

RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DO HOSPEDEIRO E DO PARASITÓIDE
DESENVOLVIDO, ANÁLISE DO CASO: *Nezara viridula* (LINNAEUS,
1758) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) E *Trichopoda pennipes*
FABRICIUS, 1794 (DIPTERA: TACHINIDAE)

Luiz A.B. Salles¹

ABSTRACT

Relation between body size of host and the parasitoid developed, a case study: *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), and *Trichopoda pennipes* Fabricius, 1794 (Diptera: Tachinidae)

For either, *Nezara viridula* and *Trichopoda pennipes* males and females in the sampled populations, the performed values were practically at the same magnitude of variation for both, host and parasitoid, but *N. viridula* females had a heavier weight and a larger body surface than males. Both sexes of *T. pennipes* adults weighed basically the same, independently of the host sex. The assumption made prior to the study, stating that larger host should produce a larger parasitoid, is not true, since there was no correlation between host body weight or size to parasitoid weight or size. It is unnecessary to maximize host weight or size for attaining a successful sound mass rearing, for example, at least for immediate parasitoid field release. However, it is extremely necessary to evaluate *T. pennipes* adult performance and fitness according to different body sizes.

RESUMO

Tanto para *Nezara viridula* e *Trichopoda pennipes* machos como fêmeas, na população avaliada, os valores observados foram praticamente da mesma magnitude de variação para o hospedeiro e parasitóide, mas fêmeas de *N. viridula* tiveram maior peso e maior superfície corporal do que os machos. Ambos sexos de adultos de

Recebido em 4/10/90

¹ EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado. Caixa Postal 403, 96001 Pelotas RS.

T. pennipes pesaram basicamente o mesmo, independente do sexo do hospedeiro. A hipótese assumida para este estudo, ou seja, hospedeiros com maior corpo produziriam parasitóides maiores não foi verdadeira, pois não houve correlação entre o tamanho e peso do hospedeiro com estes parâmetros do parasitóide neles desenvolvidos. Assim, não seria necessário maximizar o tamanho e peso do corpo do hospedeiro para se obter sucesso em criação massal de parasitóides. Entretanto, é extremamente necessário avaliar a performance dos adultos de *T. pennipes* de acordo com diferentes tamanhos de corpo.

INTRODUÇÃO

Que são parasitóides? Para responder esta aparente pergunta simples, temos que considerar os tipos de interações na cadeia alimentar. Existem diferentes tipos de interações interespecíficas entre os animais e há três tipos básicos de relacionamento entre os carnívoros, exemplificando pelos parasitóides, parasitas e predadores. Nos parasitas, muitas gerações podem ocorrer em um hospedeiro e há uma tendência na direção da evolução para inter-relação mais específica e complexa.

Predadores, por outro lado, tem que localizar maior número de presas para que possam crescer e reproduzirem-se. A evolução desta inter-relação é só no processo de aquisição da presa, não havendo continuidade evolucionária entre o predador e a presa, uma vez que a presa é capturada e consumida. Os parasitóides situam-se entre estes dois extremos, pois somente uma geração é desenvolvida no hospedeiro e somente o estágio imaturo do parasitóide, enquanto que os adultos são de vida livre. Todo o hospedeiro, freqüentemente, é usado para suplementar as necessidades nutricionais de um parasitóide. Os parasitóides matam o hospedeiro e, então, eliminado o potencial para evolução de uma relação mutualística após o hospedeiro ter sido atacado. O hospedeiro torna-se um receptáculo para o parasitóide em desenvolvimento, permitindo que o parasitóide modifique o comportamento do hospedeiro em seu benefício. Há uma tendência na direção a especialização, pois somente um ou um número limitado de descendentes podem ser produzidos por hospedeiro e também porque a fêmea do parasitóide ou sua progene são, freqüentemente, capazes de alterar o hospedeiro para que este atenda as necessidades do meio ambiente, fisiológicas e nutricionais (VINSON & IWANSTSCH 1980, VINSON 1984). O termo "parasitóide" foi empregado pela primeira vez por Reuter em 1913 (HASSEL & WAAGE, 1984) para denominar os insetos que se desenvolviam no estágio larval sobre os tecidos de outros artrópodos e eventualmente os matavam.

PRICE (1980), que estudou a evolução dos parasitas (parasitóides), menciona que estes animais são um fenômeno maior do que pensava, pois eles são extremamente numerosos em espécies

e número de indivíduos por espécie, alguns grupos desenvolveram adaptações espetaculares e novas adaptações estão sendo frequentemente criadas através do processo evolucionário, permitindo a colonização repetidamente e por novos parasitóides. Parasitóides afetam (direta e indiretamente) a vida de praticamente qualquer outra espécie de inseto. Em um imenso, diversificado e complexo universo como o de onde acontece a interação entre parasitóides e hospedeiros, fazer generalizações sobre as suas tendências, certamente que teremos de considerar como normal um certo grau de exceções. A questão é, se a regra ou desvio da regra, possam ser significantes a uma área ou aspecto em particular. A descoberta das exceções é uma descoberta científica, quando seguida por uma procura a sua explicação.

O paradigma básico da ecologia nutricional, conforme colocado por SLANSKY & RODRIGUES (1987) é que um organismo tem um desempenho geneticamente determinado que prevê o máximo sob condições totalmente favoráveis, mas que em condições naturais isto raramente acontece, onde ocorrem restrições na alocação, consumo e utilização do alimento, a tal ponto que um indivíduo raramente alcança seu valor potencial de desempenho.

Um inseto entomófago tem melhores chances de se alimentar de fontes mais ricas nutricionalmente do que um inseto fitófago, pois o corpo dos insetos contém em média 40-60% de proteína em relação ao seu peso, ao passo que as folhas ou sementes das plantas raramente excedem a 30%. Os aminoácidos, os quais são necessários aos insetos, são encontrados nas plantas em baixas concentrações relativas e isto não acontece nos insetos. O conteúdo de energia das plantas é mais baixo do que nos animais e a taxa de eficiência da conversão de alimentos ingeridos nos herbívoros é baixa e muitos passam a grande parte da vida consumindo alimentos (os pulgões podem exemplificar a contínua alimentação entre os insetos fitófagos). Parasitóides são considerados como animais de altas taxas de eficiência de utilização alimentar, porque eles consomem alimentos de alta qualidade nutricional e devido a sua presumida inatividade (pelo menos relativa) dentro do corpo do hospedeiro e também pela possível seleção de utilização eficiente de uma fonte limitada de alimento (SLANSKY & SCRIBER 1985). Dados de 15 espécies de parasitóides, indicam que estes possuem alta taxa de eficiência alimentar, ou seja, convertem e aproveitam para a sua nutrição entre 55 e 94% (com uma média de 68%) do alimento ingerido. Estes dados foram obtidos com parasitóides alimentando-se em hospedeiros que não estavam em alimentação (o que torna mais fácil o estudo), mas quando ambos, parasitóide e hospedeiro estão simultaneamente e ativamente metabolizando o alimento, a situação torna-se mais complexa. SLANSKY (1986) menciona que o grau de "exploração" do corpo do hospedeiro por uma larva de parasitóide pode ser calculado como a percentagem da biomassa do hospedeiro convertida na biomassa do parasitóide. Os parasitóides afetam substancialmente o consumo e utilização do alimento dos seus hospedeiros, embora o tempo de desenvolvimento do hospedeiro parece ser menos afetado. As alterações na fisiologia e

comportamento do hospedeiro, relevantes ao desempenho do parasitóide, são a extensão do reflexo do conteúdo nutricional do hospedeiro relativo as exigências nutricionais do parasitóide (s). Por exemplo, se suficientes nutrientes necessários para o completo desenvolvimento do parasitóide (s) não forem disponíveis em um dado tempo, a continuidade da alimentação pelo hospedeiro permitiria e talvez estimularia a um nível superior de consumo comparado com um hospedeiro não parasitado (ORR & BOETHELL 1985). Um hospedeiro parasitado, para efeito de "compensação" pode ter maiores taxas de consumo alimentar em termos relativos, mas dificilmente poderia ter em termos absolutos, haja visto que a vida útil do hospedeiro parasitado geralmente é grandemente diminuída.

A fisiologia e metabolismo dos insetos parasitóides foi revisada por THOMPSON (1985) que concluiu que pouco se sabe sobre os aspectos da biologia dos parasitóides, mas alguns estudos indicam que os insetos parasitóides são, em muitos modos, adaptados fisiológica e bioquimicamente para sobreviverem e sedesenvolverem dentro do hospedeiro vivo.

Até recentemente, a interação parasitóide e hospedeiro era considerada simples. As complexas interações fisiológicas que caracterizam a associação do hospedeiro com outros organismos (endoparasitóides) não era considerada e entendida como uma resposta de importância primária para o resultante comportamento de ambas espécies envolvidas nesta interação.

A decisão que um inseto faz em "mudar de instar" ou continuar a crescer no mesmo instar é integrada neurohormonalmente e freqüentemente não é feita até que seja atingido um mínimo em termos de tamanho ou peso do corpo do inseto e acredita-se que provavelmente estes valores sejam uma adaptação específica da espécie (SLANSKY & RODRIGUES 1987). O tamanho do corpo do adulto, por exemplo, influencia no sucesso para o acasalamento e reprodução (número de acasalamentos, taxa de produção de ovos, número, tamanho e qualidade dos ovos), na habilidade de dispersão e longevidade, por exemplo.

PRICE (1980) afirma que no reino animal há uma tendência evolucionária aparente para o aumento do corpo dos organismos e que o aumento em tamanho levaria ao aumento de complexidade e maior controle do meio ambiente. Os parasitóides são animais que não seguem tal tendência, pois são pequenos e freqüentemente com uma morfologia altamente simplificada.

O tamanho do corpo de um inseto adulto é determinado durante os estágios larvais. Provavelmente, para os insetos que precisem explorar e viver em amplos habitats e áreas físicas a inabilidade para produzir um corpo de tamanho normal passa ser particularmente crítico para a espécie, mas para um parasitóide que é suposto viver durante o estágio larval em uma relação direta (em tempo e espaço) com o hospedeiro, menor demanda de energia, menos notório (para evitar predação), menos suscetível a fatores abióticos adversos (temperatura, umidade) um maior ta-

manho de corpo poderia ser altamente desvantajoso e, conseqüentemente, ser evolucionariamente não adaptativo a espécie.

Por que os parasitóides microhimenópteros (ex.: *Trichograma*) evoluem (?) na direção de ter um pequeno tamanho de corpo (provavelmente neste grupo estejam os menores insetos pterigotas). Certamente que o menor tamanho do corpo pode dar a eles vantagens reais quando comparados com aqueles de maior tamanho. Muitas vantagens são passíveis de longas especulações, tais como: menor necessidade de energia; menor suscetibilidade à predação; mais fácil acesso ao habitat do potencial hospedeiro.

SLANSKY (1986) menciona que o inseto hospedeiro propicia alimento e espaço para o desenvolvimento da larva do parasitóide. As larvas dos parasitóides são diretamente dependentes do hospedeiro para o suprimento de todas as suas necessidades para o crescimento e desenvolvimento. Então, parece lógico especular que quanto menor for o tamanho do corpo do parasitóide (conseqüentemente suas necessidades relativas) melhor desempenho poderia ter durante o estágio crítico durante o seu desenvolvimento. Parece também aceitável a hipótese de que espécimen com menor tamanho de corpo em uma população possa ser uma adaptação associada a diversos passos da "espécie" para o seu futuro comportamento e desempenho, tais como, explorar melhor ou mais eficientemente as fontes de alimento, permitir a si mesmo mais espaço dentro da cavidade do corpo do hospedeiro (ex.: relativamente haveria mais oxigênio disponível). A respiração de uma larva de parasitóide é de importância crítica, pois depende da possibilidade da absorção de oxigênio em condições onde este elemento é limitado. Algumas espécies em alguns grupos de parasitóides, como exemplo, os taquinídeos (*Lixophaga diatraeae*, *Eucletonia bryani*, *Trichopoda pennipes*) desenvolveram adaptações especiais para terem acesso mais amplo e direto ao oxigênio dentro do corpo do hospedeiro. Estas larvas se fixam diretamente ao sistema respiratório (traqueal) do hospedeiro e assimilam deste, diretamente, o oxigênio. Quanto maior o tamanho do corpo maior seria a necessidade de oxigênio. Se esta suposição fosse inteiramente verdadeira, caberia a pergunta: por que os parasitóides procurariam manter o corpo, principalmente das larvas, de tamanho grande? As necessidades dietéticas e nutricionais (incluindo oxigênio) certamente serão muito melhor entendidas quando for possível criar artificialmente e com sucesso um número grande de espécies de parasitóides, até então limitado a um mínimo. Sem dúvida que o ponto crucial para que este passo possa ser alcançado, será a suplementação artificial de oxigênio para as larvas dos parasitóides, por exemplo, para taquinídeos.

Este trabalho teve os objetivos específicos de: observar se diferentes tamanhos do corpo do hospedeiro produziria diferente tamanho de parasitóide; e se fêmeas de *N. viridula*, por terem maior tamanho, produziram sempre maiores parasitóides e testar a hipótese de que quanto maior o tamanho do corpo do hospedeiro maior seria o parasitóide desenvolvido, independente do sexo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados experimentais foram obtidos em Gainesville, Flórida (USA). Em uma lavoura de soja, com 14 ha, variedade Coker 237, grupo de maturação 7, na parte central da área, foi feita uma única amostragem completamente aleatória de adultos de *Nezara viridula*, coletados com rede entomológica. As plantas estavam na fase final do ciclo vegetativo e próximas a maturação (R7) e assume-se que os insetos coletados haviam sido desenvolvidos exclusivamente nesta lavoura, alimentando-se dela, porque não havia outra lavoura de soja ou de outra leguminosa na redondeza. Nas bordas da lavoura haviam leguminosas invasoras que poderiam ser potenciais e esporádicos hospedeiros para *N. viridula*, mas por haver plena abundância de vagens de soja e as bordas da lavoura estarem, no mínimo, a 400 metros do local de coleta, acredita-se que as chances de coletar *N. viridula* que haviam se alimentado de outra fonte de alimento que não soja, seja mínima. Assim, isto deve assegurar que a população amostrada tenha tido as mesmas condições microambientais para o seu desenvolvimento, sendo a população amostrada homogênea e as diferenças encontradas nas observações devem ser consideradas como variações intraespecíficas. A presença de *Trichopoda pennipes* parasitando adultos de *N. viridula* era plena nesta lavoura.

No laboratório os adultos foram individualmente colocados em placas de petri e a metade de uma vagem de feijão foi fornecida como fonte de alimento para a manutenção do adulto e mantidos em incubadoras a 27°C, 70-80% de umidade relativa e 14 horas de fotofase. O alimento foi substituído por uma porção similar a cada três dias, até que o adulto morresse ou o pupário da mosca fosse formada.

Todas as manhãs, as placas de petri eram observadas e aquelas com pupário então removidas. Cada uma destas placas era examinada e os seguintes dados anotados: sexo do *N. viridula*, largura do pronoto e comprimento do corpo e então pesados. O pupário era colocado em outro recipiente mais apropriado para facilitar a emergência do adulto, mantidos a 28°C e alta umidade relativa (90-95%). As moscas normalmente emergem durante a noite ou nas primeiras horas da manhã e todas as manhãs, os recipientes com moscas eram colocados no congelador até a sua morte. Após o sexo, peso da mosca, peso do pupário eram determinados.

A superfície do corpo e *N. viridula* foi determinada para cada inseto, multiplicando-se a largura do pronoto pelo seu comprimento. O pupário foi pesado antes da emergência do adulto e após a emergência a mosca adulta também foi pesada e então este valor foi somado ao peso do pupário, obtendo-se o peso total (ou biomassa) do parasitóide. Através da ANOVA foi testada a significância entre as correlações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os 40 machos de *N. viridula* parasitados e avaliados, o peso médio foi de 109,2 ($\pm 25,8$) mg, com uma amplitude entre 71,1 e 171,4 mg. As 40 puparias de *Trichopoda pennipes* nestes desenvolvidas, pesaram em média 41,0 ($\pm 8,9$) mg, com uma amplitude entre 17,2 e 58,5 mg (Quadro 1). A superfície do corpo dos machos foi em média 102,4 ($\pm 14,6$) mm², com uma variação entre 72,0 e 114,0 mm². Os pupários desenvolvidos nestes hospedeiros tiveram uma superfície média de 21,1 ($\pm 2,3$) mm², com uma variação entre 12,0 e 27,0 mm².

Para os 32 fêmeas de *N. viridula* parasitadas e avaliadas, o peso médio foi de 163,5 ($\pm 12,6$) mg, com uma amplitude entre 67,0 e 250,5 mg. Os 32 pupários desenvolvidos nestes hospedeiros, pesaram em média 52,2 ($\pm 12,6$) mg com uma variação entre 17,9 e 78,1 mg. A superfície média do corpo dos hospedeiros fêmeas foi de 125,1 ($\pm 20,0$) mm², com uma variação entre 84,0 e 153,0 mm². Os pupários desenvolvidos nestes hospedeiros tiveram uma superfície média de 27,4 ($\pm 5,8$) mm², com uma variação de 12,0 a 36,0 mm² (Quadro 1). As fêmeas de *N. viridula* pesam mais e têm maior superfície de corpo do que os machos (maior massa corporal); nas fêmeas também se desenvolveram pupários de *T. pennipes* com maior peso e superfície, em termos de médias.

A análise dos dados obtidos em cada sexo do hospedeiro, indicam que não houve significância ($P < 0,05$) para a correlação entre o peso do hospedeiro macho ($F = 2,37$) e o peso do pupário do parasitóide desenvolvido, indicando que o peso do pupário não depende diretamente do peso do hospedeiro no qual se desenvolve. Houve somente 11,2% de correlação entre estes dois parâmetros (Figura 1a). Para hospedeiros fêmeas, também não houve correlação significativa ($P < 0,005$; $F = 4,05$) e somente 11,9% dos valores obtidos foram correlacionados (Figura 1b).

Observando-se os dados obtidos nos pupários desenvolvidos tanto no hospedeiro fêmea como macho, conclue-se que não existe uma correspondência direta entre o tamanho e peso do hospedeiro e a produção de pupários de parasitóides com maior tamanho e peso. Estes dois fatores são independentes entre si. Assim sendo, fica negada a hipótese inicial de que quanto maior o corpo do hospedeiro (e mais pesado) deveria produzir parasitóides maiores e mais pesados. Obviamente, que a rejeição desta hipótese só pode ser aceita para o presente caso e nas condições onde o estudo foi desenvolvido. Quando se analisou o tamanho (representado pela superfície) do hospedeiro e seu peso, constatou-se que houve estreita correlação tanto para machos ($F = 19,2$) como para fêmeas ($F = 27,3$), assim qualquer destes parâmetros podem ser escolhidos para a possível seleção de hospedeiros. Se a análise do caso de *T. pennipes* fosse uma tendência para os demais taquinídeos ou mesmo para outros grupos de parasitóides, não seria necessário a maximização do tamanho e peso do hospedeiro para

obtenção de parasitóides maiores e mais pesados. Todavia, à luz das informações até então disponíveis, a generalização desta tendência à interdependência do tamanho do hospedeiro e parasitóide deve ter um nível limitado de aceitação. Mesmo para outros parasitóides taquinídeos esta possível dependência deveria ser testada. É muito importante saber se uma fêmea parasitóide com maior volume e peso corporal teria uma fertilidade e desempenho maior e, se o macho parasitóide nestas condições teria melhor desempenho na procura e fertilização das fêmeas. À luz destas respostas, poderia haver justificativa para a preferência de um sexo, tamanho e/ou peso do hospedeiro.

Tamanho do hospedeiro parece ser o modo mais fácil e expedito para a seleção de potenciais "melhores hospedeiros". Entretanto, resta se esclarecer se o maior hospedeiro também é o mais pesado e, teoricamente, teria maior abundância de alimento disponível para o parasitóide. No presente estudo, tanto para hospedeiros machos como fêmeas os maiores hospedeiros foram também os mais pesados, havendo significância ($P > 0,05$) entre o peso e superfície do corpo do hospedeiro para ambos sexos.

Outro fator importante é saber a proporção de sexos dos parasitóides desenvolvidos em diferentes tamanho e peso de hospedeiro. Emergiram 26 parasitóides dos 40 pupários obtidos nos hospedeiros machos, sendo que 15 foram machos e 11 fêmeas. Dos 32 hospedeiros fêmeas, emergiram 18 parasitóides, sendo 13 machos e 5 fêmeas. Embora o número de parasitóides machos tenha sido maior em ambos os sexos do hospedeiro, não há dados suficientes que possa claramente definir esta tendência e dirigir a orientação na coleta do sexo do hospedeiro, por exemplo, para potencial obtenção de parasitóides em proporção sexual. Conclui-se que este fator (sexo do parasitóide) pode ser considerado, especialmente se a coleta do hospedeiro fosse de tamanho razoável, algo superior a 200 hospedeiros parasitados.

CONCLUSÕES

1 - Fêmeas de *N. viridula* tiveram maior tamanho e peso do corpo do que os machos.

2 - Em fêmeas de *N. viridula* se desenvolveram maiores parasitóides, em termos de médias do peso e superfície dos pupários.

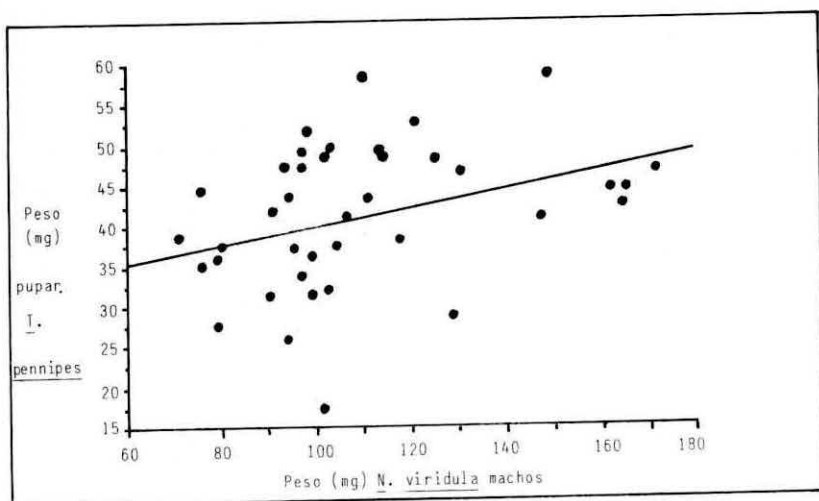
3 - Na análise conjunta da população amostrada do hospedeiro e parasitóides desenvolvidos não houve correlação entre os fatores tamanho e peso interpopulações. Estes fatores são independentes entre si.

4 - Hospedeiros maiores e mais pesados não necessariamente produziram hospedeiros maiores e mais pesados.

QUADRO 1 - Pesos e superfícies médias da população de *Nezara viridula* amostrada e pupários de *Trichopoda pennipes* desenvolvidos.

VARIÁVEL	<i>Nezara</i> MACHOS		<i>Nezara</i> FÊMEAS	
	HOSPEDEIRO	PUPÁRIO	HOSPEDEIRO	PUPÁRIO
Peso médio (mg)	109,2(±25,8)	41,0(±8,9)	163,5(±46,8)	52,2(±12,6)
Superfície média (mm ²)	102,4(±14,6)	21,1(±2,3)	125,1(±20,0)	27,4(±5,8)

a)



b)

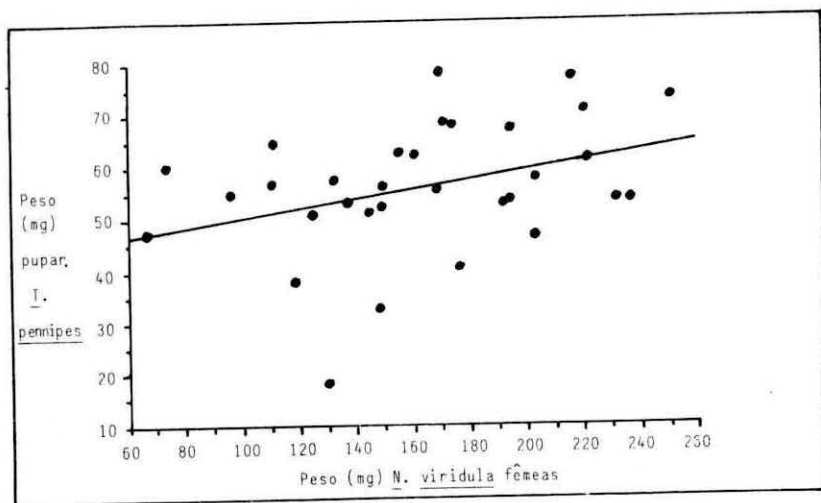


FIGURA 1 - Correlação simples entre o peso do hospedeiro *Nezara viridula* e do pupário do parasitóide *Trichopoda pennipes* desenvolvido.

LITERATURA CITADA

- HASSEL, M.P. & WAAGE, J.K. 1984. Host-parasitoid population interactions. *A. Rev. Ent.* 29:89-114.
- ORR, D.B. & BOETHEL, E.B. 1985. Comparative development of *Carpodosoma truncatellum* (Hymenoptera: Encyrtidae) and its host *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) on resistant and susceptible soybean genotypes. *Environ. Ent.* 14:612-616.
- PRICE, P.W. 1980. Nutrition of natural enemies, p. 151-182. In: R.L. RIDGEWAY & S.B. VINSON eds. *Biological control by argumentation of natural enemies*. N. York, Plenum Press.
- SLANSKY, F.Jr. & SCRIBER, J.M. 1985. Food consumption and utilization, p.87-151. In: G.A. KERKUT, & L.I. GILBERT, *Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology*. N.York, Pergamon Press.
- SLANSKY, F.Jr. 1986. Nutritional ecology of endoparasitic insects and their hosts: an overview. *J. Insect Physiol.* 32(4): 255-261.
- SLANSKY, F.Jr. & RODRIGUES, J.G. 1987. Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates: an overview. In: F. SLANSKY Jr. & J.G. RODRIGUES (eds). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. N. York, John Wiley and Sons, 617p.
- THOMPSON, R.C. 1985. Metabolic integration during the host associations of multicellular animal endoparasites. *Comp. Biochem. Physiol.* (81B):21-42.
- VINSON, S.B. & IWANSTSCH, G.F. 1980. Host regulation by insect parasitoid. *Q. Rev. Biol.* 55:143-165.
- VINSON, S.B. 1984. How parasitoid locate their host: a case of insect espionage. In: T. LEWIS, (ed.) *Insect communication*. N. York. Academic Press. 414p.