

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FERTILIDADE DECRESCENTE AO LONGO DO PERÍODO REPRODUTIVO  
E SUA INFLUÊNCIA NA PROTANDRIA DE  
Brassolis sophorae (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)

PAULA CRISTINA DINIZ DE QUEIROZ

Monografia Apresentada à  
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas  
da Universidade Federal de Uberlândia para  
a Obtenção do Grau de Bacharel em Ciências  
Biológicas

UBERLÂNDIA - MG

Dezembro 1994

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FERTILIDADE DECRESCENTE AO LONGO DO PERÍODO REPRODUTIVO  
E SUA INFLUÊNCIA NA PROTANDRIA DE  
Brassolis sophorae (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)

PAULA CRISTINA DINIZ DE QUEIROZ

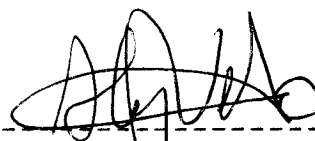
ALEXANDRE RUSZCZYK  
(Orientador)

Monografia Apresentada à  
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas  
da Universidade Federal de Uberlândia para  
a Obtenção do Grau de Bacharel em Ciências  
Biológicas

UBERLÂNDIA - MG

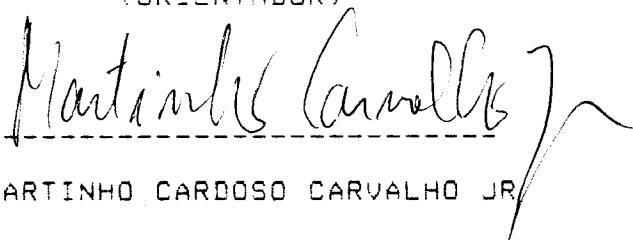
FERTILIDADE DECRESCENTE AO LONGO DO PERÍODO REPRODUTIVO  
E SUA INFLUÊNCIA NA PROTANDRIA DE Brassolis sophorae  
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 12/12/94



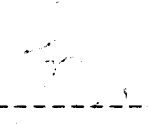
ALEXANDRE RUSZCZYK

(ORIENTADOR)



MARTINHO CARDOSO CARVALHO JR.

(1º CONSELHEIRO)



KLEBER DEL CLARO

(2º CONSELHEIRO)

UBERLÂNDIA - MG

Dezembro 1994

Dedico esta monografia ao meu  
filho ou filha que irá nascer  
em julho de 1995.

## ÍNDICE

1. RESUMO.....	V
2. INTRODUÇÃO.....	1
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
3.1 Área de Estudo.....	3
3.2 Metodologia de Registro dos Dados Biológicos.....	3
3.2.1 Coleta dos Adultos de <u>Brassolis sophorae</u> .....	3
3.2.2 Pesagem e Medição da Envergadura.....	6
3.2.3 Estimativa da Longevidade dos Adultos.....	6
3.2.4 Classificação dos Adultos de <u>Brassolis sophorae</u> de Acordo com o Período de Emergência.....	7
3.2.5 Contagem dos Ovos.....	7
3.2.6 Pesagem dos Ovos.....	8
3.3 Análise Estatística dos Dados.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4.1 Análise do Tamanho e Fertilidade de <u>Brassolis sophorae</u> ao Longo da Geração.....	15
5. CONCLUSÕES.....	28
6. BIBLIOGRAFIA.....	29

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Análise da variância do peso fresco de fêmeas de Brassolis sophorae emergidas no início, meio e final da geração.....18
- Tabela 2 Análise da variância da envergadura de fêmeas de Brassolis sophorae emergidas no início, meio e final da geração.....19
- Tabela 3 Número de ovos registrados por fêmea de Brassolis sophorae e peso médio dos ovos.....20
- Tabela 4 Análise da variância do número total de ovos registrados em fêmeas emergidas de Brassolis sophorae no início, meio e final da geração.....24
- Tabela 5 Análise de variância do número de ovos desenvolvidos registrados nas fêmeas de Brassolis sophorae no início, meio e final da geração.....25
- Tabela 6 Análise da variância do peso médio de ovos de Brassolis sophorae no início, meio e final da geração.....25
- Tabela 7 Análise da variância da porcentagem de ovos não desenvolvidos registrados em fêmeas de Brassolis sophorae no início, meio e final da geração.....26

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fêmea e macho de <u>Brassolis sophorae</u> .....	4
Figura 2	Mapa da área de estudo.....	5
Figura 3	Número de fêmeas e machos de <u>Brassolis sophorae</u> registrados ao longo da geração.....	10
Figura 4	Longevidade de adultos de <u>Brassolis sophorae</u> .....	11
Figura 5	Envergadura e peso fresco de adultos de <u>Brassolis sophorae</u> ao emergirem.....	13
Figura 6	Relações entre o peso e a envergadura de adultos de <u>Brassolis sophorae</u> .....	14
Figura 7	Relações entre a envergadura e o peso fresco de fêmeas e machos de <u>Brassolis sophorae</u> e suas longevidades....	16
Figura 8	Peso fresco de machos e fêmeas de <u>Brassolis sophorae</u> ..	18
Figura 9	Envergadura de machos e fêmeas de <u>Brassolis sophorae</u> no início, meio e final da geração.....	19
Figura 10	Relações entre o peso das fêmeas de <u>Brassolis sophorae</u> e o número total de ovos e o peso médio dos ovos.....	22
Figura 11	Número total de ovos, número de ovos desenvolvidos, e peso médio dos ovos de <u>Brassolis sophorae</u> no início, meio e final da geração.....	24
Figura 12	Porcentagem de ovos não desenvolvidos no início, meio e final da geração.....	26

## 1. RESUMO

O Lepidóptero Brassolis sophorae (Nymphalidae) apresenta o fenômeno da protandria, que consiste na emergência dos machos anteriormente às fêmeas.

Nesta pesquisa, testou-se a hipótese de que o tamanho (envergadura e peso) e a fertilidade (número de ovos) das fêmeas varie ao longo da geração, agindo como uma provável pressão seletiva capaz de influenciar a protandria nesta espécie.

Para a análise de fertilidade foram dissecadas na Universidade Federal de Uberlândia 38 fêmeas, coletadas entre outubro e novembro de 1989, no Campus da Universidade Estadual de Campinas.

Quantificou-se o número total de ovos, o número de ovos desenvolvidos, e o número de ovos com desenvolvimento incompleto de cada fêmea, pesando-se posteriormente os ovos.

Observou-se que nas fêmeas de Brassolis sophorae do final da geração, ocorreu uma redução estatisticamente significativa da envergadura, peso corporal, número de total ovos, e número de ovos desenvolvidos. Esta redução no tamanho e fertilidade das fêmeas pode agir como uma das forças seletivas responsáveis pela ocorrência do fenômeno da protandria nesta espécie.



## 2. INTRODUÇÃO

O termo protandria é empregado para descrever a emergência de machos anteriormente às fêmeas, sendo um fenômeno muito comum nos lepidópteros (Lederhouse et al., 1982; Wiklund & Forsberg, 1991) em que as fêmeas copulam somente uma vez logo após emergirem (Fagerström & Wiklund, 1982; Wiklund & Forsberg, 1984), e não há sobreposição de gerações (Singer, 1982).

A protandria pode ser o resultado da seleção natural (Bulmer, 1983; Iwasa et al., 1983; Baughman et al., 1988): a emergência dos machos antes das fêmeas corresponde a uma vantagem competitiva por acasalamentos para machos que emergem no início da geração (Darwin, 1877).

A protandria pode resultar da seleção sexual nos machos para maximizar o número de fêmeas copuladas (Wiklund & Fagerström, 1977) e nas fêmeas, para reduzir o período pré-reprodutivo, diminuindo a probabilidade destas morrerem antes de serem fecundadas (Fagerström & Wiklund, 1982).

O fenômeno da protandria pode também estar relacionado às diferenças entre os sexos quanto ao tempo de desenvolvimento até a fase adulta (Nylín et al., 1993), ou estar relacionada a sazonalidade (Singer, 1982), ou simplesmente, resultar da razão sexual da espécie (Bulmer, 1983; Zonneveld & Meltz, 1991).

Portanto, as causas que determinam a protandria ainda estão sendo debatidas. Na literatura biológica brasileira não há qualquer estudo deste fenômeno em borboletas.

Nesta pesquisa, investigou-se uma das prováveis forças seletivas que poderiam influenciar a protandria em Brassolis

sophorae. Verificou-se a possibilidade de que a fertilidade e a habilidade competitiva dos indivíduos (maior tamanho do corpo/envergadura) varie ao longo da geração.

Testamos a hipótese de que as fêmeas no início da geração tenham uma fertilidade, peso e envergadura maiores que no final. A idéia que embasa esta hipótese é a de que as fêmeas que emergiram no início da geração encontraram ao longo do desenvolvimento larval, uma maior quantidade de alimento disponível, tornando-se maiores e mais férteis, favorecendo o surgimento da protandria.

Um conjunto de 200 fêmeas de Brassolis sophorae preservadas em álcool 70% (coletadas ao longo da geração de outubro a novembro de 1989 no campus da Universidade Estadual de Campinas) serviu de material para esta análise. Estas fêmeas foram coletadas pelos biólogos Alexandre Ruzsczyk e Martinho Cardoso Carvalho JR.

Dados não analisados por estes biólogos sobre a longevidade, peso fresco dos indivíduos e envergadura, foram tabulados, arquivados e utilizados na discussão desta pesquisa.

A espécie Brassolis sophorae é um excelente material para o estudo da protandria, visto que a emergência de machos anteriormente às fêmeas, provavelmente está relacionada somente com fatores reprodutivos, pois o adulto não se alimenta. A espirotromba do adulto é rudimentar e não funcional. Além disso, B. sophorae é muito abundante e de fácil coleta, possuindo períodos de emergência bem definidos nos machos, ou seja, a protandria é bem caracterizada.

Brassolis sophorae (Fig. 1) pode ser observada voando durante os meses de abril a maio e setembro a outubro, apresentando portanto, duas gerações por ano que não se sobrepõem. As fêmeas ovipõem na superfície inferior das folhas de palmeiras. As larvas são gregárias e alimentam-se de palmeiras cultivadas para fins econômicos ou ornamentais. Este lepidóptero é muito abundante em áreas urbanas, onde frequentemente utiliza as paredes de prédios para pousar ou fixar suas crisálidas (Ruszczyk & Carvalho, 1993).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

Os adultos de Brassolis sophorae foram coletados nas paredes e demais estruturas de cinco prédios da UNICAMP (Fig. 1) que possuem palmeiras plantadas (predominando as da espécie Syagrus romanzoffiana) em suas proximidades. O campus situa-se na franja rural-urbana da cidade de Campinas, SP (22 49 S, 47 17 W).

#### 3.2 Metodologia de Registro dos Dados Biológicos

##### 3.2.1 Coleta dos Adultos de Brassolis sophorae

Os lepidópteros foram capturados semanalmente, durante os meses de outubro e novembro de 1989, nas paredes e demais estruturas dos cinco prédios da UNICAMP, em amostragem que se estendiam por 2 horas. As coletas foram realizadas manualmente ou com redes entomológicas. Os indivíduos coletados foram colocados vivos em envelopes entomológicos numerados e levados ao Departamento de Zoologia (UNICAMP) para serem pesados e medidos.

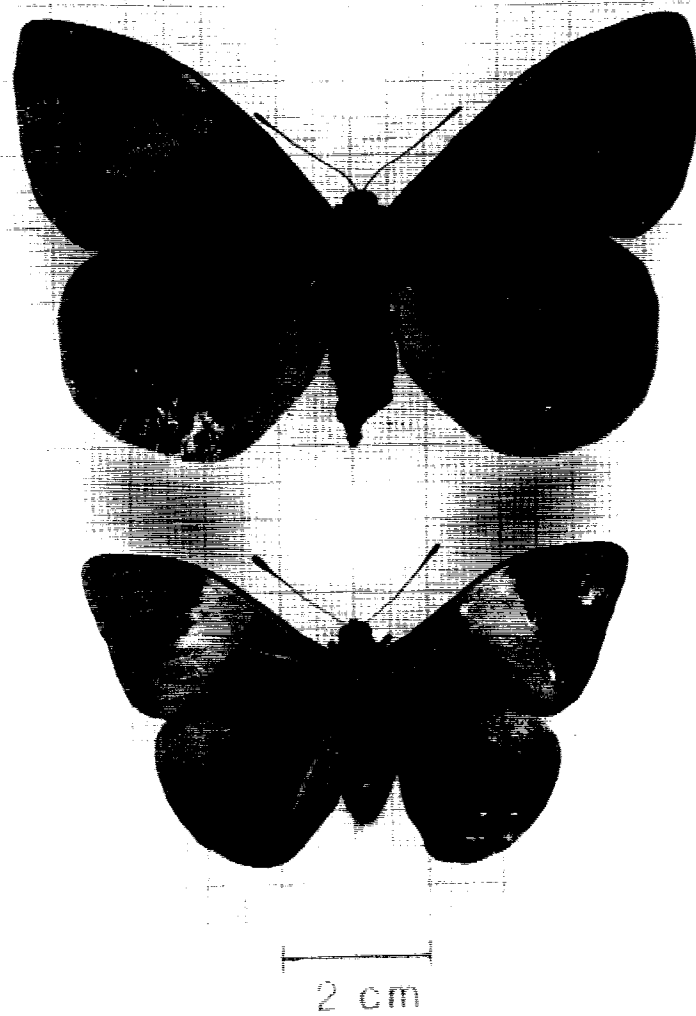


Figura 1. Fêmea (acima) e macho de Brassolis sophorae.



Figura 2. Área de estudo. Prédios da Universidade Estadual de Campinas (indicados por setas numeradas) cujas paredes e demais estruturas foram examinadas à procura de adultos de *Brassolis sophorae*. 1, Instituto de Estudos da Linguagem; 2, Instituto de Física; 3, Instituto de Química; 4, Engenharia de Alimentos; 5, Administração.

Fonte: Mapa Informativo da Unicamp (1992)

Os indivíduos foram classificados e registrados em campo em três grupos:

a) Emergidos- Indivíduos recém emergidos, coletados pousados sobre ou próximos da sua crisálida. Presença de mecônio e asas com aspecto teneral.

b) Pousados- Indivíduos coletados pousados nas paredes e outros locais dos prédios amostrados. Ausência de mecônio e crisálidas nas proximidades.

c) Crepusculares- Indivíduos coletados em vôo durante o crepúsculo nos arredores do prédio da Engenharia de Alimentos (ver número 4 na Figura 1).

### 3.2.2 Pesagem e Medição da Envergadura

No laboratório, os indivíduos eram pesados em balança analítica (dentro dos envelopes de coleta), e tinham o comprimento da asa medido. Considerou-se como envergadura a distância compreendida entre a base da asa anterior até o ápex (extremidade distal da asa) medida com régua milimetrada.

### 3.2.3 Estimativa da Longevidade dos Adultos

Após a pesagem e medição da envergadura, os indivíduos foram numerados com caneta de retroprojeter e colocados no laboratório, em viveiros com paredes de tela de plástico (60x90x150 cm). Diariamente, os viveiros eram examinados para verificação de indivíduos mortos. Obteve-se assim, os dados de longevidade. Os indivíduos mortos eram fixados em álcool 70%.

### 3.2.4 Classificação dos Adultos de Brassolis sophorae de Acordo com o Período de Emergência

O início da geração foi dia 17 de outubro de 1989 (quando foram coletados os primeiros indivíduos que emergiram) se estendendo até o dia 22 de novembro do mesmo ano. Este período de tempo foi dividido em três grupos de 12 dias, correspondendo ao início da geração (17 a 29/10), meio da geração (30/10 a 10/11) e final da geração (11/11 a 22/11).

### 3.2.5 Contagem dos Ovos

As fêmeas de Brassolis sophorae (preservadas em álcool 70% e trazidas de Campinas para o Departamento de Biociências da Universidade Federal de Uberlândia) foram divididas em três grupos segundo o período (início, meio ou final da geração) em que foram coletadas.

Do grupo das fêmeas emergidas (item 3.2.1) foram sorteados para serem dissecadas 15 indivíduos do início, 15 do meio e 8 do final da geração. Sorteou-se um número menor de fêmeas do final da geração devido a sua escassez natural ao final do período reprodutivo.

No Laboratório de Pesquisas Ecológicas da UFU, as 38 fêmeas do grupo das emergidas foram dissecadas para a contagem dos ovos. As fêmeas foram abertas através de cortes transversais com o auxílio de microbisturís, segundo as técnicas propostas por Birket-Smith (1962).

Os sacos ovarianos contendo os ovos de cada fêmea foram removidos e colocados em placas de Petri com álcool 70%. Os ovos

foram separados de outros tecidos com agulhas histológicas, permitindo sua contagem em lupa. Após a contagem, os ovos eram armazenados em vidros pequenos contendo álcool 70%, e etiquetados com o número da fêmea.

Os ovos dissecados foram classificados em:

- a) desenvolvidos (ovos grandes, duros e com formato regular)
- b) não desenvolvidos (ovos muito pequenos, frágeis e com formato irregular)

#### 3.2.6 Pesagem dos Ovos

Os conteúdos dos vidros com os ovos desenvolvidos foram filtrados em tela fina de nylon, separado-se os ovos do álcool.

Os conjuntos de ovos de cada fêmea foram colocados em envelopes de papel laminado e levados a uma estufa, onde permaneceram durante 24 horas a uma temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, os envelopes foram colocados em um cristalizador contendo sílica (para evitar que absorvessem a umidade do ar) e, em seguida, foram pesados em balança analítica.

#### 3.3 Análise Estatística dos Dados

Os dados obtidos foram reunidos para fins de análise em três grupos segundo o início, meio e final da geração (item 3.2.4).

Os dados foram arquivados e analisados no programa MICROSTAT.



A hipótese de que as variáveis peso médio dos indivíduos, envergadura, número e peso médio dos ovos, e porcentagem de ovos não desenvolvidos diferem entre os períodos do início, meio e final da geração foi testada através de análises de variância para um fator.

As relações entre as diversas variáveis citadas acima foram analisadas através do coeficiente de correlação "r" de Pearson.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar na Figura 3a, que os machos de Brassolis sophorae emergiram aproximadamente uma semana antes das fêmeas. Os machos começaram a emergir por volta do dia 17 de outubro e as fêmeas, por volta do dia 23 deste mesmo mês. O pico de emergência dos machos ocorreu anteriormente ao meio do período de emergência das fêmeas.

Os machos crepusculares também foram mais frequentes no início da geração (Fig. 3b).

Os indivíduos recém emergidos de Brassolis sophorae apresentaram uma longevidade aproximada de 9 dias, tanto para machos como para fêmeas (Fig. 4). Estes valores podem estar superestimados em alguns dias, considerando-se que foram obtidos em cativeiro, onde os indivíduos, provavelmente, voaram menos e não passaram por situações de estresse, em comparação com o ambiente natural. A longevidade máxima para os dois sexos foi de 14 dias.

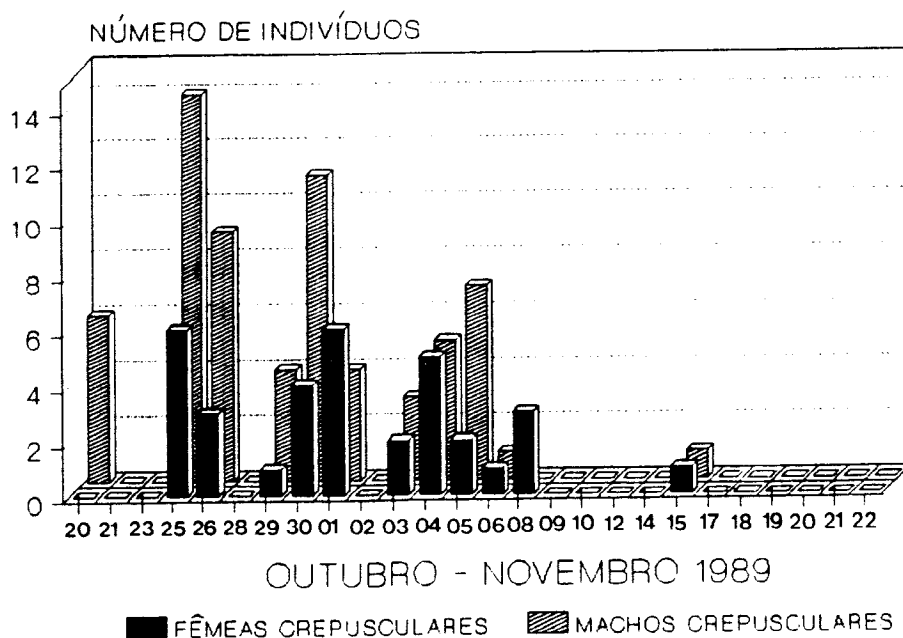
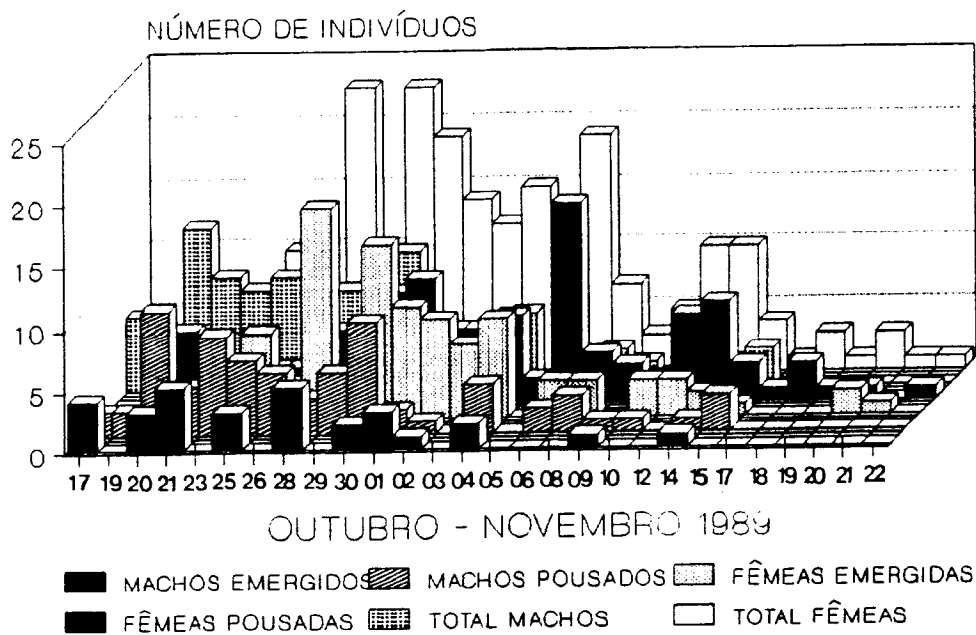


Figura 3. a) Número de indivíduos de *Brassolis sophorae* emergidos e pousados, registrados na área de estudo. b) Número de indivíduos capturados com rede manual durante o crepúsculo nas imediações do prédio da Engenharia de Alimentos, Unicamp.

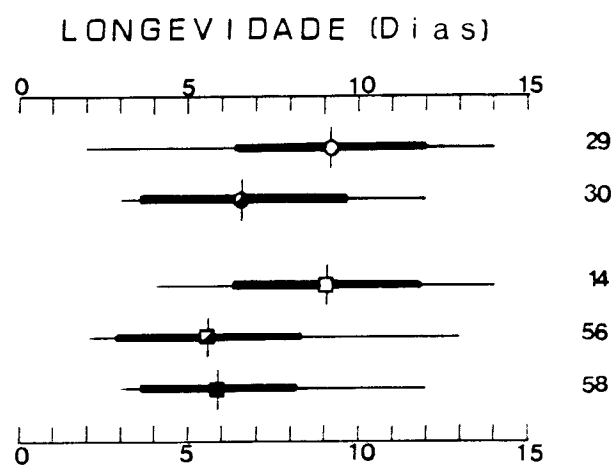


Figura 4. Longevidade de Brassolis sophorae em cativeiro.

As linhas verticais indicam as médias, as linhas horizontais grossas os desvios padrões, as horizontais finas, as amplitudes.

Fêmeas (○) e machos (□) emergidos; fêmeas (◐) e machos (◑) pousados; machos (■) crepusculares. Os números à direita da figura indicam o número de indivíduos de Brassolis sophorae criados em cativeiro.

Os indivíduos de ambos os sexos do grupo dos pousados, e os machos do grupo dos crepusculares, apresentaram em cativeiro uma menor longevidade que os indivíduos do grupo dos emergidos, indicando que eram mais velhos na época em que foram capturados.

Segundo Hasting (1989), a estratégia de emergência ideal para machos de Sphecius grandis (Hymenoptera) seria emergir antes das fêmeas e continuar vivo durante todo período em que as fêmeas estivessem emergindo. No entanto, o tempo de emergência das fêmeas de Sphecius grandis é longo em relação ao do macho e esta estratégia não pode ser usada. Outra boa estratégia para machos é a de emergir antes do pico de emergência das fêmeas (Hasting, 1989).

Brassolis sophorae apresentou um acentuado dimorfismo sexual quanto a envergadura e o peso fresco do adulto ao emergir (Fig. 5). A envergadura das fêmeas foi, em média, 1 cm maior do que a dos machos e seu peso fresco excedeu, em média, 1000 mg ao peso dos machos (Fig. 5).

Thornhill & Alcock (1983) associaram a protandria ao dimorfismo sexual de tamanho, particularmente nas espécies em que as fêmeas são maiores. Esta associação foi rejeitada para as borboletas (Wiklund & Solbreck, 1982; Wiklund & Forsberg, 1991; Wiklund et al., 1991; Nylin, 1992; Nylin et al., 1993)

O peso de machos e fêmeas apresentou uma correlação positiva moderada significativa com a envergadura (Fig. 6).

O peso fresco e a envergadura de machos e fêmeas emergidas não apresentaram correlações significativas com a

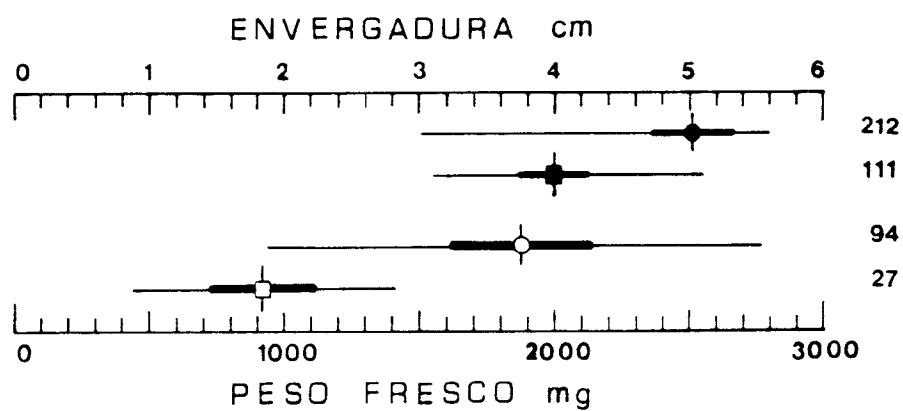


Figura 5. Envergadura de fêmeas (●) e machos (■), peso fresco de fêmeas (○) e machos (□) de *Brassolis sophorae* ao emergirem. Os números à direita da figura indicam o número de indivíduos medidos ou pesados. As linhas verticais representam as médias; as linhas horizontais grossas, os desvios padrões e as linhas finas, as amplitudes.

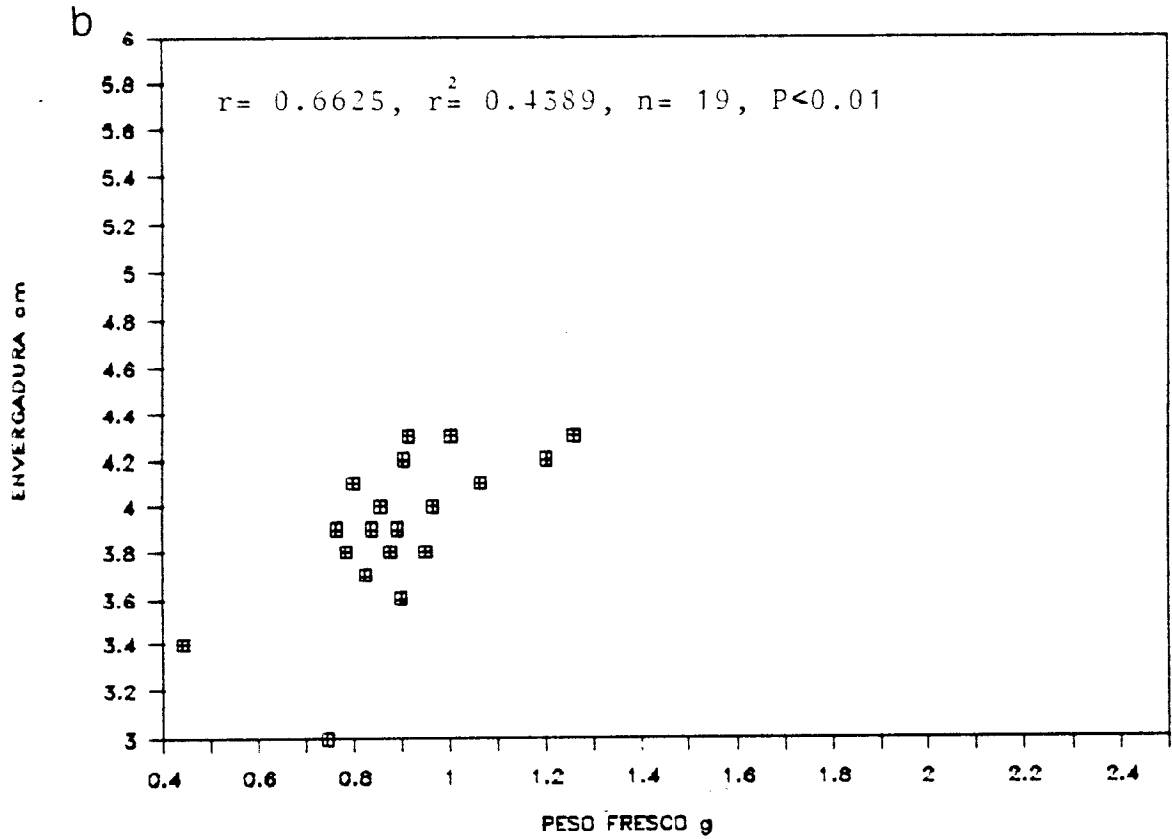
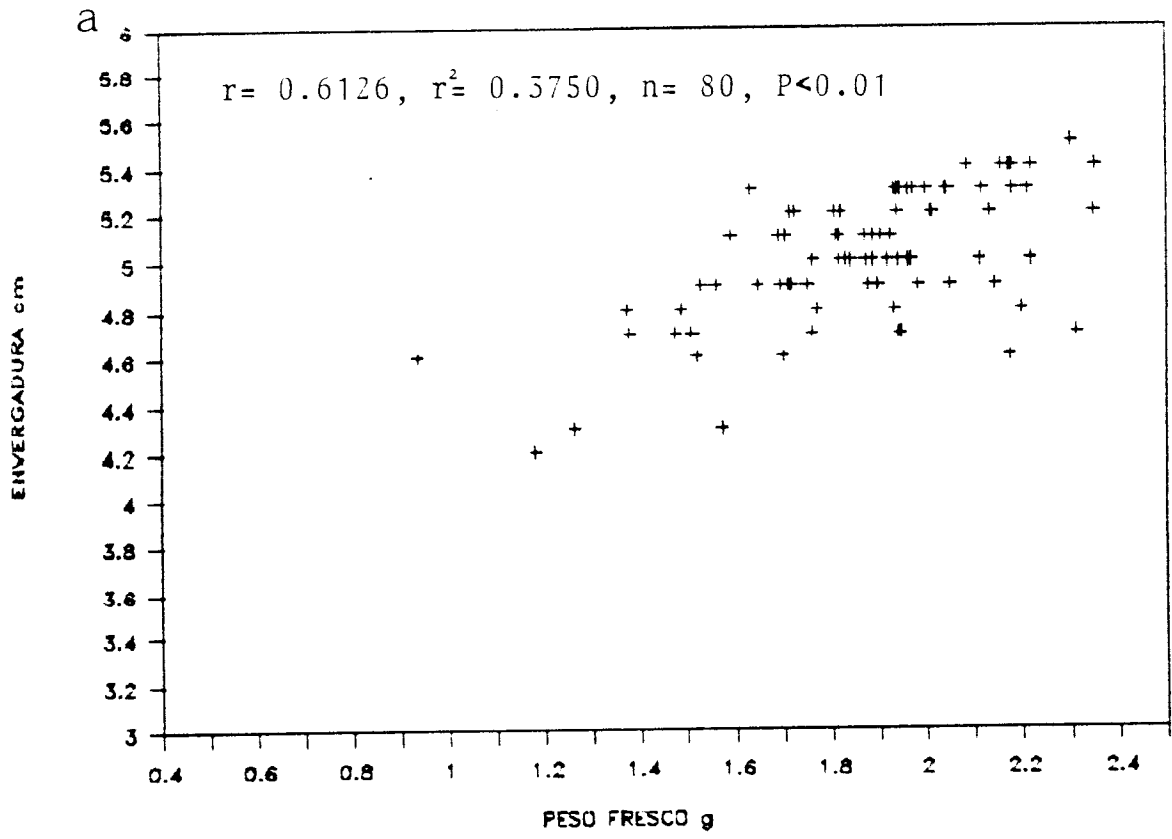


Figura 6. Relações entre o peso e a envergadura de fêmeas (a) e machos (b) emergidos de Brassolis sophorae.

longevidade. Menos de 15% da variação da longevidade de machos e fêmeas foi explicada pelo peso fresco. Este valor reduziu-se para menos de 5% no caso da envergadura (Fig. 7).

#### 4.1 Análise do Tamanho e Fertilidade de Brassolis sophorae ao Longo da Geração.

Não houve diferença significativa no peso médio das fêmeas emergidas no início e meio da geração (Fig. 8, Tab. 1). Entretanto, o peso das fêmeas emergidas no final da geração foi significativamente menor que nos dois períodos anteriores (Tab. 1). Esta tendência das fêmeas do final da geração terem menor peso, repetiu-se nas fêmeas dos grupos das pousadas e crepusculares. Comparativamente, os machos apresentaram uma menor variação de peso (Fig. 8).

A envergadura das fêmeas que emergiram no meio da geração foi significativamente maior do que a das fêmeas do início e do final da geração (Fig. 9, Tab. 2). Estes dois últimos conjuntos de fêmeas (início e final da geração) apresentaram envergaduras que não diferiram significativamente (Fig. 9, Tab. 2).

O número máximo de ovos encontrados nas fêmeas emergidas foi de 468 e a média 326 ovos (Tab. 3). Como nas folhas de palmeiras, em geral, observa-se conjuntos de aproximadamente 60 a 120 ovos (A. Ruszczyk, comunicação pessoal) é muito provável que as fêmeas desta espécie realizem mais de uma oviposição. A realização de várias posturas é comum nas espécies de lepidópteros que possuem um grande complemento de ovos. Por

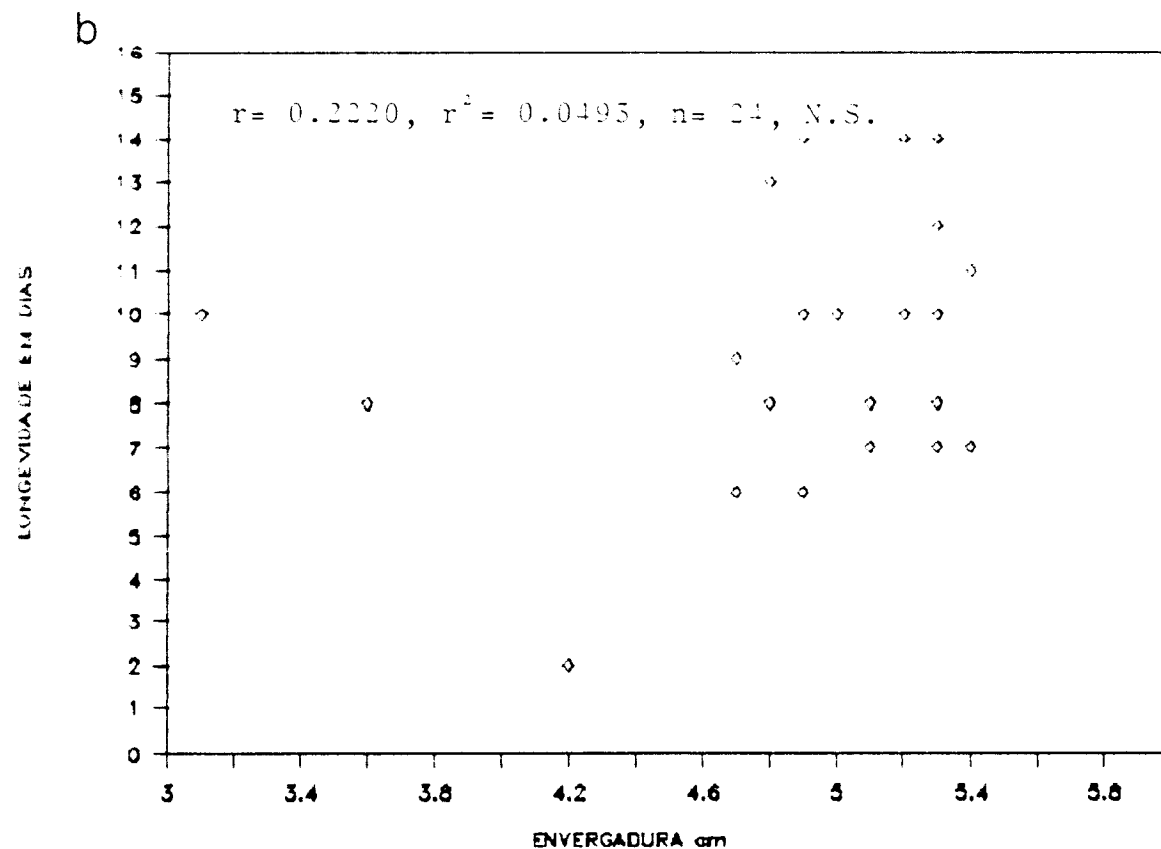
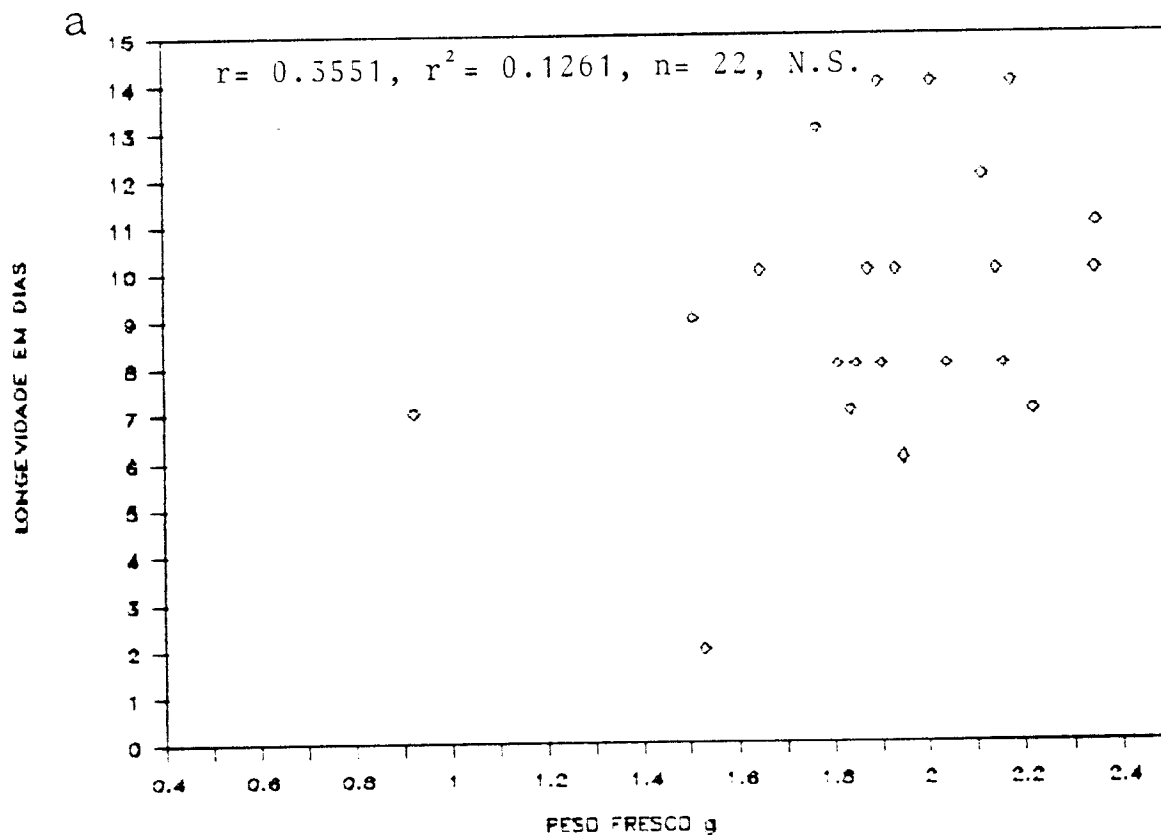


Figura 7. Relações entre o peso fresco das fêmeas de Brassolis sophorae ao emergirem e suas longevidades (a); envergadura das fêmeas vs longevidade (b); peso fresco dos machos ao emergirem vs longevidade (c), e envergadura dos machos vs longevidade (d).



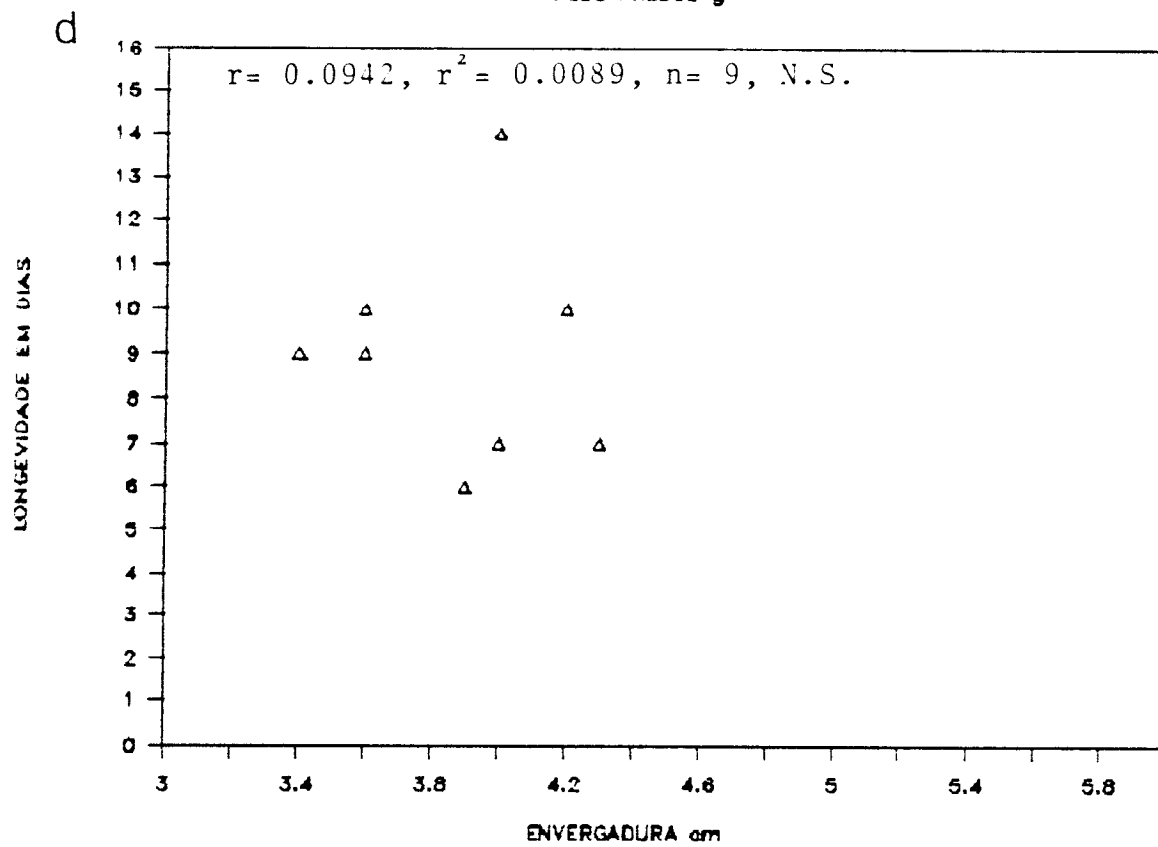
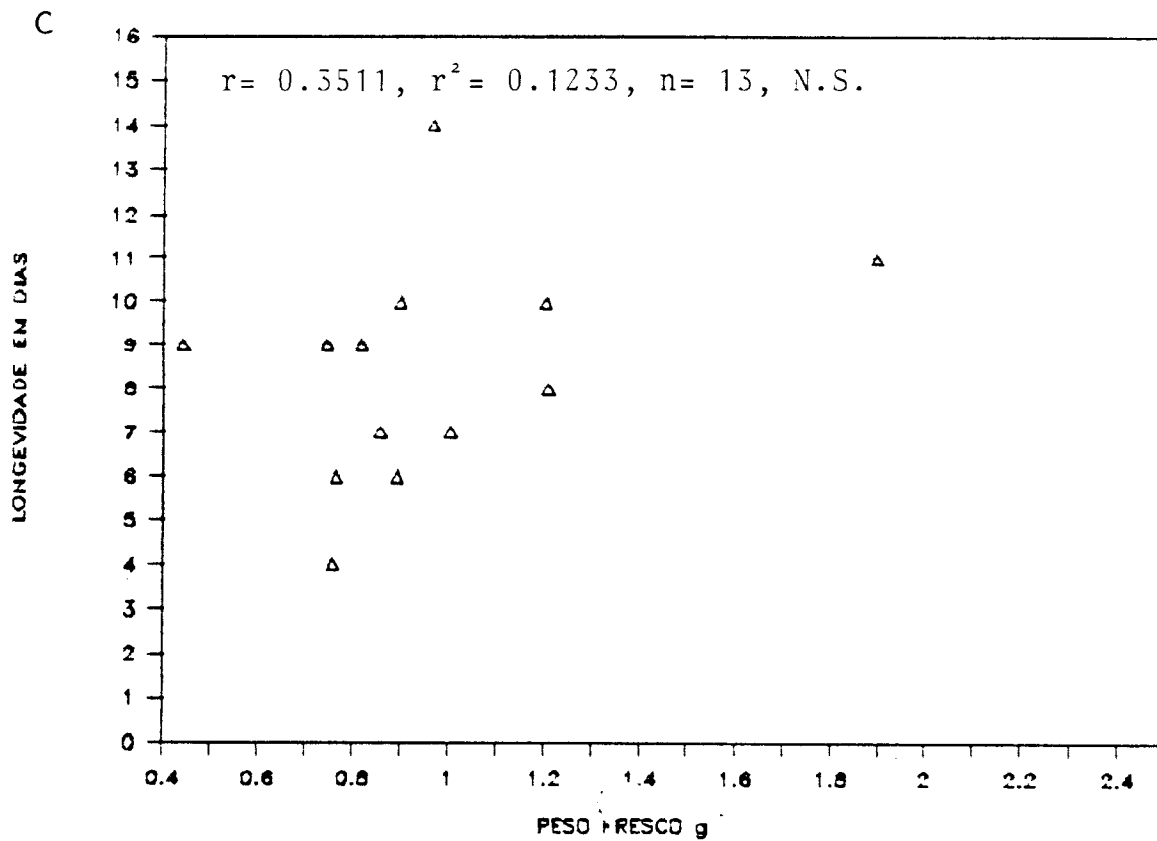


Figura 7. ( Continuação)

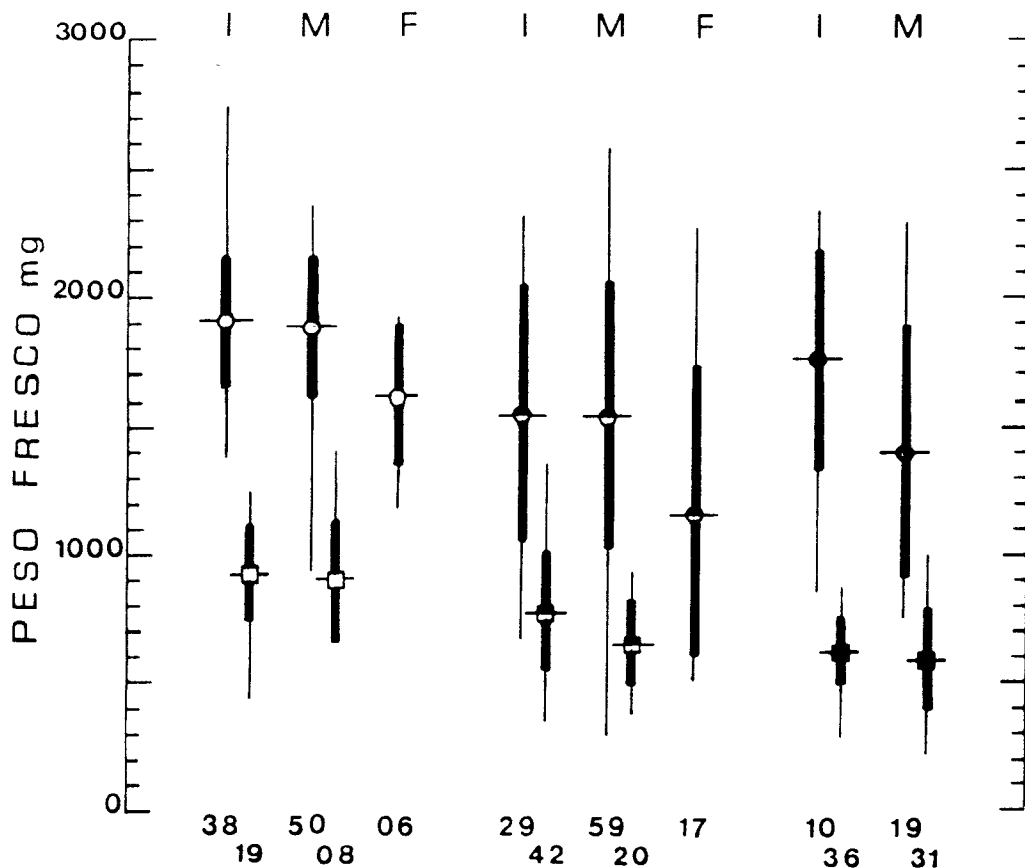


Figura 8. Peso fresco de *Brassolis sophorae* no início (I), meio (M) e final (F) da geração. As linhas horizontais representam as médias; as linhas verticais grossas, os desvios padrões, e as linhas verticais finas, as amplitudes.

Fêmeas (○) e machos (□) emergidos; fêmeas (◐) e machos (◑) pousados; fêmeas (●) e machos (■) crepusculares. Os números abaixo da figura indicam o número de indivíduos pesados.

Tabela 1. Análise da variância do peso fresco de fêmeas de *Brassolis sophorae* emergidas no início (I), meio (M) e final (F) da geração.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	456157.197	2	228078.599	3.191	0.0458
I vs M	12798.969	1	12798.969	0.180	0.6728
(I + M) vs F	443358.229	1	443358.229	6.260	0.0141
Dentro	6503500.728	91	71467.041		
Total	6959697.926	93			

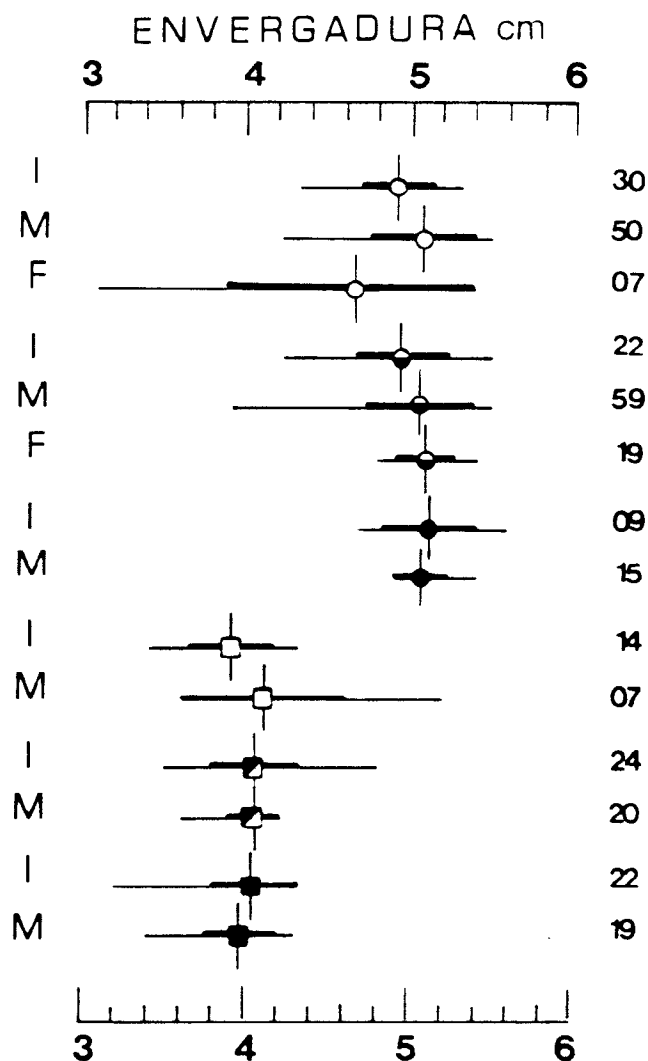


Figura 9. Envergaduras de fêmeas e machos de *Brassolis sophorae* no início (I), meio (M) e final (F) da geração. As linhas verticais representam as médias; as linhas horizontais grossas, os desvios padrões, e as linhas horizontais finas, as amplitudes.

Fêmeas (○) e machos (□) emergidos; fêmeas (◐) e machos (◑) pou-sados; fêmeas (●) e machos (■) crepusculares. Os números à direita da figura indicam o total de indivíduos medidos.

Tabela 2. Análise da variância da envergadura de fêmeas de *Brassolis sophorae* emergidas no início (I), meio (M) e final (F) da geração.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	41.474	1	41.474	5.662	0.0198
I vs F	29.325	1	29.325	2.764	0.1053
(I + F) vs M	78.169	1	78.169	7.906	0.006
Dentro	571.312	78	41.474		
Total	612.789	79			

Tabela 3. Número de ovos registrados por fêmea de Brassolis sophorae, número de ovos desenvolvidos, peso dos ovos desenvolvidos (em miligramas) e porcentagem de ovos não desenvolvidos. Dados obtidos através da dissecação de 38 fêmeas emergidas.

Características dos Ovos	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Total de ovos	326.47	94.86	105	468
Ovos desenvolvidos	274.58	74.40	105	392
% de ovos não desenvolvidos	13.77	9.31	0	30.42
Peso dos ovos	0.39	0.12	0.24	1.11

exemplo, a mariposa Lymantria dispar tem o potencial de ovipor 1100 ovos, mas somente 600 a 800 são depositadas por oviposição (Lamison et al., 1991)

No total de ovos examinados, em média, 13% não eram desenvolvidos. O peso médio dos ovos foi de 0.69 mg e o valor máximo foi de 1,11 mg.

O peso fresco das fêmeas emergidas apresentou uma correlação positiva fraca com o número total de ovos em seus ovários, sendo que somente 15,24% da variação do número total de ovos foi explicada pelo peso da fêmea (Fig. 10).

Em Parapediasia tetreralla (Lepidoptera) o número de ovos se relacionou com o tamanho da fêmea (Marshall, 1988) .

O peso médio dos ovos não apresentou correlação significativa com o número de ovos de cada fêmea ou com o peso da fêmea ao emergir (Fig. 10). Em ambos os casos, menos de 2% da variação do peso médio dos ovos foi explicada pelo número de ovos e peso da fêmea.

O número total de ovos das fêmeas do final da geração foi significativamente menor que o das fêmeas do início e meio da geração (Fig. 11, Tab. 4).

O número médio de ovos desenvolvidos diferiu significativamente nos três períodos (Tab. 5), sofrendo uma redução progressiva do início ao final da geração. Por outro lado, o peso médio dos ovos não diferiu significativamente entre os três períodos (Fig. 11 , Tab. 6) bem como, a porcentagem média de ovos não desenvolvidos (Fig. 12, Tab. 7).

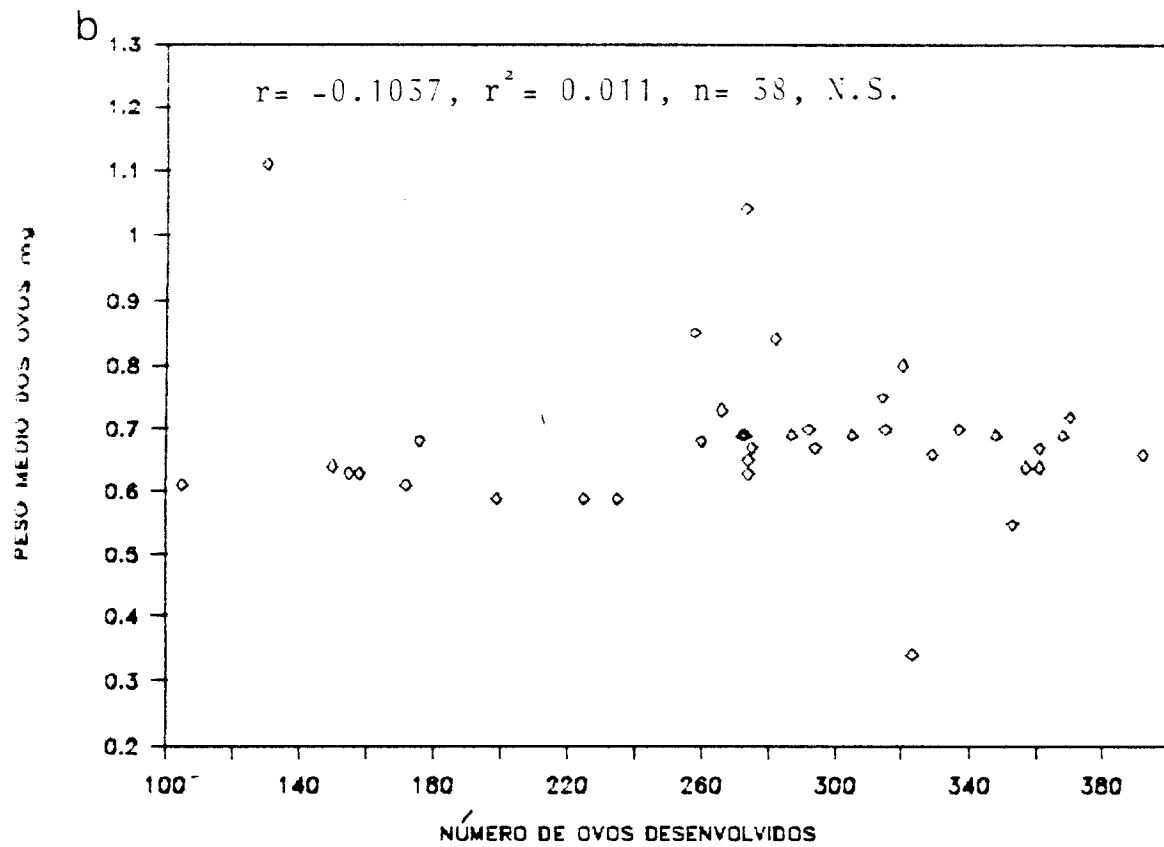
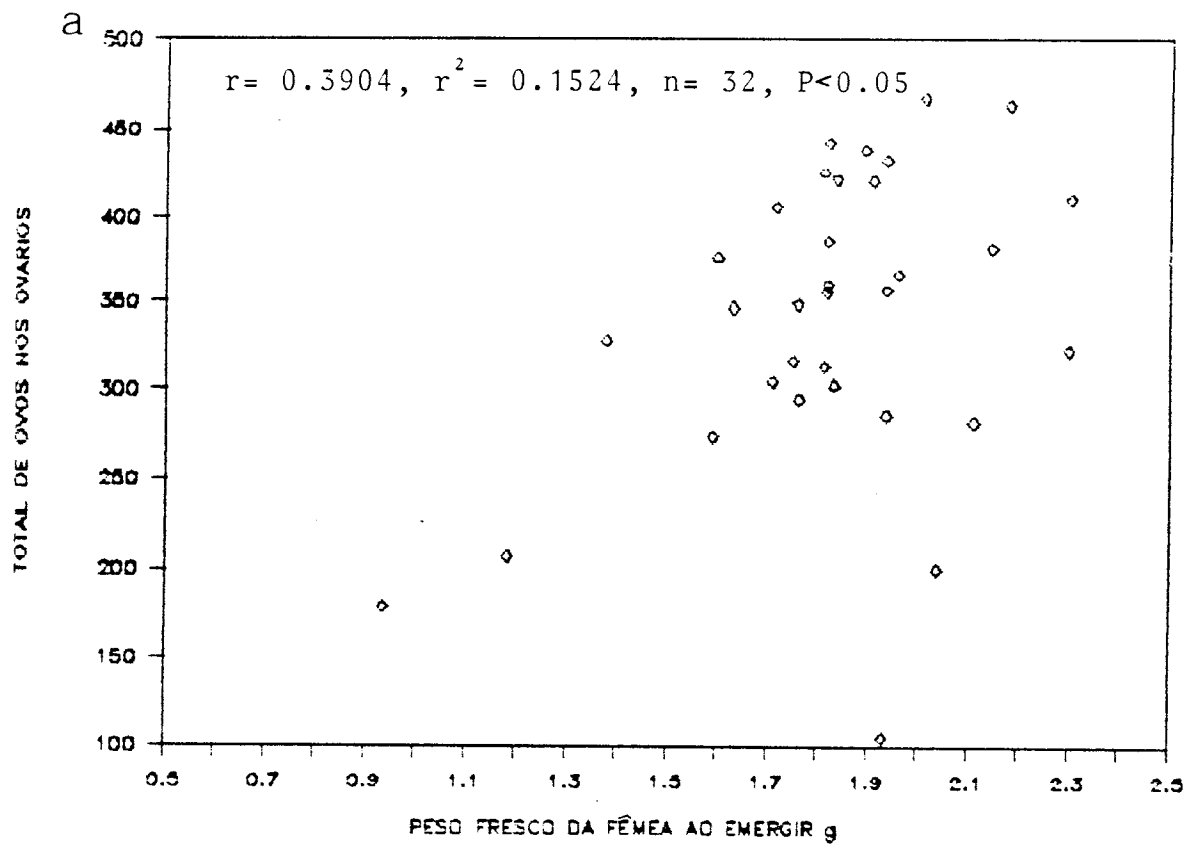


Figura 10. Relações entre o peso de fêmeas de *Brassolis sophorae* emergidas e o total de ovos (a); número de ovos e seu peso médio (b); peso das fêmeas recém emergidas e o peso médio de seus ovos (c).

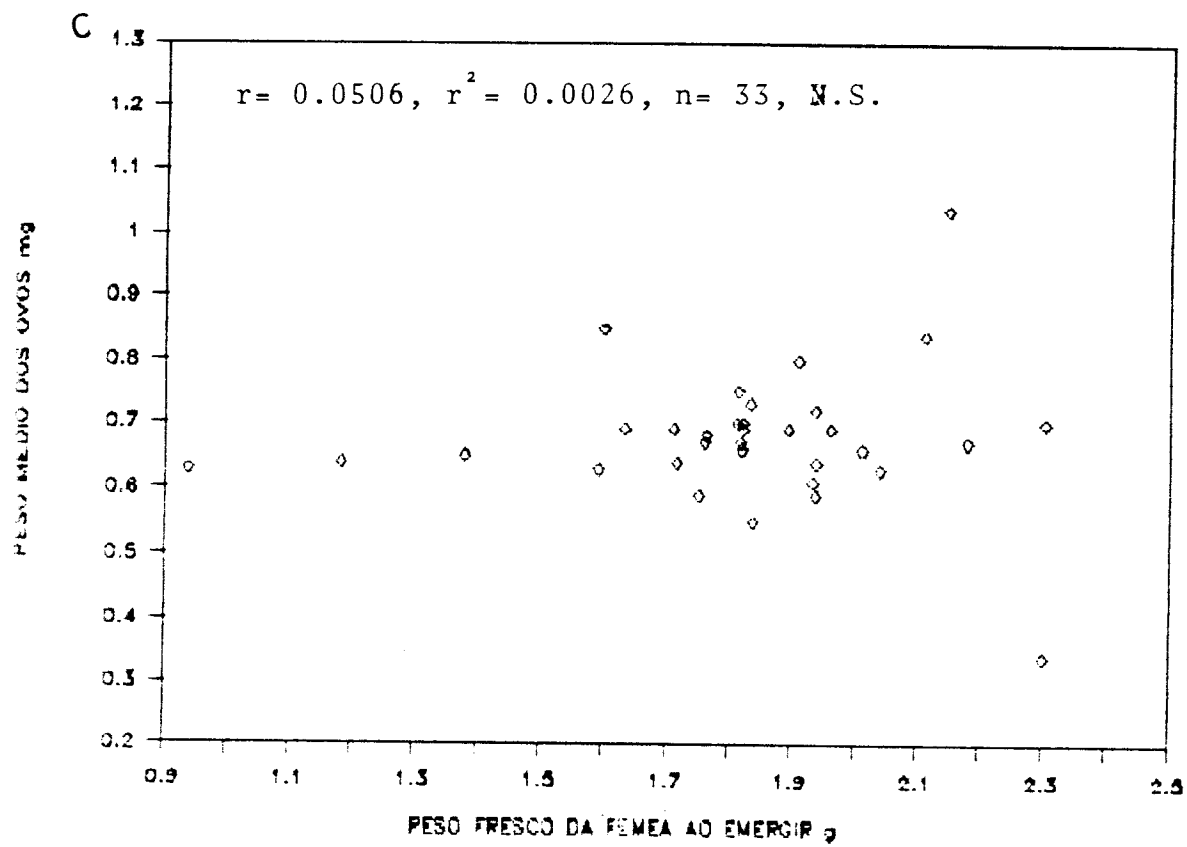


Figura 10. (Continuação).

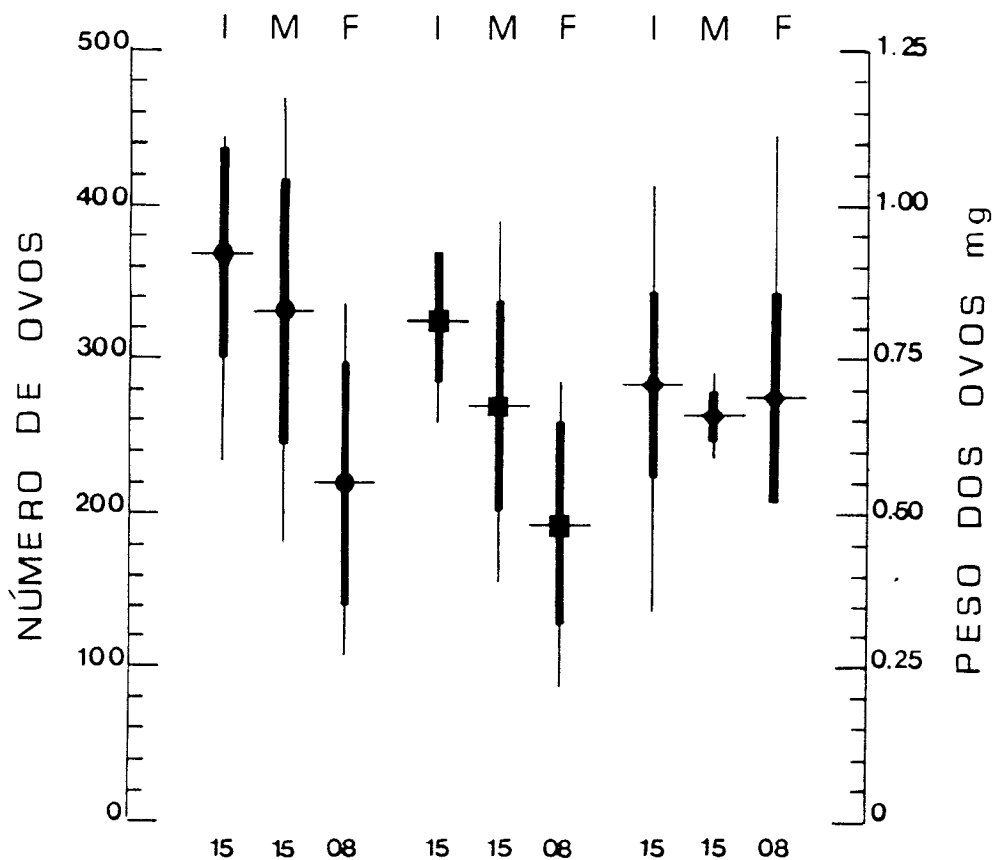


Figura 11. Número e peso médio dos ovos de Brassolis sopherae registrados em fêmeas emergidas no início (I), meio (M) e final (F) da geração. As linhas horizontais indicam as médias; as linhas verticais grossas indicam os desvios padrões, e as linhas verticais finas, as amplitudes.

Número total de ovos (●); número de ovos desenvolvidos (■); peso médio dos ovos (◆). Os números abaixo da figura indicam o número de fêmeas que foram dissecadas.

Tabela 4. Análise da variância do número total de ovos de Brassolis sopherae registrados em fêmeas emergidas no início (I), meio (M) e final (F) da geração. Dados elevados ao quadrado.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	39320836056.327	2	$1.9660 \times 10^{10}$	8.034	0.0013
I vs M	4268029252.800	1	4268029252.800	1.547	0.2239
(I + M) vs F	35052806803.527	1	$3.5053 \times 10^{10}$	14.035	0.0006
Dentro	85646147808.543	35	2447032794.530		
Total	$1.2497 \times 10^{11}$	37			



Tabela 5. Análise da variância do número de ovos desenvolvidos registrados em fêmeas de Brassolis sophorae emergidas no início (I), meio (M) e final (F) da geração.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	89330.030	2	44665.015	13.531	0.00004
I vs M	22304.133	1	22304.133	7.328	0.0114
I + M vs F	67199.511	1	67199.511	17.584	0.00171
Dentro	115535.233	35	3301.007		
Total	204865.263	37			

Tabela 6. Análise da variância do peso médio de ovos desenvolvidos de Brassolis sophorae registrados em fêmeas do início (I), meio (M) e final (F) da geração. Dados transformados em log.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	0.0027	2	0.0014	0.213	0.8093
Dentro	0.226	35	0.0065		
Total	0.229	37			

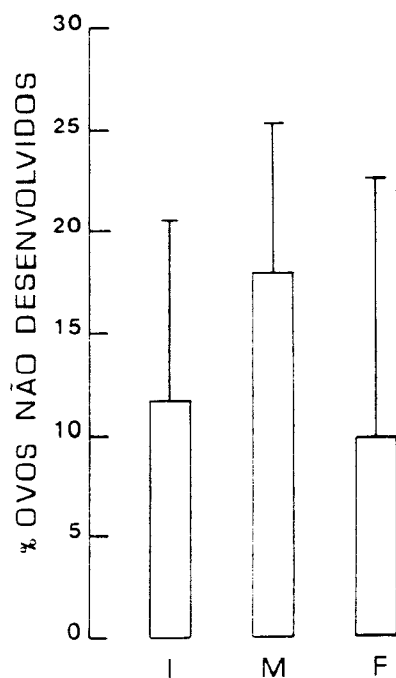


Figura 12. Porcentagem de ovos de Brassolis sopherae não desenvolvidos registrados em fêmeas emergidas no início (I), meio (M) e final (F) da geração.

Tabela 7. Análise da variância da porcentagem de ovos não desenvolvidos registrados em fêmeas de Brassolis sopherae emergidas no início (I), meio (M) e final (F) da geração.

Fonte de Variação	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Entre	444.803	2	222.402	2.617	0.0873
Dentro	2974.468	35	84.985		
Total	3419.271	37			

Ao longo do período reprodutivo, observou-se nas fêmeas de Brassolis sophorae uma redução na envergadura, peso corporal, número total de ovos, e número total de ovos desenvolvidos.

Todas estas características das fêmeas do final do período reprodutivo, tendem a reduzir o sucesso reprodutivo de machos que se reproduzam tardiamente na geração.

Há uma correlação positiva entre o tamanho do corpo da fêmea e o sucesso reprodutivo ( Suzuki, 1978; Karlsson & Wiklund, 1984; Chew & Robbins, 1984).

A fertilidade decrescente das fêmeas de Brassolis sophorae ao longo do período reprodutivo (demonstrada nesta pesquisa) pode, provavelmente, agir como uma pressão seletiva favorecendo os machos emergidos no início da geração. Estes machos, em comparação com os do final da geração, copularão com fêmeas de maior vigor e com maior número de ovos.

As pesquisas citadas nesta monografia, em geral, relacionaram a protandria ao resultado da seleção sexual nos machos para maximizar o número de seus cruzamentos. Os resultados desta pesquisa sugerem que, além do número de fêmeas copuladas, as características qualitativas das fêmeas podem influenciar o fenômeno da protandria.

Estes resultados e conclusões necessitam de confirmação, através do estudo de um número maior de gerações deste lepidóptero.

## 5. CONCLUSÕES

A espécie Brassolis sophorae apresenta um acentuado dimorfismo sexual sendo as fêmeas maiores em envergadura e peso.

Os machos emergem aproximadamente uma semana antes das fêmeas.

A longevidade média desta espécie em cativeiro foi de aproximadamente 9 dias para ambos os sexos, e não se correlacionou significativamente com o peso e a envergadura dos indivíduos.

As fêmeas do final da geração apresentaram uma menor envergadura e peso que as fêmeas dos períodos anteriores.

O número total de ovos e o número total de ovos desenvolvidos foi menor nas fêmeas do final da geração.

O peso médio dos ovos não diferiu significativamente ao longo da geração, e não se correlacionou significativamente com o peso das fêmeas nem com o total de ovos desenvolvidos por fêmea.

A menor fertilidade, peso e envergadura das fêmeas do final da geração poderiam agir como uma das forças seletivas responsáveis pela protandria nesta espécie.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- BAUGHMAN, J.F., MURPHY, D.D., & EHRLICH, P.R. 1988. Emergence patterns in male checkerspot butterflies: Testing theory in the field. *Theoretical Population Biology* 33:102-113.
- BIRKET-SMITH, J. 1962. Genital preparations of female Lepidoptera. *Entomologiske Meddelelser* 31(3):198-204
- BULMER, M.G. 1983. Model for the evolution of protandry in insects. *Theoretical Population Biology* 23: 314-322.
- CHEV, F.S., & ROBBINS, R.K. 1984. Egg-laying in butterflies. IN: *The biology of butterflies* (Vane-Wright, R.I. & Ackery, P.R., eds.). XII, 713-750. Academic Press.
- DARWIN, C. 1877. *The descent of man and selection in relation to sex*. John Murray, London.
- FAGERSTRÖM, T., & WIKLUND, C. 1982. Why do males emerge before females? Protandry as a mating strategy in male and female butterflies. *Oecologia* 52: 144-148.
- HASTING, J. 1989. Protandry in western cicada killer wasps, (*Sphecius grandis*) (Hymenoptera: Sphecidae) an empirical study of emergence time and mating opportunity. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 25: 255-260.

- IWASA, Y., ODENDAAL, F.J., MURPHY, D.D., EHRLICH, P.R. & LAUNER, A.E. 1983. Emergence patterns in male butterflies: A hypothesis and a test. *Theoretical Population Biology* 23: 363-379.
- KARLSSON, B. & WIKLUND, C. 1984. Egg weight variation and lack of correlation between egg weight and spring fitness in the wall brown butterfly Lasionata megera. *Oikos* 43: 376-385.
- LAMISON, C.D., BALLARINO, J. & MICHELI 1991. Temporal events of gypsy moth vitellogenesis and ovarian development. *Physiological Entomology* 16: 201-209.
- LEDERHOUSE, R.C., FINKE, M.D. & SCRIBE, J.M. 1982. The contributions of larval growth and pupae duration to protandry in the black swallowtail butterfly, Papilio polyxenes. *Oecologia* 53: 296-300.
- MARSHAL, L.D, 1988. Intraspecific variation in reproductive effort by female Parapediasia teterrella (Lepidoptera: Pyralidae) and its relation to body size. *Canadian Journal of Zoology* 68: 44-48.
- NYLIN, S. 1992. Seasonal plasticity in life history traits: growth and development in Polygonia c-album (Lepidoptera: Nymphalidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 47: 301-323.
- NYLIN, S. WIKLUND, D. & WICKMAN, P.O. 1993. Absence of trade off between sexual size dimorphism and early male emergence in a butterfly. *Ecology* 74(5): 1414-1427.

- RUSZCZYK, A. & CARVALHO, M.C.JR. 1993. Malfunction of ecdysis and female biased mortality in urban Brassolis ephorae (Nymphalidae: Brassoliniæ). *Journal of the Lepidopterists Society* 47(2): 134-139.
- SINGER, M.C. 1982. Sexual selection for small size in male butterflies. *American Naturalist* 119: 440-443.
- SUZUKI, 1878. Adult longevity and reproductive potential of the small cabbage white, Pieris rapae crucivora Boisduval (Lepidoptera: Pieridae). *Applied Entomology and Zoology* 13 (4): 312-313.
- THONRNHILL, R. & ALCOCK, J. 1983. *The evolution of insect mating systems*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- WIKLUND, C. & FAGERSTROM, J. 1977. Why do males emerge before females? A hypothesis to explain the incidence of protandry in butterflies. *Oecologia* 31: 153- 158.
- WIKLUND, C. & FORSBERG, J. 1991. Sexual size dimorphism in relation to female polygamy and protandry in butterflies: a comparative study of swedish Pieridae and Satyridae. *Oikos* 60: 373-381.
- WIKLUND, C. NYLIN, S. & FORSBERG, J. 1991. Sex-related variation in growth rate as a result of selection for large size and protandry in a bivoltine butterfly (Pieris napi L.) *Oikos* 60: 241-250.
- WIKLUND, C. & SOLBRECK, D. 1982. Adaptive versus incidental explanations for the occurrence of

protandry in a butterfly, Leptidea sinaps L.

**Evolution** 36: 55-62.

ZONNEVELD, C. & MELTZ, J.A.J. 1991. Models on  
butterfly protandry: virgin females are at risk to  
die. **Theoretical Population Biology** 40: 308-321.