembras madres. Este tipo de curva, muy utilizada en biología pesquera, y conocida como Curva de Reproducción, ha sido también aplicada en ocasiones al caso de los parasitoides entomófagos. En la Fig. 9 están las curvas de reproducción para las seis disponibilidades de huéspedes utilizadas experimentalmente. Como podrá observarse, a medida que la disponibilidad de huéspedes aumenta las curvas se hacen más ascendentes y tienen su punto de inflexión a valores más altos y a densidades de parásitos más altas. Como consecuencia también aumenta progresivamente el valor del punto de intersección con la recta de equilibrio. Esta recta, trazada a 45° en el caso en que ambos ejes estén dibujados a la misma escala, representa aquella condición de equilibrio ex-

presada por una tasa de reemplazo igual a la unidad, es decir, cuando una población de parásitos es reemplazada por una población numéricamente igual una generación después. El punto de corte, por lo tanto, entre las curvas de reproducción y esta recta de equilibrio tiene importancia porque representa el tamaño poblacional a un nivel de equilibrio.

Otros aspectos de interés que se puso de relieve entre los resultados de este trabajo experimental está representado por el aspecto competitivo durante el desarrollo en condiciones de recursos limitados, como lo son los huevos del huésped para estos insectos parasitoides. En la Fig. 10 se puede observar el efecto de la densidad de las avispas sobre el parasitismo efectivo, expresado como el porcentaje de huevos parasitados que no dió progenie en relación al número total de hue-

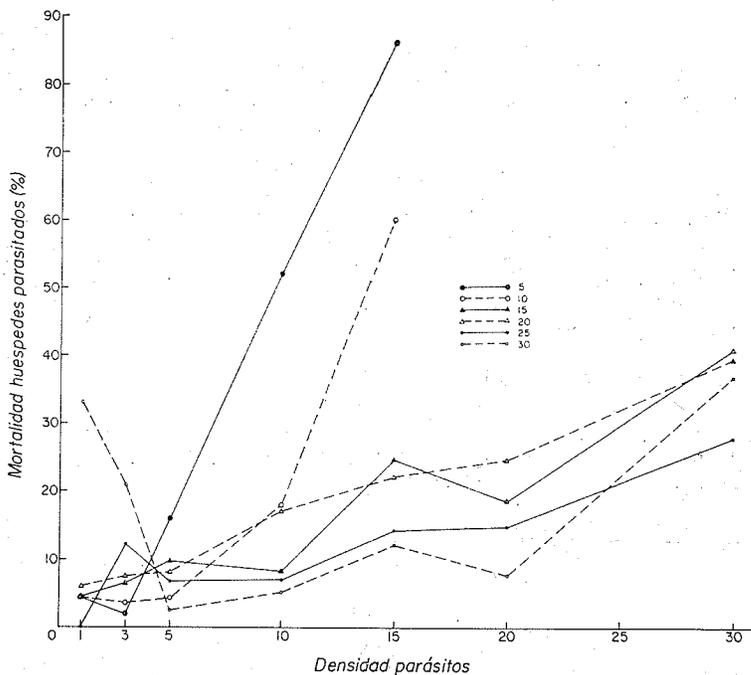


Fig. 10 — Mortalidad de los huéspedes parasitados en función de la densidad de los parásitos. Las diferentes curvas se interpretan como en la Fig. 1.

vos del huésped que fueron parasitados. A medida que aumenta la densidad de avispas este porcentaje de huevos parasitados que no produjo progenie aumenta notablemente, en especial, cuando existe una disponibilidad ba-

ja de huéspedes; ésto es un indicador muy claro que existe un proceso competitivo a nivel larval debido a que se deposita un número de huevos de avispa superior a la capacidad de desarrollo que ofrece el recurso que

hay dentro de un huevo del huésped. Este fenómeno competitivo se ve confirmado cuando presentamos los resultados de estos experimentos evaluándolos a través de la variable prole viva producida por todos los huevos parasitados en función de la densidad de avisas, tal como aparece en la Fig. 11. A diferencia de los resultados de la figura anterior

con el aumento en la densidad de los parásitos casi no se observa cambio alguno en la cantidad de descendencia viva que se produce por cada huésped parasitado; en efecto, con la excepción de la disponibilidad de 5 y 10 huéspedes para altas densidades, el número e avisas nacidas por huevo parasitado es de aproximadamente 2.

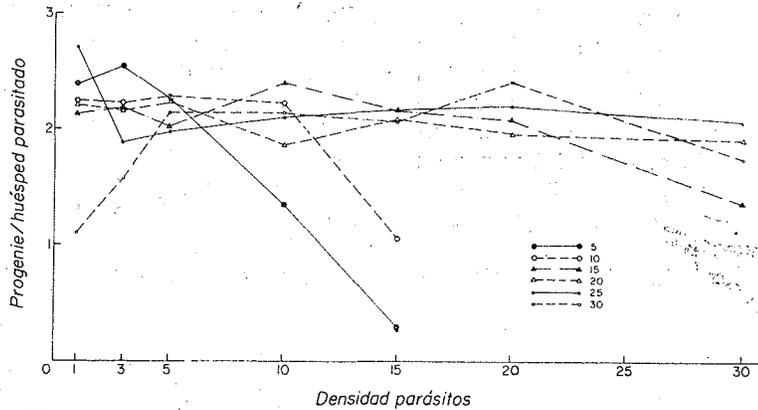


Fig. 11 — Progenie total (machos y hembras) por huésped parasitado en función de la densidad de los parásitos. La interpretación de las curvas es como en la Fig. 1.

Como era de interés conocer si los resultados de estos experimentos, evaluados a través de las diversas variables representadas en las Figs. 1-11, podían interpretarse como efectos estadísticamente significativos, se procedió a llevar a cabo un análisis de varianza de

una vía. En la Tabla I encontramos los resultados de este análisis que nos indica que, con sólo tres excepciones, todos los efectos de densidad obtenidos son estadísticamente significativos.

TABLE I

Valores del índice F. Resultado del análisis de varianza de una vía que indica la significatividad del efecto de la densidad de los parásitos sobre ocho variables para diferente número de huéspedes disponibles. NS = no significativo, * = significativo al nivel de 5%, ** = significativo al nivel del 1%. Las primeras tres variables, por ser porcentajes, fueron transformadas utilizando la transformación de la raíz cuadrada.

Variable	Número de huéspedes ofrecidos					
	5	10	15	20	25	30
Huéspedes parasitados (%)	6,5 **	69,6 **	98,8 **	60,4 **	43,2 **	81,0 **
Huéspedes parasitados muertos (%)	47,0 **	28,6 **	5,9 **	7,6 **	4,3 **	8,4 **
Hembras en la progenie (%)	—	10,7 **	6,9 **	7,3 **	2,49 **	—
Progenie total/huésped vivo	—	2,69 *	1,35 NS	6,4 **	2,23 NS	—
Progenie total/huéspedes totales	36,9 **	10,7 **	4,9 **	0,97 NS	4,82 **	7,51 **
Nº de huéspedes parasitados/hembra	117,4 **	38,3 **	267,9 **	450,3 **	175,5 **	569,8 **
Progenie total/hembra	107,8 **	29,9 **	80,5 **	99,3 **	138,7 **	465,8 **
Progenie hembra/hembra	129,4 **	26,8 **	80,3 **	74,8 **	110,7 **	281,0 **

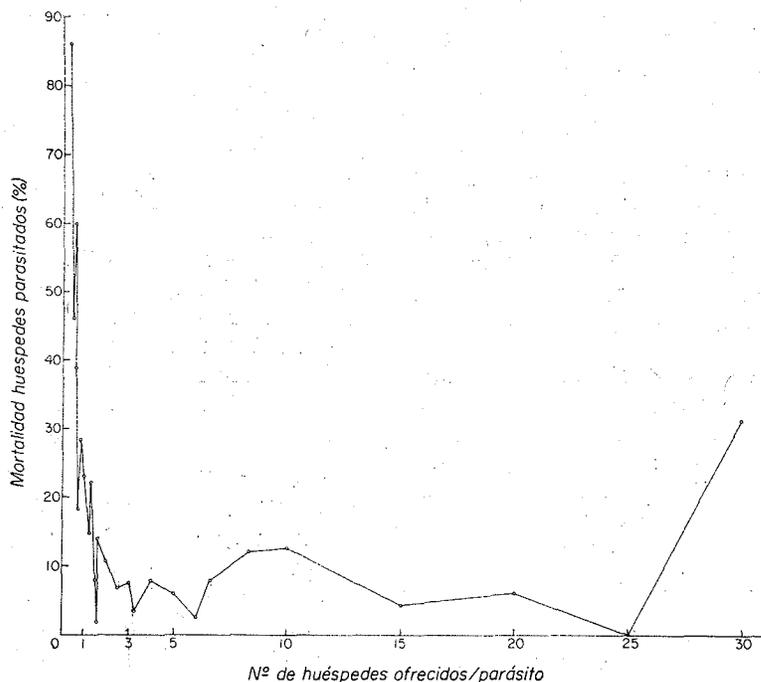


Fig. 12 — Mortalidad porcentual de los huéspedes parasitados en función de la disponibilidad de huéspedes, expresada como número de huevos del huésped por parásito. Para una explicación del cálculo de la disponibilidad ver en el texto la referencia a la Fig. 4.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La evaluación de la existencia de un efecto de densidad en el parasitoide *O. trinidadensis*, a través de su eficiencia de parasitismo y de la progenie producida, indican que dicho efecto existe y que tiene un alto grado de interacción con la densidad de los huéspedes. El efecto de la densidad sobre la eficiencia del proceso de parasitismo demuestra que hay un fenómeno de interferencia, de tipo competitivo, entre los individuos (hembras en este caso) adultos de la población.

Por otra parte, los resultados obtenidos en términos de progenie por hembra, al coincidir en forma notable con los de porcentaje de parasitismo, y la llamativa constancia en la producción de parásitos por huevo huésped, nos indican que también debe existir un proceso competitivo de alta eficiencia durante el desarrollo larval. Sin embargo, esta eficiencia tiene límites bien claros, como se deduce

de los resultados presentados en la Fig. 10 ya que es notable el vertiginoso aumento de huevos parasitados que no alcanzan a producir progenie debido a los efectos del superparasitismo.

Dada la compleja interacción densidad parasitoide-densidad huésped que existe entre estas dos especies, una manera de evaluar los límites de la efectividad del proceso de competencia larval se puede obtener al graficar la mortalidad de huéspedes parasitados en función del número de huéspedes ofrecidos por parásito (Fig. 12), de manera similar a la Fig. 4. De esta manera se puede determinar que, mortalidades mayores del 10-15%, sólo se producen cuando la proporción huéspedes/parásito es menor que 1; puesto de otra manera, apenas aumenta el número de parásitos que debe compartir **cada huésped**, se produce un incremento vertiginoso en la mortalidad de los huevos parasitados. La excepción que se observa a 30 huéspedes por pa-

rásito representa posiblemente un efecto espúreo de la variabilidad del experimento a dicha combinación (1 parásito, 30 huéspedes), lo cual es sugerido por haber tenido el coeficiente de variación más alto en toda la serie de densidades (75,1%).

Sin embargo, si la relación parásito-huésped se conserva dentro del límite de **por lo menos 1 huésped** por cada parásito, entonces observamos que el efecto de la densidad no tiene mayor importancia sobre la progenie producida por huevo parasitado.

Por otra parte los resultados de la curva de reproducción (Fig. 9) indican que, según la disponibilidad de huéspedes, existen diferentes densidades de parásitos que pueden considerarse óptimas. Así, por ejemplo, con 30 huevos disponibles, 10 parásitos hembra producirán 40 hembras una generación después, es decir, 0.133 hembras/madre/huésped, mientras que con 15 huevos disponibles, 3 parásitos hembra producirán unas 20 hembras una generación después, es decir, aproximadamente, 0.46 hembras/madre/huésped, o sea, casi cuatro veces más que en la combinación 10 parásitos — 30 huéspedes.

Este tipo de resultados es de gran utilidad en el diseño experimental para la cría masiva del parásito con fines de liberación. En el caso de interesarnos una alta producción sostenida y a largo plazo se sugeriría una combinación de, por ejemplo, 3 parásitos — 15 huéspedes; de necesitarse una alta producción en un lapso breve se recomendaría sacrificar la eficiencia por la productividad y utilizar, por ejemplo, una combinación de 10 parásitos — 30 huéspedes.

S U M M A R Y

Effects of parasite density on *Ooencyrtus trinidadensis* (Chalcidoidea, Encyrtidae), an endophagous parasite of *Rhodnius prolixus* eggs, vector of Chagas Disease in Venezuela

The effect of population density of *Ooencyrtus trinidadensis*, an endophagous parasite of the eggs of *Rhodnius prolixus*, was evaluated experimentally. A variable number of replicates were used of several female parasite densities and host eggs, both 0-48 hs old.

All experiments were performed at constant temperature ($28 \pm 1^\circ\text{C}$) and relative humidity (50-60%).

The density effect was evaluated by percent parasitism and progeny production, both per female and per host egg. Percent parasitism increases rapidly with parasite density, being more accelerated the smaller the number of host eggs available. There is a maximum in the number of hosts parasitized per female that shifts towards larger numbers of host eggs available with increasing parasite density, reflecting a strong interaction between parasite and host densities. This interaction is also seen with the reproduction curve.

The results proved statistically significant with a one way analysis of variance. The overall density effects, that reflect both adult parasite interference and larval competition, suggest optimum proportions of parasites and hosts for massive rearing of *O. trinidadensis* for biological control releases.

REFERENCIAS

1. BURNETT, T. — Effects of temperature and parasite density on the rate of increase of an insect parasite. *Ecology* 34: 322-328, 1953.
2. DEBACH, P. — Successes, trends and future possibilities. En: P. Debach, Editor. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. New York. Reinhold Publ. Co., 1964, pp. 673-713.
3. DE SANTIS, L.; VIDAL, J. A.; RABINOVICH, J. E. & FELICIANGELI, M. D. — Himenópteros parásitos de *Rhodnius prolixus* (Hem.) en Venezuela. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*, 1976 (en prensa).
4. FUJII, K. — A statistical model of the competition curve. *Res. Popul. Ecol.* 7: 118-125, 1965.
5. FUJITA, H. & UTIDA, S. — The effect of population density on the growth of and animal population. *Ecology* 34: 488-498, 1953.
6. GÓMEZ NÚÑEZ, J. C. — Mass rearing of *Rhodnius prolixus*. *Bull. Wild. Hlth. Org.* 31: 565-567, 1964.
7. HASSELL, M. P. — Evaluation of parasite or predator response. *J. Anim. Ecol.* 35: 65-75, 1966.
8. HASSELL, M. P. — Mutual interference between searching insect parasites. *J. Anim. Ecol.* 40: 473-486, 1971.

FELICIANGELI, D. & RABINOVICH, J. E. — Efecto de la densidad en *Ooencyrtus trinidadensis* (Chalcidoidea, Encyrtidae), un parásito endófago de los huevos de *Rhodnius prolixus*, vector de la enfermedad de Chagas en Venezuela. *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo* 19:21-34, 1977.

9. HASSELL, M. P. — Parasite behaviour as a factor contributing to the stability of insect host-parasite interactions. In: den Boer, P. J. & Gradwell, G. R., Editores. *Dynamics of Populations. Proceedings of the Advanced Study Institute on the Dynamics of Number in Populations*, Oosterbeek, Netherlands, 1970. Wageningen, PUDOC, 1971, pp. 366-379.
10. HASSELL, M. P. & HUFFAKER, C. B. — The appraisal of delayed and direct density dependence. *Cand. Entomol.* 101: 353-361, 1969.
11. HASSELL, M. P. & MAY, R. M. — Stability in insect host-parasite models. *J. Anim. Ecol.* 42: 693-719, 1973.
12. HASSELL, M. P. & MAY, R. M. — Aggregation of predators and insect parasites and its effect on stability. *J. Anim. Ecol.* 43: 567-587, 1974.
13. HASSELL, M. P. & ROGERS, D. J. — Insect parasite responses in the development of population models. *J. Anim. Ecol.* 41: 661-676, 1972.
14. HASSELL, M. P. & VARLEY, G. C. — New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control. *Nature (London)* 223: 1133-1137, 1969.
15. HUFFAKER, C. B. & MESSENGER, P. S. — The concept and significance of natural control. In: P. Debach, Editor. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. New York, Reinhold Publ. Co., 1964, Cap. 4, 844 pp.
16. HUFFAKER, C. B.; MESSENGER, P. S. & DEBACH, P. — The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. In: C. B. Huffaker, Editor. *Biological Control*. New York, Plenum Press, 1971, pp. 16-67.
17. ISHIDA, H. — Studies on the density effect and the extent of available space in the experimental population of the azuki bean weevil. *Res. Popul. Ecol.* 1: 25-35, 1952.
18. KUNO, E. — The effect of population density on the reproduction of *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Res. Popul. Ecol.* 4: 47-59, 1962.
19. KUNO, E. — Statistical characteristics of the density-independent population fluctuation and the evaluation of density-dependence and regulation in animal populations. *Res. Popul. Ecol.* 15: 99-120, 1973.
20. LEGNER, E. F. — Adult emergence interval and reproduction in parasitic hymenoptera influenced by host size and density. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 62: 220-226, 1969.
21. MAY, R. M.; CONWAY, G. R.; HASSELL, M. P. & SOUTHWOOD, T. R. E. — Time delays, density-dependence and single-species oscillations. *J. Anim. Ecol.* 43: 747-770, 1974.
22. MESSENGER, P. S. — Bioclimatic studies of the aphid parasite *Praon exsoletum* — 1. Effects of temperature on the functional response of females to varying host densities. *Cand. Ent.* 100: 728-741, 1968.
23. NAKASUJI, F.; HOKYO, N. & KIRITANI, K. — Assessment of the potential efficiency of parasitism in two competitive scelinoid parasites of *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae). *Appl. Ent. Zool.* 1: 113-119, 1966.
24. PRICE, P. W. — Behaviour of the parasitoid *Pleolophus basizonus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in response change in host and parasitoid density. *Cand. Ent.* 104: 129-140, 1972.
25. REINERT, J. A. & KING, E. W. — Action of *Bracon hebetor* Say as a parasite of *Plodia interpunctella* at controlled densities. *Ann. Entom. Soc. Amer.* 64: 1335-1340, 1971.
26. ROGERS, D. J. & HASSELL, M. P. — General models for insect parasite and predator searching behaviour: interference. *J. Anim. Ecol.* 43: 239-253, 1974.
27. ROYAMA, T. — A comparative study of models for predation and parasitism. *Res. Pop. Ecol. (Suppl.)* 1: 1-90, 1971.
28. SOUTHWOOD, T. R. E. — The dynamics of insect populations. In: D. Pimentel, Editor. *Insect, Science and Society*. New York, Acad. Press, 1975, pp. 151-199.
29. TAKAHASHI, F. — Reproduction curve with two equilibrium points: a consideration on the fluctuation of insect population. *Res. Popul. Ecol.* 6: 28-36, 1964.
30. TAKAHASHI, F. — Functional response to host density in a parasitic wasp, with reference to population regulation. *Res. Popul. Ecol.* 10: 54-68, 1968.
31. TOSTOWARYK, W. — The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swaini* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodiprionidae). *Cand. Ent.* 104: 61-69, 1972.
32. UTIDA, S. — The effect of population density on progeny populations observed in the different strains of the azuki bean weevil. *Kontyu* 27: 41-46, 1959.

FELICIANGELI, D. & RABINOVICH, J. E. — Efecto de la densidad en *Ooencyrtus trinidadensis* (Chalcidoidea, Encyrtidae), un parásito endófago de los huevos de *Rhodnius prolixus*, vector de la enfermedad de Chagas en Venezuela. *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo* 19:21-34, 1977.

33. UTIDA, S. — Damped oscillation of population density at equilibrium. *Res. Popul. Ecol.* 9: 1-9, 1967.
34. UTIDA, S. — Density dependent polymorphism in the adult of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.* 8: 111-126, 1972.
35. VAN DEN BOSCH, R. — Biological control of insects. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 2: 45-66, 1971.
36. WALKER, I. — Effect of population density on the viability and fecundity in *Nasonia vitripennis*, *Ecology* 48: 294-301, 1967.
37. WATT, K. E. F. — Use of mathematics in population ecology. *Ann. Rev. Ent.* 7: 243-260, 1962.
38. WYLIE, H. C. — Some factors that reduce the reproductive rate of *Nasonia vitripennis* (Walk.) at high adult population densities. *Cand. Ent.* 97: 970-977, 1965.
-

Recebido para publicação em 4/3/1976.