

MONTEIRO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
UNICAMP

INSTITUTO DE BIOLOGIA

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE TECLÍNEOS (LEP. : LYCAENIDAE)  
COM REFERÊNCIA ESPECIAL À COLORAÇÃO CRÍPTICA  
DE DUAS ESPÉCIES DE REKOA KAYE

RICARDO FERREIRA MONTEIRO

TESE DE DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ECOLOGIA

1990

M764a  
13023/BC

Este Exemplar  
acompanha a versão final  
da Tese defendida pelo  
Ricardo Ferreira Monteiro  
e aprovada pelo Conselho  
de Iniciação Científica  
em 21-12-1990

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE TECLÍNEOS (LEP.: LYCAENIDAE)  
COM REFERENCIA ESPECIAL A COLORAÇÃO CRÍPTICA DE DUAS  
ESPÉCIES DE REKOA (KAYE).

Ricardo Ferreira Monteiro

Tese apresentada ao Curso de  
Pós-Graduação em Ecologia,  
Instituto de Biologia, UNICAMP,  
para obtenção do título de  
Doutor em Ciências Biológicas,  
área de Ecologia.

Orientador: Dr. João Vasconcellos-Neto

Campinas, SP

1990



BC/9100745

A minha mulher, Margarete, pelo  
enorme carinho que tenho recebido  
e a Lara, nossa filhinha.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve a participação especialmente importante de Margarete Macêdo Monteiro, minha mulher, que ajudou-me muito com sua competência e habilidade no campo e laboratório assim como com suas críticas, sugestões e pesquisa bibliográfica.

Sou muito grato ao Dr. João Vasconcellos-Neto pela orientação do trabalho; aos membros da pré-banca Drs. Benedito Ferreira do Amaral Filho, Paulo Sérgio de Oliveira, Ricardo Iglesias Rios e Manoel Martins Dias; e aos membros da banca.

Os insetos obtidos na tese foram gentilmente identificados por: Dr. Robert Robbins (Lep.: Lycaenidae), Dr. Vitor Becker (Lep.: Pyralidae), Dr. G. Delvare (Hym.: Chalcididae), Dr. Paul Marsh (Hym.: Braconidae), Dr. Luis de Santis (Hym.: Eulophidae) e Dra. Marta Loiacono (Hym.: Scelionidae). As plantas da restinga foram determinadas pela pesquisadora Janie Silva, utilizando o herbário do Museu Nacional.

A Maria Auxiliadora Kaplan e sua estagiária Maria Isabel R. Sampaio, do NPPN, Departamento de Bioquímica, pelas análises bioquímicas dos pigmentos e ao laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Biofísica pela preparação e as fotos das larvas, em microscopia de varredura. A Benedita Aglai pela foto aérea da vegetação da restinga.

O técnico e amigo Rogério Deodoro de Oliveira e vários estagiários do laboratório de Ecologia de Insetos (UFRJ/IB), particularmente, André Luis de Lima Carvalho, contribuíram para este trabalho.

A todos os amigos de Campinas que me receberam em suas casas,

em especial às famílias <Rogério, Carmem, Carol, Cla, Be e Gui>, <Thomas, Gracinha, Alessandra e Ana> e <João, Marina e João Henrique>.

Ao Departamento de Ecologia e à direção do Instituto de Biologia (UFRJ) pelo apoio recebido.

A CAPES pela concessão da bolsa de deslocamento e auxílio na confecção da tese e à FINEP pelo apoio financeiro a esta tese, que é parte de um projeto de estudo de Ecologia de Insetos.

Finalmente aos colegas e amigos que me acompanharam ou que me fiz acompanhar nas andanças no campo e nas discussões em todo canto.

## INDICE

	PAG
<b>I. INTRODUÇÃO</b>	
1. Adaptações defensivas e coloração em insetos .....	01
2. A família Lycaenidae .....	02
1. Aspectos gerais .....	02
2. Associação com formigas .....	03
3. Camuflagem em espécies de Lycaenidae .....	04
4. O gênero Rekoa .....	05
3. Objetivos .....	06
<b>II. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	
1. Area de estudo .....	07
2. Metodologia .....	09
1. Procedimentos gerais no campo .....	09
2. Aspectos biológicos de Rekoa .....	10
3. Coloração .....	12
4. Proteção críptica .....	14
5. Associação com formigas .....	15
6. Outras espécies de Lycaenidae .....	17
<b>III. RESULTADOS</b>	
1. Biologia e utilização dos hospedeiros .....	19
1. Rekoa marius .....	19
2. Rekoa palegon .....	26
2. Partilha de recursos .....	27
3. Predação e parasitismo .....	31

1. Predação .....	31
2. Parasitismo .....	31
4. Associação com formigas .....	33
5. Coloração .....	38
1. Policromatismo críptico .....	38
2. Natureza da coloração .....	39
3. Proteção críptica .....	48
6. Outras espécies de Lycaenidae .....	49
7. Outros Lepidoptera .....	52
IV. DISCUSSÃO	
1. Utilização dos hospedeiros por Rekoa .....	53
2. Associação com formigas .....	56
3. Parasitismo e regulação populacional .....	61
4. Partilha de recursos .....	64
5. Coloração críptica .....	67
1. Natureza da coloração .....	67
2. Camuflagem x predação .....	69
V. CONCLUSÕES .....	74
VI.1. RESUMO .....	76
2. SUMMARY .....	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRATICAS .....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Registros de plantas hospedeiras de <i>R. marius</i> .....	20
Tabela 2. Floração de hospedeiras de <i>R. marius</i> .....	21
Tabela 3. Ocorrência de larvas de <i>R. marius</i> .....	23
Tabela 4. Relação espécies não hospedeiras de <i>R. marius</i> .....	25
Tabela 5. Horário de alimentação de <i>R. marius</i> .....	28
Tabela 6. Floração de hospedeiras de <i>R. palegon</i> .....	29
Tabela 7. Ocorrência de larvas de <i>R. palegon</i> .....	29
Tabela 8. Experimento de troca de alimentação .....	32
Tabela 9. Formigas associadas a <i>Rekoa</i> .....	37
Tabela 10. Influência de formigas sobre desova .....	40
Tabela 11. Efeito de formigas sobre desenvolv. de larvas .....	40
Tabela 12. Coloração de botões e larvas de <i>R. marius</i> .....	42
Tabela 13. Coloração de botões e larvas de <i>R. palegon</i> .....	45
Tabela 14. Experimento de troca de alimentação .....	45
Tabela 15. Ensaio de proteção críptica .....	48
Tabela 16. Dados de outros licenídeos .....	50

## LISTA DE FIGURAS

Fig.1 Diagrama climático de Barra de Maricá .....	08
Fig.2 Fotografia aérea da restinga .....	08
Fig.3 Variação de densidade de imaturos de <i>R. marius</i> .....	22
Fig.4 Importância de hospedeiras de <i>R. marius</i> .....	22
Fig.5 Variação de densidade de imaturos de <i>R. palegon</i> .....	30
Fig.6 Importância de hospedeiras de <i>R. palegon</i> .....	30
Fig.7 Regressão de tamanho de larva x tamanho de parasitóide .	34
Fig.8 Fotografia em ME de larva de <i>R. marius</i> .....	36
Fig.9 Regressão formigas x densidade de larvas .....	37
Fig.10 Policromatismo de larvas de <i>R. marius</i> .....	41
Fig.11 Coloração de larvas de <i>R. marius</i> no tempo .....	42
Fig.12 Policromatismo de larvas de <i>R. palegon</i> .....	43
Fig.13 Cromatografia de flor, larva e fezes de <i>R. marius</i> .....	46
Fig.14 Espectrometria de flor, larva e fezes de <i>R. marius</i> .....	47

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE TECLÍNEOS (LEP.: LYCAENIDAE) COM REFERENCIA ESPECIAL A COLORAÇÃO CRIPTICA DE DUAS ESPECIES DE REKOA (KAYE).

## I INTRODUÇÃO

### I.1 ADAPTAÇÕES DEFENSIVAS E COLORAÇÃO EM INSETOS

Estudos de interação inseto x planta tem gerado muitas hipóteses sobre dinâmica e evolução de populações e estrutura de comunidades (Mound & Walloff, 1978, Strong et al., 1984; Howe & Westley, 1988). A inclusão do terceiro nível trófico (predadores e parasitóides) tem contribuído ainda mais para o entendimento de padrões observados na natureza (Price et al., 1980).

Predadores atuam tanto a nível de controle numérico de populações de presas (fator de regulação populacional) como também de evolução de características da presa (agente de seleção natural). Presas por outro lado evoluem características adaptativas (adaptações defensivas) que reduzem as chances de sucesso de ataque do seu predador. Frequentemente nessas adaptações defensivas estão envolvidas características morfológicas, comportamentais ou químicas. Este trabalho analisa tais aspectos particularmente em relação a coloração defensiva e interações complexas.

Das estratégias de defesa contra predação, as mais intensivamente estudadas são as que envolvem coloração defensiva (Edmunds, 1974; Endler, 1981). Apesar desses estudos centrarem principalmente em insetos adultos (Cott, 1940; Wickler, 1968; Edmunds, 1974) adaptações defensivas no estágio larval são também muito importantes. Como a fuga ativa raramente pode ser adotada pela larva como forma de defesa (secundária), duas estratégias

opostas são frequentemente encontradas como consequência da pressão seletiva de predadores, o aposematismo e a camuflagem (defesas primárias). A maioria das espécies parecem ser inconspícuas ou crípticas (Poulton, 1890; Cott, 1940; Endler, 1978).

Larvas de Lepidoptera ao mesmo tempo em que são uma das taxocenoses que tem o maior peso na herbivoria (Janzen, 1988), são também uma das fontes de alimento mais importantes para predadores, especialmente pássaros, que possuem visão de cor (Mariath, 1982).

O padrão de coloração de um animal desempenha três funções principais: termorregulação, comunicação intra e interespecífica e defesa contra predadores (Endler, 1978). Predadores que caçam orientados por visão são considerados como os agentes de seleção ou de manutenção de polimorfismos cromáticos em populações (Ford, 1975) e promotores de diversidade de aspectos em comunidades animais (Rand, 1967; Ricklefs & O'Rourke, 1975).

O caso até hoje mais conhecido de camuflagem em insetos é o da mariposa *Biston betularia* (Kettlewell 1956, 1961). Este autor demonstrou experimentalmente a ação de predação por pássaros produzindo um polimorfismo de cor em populações desta mariposa em diferentes regiões da Inglaterra (mas veja crítica em Lambert & Hughes, 1988).

## I.2 A FAMÍLIA LYCAENIDAE

### I.2.1 Aspectos gerais

Lycaenidae é a família de borboletas mais rica em espécies, cerca de 40% de acordo com Vane-Wright (1978). Eles possuem uma distribuição geográfica bastante ampla mas parece ocorrer maior

número de espécies nos trópicos do que na região temperada. A região neotropical, entretanto, é bastante carente de quaisquer tipos de informações sobre este grupo (Downey, 1962a).

Larvas de Lycaenidae, em geral, alimentam-se de botões florais, flores e folhas jovens de plantas dicotiledôneas, contudo não é raro possuírem hospedeiros tais como: gimnospermas, algas, líquens, orquídeas, ervas-de-passarinho ou ainda insetos como homópteros e formigas (Pierce, 1987). Esse hábito tão diversificado, fitófago e carnívoro, torna esta família bem distinta ecologicamente das demais borboletas. Canibalismo tem sido registrado em larvas de muitas espécies (Downey, 1962b; Cottrell, 1984).

Hinton (1951) e Henning (1983) propõem 4 categorias alimentares para os licenídeos: a) fitófago, b) fito-predador, c) predador e d) consumidores de secreções de formigas ou homópteros.

#### I.2.2 Associação com formigas

Pelo fato de exibirem uma grande variedade de hábitos e adaptações esta família constitui um grupo de insetos de especial interesse sob o ponto de vista ecológico e evolutivo. Larvas de muitas espécies associam-se com formigas como parasita, comensal ou mutualista (Pierce, 1987). Tal interação parece bem antiga uma vez que alguns órgãos mirmecófilos são largamente distribuídos nessas borboletas estando presente, embora de modo vestigial, até mesmo em algumas espécies provavelmente não mais mirmecófilas (Cottrell, 1984). Segundo Downey (1962a) e Pierce (1987) cerca de metade das espécies de licenídeos com biologia conhecida são mirmecófilos e a outra metade teria evoluído secundariamente o

hábito não mirmecófilo.

Associações com formigas parecem propiciar aos licenídeos a ampliação da faixa de plantas hospedeiras utilizadas o que responderia em parte pela grande diversificação existente neste grupo de borboletas (Vane-Wright, 1978; Robbins & Aiello, 1982). Isto está de acordo com o fato de existirem mais frequentemente espécies mirmecófilas nas regiões Ethiopiana, Oriental e Australiana, onde é também maior a riqueza de espécies de licenídeos (Pierce, 1987). Esta autora enumera três dificuldades que levaram por muito tempo os estudos sobre Lycaenidae serem escassos apesar da importância desta família.

1. Hábito alimentar muito variado com utilização de grupos de plantas de características fitoquímicas distintas, o que levou Ehrlich & Raven (1964) a considerá-lo um grupo pouco produtivo para estudos de coevolução inseto x planta.
2. A importância da sua relação com formigas foi negligenciada por muito tempo por naturalistas e coletores.
3. Analogia entre mirmecofilia nos Lycaenidae e nos Homoptera

Nas últimas duas décadas estas borboletas tem sido, entretanto, muito estudadas, com a exceção da região neotropical.

### I.2.3 Camuflagem em espécies de Lycaenidae

São frequentes os casos de camuflagem em larvas de Lycaenidae (por ex., Maschwitz et al., 1984, 1985; Ballmer & Pratt, 1989). Informações adicionais sobre a natureza de tal camuflagem são no entanto raras (Emmel & Ferris, 1972; Orsak & Whitman, 1986), apesar da coloração da larva receber bastante atenção por parte de pesquisadores no grupo. Este aspecto aliás foi criticado em

Ballmer & Pratt (op. cit.) uma vez que a descrição de tal característica nas larvas recebe muitas vezes mais atenção do que outros caracteres morfológicos, como pilosidade por exemplo, que seriam mais consistentes e importantes em termos taxonômicos.

#### I.2.4 O gênero *Rekoa* (Kaye) (Lycaenidae: Theclinae: Eumaeini)

Segundo recente revisão de Robbins (no prelo) existem sete espécies de *Rekoa* (*Rekoa marius* (Lucas), *R. palegon* (Cramer), *R. meton* (Cramer), *R. bourkei* (Kaye), *R. zebina* (Hewitson), *R. staqira* (Hewitson) e *R. melina* (Hewitson)), todas restritas à região neotropical, desde o Texas (EUA) até o sul do Uruguai e Argentina. Apenas *Rekoa bourkei* e *R. zebina* não possuem registros no Brasil.

Poucos dados biológicos são disponíveis sobre *Rekoa*, incluindo registros de plantas hospedeiras ressaltando-se, neste último caso, *Rekoa marius* e *R. palegon*.

No Brasil estudos ecológicos sobre este gênero, como de resto sobre toda a família (sensu Eliot, 1973, que não inclui os Riodininae) são quase inexistentes (Silva et al., 1968; Callaghan, 1981).

Duas espécies deste gênero ocorrem na restinga de Barra de Maricá, *Rekoa marius* e *R. palegon*, conhecidas também na literatura como *Thecla ericusa* e *T. palegon*, respectivamente. Ambas espécies segundo Robbins (no prelo) possuem larvas polípagas com registros em diversas famílias de plantas, principalmente Leguminosae e Malpighiaceae para a primeira e Asteraceae para *R. palegon*.

### I.3 OBJETIVOS

No presente trabalho pretendeu-se investigar aspectos ecológicos de espécies de Lycaenidae, especialmente do gênero *Rekoa*, na restinga de Barra de Maricá.

Em relação às espécies de *Rekoa* estudou-se o seu ciclo de vida, comportamento de alimentação, importância das plantas hospedeiras, variação temporal das populações, coloração críptica e interações parasíticas e mutualísticas. Nas outras espécies de teclíneos foram estudados os mesmos aspectos mas em menor profundidade.

## II MATERIAIS E MÉTODOS

### II.1 AREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido na restinga de Barra de Maricá, Maricá, Estado do Rio de Janeiro, Brasil (22º 57'S e 42º 52'W).

Este tipo de ambiente, que tem origem nos depósitos arenosos costeiros (Lamego, 1940; Suguio e Tessler, 1984), são planícies cobertas por uma formação vegetal, geralmente de baixa estatura (até 8 metros) e com dominância de algumas famílias tais como: Myrtaceae, Malpighiaceae, Bromeliaceae e Cactaceae (Araújo & Henriques, 1984).

Em Maricá, a restinga é um corredor estreito com cerca de 500m de largura espremida entre a laguna e o mar. Essa região tem sido alvo de crescente interferência humana, tais como desmatamento, deposição de lixo urbano, retirada de areia, queimadas, pastoreio de gado, treinamento militar, etc. Estes fatores causam um impacto considerável sobre esse ambiente uma vez que sua distribuição e forma o torna bastante susceptível. A área coberta por vegetação típica de restinga em Barra de Maricá é aproximadamente de 250 ha (Maria Fernanda Quintela, com. pessoal).

O clima da região é caracterizado por um período mais úmido no verão e outono e um período mais seco no inverno, quando a temperatura média é mais baixa (Fig. 1)

A vegetação de restinga em Maricá distribui-se em pequenas moitas circundadas por areia desnuda ou grandes manchas aparentemente formadas pela fusão dessas moitas (Figura 2). Essas moitas que geralmente têm altura reduzida, 2 a 3 metros, mas que

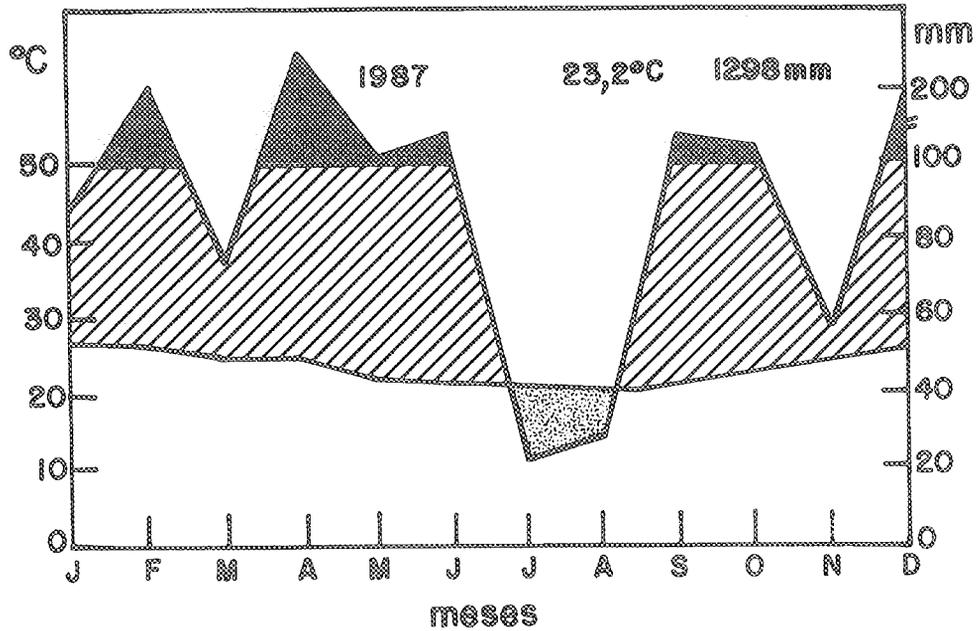


Figura 1- Diagrama climático (segundo Walter & Lieth, 1960) a partir dos dados obtidos na estação meteorológica localizada no aeroclube próximo (cerca de 5km) a restinga de Barra de Maricá. Area escura representa o período super-úmido, tracejada período úmido e pontilhada período seco.



Figura 2- Fotografia aérea (altura de cerca de 150m) de um trecho da restinga de Barra de Maricá em agosto/89. Nota-se algumas moitas menores, isoladas, rodeadas de moitas mais densas.

em algumas áreas atingem 6 a 8 metros, são muitas vezes bastante densas, quase impenetráveis. A estrutura dessa vegetação, no entanto, facilita ao pesquisador a sua caminhada e observação. Além disso, o número moderado de espécies (aproximadamente 350 espécies de angiospermas) cuja composição florística é razoavelmente bem conhecida (Araújo & Henriques, 1984; Silva & Oliveira, no prelo), faz da restinga de Maricá um excelente local para estudos ecológicos, especialmente de interações de espécies. Estudos de fauna e em especial de ecologia de insetos são muito escassos na restinga (Lacerda et al., 1982; Lacerda et al. 1984; Monteiro & Macêdo, 1990).

## II.2 METODOLOGIA

### II.2.1 Procedimentos gerais no campo

O trabalho foi desenvolvido no período de fevereiro de 1987 a dezembro de 1989. A cada mês, eram realizadas 3 a 5 excursões de um dia de duração à restinga de Barra de Maricá e excursões esporádicas à restinga de Macaé (RJ).

Em cada visita procuravam-se plantas em floração, onde botões florais e flores eram inspecionados detalhadamente a procura de ovos e/ou larvas de Theclinae (Lep.: Lycaenidae). Folhas e frutos eram também vistoriados, porém, em menor intensidade uma vez que esta subfamília é principalmente antófaga.

Ovos e larvas quando encontrados eram coletados registrando-se sempre a localização na planta hospedeira (Botão floral, flor, fruto), a coloração da larva e da parte da planta utilizada como alimento e o comportamento da larva. O comportamento de adultos era observado principalmente no que se refere a fêmeas em atividade de busca de planta hospedeira para

desova.

### II.2.2 Aspectos biológicos de *Rekoa*

Cada espécie de planta que hospedasse imaturos de teclíneos era coletada sempre que possível com flor e fruto, trazida para o laboratório, preparada na forma de exsicata e etiquetada com os dados de praxe. As espécies de plantas foram identificadas por especialistas do Museu Nacional ou do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Todo o material foi guardado, como testemunha, no laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Ecologia, UFRJ.

Em função do grande número de plantas hospedeiras de *Rekoa*, as quais foram sendo descobertas ao longo do trabalho, a dinâmica populacional de imaturos e a preferência de desova foram obtidas através de avaliações dimensionadas pelo esforço de coleta no campo (dois dias de vistoria e coleta em cada mês). Neste sentido procurou-se caracterizar pelo menos o período principal de reprodução e o grupo mais importante de plantas hospedeiras dessas borboletas.

#### Ciclo de vida

Larvas eram criadas em potes plástico cristal, cilíndricos, de 4cm de altura e 5cm de diâmetro. Estes potes eram forrados com um pedaço dobrado de papel higiênico umidecido. Para larvas jovens havia necessidade apenas de reposição de alimento a cada 3 dias, mas larvas maiores necessitavam de limpeza e reposição quase diária devido ao maior consumo de alimento e grande acúmulo de fezes no pote.

O número de estádios larvais e o seu tempo de duração foi

verificado acompanhando-se o desenvolvimento de larvas recém eclodidas no laboratório. As cápsulas cefálicas deixadas a cada muda eram recolhidas e medidas o seu comprimento entre as extremidades antero-posterior usando-se lâmina graduada sob uma lupa estereoscópica.

A temperatura e umidade no laboratório eram medidas às 10:00 e 16:00 hs.. Ajustava-se o aparelho de ar condicionado para que a temperatura ficasse em torno de 24-26 °C.

O horário de atividade alimentar de larvas de *R. marius* foi verificado acompanhando-se, no laboratório, a quantidade de fezes (número de pelotas fecais) deixadas, individualmente, por cinco larvas de 4<sup>o</sup> estágio ao longo dos intervalos de 8:00-18:00 Hs.(dia) e 18:00-8:00Hs(noite). Ao final de cada intervalo o alimento era repostado em quantidade suficiente para utilização da larva nesse tempo.

#### Parasitismo

Os parasitóides obtidos eram montados, rotulados e posteriormente identificados a nível de família para então serem remetidos para especialistas.

O Scelionidae foi identificado por Dra. Marta S.Loiácono, pesquisadora adjunta do Departamento de Zoologia - Divisão Entomologia, Facultad de Ciencias Naturales Y Museo, Universidad Nacional De La Plata, Argentina.

O Braconidae foi identificado pelo Dr. Paul Marsh do Smithsonian Institution, USDA, nos Estados Unidos da América.

O Chalcididae foi identificado pelo Dr. G. Delvare do CIRAD, França.

A taxa de parasitismo foi avaliada através do número de ovos

ou larvas parasitadas em relação ao total de ovos ou larvas coletados e criados com sucesso no laboratório.

### II.2.3 Coloração

Cada larva encontrada tinha a sua coloração e a cor da parte da planta utilizada como alimento anotadas.

Existiam várias formas de coloração nas larvas de *Rekoa marius* e *R. palegon*. Essas formas poderiam ser decorrentes de variações genéticas nas larvas o que constituiria um polimorfismo, ou não e neste caso adotou-se o termo, genérico, policromatismo porque trata-se de diferentes formas de coloração. Este último tipo de variação pode também ser chamada de polifenismo, ou polimorfismo desenvolvimental.

Foram utilizados dois tipos de procedimentos, (1) biológico e (2) bioquímico, para testar a natureza da sua coloração.

#### 1) Biológico

Larvas, principalmente, de 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> estádios de *R. marius* e em menor quantidade de *R. palegon*, coletadas em várias plantas hospedeiras foram criadas no laboratório com botões florais de outras espécies hospedeiras de coloração diferente daquela de sua planta hospedeira original. Diariamente era observado a coloração dessas larvas até a emergência dos adultos.

#### 2) Bioquímico

Larvas de 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> estádios de *R. marius* que se alimentavam de botões florais de *Arrabidaea conjugata* na restinga de Maricá, foram coletadas juntamente com uma vasta quantidade de botões florais visando a obtenção de extratos destes materiais para exame de seus pigmentos. Desses botões, parte foi destinado à alimentação das larvas e parte foi submetido a uma extração com

solvente. Essa extração foi feita à temperatura ambiente com etanol contendo 0,5% de ácido acético. Após uma semana de maceração o material foi filtrado e concentrado à pressão reduzida fornecendo o extrato alcoólico de botões de *A. conjugata*.

As larvas foram criadas em laboratório com botões florais de *A. conjugata*. Dois ou três dias após as larvas atingirem o 4º estágio elas foram privadas de alimento por um dia. Em seguida foram dissecadas através de um corte ventral e longitudinal ao corpo. Depois de retirado todo o seu conteúdo intestinal a larva era submetida à extração dos pigmentos utilizando-se da mesma mistura de solventes usada para extrair dos botões florais. A extração se processou à temperatura ambiente por uma semana. Após este tempo, o material foi filtrado e concentrado à pressão reduzida fornecendo o extrato alcoólico de larvas de *R. marius*.

Durante o tempo de criação das larvas, as suas fezes foram recolhidas. Esse material foi também submetido à extração de maneira análoga às extrações anteriores, fornecendo o extrato alcoólico de fezes de *R. marius*.

Os três extratos botão floral, larva e fezes foram fracionados por cromatografia de partição em papel, usando como mistura eluente: butanol: ácido acético: água (4:1:5), desenvolvida durante 8 horas. Após esse tempo, o papel foi deixado secar à temperatura ambiente. As manchas coloridas foram inicialmente demarcadas e o papel cromatográfico foi revelado sob radiação ultravioleta, simplesmente, e após sua impregnação com vapores de amônia. As novas manchas visualizadas foram também demarcadas.

Cromatografias em papel, em escala preparativa foram feitas

para se conseguir as substâncias equivalentes presentes nos três extratos.

Foram feitas análises espectrométricas (espectrômetro de ultravioleta) na região do ultravioleta para confirmar o pigmento existente e averiguar a identidade das substâncias nas manchas equivalentes dos três extratos. A parte bioquímica do procedimento acima seguiu a metodologia descrita por Harbone (1967).

#### II.2.4 Proteção críptica

Procurou-se avaliar a eficiência da coloração críptica das larvas de *Rekoa*. Para isso foram realizados ensaios, preliminares, em uma gaiola (47cm de altura x 60cm de comprimento x 29cm de largura), oferecendo-se, sequencialmente, larvas camufladas e conspícuas de *R. marius* ao pássaro *Gnorimopsar chopi* (melro). As larvas consideradas camufladas eram aquelas com coloração igual a dos botões florais/substrato e as conspícuas eram aquelas sobre botões florais de coloração distinta.

Depois da larva ser colocada na gaiola, as atividades do pássaro eram cronometradas até o tempo máximo de um minuto, ou até que a larva fosse predada.

Através de observações preliminares deste pássaro, em cativeiro, verificou-se que seu comportamento alimentar tinha uma sequência com etapas definidas e constantes até a predação. Quando eram colocadas larvas de tenebrio (*Tenebrio* sp., Coleoptera:Tenebrionidae) no chão da gaiola, o pássaro geralmente no primeiro poleiro da gaiola (o mais alto), pulava para o outro poleiro existente e em seguida para o chão bicando e consumindo rapidamente a larva do besouro.

O tempo gasto em cada uma dessas etapas foi cronometrado nos ensaios feitos com as larvas do licenídeo.

O deslocamento do pássaro para o segundo poleiro indica, provavelmente, que o mesmo percebeu a presença da larva. O tempo gasto até o pássaro atingir o segundo poleiro foi utilizado com uma indicação do grau de dificuldade do pássaro em perceber a presença da presa, o que talvez reflita a intensidade do sinal emitido pela larva.

Utilizou-se nos ensaios, larvas de quarto estágio de *R. marius* criadas em *Arrabidaea conjugata* (4 indivíduos), *Ouratea cuspidata* (4 indivíduos) e *Senna australis* (1 indivíduo).

#### II.2.5 Associação com formigas

##### Aspectos descritivos

Procurou-se sempre observar a ocorrência de formigas associadas às larvas. Qualquer formiga observada pelo menos uma vez com comportamento típico de "ordenha" sobre a larva do licenídeo, era coletada e guardada em vidro com álcool 70% e rotulado com os dados inerentes. Por ordenha entende-se o toque repetido com suas antenas sobre o corpo da larva seguido muitas vezes de coleta das gotículas produzidas pela larva. Anotava-se também a existência ou não de nectários extra-florais na planta hospedeira.

As identificações das formigas foram feitas por Paulo S. Moutinho (Pós-graduando-UNICAMP) e Antonio José Mayhé Nunes (Pós-graduando-Universidade Federal de Viçosa).

Para a caracterização da glândula ou órgão existente nas larvas de *Rekoa*, responsáveis, pelo menos em parte, pela associação com as formigas, recorreu-se a microscopia eletrônica

de varredura (MEV). Larvas de último estágio de *R. marius* foram fixadas com GA 2,5% em tampão PO4 0,1M, pH= 7,2, durante 24 hs., após fixadas em OsO4 2% no mesmo tampão durante 2 hs., desidratadas em série alcoólica. Depois da secagem pelo método do ponto crítico de CO2, cada material foi recoberto com 20nm de Au e observado em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) JEOL 25-S-II.

### Influência das formigas

#### Sobre a desova de *Rekoa*

Para verificar o efeito da presença de formigas na desova da borboleta foram feitos dois experimentos, onde foram escolhidas inflorescências, na mesma planta, com número de botões florais e grau de desenvolvimento semelhantes. No grupo controle foi colocado graxa (tipo Marfak, resistente ao calor) no caule, alguns centímetros abaixo da inflorescência de modo a impedir o acesso das formigas, enquanto que, no grupo tratamento a inflorescência era mantida inalterada com acesso livre às formigas.

As inflorescências eram vistoriadas 3 dias após o início do experimento anotando-se o número de ovos da borboleta em cada uma delas. Foram utilizados 36 pares de inflorescências controle e tratamento, em *Senna bicapsularis* e *S. australis*, sendo que aqueles pares que não receberam desova foram desprezados na comparação entre grupos. Dos 36 pares de inflorescências de *S. bicapsularis* e *S. australis* utilizados no experimento, 22 receberam desova de *R. marius*.

#### Sobre o desenvolvimento das larvas de *Rekoa*

Procurou-se averiguar aqui o custo ( secreção de suas glândulas) que representaria para o desenvolvimento da larva a sua interação com formigas.

Comparou-se o tamanho das pupas originadas de larvas de *R. marius* criadas nas inflorescências controle com aquelas criadas nas inflorescências tratamento. Tais inflorescências eram as mesmas marcadas no experimento anterior.

O tamanho da pupa foi avaliado através de seu comprimento X largura X altura. Devido às diferenças de tamanho em relação ao sexo e ao número pequeno de fêmeas na amostra, apenas as pupas que produziram indivíduos machos foram utilizadas para comparação.

Frequência de formigas nas plantas hospedeiras.

A relação entre o grau de importância de espécies de plantas hospedeiras de *R. marius* e a frequência de formigas nestas plantas foi avaliada durante o outono de 1988 e o verão de 1989.

Utilizou-se como unidade de avaliação a inflorescência, assim a frequência de formigas na espécie de planta era dada pelo número de inflorescências com formigas (pelo menos um indivíduo) dividido pelo número de inflorescências observadas.

#### II.2.6 Outras espécies de Lycaenidae

Além das espécies de *Rekoa*, aqui estudadas mais detalhadamente, larvas de outras espécies de teclíneos encontradas eram coletadas e criadas em laboratório nas mesmas condições já descritas para *Rekoa*.

Foram obtidas para a maioria dessas espécies informações a nível de plantas hospedeiras, parte da planta utilizada,

coloração da larva, estação de ocorrência e associação com formigas.

### III RESULTADOS

Foram encontrados em 3 anos de estudo na restinga de Barra de Maricá 13 espécies de teclíneos (Lycaenidae). *Rekoa marius* e *R. palegon* tiveram uma ênfase especial neste trabalho graças aos aspectos peculiares de sua coloração críptica. A maior abundância de *R. marius* na área de estudo propiciou a obtenção de maiores informações sobre esta espécie, assim como a sua utilização quase que exclusiva nos experimentos efetuados.

#### III.1 BIOLOGIA E UTILIZAÇÃO DAS PLANTAS HOSPEDEIRAS

##### III.1.1 *Rekoa marius*

*R. marius* reproduz-se principalmente no verão e outono (fevereiro-maio), sendo poucos (cerca de 10%) os imaturos encontrados nas outras duas estações (Figura 3).

Imaturos foram encontrados e criados em 30 espécies de plantas, distribuídas em 26 gêneros pertencentes a 11 famílias, todas dicotiledôneas (Tabela 1). A grande maioria dos imaturos (90%) estavam em apenas 8 espécies de plantas hospedeiras (Figura 4). Leguminosae, Bignoniaceae e Malpighiaceae foram as principais famílias hospedeiras de *R. marius*, além de Ochnaceae representada somente por *Ouratea cuspidata*.

A ocorrência de larvas seguiu aproximadamente a riqueza de espécies de plantas hospedeiras em floração (Tabelas 2 e 3). No inverno e primavera um número menor de espécies hospedeiras estavam em floração e poucas larvas foram encontradas. Nessa época algumas das principais plantas hospedeiras apresentavam, esparsamente, botões florais com exceção de *Byrsonima sericea* que

Tabela 1- Registros de plantas hospedeiras de larvas de *Rekoa marius* e *R. palegon* na restinga de Barra de Maricá, Brasil, coletadas de 1985 a 1989. Espécies seguidas por um asterisco (\*) possuem Nectário Extra Floral (NEF); nas demais este não ocorre ou não foi reconhecido.

---

**Rekoa marius**

**Rekoa palegon**

---

APOCYNACEAE  
*Aspidosperma pyricollum*  
 BIGNONIACEAE  
*Arrabidaea agnus-castus*\*  
*A. conjugata*\*  
*Lundia cordata* \*  
*Adenocalymma marginatum* \*  
*Anemopaegma chamberlanii* \*  
*Pirostegia venusta* \*  
*Jacaranda jasminoides* \*  
*Tabebuia chrysotricha* \*  
 BORAGINACEAE  
*Cordia verbenacea*  
 LEGUMINOSAE  
*Senna bicapsularis* \*  
*S. australis* \*  
*Caesalpinia bonduc* \*  
*Cratylia hypargyrea* \*  
*Andira legalis* \*  
*Dioclea violacea* \*  
*Swartzia apelata* \*  
 MALPIGHIACEAE  
*Byrsonima sericea* \*  
*Peixotoa hispidula* \*  
*Stygmaphyllon paralias* \*  
*Heteropteris chrysophylla* \*  
 MELASTOMATACEAE  
*Marcetia taxifolia*  
*Tibouchina aff. holosericea*  
 MYRTACEAE  
*Eugenia uniflora*  
*E. ovalifolia*  
*Neomitranthes obscura*  
 OCHNACEAE  
*Ouratea cuspidata* \*  
 POLYGONACEAE  
*Coccoloba arborescens*  
*C. alnifolia*  
 SAPINDACEAE  
*Paullinia weinmanniaefolia*

---

ASTERACEAE  
*Mikania hoehnei*  
*M. stipulaceae*  
*Mikania micrantha*  
*Eupatorium laxum*  
*E. odoratum*  
*Vernonia scorpioides*  
*V. geminata*  
*Wedelia paludosa*  
*Wulfia baccata*  
*Baccharis punctulata*  
*Trixis antimenorrhoea*  
 POLYGONACEAE  
*Coccoloba arborescens*

Tabela 2- Registros de floração em plantas hospedeiras de *Rekoa marius* no período de fevereiro de 1987 a outubro de 1988. 1987 (+), 1988 (\*).

Pls.hospedeiras	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-----												
APOCYNACEAE												
<i>A. pyricollum</i>												+
BIGNONIACEAE												
<i>A. agnus-castus</i>		*										
<i>A. conjugata</i>	+*	+*	+*	+*								
<i>L. cordata</i>	*	+*	+*	+								
<i>A. marginatum</i>							*	*				
<i>A. chamberlanii</i>				*								
<i>P. venusta</i>							*	*				
<i>J. jasminoides</i>				*				*	*			
<i>T. chrysotricha</i>	+				*					*		
BORAGINACEAE												
<i>C. verbenacea</i>	*				+	+	+	*	*	*		
LEGUMINOSAE												
<i>S. bicapsularis</i>				+*	+*	+*						
<i>S. australis</i>	+	+*	+*									
<i>C. bonduc</i>	*											
<i>C. hypargyrea</i>	*	*										
<i>A. legalis</i>									*	*		
<i>D. violacea</i>	*			+	*							
<i>S. apelata</i>				+	+							
MALPIGHIACEAE												
<i>B. sericea</i>						+	+		*	+*	+	+
<i>P. hispidula</i>	*	+*	+*	+*	+*	+*				*	+	+
<i>S. paralias</i>	+	+	+*	+*	+*					*		+
<i>H. chrysophylla</i>		*	*				*	*				+
MELASTOMATACEAE												
<i>M. taxifolia</i>			+	+	*	*	*					
<i>T. aff. holosericea</i>						*						
MYRTACEAE												
<i>E. uniflora</i>								*	+*	+	+	
<i>E. ovalifolia</i>							+*	+*	+*			
<i>N. obscura</i>								+*				
OCHNACEAE												
<i>O. cuspidata</i>	+*	+*	+*	+*	+*	+*	+*	+*	+*			
POLYGONACEAE												
<i>C. arborescens</i>					+	+	+*	*				
<i>C. alnifolia</i>							*	*				
SAPINDACEAE												
<i>P. weinmanniaefolia</i>			+	+*	+*							

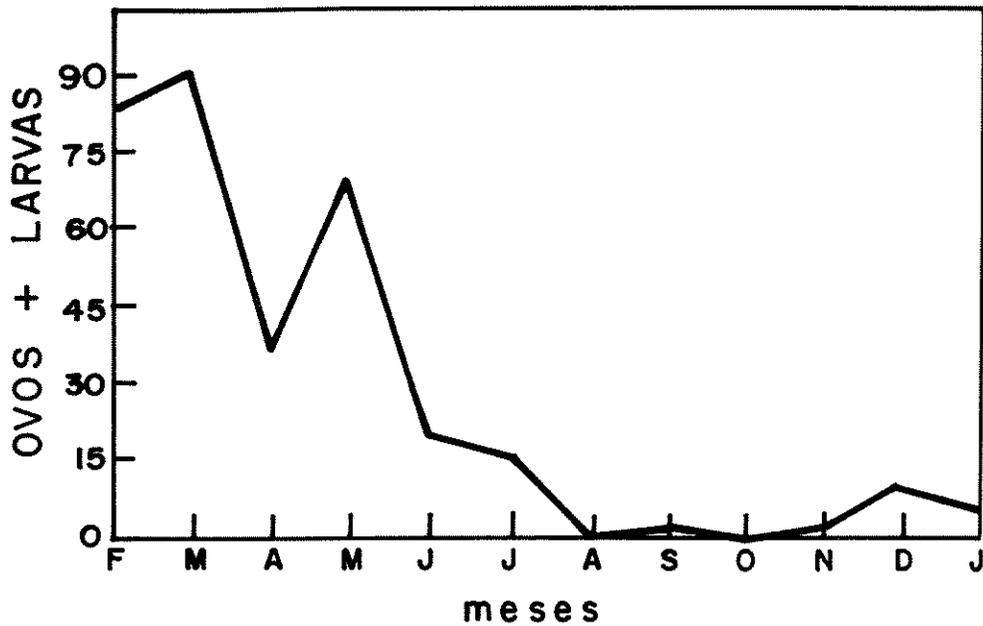


Figura 3- Variação de imaturos de *Rekoa marius* coletados durante o período de fevereiro/87 a janeiro/88 (N=336).

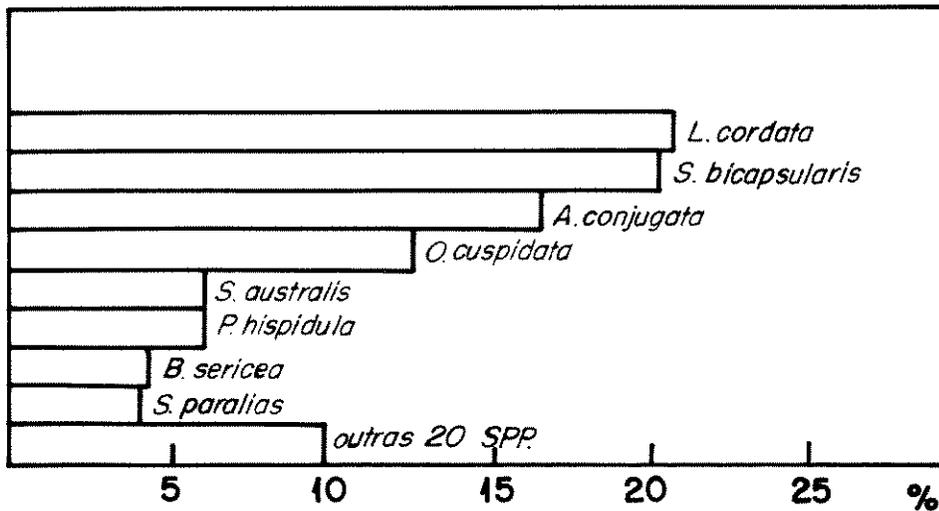


Figura 4- Porcentagens de imaturos de *R. marius* encontrados nas suas plantas hospedeiras entre fevereiro/87 e janeiro/88 (N=336).

Tabela 3- Ocorrência de larvas de *Rekoa marius* em suas principais plantas hospedeiras no período de fevereiro de 1987 a outubro de 1988. 1987 (+); 1988 (\*).

Pls.hospedeiras	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>S. australis</b>		+	+									
<b>O. cuspidata</b>		+	+	+	+	*	+	*	+	*	+	+
<b>A. conjugata</b>	*	+	+	+	+	+						+
<b>P. hispidula</b>		+	+	+			+		*			
<b>S. paralias</b>		+	+									
<b>L. cordata</b>			+	+	+	+						
<b>S. bicapsularis</b>			+	+	+	+						
<b>P. weinmaniaef.</b>				+	+							
<b>C. arborescens</b>					+	+						
<b>B. sericea</b>	*					+	+					

teve uma segunda floração no inverno e *Peixotoa hispidula* e *Ouratea cuspidata* que florescem praticamente o ano todo. *Lundia cordata*, *Arrabidaea conjugata*, *Senna bicapsularis* e *S. australis* que estão entre as hospedeiras mais importantes têm a floração mais concentrada no verão e outono (Tabela 2).

Embora amplo, o grupo de plantas hospedeiras de *R. marius* guarda algumas características comuns entre si e diferentes do grupo de plantas nas quais não foram encontrados imaturos desta borboleta (Tabela 4). O grupo de plantas hospedeiras é em geral formado por plantas com inflorescência e flores não diminutas enquanto que no grupo das não hospedeiras aparecem muitas espécies com flores isoladas ou reunidas em inflorescência mas, neste caso, frequentemente com flores pequenas. Espécies de plantas latescentes não foram utilizadas como hospedeiras com exceção de *Aspidosperma pyricollum*.

Fêmeas de *R. marius* foram observadas frequentemente em atividade de oviposição nas horas mais quentes do dia, entre 12:00 e 14:00hs. Elas visitavam normalmente várias inflorescências antes de selecionar uma delas. Nesta inflorescência deslisava seu abdomen em vários botões florais para escolher, normalmente, um botão jovem e desovar apenas um ovo abandonando em seguida a planta. O ovo, esférico, ligeiramente achatado em cima, era frequentemente alojado em alguma reentrância da inflorescência por entre os botões florais. Era pouco frequente a desova em botões maduros e bastante raro em flores já abertas.

Dez larvas recém eclodidas, alimentadas no laboratório com botões de *O. cuspidata*, foram acompanhadas até a emergência do adulto. Larvas eclodem com cerca de 1,5 mm de comprimento e levam

Tabela 4- Relação das espécies de plantas vistoriadas nas quais não foram encontrados imaturos de *Rekoa marius*. Espécies seguidas de asterisco (\*) possuem NEF, nas demais este não ocorre ou não foi reconhecido.

---

ANACARDIACEAE	LORANTHACEAE
<i>Anacardium occidentale</i>	<i>Phoradendron piperoides</i>
<i>Schinus terebinthifolius</i>	<i>Strutanthus maricensis</i>
<i>Tapirira guianensis</i>	LYTHRACEAE
ANNONACEAE	<i>Cuphea flava</i>
<i>Annona</i>	MALVACEAE
APOCYNACEAE	<i>Abutilum esculentum</i>
<i>Mandevilla funiformes</i>	MYRSINACEAE
<i>Ditassa banksii</i>	<i>Rapanea parvifolia</i>
<i>Oxypetalum banksii</i>	MYRTACEAE
CAPPARIDACEAE	<i>Eugenia copacabanensis</i>
<i>Capparis flexuosa</i> *	<i>E. nitida</i>
CELASTRACEAE	<i>E. rotundifolia</i>
<i>Maytenus obtusifolia</i>	<i>Gomedesia martiana</i>
CHRYSOBALANACEAE	<i>G. fenzliana</i>
<i>Couepia ovalifolia</i>	<i>Mirrhinium atropurpureum</i>
CLUSIACEAE	<i>Myrciaria sp.</i>
<i>Clusia lanceolata</i>	NYCTAGINACEAE
<i>C. fluminensis</i>	<i>Guapira obtusata</i>
ERICACEAE	PASSIFLORACEAE
<i>Leucothoe revoluta</i>	<i>Passiflora mucronata</i> *
ERYTHROXYLACEAE	<i>P. alliacea</i> *
<i>Erythroxylum ovalifolium</i>	RUBIACEAE
<i>E. subsessile</i>	<i>Borreria capitata</i>
GUTTIFERAE	<i>Tocoyena bullata</i>
<i>Rheedia brasiliensis</i>	SAPINDACEAE
LAURACEAE	<i>Allophylus puberulus</i>
<i>Ocotea notata</i>	<i>Paullinia coriacea</i>
LEGUMINOSAE	SAPOTACEAE
<i>Chamecrista ramosa</i> *	<i>Manilkara subsericea</i>
<i>C. flexuosa</i> *	<i>Bumelia obtusifolia</i>
<i>Crotalaria striata</i> *	SMILACACEAE
<i>Inga maritima</i> *	<i>Smilax spinosa</i>
<i>Mimosa elliptica</i> *	SOLANACEAE
<i>Ormosia arborea</i> *	<i>Solanum aff. incidiosum</i>
<i>Pithecellobium tortum</i> *	VERBENACEAE
	<i>Lantana camara</i>

---

em média 20 dias para completarem seus 4 estádios (N=10), quando medem aproximadamente 15 mm. O período de empupação dura em média 10 dias o que totaliza 30 dias de desenvolvimento larvo-pupal. Esses dados foram obtidos na primavera e outono a  $26,50\text{C} \pm 1$  e  $65\% \pm 5$  de URA, no laboratório. Duas larvas criadas no inverno ( $240\text{C} \pm 1$  e  $70\% \pm 5$  de URA) tiveram um período total de desenvolvimento de 34 dias, em ambos os casos passando 12 dias no estágio de pupa.

Durante seus 4 estádios, cada larva (N=6) comeu em média 50 botões florais de diversos tamanhos de *O. cuspidata*. Eram oferecidos inicialmente botões pequenos e no decorrer do seu desenvolvimento botões cada vez maiores.

Larvas de *R. marius* possuem atividade alimentar equivalente durante o dia a noite (Tabela 5).

### III.1.2 *Rekoa palegon*

Ovos e larvas de *R. palegon* ocorreram na restinga de Barra de Maricá em inflorescências de espécies da família Asteraceae com uma única exceção (Tabela 1). Numa restinga em Macaé foi também coletada e criada com sucesso uma larva desta borboleta em *Marcetia taxifolia* (Melastomataceae). Dentre as 14 espécies de Asteraceae que tiveram suas inflorescências vistoriadas na restinga de Barra de Maricá, somente em 3 espécies, *Trichogonia macrolepis*, *Vernonia fruticulosa* e *Emilia sonchifolia*, não foram encontradas ovos ou larvas de *R. palegon*.

A reprodução de *R. palegon* ocorreu no outono-inverno, principalmente entre os meses de abril a julho quando a quase totalidade dos imaturos foram encontrados no campo (Figura 5).

As principais espécies hospedeiras deste licenídeo (*Mikania*

hoehnei, *M. stipulaceae*, *Eupatorium laxum* e *Vernonia scorpioides*) são abundantes, de ampla distribuição e possuem floração razoavelmente concentrada em poucos meses na restinga. O período de maior ocorrência das larvas de *R. palegon* praticamente coincide com a floração destas espécies de plantas (Tabelas 6 e 7). Nestas 4 espécies de Asteraceae foram encontrados cerca de 83% dos imaturos de *R. palegon* (Figura 6).

Cinco larvas recém eclodidas, criadas no laboratório nas mesmas condições de *R. marius* (no outono) e alimentadas com inflorescência de *Vernonia scorpioides*, gastaram cerca de 30 dias até a emergência.

O comportamento alimentar das larvas de ambas espécies de *Rekoa* é bastante característico. Larvas perfuram o botão floral e com sua cabeça retrátil alimentam-se de todo o interior do botão, preferencialmente das partes reprodutivas, mantendo o restante do corpo, criptico, externamente ao botão e imóvel. Além disso, larvas de *Rekoa* fazem seus deslocamentos de um botão para o outro de maneira bem lenta.

### III.2 PARTILHA DE RECURSOS ENTRE LARVAS DE *Rekoa marius* E *R. palegon*

Depois que coletas no campo revelaram a existência de grupos distintos de plantas hospedeiras das 2 espécies de *Rekoa*, foram preparados vários experimentos, no laboratório, visando averiguar se larvas de *R. marius* desenvolvem-se normalmente em plantas hospedeiras de *R. palegon* e vice-versa.

De sete larvas de *R. palegon* criadas em *O. cuspidata* e *S. bicapsularis* (plantas hospedeiras de *R. marius*) todas, com uma

Tabela 5- Horário de atividade de alimentação de larvas de *R. marius*, avaliado através do número de pelotas fecais/hora. DP=desvio padrão.

Larva	Número de pelotas fecais/hora	
	dia	noite
1	4,4	3,3
1	5,3	3,8
2	3,9	3,5
2	4,3	3,7
3	3,9	1,9
3	3,5	4,1
4	3,5	3,5
4	4,0	3,5
5	3,6	3,2
5	3,3	3,5

$\bar{X}_d=4,0$  DP=0,59     $\bar{X}_n=3,4$  DP=0,59     $t=1,95$      $N=5$  NS

Tabela 6- Ocorrência de floração em plantas hospedeiras de *Rekoa palegon* no período de fevereiro de 1987 a outubro de 1988. 1987 (+); 1988 (\*).

Pls.hospedeiras	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>E. laxum</i>				+	+	+						
<i>E. odoratum</i>				+	+							
<i>M. hoehnei</i>				+	+	+						
<i>M. stipulaceae</i>					+	+	+					
<i>M. micrantha</i>					+	*	*					
<i>V. scorpioides</i>				+	+	+	+	+	+		+	
<i>V. geminata</i>						+	+					
<i>W. paludosa</i>					*							
<i>W. baccata</i>					*							
<i>B. punctulata</i>					*	*						
<i>T. antimenorhoea</i>						*						
<i>C. arborescens</i>					+	+	+	*				

Tabela 7- Ocorrência de larvas de *Rekoa palegon* na restinga de Barra de Maricá, RJ, no período de fevereiro de 1987 a outubro de 1988. 1987 (+); 1988 (\*).

Pls.hospedeiras	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>E. laxum</i>				+	+	+						
<i>E. odoratum</i>				+								
<i>M. hoehnei</i>				+	+							
<i>M. stipulacea</i>							+					
<i>M. micrantha</i>					+							
<i>V. scorpioides</i>					+	*	+		+			
<i>V. geminata</i>						*						
<i>W. paludosa</i>					*							
<i>W. baccata</i>					*							
<i>B. punctulata</i>					*							
<i>T. antimenorhoea</i>						*						
<i>C. arborescens</i>						+						

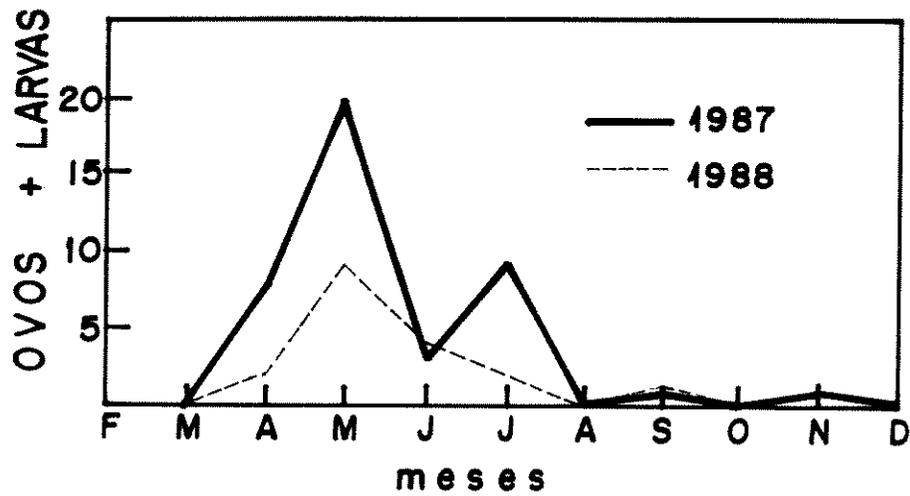


Figura 5- Variação do número de imaturos de *R. palegon* coletados nos anos de 1987 e 1988 (N=60).

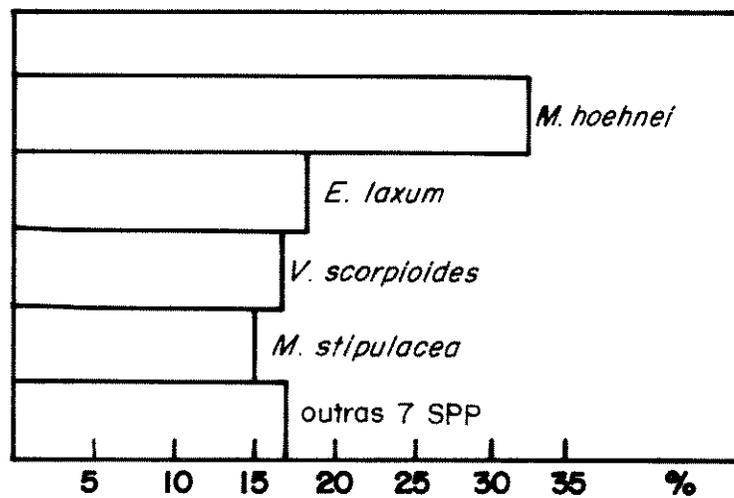


Figura 6- Porcentagens de imaturos de *R. palegon* encontrados nas suas plantas hospedeiras em 1987 e 1988 (N=60).

única exceção, desenvolveram-se com sucesso. Dezenove larvas de *R. marius* morreram quando criadas em diferentes espécies de Asteraceae; apenas uma conseguindo empupar mas fracassando em emergir o adulto (Tabela 8).

### III.3 PREDACÃO E PARASITISMO

#### III.3.1 Predação

Embora tenha sido frequente observações de inflorescências com ovos de *R. marius* eclodidos mas sem a presença de larvas, o que sugere uma predação intensa de larvas jovens, isto raramente foi presenciado, no campo. Os dois únicos casos de flagrantes de predação, no campo, foram os de uma larva de 1<sup>o</sup>/2<sup>o</sup> estágio predada por uma aranha papa-mosca (Salticidae) e o de uma larva de 4<sup>o</sup> estágio predada por uma vespa *Polistes* sp. (Vespidae).

#### III.3.2 Parasitismo

##### a.Ovo

Uma mesma espécie de microhimenóptero, *Telenomus californicus* "species group" (Proctotrupoidea: Scelionidae), parasitou ovos de várias espécies de Lycaenidae no local de estudo, inclusive, *Rekoa marius* e *R. palegon*. De cada ovo da borboleta saiu apenas um único adulto do parasitóide. A porcentagem de parasitismo em *R. marius* foi de cerca de 10% (N=250). O pequeno número de ovos coletados de *R. palegon* não permitiu uma avaliação do parasitismo nesta espécie.

##### b.Larva/Pupa

As mesmas 4 espécies de endoparasitóides de larva ocorreram em ambas espécies de *Rekoa*: *Rogas* sp. (Hym.: Braconidae - larva), *Conura* sp.n.aff.*amoena* (Hym.: Chalcididae - larvo-pupal), *Tetrastichus* sp. (Hym.: Eulophidae - larvo-pupal) e uma espécie

Tabela 8- Experimento de troca de planta de alimentação de larvas de *R. marius* e *R. palegon*. SB= *Senna bicapsularis*, VS= *Vernonia scorpioides*, OC= *Ouratea cuspidata*, EL= *Eupatorium laxum*, MS= *Mikania stipulacea*, MH= *M. hoehnei*, BP= *Baccharis punctulata*

Std.	N	Pl.orig.	Pl.teste	Resultado
<b>Rekoa marius</b>				
1 <sup>o</sup>	2	SB	VS	morreu no 1 <sup>o</sup> std.
1 <sup>o</sup>	3	SB	MH	idem
1 <sup>o</sup>	5	OC	EL	4 morr./2 <sup>o</sup> , 1 empupou
1 <sup>o</sup>	5	OC	MS	3 morr./1 <sup>o</sup> , 2 morr./2 <sup>o</sup>
2 <sup>o</sup>	4	OC	VS	4 morr./2 <sup>o</sup>
Total 19 larvas - 19 morreram - 18 stg.larva + 1 stg. pupa				
<b>Rekoa palegon</b>				
1 <sup>o</sup>	2	MS	SB	emergiram
1 <sup>o</sup>	2	BP	OC	emergiram
2 <sup>o</sup>	1	EL	SB	emergiu
1 <sup>o</sup>	2	VS	OC	1 emergiu, 1 morreu
Total 7 larvas - 6 emergiram + 1 morreu				

de Tachinidae (Diptera - larvo-pupal).

Muito embora o braconídeo seja um pouco mais frequente do que o calcidídeo e ambos sejam bem mais comuns do que o eulofídeo e o taquinídeo, o parasitismo total destas 4 espécies, nos anos de 1987 e 1988 alcançou apenas cerca de 3% (N=500) em *R. marius* e 5% (N=150) em *R. palegon*.

#### **Rogas sp.**

Este braconídeo, solitário, ataca larvas jovens, frequentemente de 1<sup>o</sup> ou 2<sup>o</sup> estágio, de *Rekoa* abandonando estas no 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> ou 4<sup>o</sup> estádios do hospedeiro.

O tamanho dos adultos deste parasitóide variou bastante desde 0,3 a 0,7 cm de comprimento. Esta variação em tamanho foi diretamente relacionada com o tamanho da larva hospedeira na época do término do desenvolvimento da larva do parasitóide (Figura 7).

#### **Conura sp.n. aff. amoena**

Este parasitóide, também solitário, desova em larvas de *Rekoa* e desenvolve-se também durante a pupa saindo neste estágio do hospedeiro.

#### **Tetrastichus sp.**

Parasitóide gregário obtido apenas de duas pupas, uma de cada espécie de *Rekoa*, coletadas no estágio de larva.

O taquinídeo foi obtido a partir de poucas pupas de *Rekoa* (cerca de 0,5%), emergindo sempre uma única mosca de cada hospedeiro.

### III.4 ASSOCIAÇÃO COM FORMIGAS

Em ambas espécies de *Rekoa* foram observadas formigas associadas. Larvas dessas borboletas possuem glândulas ou órgãos

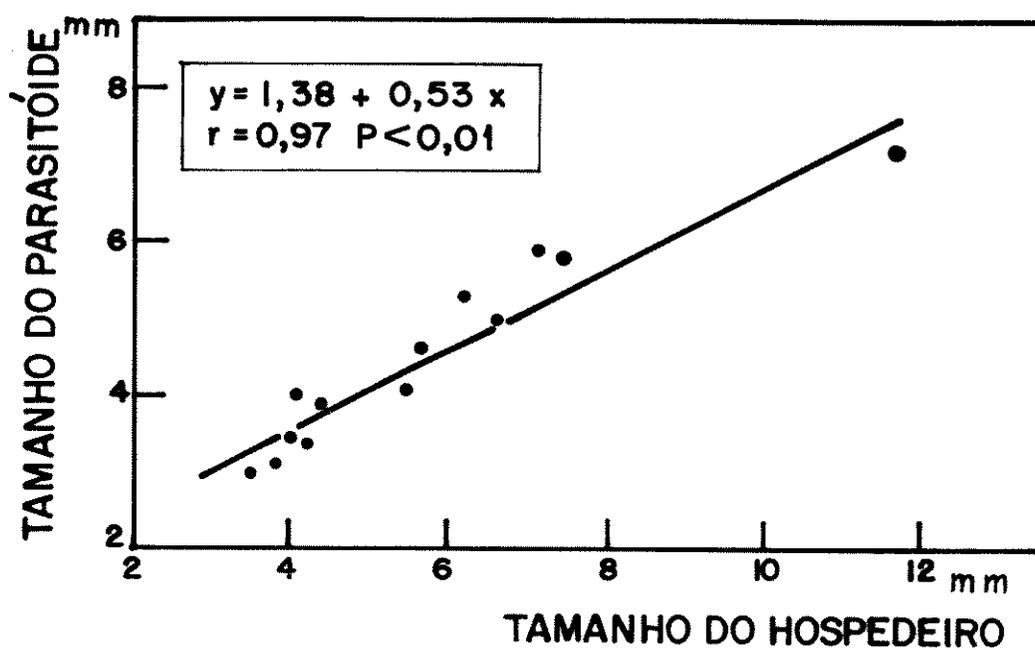


Figura 7- Regressão entre tamanho final do corpo da larva de *R. marius* x tamanho do corpo de seu parasitóide, *Rogas* sp..

dorsais de dois tipos, órgão de Newcomer (órgão nectário dorsal) localizado no sétimo segmento abdominal e os órgãos de cúpula perfurados ("perforated cupola organs") espalhados por todo o corpo (Figura 8). O órgão de Newcomer secreta gotículas depois de seguidos toques das antenas das formigas (comportamento de ordenha). Estas tocavam frequentemente todo o corpo das larvas, mas especialmente no órgão de Newcomer. A atividade de secreção desta glândula iniciava-se somente em larvas a partir do 3º estágio, quando então eram vistas as formigas com comportamento de ordenha.

Formigas passavam alguns segundos tocando a larva e lambendo quase simultaneamente a secreção produzida. Poucos segundos (10 a 15) depois de abandonar a larva, a formiga voltava reiniciando seu comportamento de ordenha junto a larva. Nesse intervalo normalmente a formiga visita botões florais, flores ou mesmo folhas adjacentes a larva, num comportamento semelhante a um patrulhamento, e alimenta-se as vezes nos nectários existentes nestes órgãos na maioria das plantas hospedeiras de *R. marius*.

Várias espécies de formigas foram vistas em associação com as larvas de *Rekoa* (Tabela 9).

Durante o período de floração de várias espécies de plantas hospedeiras de *R. marius*, foi avaliada a frequência de formigas nas inflorescência dessas plantas. Espécies hospedeiras importantes de *R. marius* tiveram uma frequência alta de formigas, enquanto que outras menos importantes eram pouco frequentadas por formigas. A alta correlação entre esses parâmetros (Figura 9) indica uma clara preferência dessa borboleta para desova em espécies de plantas "mirmecófilas", neste caso plantas portadoras de nectários extra-florais.

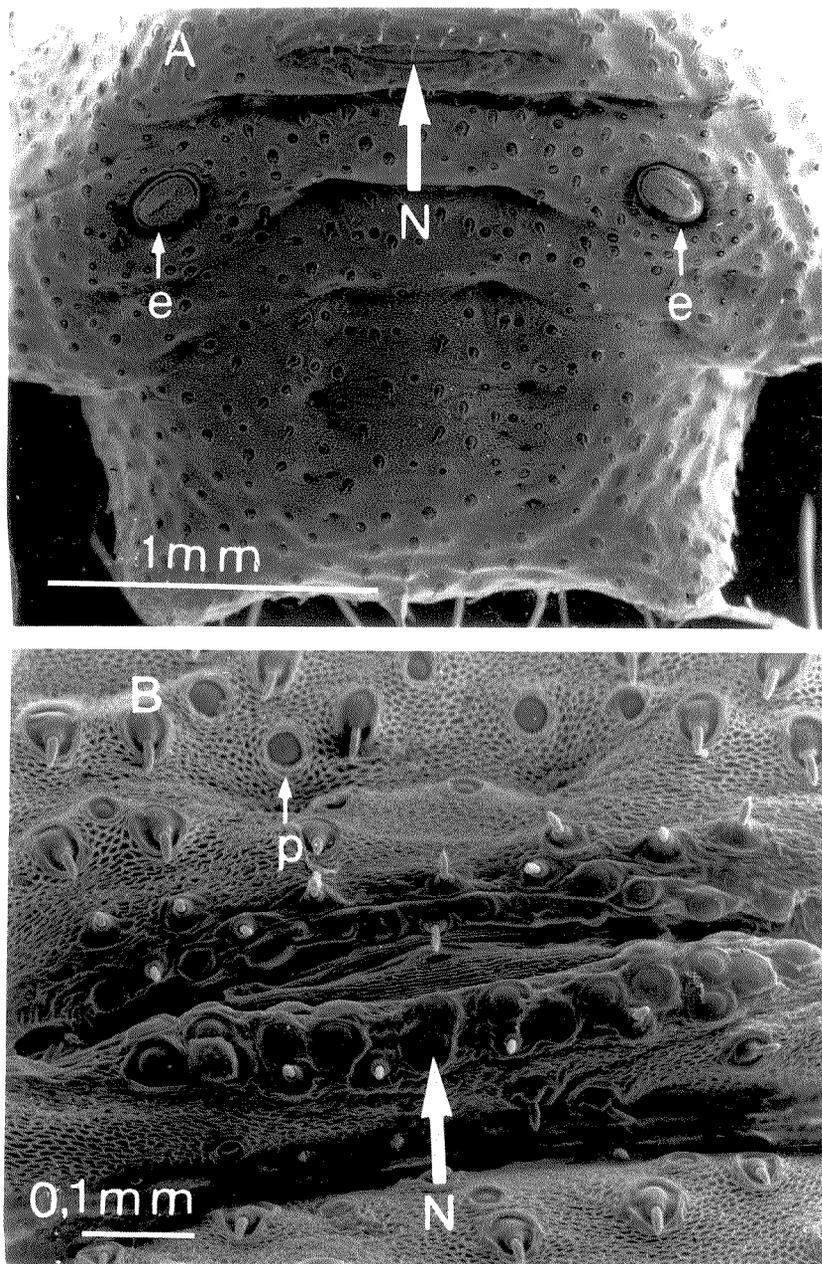


Figura 8- Fotografia em microscopia eletrônica de varredura mostrando a parte final da superfície dorsal do corpo da larva de *R. marius* onde se vê em A) no sétimo segmento abdominal, logo antes do último par de espiráculos (e), o órgão de Newcomer (N) e em B) esta glândula ampliada e vários poros de "cúpula" perfurados (p) espalhados pela superfície do corpo.

Tabela 9- Espécies de formigas e sua ocorrência atendendo larvas de *Rekoa marius* e *R. palegon*.

Borboletas	Formigas	Ocorrência
<i>Rekoa marius</i>	<i>Camponotus crassus</i>	Frequente
	<i>C. rufipes</i>	Rara
	<i>C. cingulatus</i>	Regular
	<i>Camponotus</i> sp.4	Rara
	<i>Conomyrma</i> sp.1	Regular
	<i>Conomyrma</i> sp.2	Rara
	<i>Crematogaster</i> sp.1	Rara
	<i>Solenopsis</i> sp.1	Regular
<i>Rekoa palegon</i>	<i>Camponotus crassus</i>	Frequente
	<i>Crematogaster</i> sp.2	Rara
	Dolichoderinae sp.	Regular

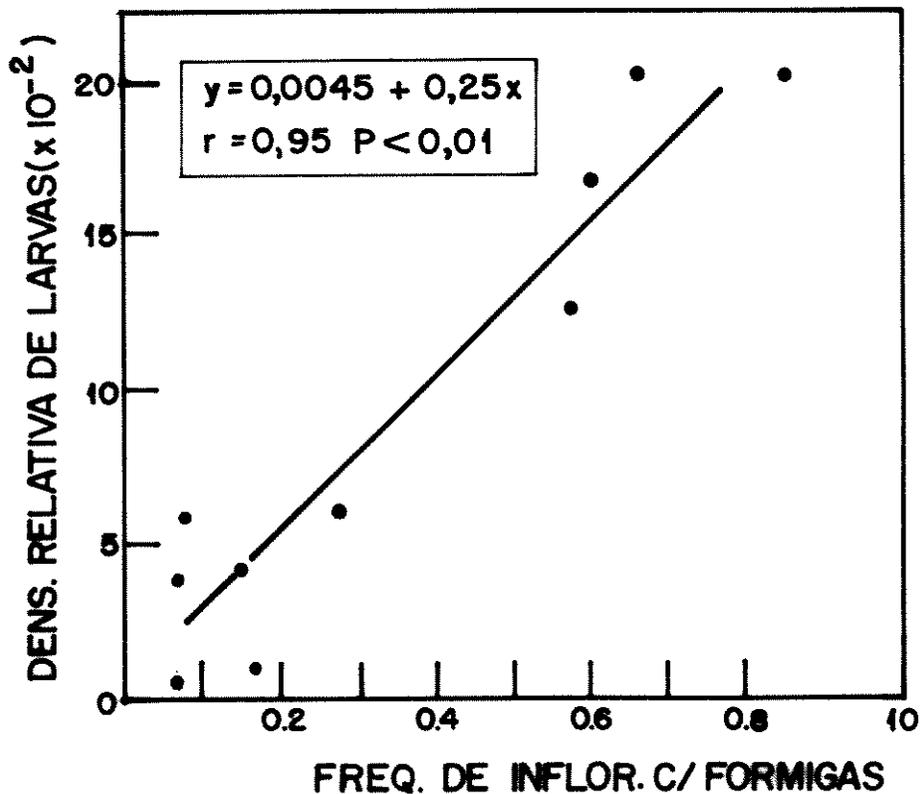


Figura 9- Regressão entre frequência de inflorescências com formigas em 9 espécies de plantas hospedeiras de *R. marius* e densidade relativa de larvas desta borboleta nestas plantas. Dados de densidade relativa de larvas são os mesmos da figura 4.

**Rekoa marius** desovou preferencialmente em inflorescências de **S. bicapsularis** sem formigas (controle), em relação a inflorescências tratamento, onde o acesso era livre às formigas (Tabela 10).

Não houve diferença de tamanho entre o grupo de pupas provenientes de larvas que interagiram com formigas daquele grupo privado desta interação (Tabela 11).

### III.5 COLORAÇÃO

#### III.5.1 Policromatismo críptico

Em mais de 500 larvas de **R. marius** observadas, foram encontrados indivíduos com cores predominantemente de 6 tipos diferentes: verde, creme, amarelo, vermelho, branco e lilás (Tabela 12 e Figura 10).

As larvas eclodem com coloração creme-amarelada e alimentam-se inicialmente de botões florais jovens tornando-se então verdes, cor também, em geral, do botão floral. A medida que crescem e passam a alimentar-se de botões maiores acompanhando a coloração destes botões. Assim, por exemplo, em **Ouratea cuspidata**, **Senna bicapsularis**, **Coccoloba arborescens** e **Lundia cordata**, larvas jovens (1ª e 2ª estádios) de **R. marius** são de coloração predominantemente verde ou creme, correspondente a cor do botão jovem destas plantas, que nessa fase tem a maior parte de sua superfície externa coberta pelo cálice, de coloração esverdeada. Larvas no 3ª e 4ª estádios, entretanto, possuem mais frequentemente a coloração amarela, no caso das duas primeiras plantas, branca em **C. arborescens** e vermelha em **L. cordata**.

Em **Arrabidaea conjugata** sempre foram encontradas larvas de coloração lilás, homogênea. Botões florais jovens desta planta

possuem tanto o cálice quanto a corola de cor semelhante ao botão maduro, ou seja, lilás.

Pupas de *R. marius* com um ou dois dias apresentavam coloração variável, sendo toda semelhante a coloração da larva ou somente com alguns traços. Os adultos eram todos semelhantes em coloração independentemente da cor da larva.

O padrão de coloração na população de larvas de *R. marius* variou ao longo do ano, dependendo da fenologia de suas plantas hospedeiras (Figura 11).

*Rekoa palegon* também apresenta larvas com diferentes tipos de coloração criptica, semelhante aos capítulos florais de suas plantas hospedeiras. Larvas deste licenídeo eclodem também com a coloração amarelada porém, adquirem um padrão de coloração onde predomina a cor verde, branca, amarela ou vinho, dependendo de sua planta hospedeira. Geralmente a coloração da larva de *R. palegon* é mais heterogênea do que em *R. marius*, mesclando duas ou três cores (Figura 12 e Tabela 13).

Em capítulos de *Mikania stipulaceae* as larvas apresentavam dois padrões cripticos de coloração, vinho/verde quando alimentando-se em capítulos jovens, e branco/verde em capítulos maduros.

Em *Marcetia taxifolia* e *Coccoloba arborescens*, que foram as únicas plantas não Asteraceae, larvas de *R. palegon* tinham a coloração bem semelhante a coloração das larvas de *R. marius* quando encontradas nestas mesmas plantas.

### III.5.2 Natureza da coloração

Larvas de 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> estádios de *R. marius* mudaram de coloração quando criadas com outras espécies de plantas com botões florais

Tabela 10- Frequência de inflorescências com e sem desovas de *R. marius*, em 26 pares de inflorescências, controle (C) e tratamento (T), de *Senna bicapsularis*. Controle - inflor. privadas do acesso às formigas; tratamento- acesso livre às formigas.

	Nº de inflorescências		
	C/ovos	S/ovos	
Controle	22	4	
Tratamento	13	13	$\chi^2=5,6; p<0,05$

Tabela 11- Efeito da associação com formigas sobre o desenvolvimento da larva de *R. marius*, medido pelo tamanho da pupa (machos). DP= desvio padrão.

	Tamanho de pupas (cm)		
	C/formiga	S/formiga	
1	1,18	1,29	
2	1,19	1,11	
3	1,10	1,25	
4	1,16	1,24	
5	1,20	1,02	
6	1,14	1,24	
7	1,01	1,02	
8	1,27	1,24	
9		1,07	
	$\bar{X}_c=1,16$ DP=0,08	$\bar{X}_s=1,16$ DP=0,11	NS

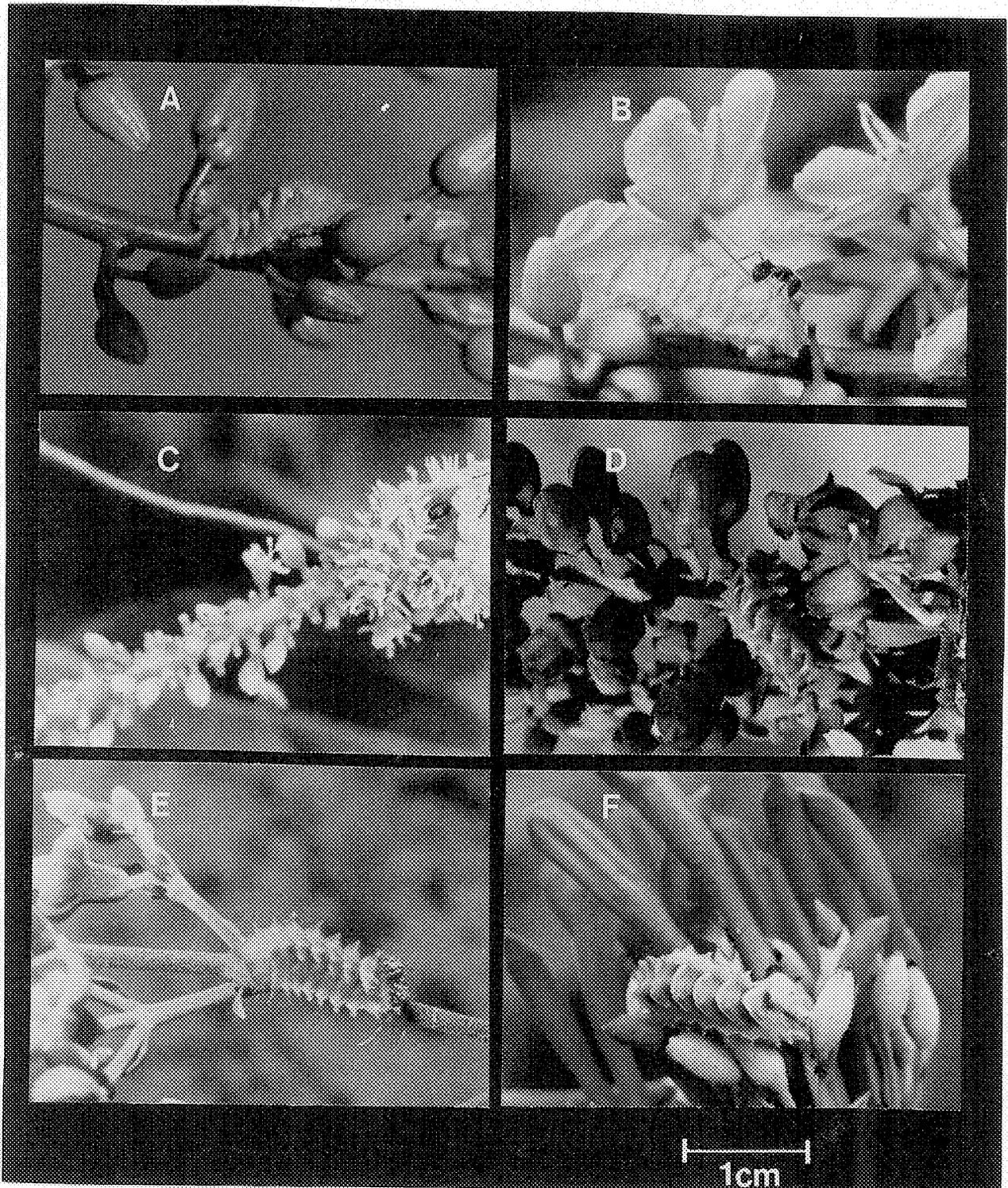


Figura 10- Policromatismo de larvas de *R. marius* nos botões florais de suas plantas hospedeiras. A) *Ouratea cuspidata*, botões jovens; B) *O. cuspidata*, botões maduros; C) *Coccoloba arborescens*; D) *Caesalpinia bonduc*; E) *Arrabidaea conjugata*; F) *Lundia cordata*. Em B e E formiga *Camponotus* sp. junto à glândula ou órgão de Newcomer das larvas.

Tabela 12- Padrões de coloração das larvas de *R. marius* e do botão floral de suas principais plantas hospedeiras.

Spp. plantas	C o l o r a ç ã o	
	Larva	Botão floral Cálice Corola
<i>S.bicapsularis</i>	verde, creme, amarelo	verde amarelo
<i>S.australis</i>	idem	idem idem
<i>O.cuspidata</i>	idem	idem idem
<i>L.cordata</i>	verde, creme, vermelho	idem verm
<i>M.taxifolia</i>	verde/vinho	idem vinho
<i>A.conjugata</i>	lilás	lilás lilás
<i>P.weinmanniaefolia</i>	verde, creme, branco	verde branco
<i>C.arborescens</i>	idem	idem idem

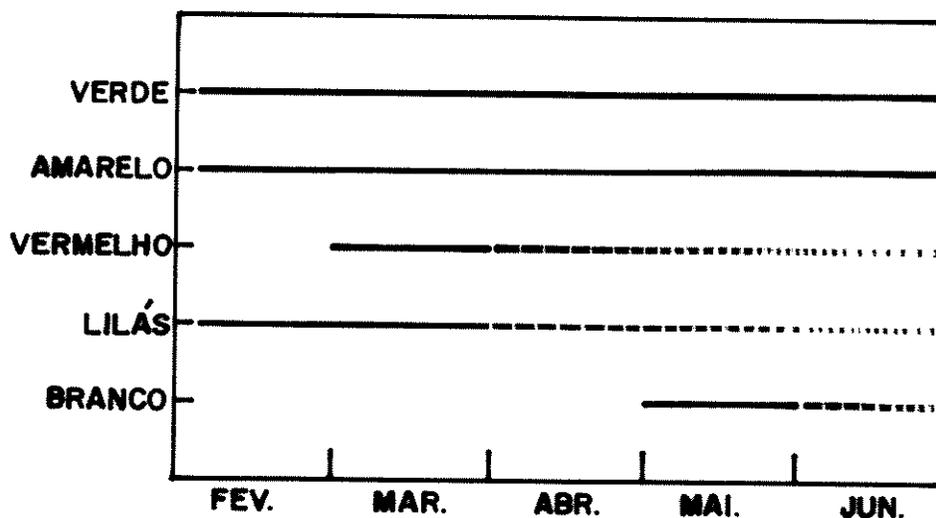


Figura 11- Distribuição temporal dos principais padrões de coloração das larvas de *R. marius* no período mais importante de sua reprodução. Linha cheia- abundante, tracejada- regular e pontilhada- raro.

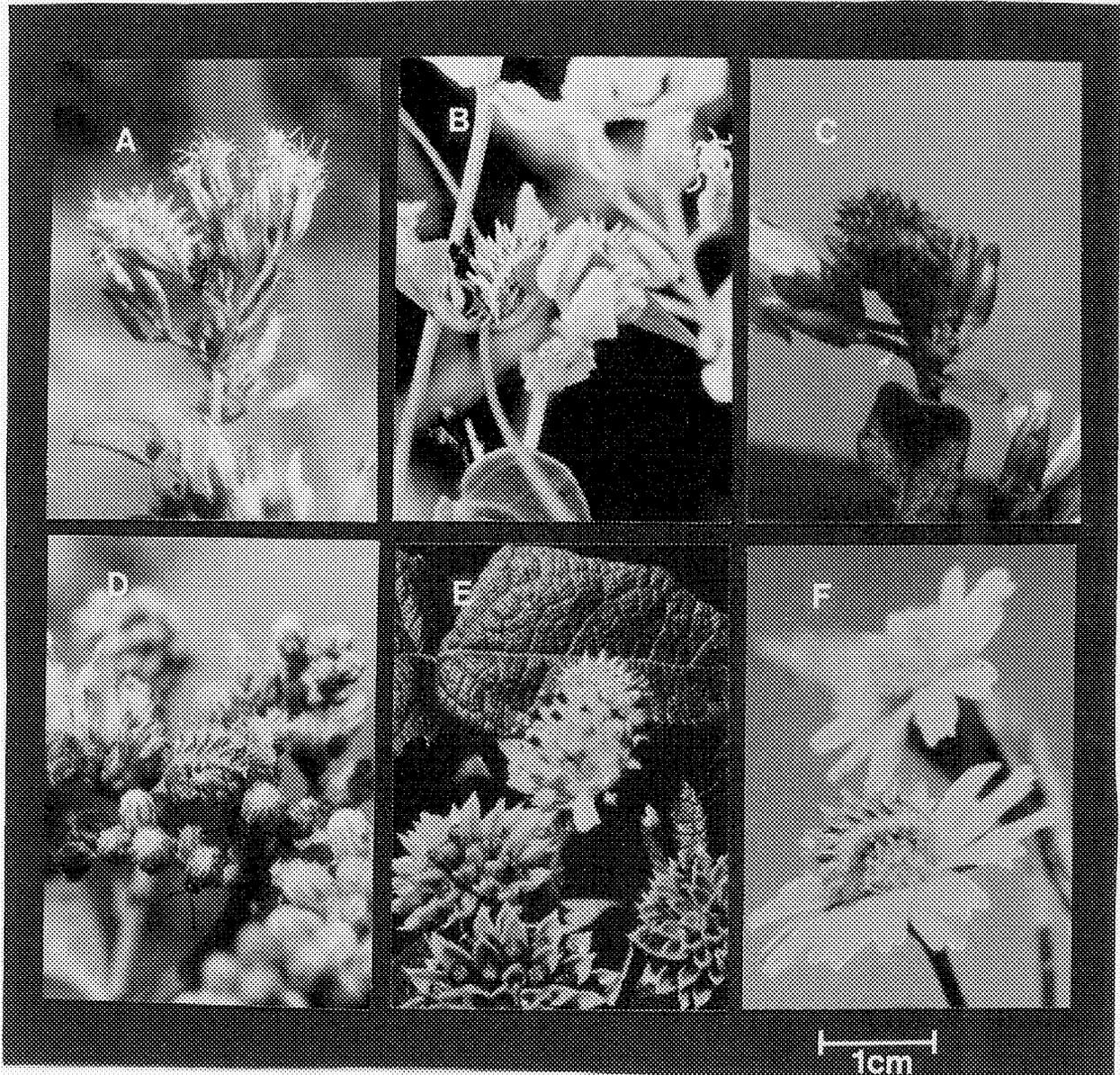


Figura 12- Policromatismo de larvas de *R. palegon* nos capitulos de suas plantas hospedeiras. A) *Eupatorium laxum*; B) *Mikania hoehnei*; C) *M. stipulacea*; D) *Vernonia scorpioides*; E) *Wulffia baccata*; F) *Wedelia paludosa*.

de coloração diferente de sua planta original (Tabela 14). A mudança ocorreu depois de cerca de 5 dias e foi mais acentuada a partir da 1ª muda após o início do experimento. Larvas em estádios mais avançados quando submetidas a troca de alimentação, mudaram incompletamente de coloração, ficando com cores intermediárias dos botões da planta original e experimental. A mortalidade das larvas neste último caso era razoavelmente grande.

Experimentos preliminares efetuados com *R. palegon* indicam que larvas jovens desta espécie também mudam de coloração quando trocadas de planta hospedeira. Cinco larvas verdes de 1ª e 2ª estádios coletadas em *Eupatorium laxum* ficaram amareladas depois de alimentadas alguns dias com capítulos de *Wedelia paludosa*.

A análise comparativa das manchas cromatográficas obtidas a partir dos três extratos, botões florais de *A. conjugata*, larva e fezes de *R. marius* revelou uma semelhança entre os padrões encontrados de botões florais e fezes. Em relação ao extrato da larva, ocorreu apenas uma mancha, que é semelhante a uma das que ocorre nos dois outros extratos (Figura 13).

A semelhança do pigmento (mancha) encontrado na larva com um dos que ocorreram no botão floral indica que a coloração das larvas de *R. marius* tem origem direta dos pigmentos sequestrados do botão floral de que se alimenta. A análise desta mancha nos três extratos, no espectrômetro de ultravioleta, confirmou a identidade das mesmas (Figura 14). O método de extração dos pigmentos, a revelação com radiação ultravioleta intensificada com vapores de amônia, além do padrão de absorção de radiação ultravioleta, evidenciaram todos que o pigmento observado é um flavonóide.

Tabela 13- Padrões de coloração das larvas de *R. palegon* e do capítulo de suas principais plantas hospedeiras.

Spp. plantas	C o l o r a ç ã o		
	Larva	Capítulo Cálice	floral Corola
<i>M. hoehnei</i>	branco/verde	verde	branca
<i>M. stipulaceae</i>	branco/verde,vin/verde	ver/vin	branca
<i>E. laxum</i>	branco/verde,verde	verde	branca
<i>V. scorpioides</i>	branco/verde/vinho	idem	ver/vin
<i>Wedelia paludosa</i>	amarelo/verde	idem	amarela
<i>Wulfia baccata</i>	amarelo/verde	idem	idem

Tabela 14- Experimentos de troca de planta de alimentação para verificação de mudança de coloração das larvas de *R. marius*. AC=Arrabidaea conjugata, SA=Senna australis, LC=Lundia cordata, MT=Marsetia taxifolia, SB=Senna bicapsularis, OC=Ouratea cuspidata

Std.	N	Pl.orig.	Cor larva	Pl.exp.	Cor final larva
10	2	AC	Lilás	SA	amarela
10	2	AC	Lilás	OC	amarela
20	2	LC	Creme	AC	Lilás
20	2	LC	Verde	AC	Lilás
10	4	LC	Creme	MT	Verm/verde
10	2	LC	Creme	MT	Creme
20	3	LC	Verm	SB	Amarela
20	2	LC	Verm	OC	Amarela
10	3	SB	Amarela	LC	Verm
10	1	SB	Amarela	LC	Verde
10	6	SA	Amarela	MT	Verm
20	2	SA	Amarela	MT	Verm/verde
30	3	OC	Verde	AC	Verde/lilás

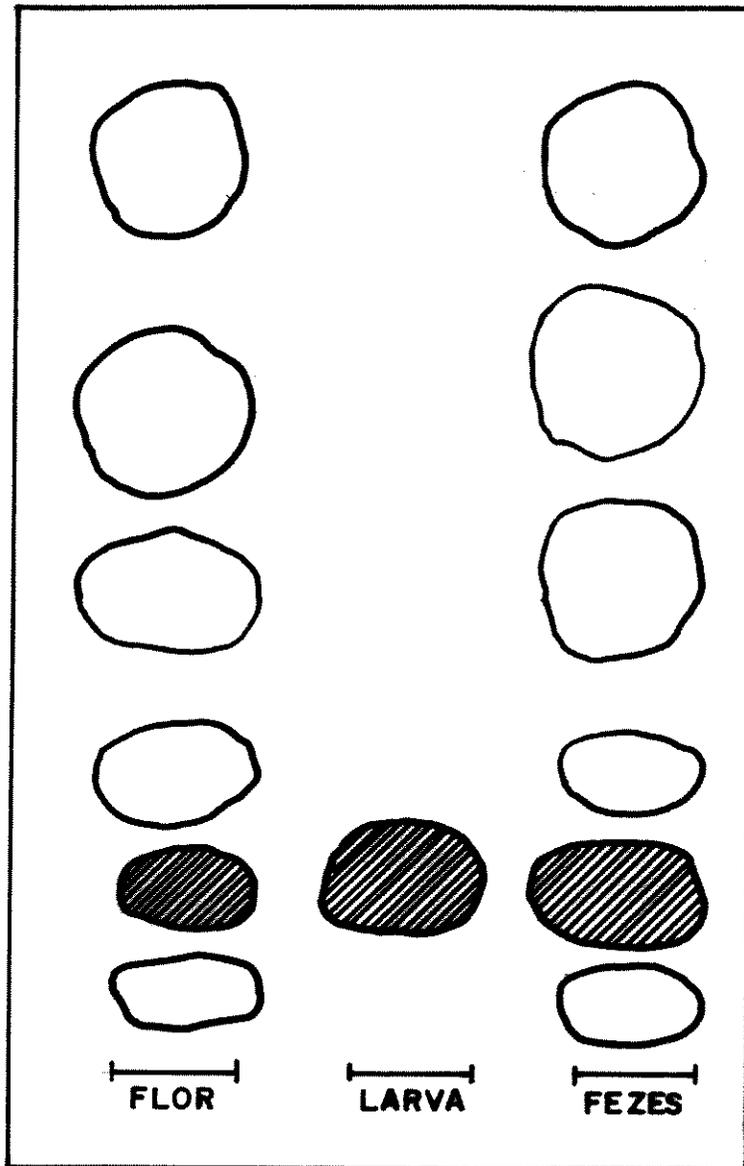


Figura 13- Padrões de cromatografia de papel obtidos para flor de *Arrabidaea conjugata*, larvas de *R. marius* criadas nesta planta e fezes destas larvas. Manchas hachuradas são lilases e as únicas no espectro visível. As demais são vistas apenas em U.V. intensificadas com vapores de amônia.

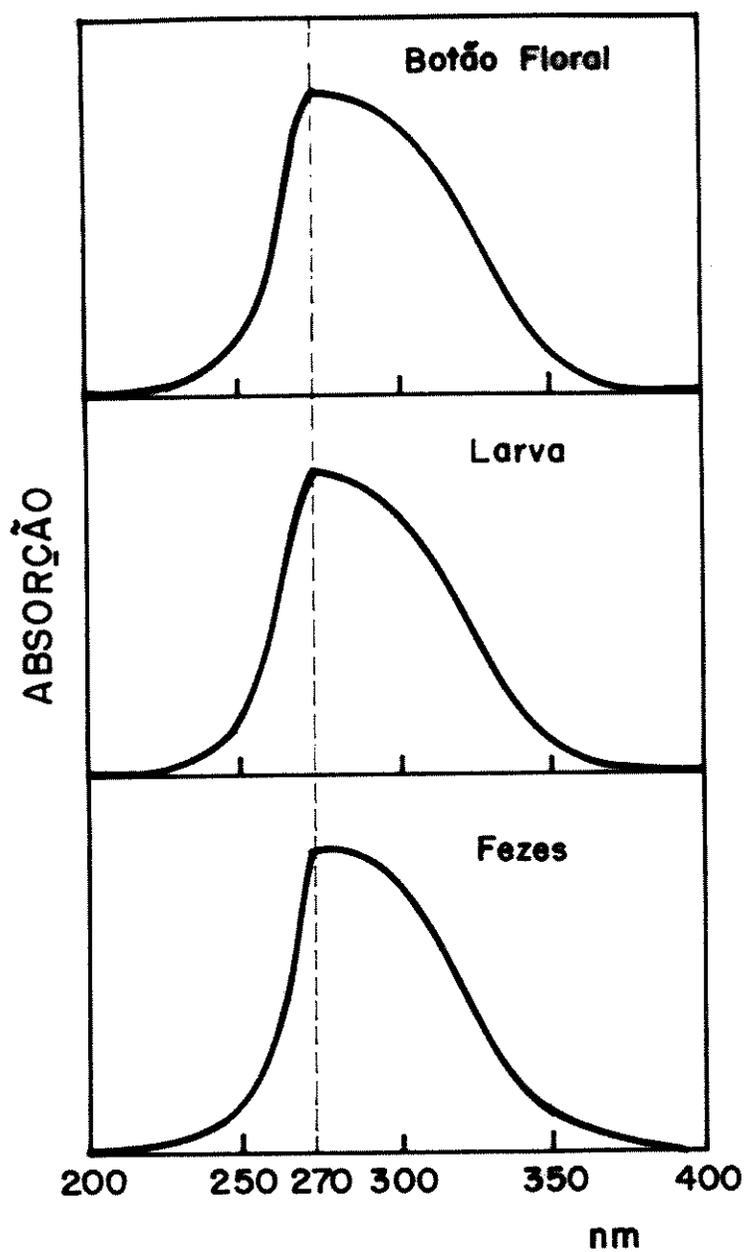


Figura 14- Padrões de absorção, em espectrometria de ultravioleta, da mancha obtida para as larvas de *R. marius* e as manchas equivalentes obtidas de flor de *A. conjugata* e fezes destas larvas.

### III.5.3 Proteção críptica

Ensaio preliminares de predação efetuados em laboratório, revelaram que larvas de *R. marius*, quando sobre seu próprio substrato de alimentação (camufladas), levavam um tempo maior para serem detectadas (tempo para o pássaro deslocar para o puleiro mais baixo) (Tabela 15). Embora não se tenha encontrado diferença significativa no tempo de predação de larvas camufladas em relação às não camufladas, é provável que isto se deva apenas a insuficiência da amostragem.

É importante ainda salientar que o tempo decorrido para que o pássaro percebesse a presença da larva não camuflada foi igual em apenas um caso sendo menor nos demais ensaios efetuados.

Tabela 15- Tempo gasto (em segundos) pelo pássaro *Gnorimopsar chopi* (melro) para localização e predação de larvas camufladas e não camufladas de *R. marius* no interior de uma gaiola, no laboratório. U= Resultado de teste não paramétrico de Mann-Whitney; \* significativo ao nível de 0,05. Os valores referem-se a médias  $\pm$  desvios padrões.

	camufladas (N=4)	não camufladas (N=5)	U
Deteccão	20 $\pm$ 26,8	4 $\pm$ 1,1	19 *
Predação	25 $\pm$ 24	12 $\pm$ 4,6	14 NS

### III.6 OUTRAS ESPÉCIES DE LYCAENIDAE

Além dessas duas espécies de *Rekoa*, foram encontrados ovos e larvas de mais 11 espécies de teclíneos, na restinga de Barra de Maricá. A Tabela 16 mostra as espécies de plantas hospedeiras, parte da planta utilizada, associação com formiga e estação do ano em que foram observadas essas borboletas. Na maioria das espécies de licenídeos os dados baseam-se em observações de pequeno número de indivíduos.

As populações dos teclíneos *Allosmaitia strophius*, *Strymon basilides* e *Strymon mulucha* parecem ser relativamente abundantes o mesmo acontecendo com suas plantas hospedeiras, em Maricá. Nestas três espécies as larvas, isoladas, eram razoavelmente crípticas com seu alimento e apresentavam variação em sua coloração dependendo da planta hospedeira embora em menor amplitude do que ocorre em *Rekoa*.

#### *Allosmaitia strophius*

Larvas desta espécie são razoavelmente crípticas, com coloração verde ou amarela, e alimentam-se de botões florais ou flores de suas plantas hospedeiras. Formigas, *Camponotus* spp. eram as vezes observadas ordenhando larvas dessa borboleta.

Tabela 16- Informações gerais sobre outras espécies de teclíneos (Lycaenidae) criados a partir de larvas coletadas na restinga de Barra de Maricá, RJ, no período de estudo. Órgão da planta: BF= botão floral, F= flor, FR= fruto, S= sim, ?= desconhecido, V= verão, I= inverno, P= primavera e O= outono.

Borboletas	Pls.hosp.	Órgão	formiga	estação
<i>Allosmaitia strophius</i>	12,13,14,15	BF,F	S	V,O,I
<i>Evenus regalis</i>	21	BF,F	S	I
<i>Iaspis talayra</i>	7	BF	S	O
<i>Michaelus jebus</i>	9,11	BF,F,FR	?	V,I
<i>M. thordesa</i>	1,3	BF,F	?	V,I
<i>Ministrymon zilda</i>	10	F	?	V
<i>Ocaria ocrisia</i>	19,20	BF	S	O,I
<i>Pseudolycaena marsyas</i>	17	BF	?	O,I
<i>Strymon basilides</i>	4,5,6	BF,F,FR	S	P,O,I
<i>S. mulucha</i>	2,16,18	BF,FR	S	P,V,O
<i>Tmolus echion</i>	8,20	BF	?	V,I

1- <i>Arrabidaea agnus-castus</i> (Big)	12- <i>Heteropteris chrysophylla</i> (Mal)
2- <i>A. conjugata</i> (Big)	13- <i>Byrsonima sericea</i> (Mal)
3- <i>Lundia cordata</i> (Big)	14- <i>Peixotoa hispidula</i> (Mal)
4- <i>Aechmea nudicaulis</i> (Bro)	15- <i>Stigmaphyllon paralias</i> (Mal)
5- <i>Bromelia antiacantha</i> (Bro)	16- <i>Tibouchina aff.holosericea</i> (Mel)
6- <i>Vriesia neoglutinosa</i> (Bro)	17- <i>Eugenia ovalifolia</i> (Myr)
7- <i>Mikania hoehnei</i> (Ast)	18- <i>Epidendrum denticulatum</i> (Orc)
8- <i>Caesalpinia bonduc</i> (Leg)	19- <i>Coccoloba arborescens</i> (Pol)
9- <i>Dioclea violacea</i> (Leg)	20- <i>Paullinia weinmaniaefolia</i> (Spn)
10- <i>Pithecellobium tortum</i> (Leg)	21- <i>Manilkara subsericea</i> (Sap)
11- <i>Senna bicapsularis</i> (Leg)	

Ast- Asteraceae; Big- Bignoniaceae; Bro- Bromeliaceae; Leg- Leguminosae; Mal- Malpighiaceae; Mel- Melastomataceae; Myr- Myrtaceae; Orc-Orchydaceae; Pol- Polygonaceae; Spn- Sapindaceae; Sap- Sapotaceae.

**Strymon basilides**

Larvas tinham a coloração variando do amarelo-creme até o vermelho. Quando eram encontradas alimentando-se por dentro da bainha do pedúnculo floral de *Vriesia neoglutinosa* a coloração vermelha da larva era bastante críptica com a inflorescência desta planta. Apesar de serem frequentemente assistidas pela formiga *Camponotus crassus*, larvas desta borboleta coletadas em *Aechmea nudicaulis* tiveram algumas vezes mortalidade alta por moscas parasitóides (Diptera - Tachinidae).

**Strymon mulucha**

Ovos desta espécie são alojados por entre os botões bem jovens de *Epidendrum denticulatum* que é uma orquídea bem abundante na área de estudo. As larvas são de coloração avermelhada o que lhes confere a camuflagem com seu alimento, botões e frutos da orquídea.

**Iaspis talayra**

Foi observado apenas uma única larva. A larva, no penúltimo estágio, tinha a coloração branca com manchas escuras e estava sendo ordenhada por várias formigas de uma espécie de *Solenopsis*.

**Evenus regalis**

A única larva encontrada estava no último estágio de desenvolvimento, tinha a coloração marron semelhante a cor dos botões florais de sua planta hospedeira e estava sendo ordenhada por uma formiga *Camponotus* sp..

### III.7 OUTROS LEPIDOPTERA

Duas espécies de lepidópteros, não licenídeos, merecem menção pelo fato de apresentarem também larvas cripticas com os botões florais de que se alimentam, **Phoebis sennae sennae** (Pieridae) e **Heliothis virescens** (Pyralidae).

Larvas de **P. sennae** foram observadas alimentando-se de folhas, botões florais, flores e frutos de **Senna bicapsularis**, na restinga de Barra de Maricá. Quando alimentando-se de botões florais e flores tinham a coloração amarelada nos primeiros estádios surgindo anéis escuros ao longo do corpo no último estágio. Larvas encontradas alimentando-se de folhas e frutos tinham sempre a coloração esverdeada sem apresentar os anéis escuros como no primeiro caso. Pupas desta espécie eram de coloração verde ou rosa independentemente de idade ou coloração da larva.

Larvas de **H. virescens** foram encontradas em botões florais de **Tibouchina aff. holosericea**. A larva tinha a coloração lilás, semelhante a coloração do botão floral da planta hospedeira.

## IV DISCUSSÃO

IV.1 UTILIZAÇÃO DAS PLANTAS HOSPEDEIRAS POR *Rekoa*

O hábito antófago de *Rekoa marius* e *R. palegon* constitui uma forte pressão seletiva sobre suas plantas hospedeiras devido ao grande número de botões florais consumidos pela larva ao longo de seu desenvolvimento. Inflorescências são às vezes totalmente dizimadas pelas larvas de *R. marius*. Esse hábito antófago permite ao herbívoro a possibilidade de alimentar-se em plantas que não são disponíveis para larvas folívoras devido às defesas químicas das folhas dessas plantas (Robbins & Aiello, 1982). Ehrlich & Raven (1964) citam algumas famílias, incluindo Bignoniaceae, como muito pouco utilizadas por larvas de borboletas. Larvas de *R. marius* porém, alimentam-se de flores de pelo menos 6 espécies de Bignoniaceae em Maricá, sendo encontradas frequentemente em *Arrabidaea conjugata*, planta segundo Kaplan et al. (1983), portadora de glicosídeos cianogênicos em sua folhas e em menor grau nas flores. Estruturas reprodutivas, por outro lado, contém concentrações mais altas de proteínas e aminoácidos do que folhas (McNeill & Southwood, 1978; Mattson, 1980).

Outro aspecto apontado ainda por Robbins & Aiello (op. cit.) é que pelo fato de existirem menos compostos químicos secundários nas flores do que em outras partes da planta, como nas folhas, torna possível a um antófago a alimentação numa variedade grande de plantas. Tal polifagia traria vantagens facilitando tanto a colonização de plantas em novos habitats como a ocorrência em diferentes estações do ano.

O fato de *R. marius* explorar um grande número de espécies de plantas com época e duração de floração distintas (Tabelas 2 e 3)

propicia a esta borboleta a disponibilidade de recursos durante quase o ano inteiro. O maior espectro de plantas hospedeiras de *R. marius* pode também ser responsável pelo tamanho bem maior da população de *R. marius* em relação a *R. palegon*. Embora licenídeos sejam conhecidos como borboletas geralmente não especialistas, tendo mesmo registros de espécies com grande amplitude de dieta (Downey, 1962a; Ehrlich & Raven, 1964) é marcante o fato de encontrarmos tantos taxa de plantas hospedeiras de *R. marius* numa única área e de tão pequena dimensão e riqueza de plantas.

*Rekoa palegon* utiliza um número bem menor de espécies, algumas das quais possuem floração bem concentrada no tempo (Tabela 6 e 7). Apesar de Asteraceae constituir a grande maioria dos registros de plantas hospedeiras, Robbins (no prelo) relaciona espécies de plantas hospedeiras pertencentes a outras 4 famílias.

Vane-Wright (1978); Cottrell (1984) e Pierce & Elgar (1985) consideram que larvas de licenídeos associadas à formigas são mais generalistas do que espécies não atendidas por formigas. Isto se daria pelo fato de formigas forragearem em muitas espécies distintas de plantas.

A polifagia nos licenídeos eumeíneos segundo Chew & Robbins (1984) ocorreria principalmente nos gêneros mais ricos em espécies, entretanto esta diversidade não estaria correlacionada com a mirmecofilia. Segundo a hipótese de Chew & Robbins (op.cit.) a evolução da polifagia, pelo menos em licenídeos antófagos, se daria a partir da adoção para desova de flores visitadas por fêmeas em busca de nectar. Plantas hospedeiras das larvas seriam assim um subgrupo daquelas usadas como fonte de nectar pelas borboletas adultas.

Embora polífaga, larvas de *R. marius* utilizam principalmente 5 espécies de plantas (Figura 4). Observações sugerem que a abundância de indivíduos dessas espécies não é maior do que a de muitas outras plantas bem menos utilizadas por *R. marius*. Provavelmente características da inflorescência como, número de botões ou arranjo floral e tamanho do botão floral sejam importantes na escolha da borboleta tanto em relação a quantidade de alimento disponível quanto na adequação para sua camuflagem o que lhe garante um espaço livre de predadores (Ricklefs & O'Rourke, 1975). É possível que esses parâmetros sejam utilizados na formação de imagem de busca nessa população o que aumentaria a sua eficiência de encontro de plantas hospedeiras adequadas e conseqüentemente a sobrevivência de suas larvas (Rausher, 1978; Courtney, 1982)

Um outro fator, destacado por Pierce (1985,1987), que poderia ser relevante nesta escolha é que licenídeos mirmecófilos preferem mais frequentemente plantas fixadoras de nitrogênio, principalmente Leguminosae. É bom ressaltar, no entanto, que embora *R. marius* utilize sete espécies de Leguminosae como hospedeiras na restinga de Barra de Maricá, esta família possui 13 espécies na área (Silva & Somner, 1984). Por outro lado, Bignoniaceae que possui 11 espécies na restinga tem 8 espécies sendo utilizadas por larvas desta borboleta.

As famílias Rubiaceae e Myrtaceae que também possuem um número grande de espécies, bem distribuídas e abundantes na restinga (Araújo & Henriques, 1984; Silva & Somner, 1984), são pouco utilizadas por *R. marius*. Plantas lactescentes, com exceção de *Aspidosperma pyricollum*, não foram utilizadas como hospedeiras de *R. marius*. Entretanto, é bastante comum na lista de

hospedeiras de *R. marius* plantas com nectários extra florais. Nectários extra florais (NEF) estão presentes em todas as 8 espécies hospedeiras mais utilizadas por este licenídeo e em cerca de 2/3 do total de espécies de plantas hospedeiras (Tabela 1 e Figura 4)

Embora os dados até aqui apresentados não permitam responder se a mirmecofilia determinou ou não a polifagia em *R. marius* é possível dizer, pelo menos, que deve ser importante na escolha de algumas espécies de plantas hospedeiras como será discutido mais adiante.

#### IV.2 ASSOCIAÇÃO COM FORMIGAS

A mirmecofilia em *Rekoa* ainda não tinha sido registrada até hoje, a não ser por uma breve referência sobre a ocorrência de glândula de Newcomer e glândula epidérmica, feita por Malicky (1970) para *R. palegon*, porém sem menção direta de presença de formigas em larvas desta espécie de borboleta.

No processo de interação com formigas larvas de licenídeos evoluíram inicialmente características que lhes protegeriam das próprias formigas como: aumento considerável da espessura da epiderme e retração da cabeça para dentro do torax (Malicky, 1970; Scott, 1984; Cottrell, 1984). Além dessas características, larvas de *Rekoa marius* e *R. palegon* possuem, ambas, os dois tipos de glândulas, as epidérmicas ("perforated cupola organs") e o órgão de Newcomer ("dorsal nectary organ") (Fig.8).

As glândulas epidérmicas são consideradas produtoras de substâncias que induzem a palpação por formigas (Pierce, 1983; Cottrell, 1984;; Kitching, 1983; Kitching & Luke, 1985). São espalhadas pelo corpo da larva e provavelmente liberam

substâncias que evitam a agressão das formigas sendo por isso chamadas de órgãos de apaziguamento (Hollдобler, 1971).

A glândula de Newcomer é o órgão mirmecófilo mais importante em *Rekoa*. Esta glândula, produtora de gotículas ricas em açúcares (Cottrell, 1984; Pierce, 1987), é o local da larva mais procurado pelas formigas. Pierce (1983) encontrou sucrose, frutose, glucose e concentrações altas do aminoácido serina na secreção da glândula de *Jalmenus evagoras* (Theclinae). Segundo Cottrell (1984) a glândula de Newcomer é a principal glândula produtora de açúcares nos Theclinae e ocorre na maioria das espécies desta subfamília.

Se a produção de tais açúcares implica num custo energético para as larvas é possível que isto comprometa o seu crescimento. O fato destes açúcares serem produtos de glândulas exócrinas especializadas, e não produto final ou egestão como nos homópteros, parece reforçar os argumentos para a hipótese do custo.

Licenídeos distinguem-se ainda dos homópteros neste aspecto por possuírem controle sobre sua secreção, enquanto que estes últimos produzem as gotículas açucaradas com ou sem estímulo das formigas (Pierce, 1987). Pierce et al. (1987) encontraram que larvas criadas em laboratório, atendidas por formigas, desenvolvem pupas e adultos menores, quando comparados com larvas que não foram atendidas. A redução do tamanho é um parâmetro importante determinando o sucesso no acasalamento em machos e a fecundidade de fêmeas (Elgar & Pierce, 1987). Embora não se tenha encontrado diferenças de tamanho entre pupas de *R. marius* provenientes de larvas que potencialmente interagiram com formigas no campo e larvas privadas desta relação (Tabela 11),

não se pode refutar com isso a existência de um custo da larva na associação com formigas. O alongamento do tempo de desenvolvimento das larvas ordenhadas por formigas pode ser um tipo de custo decorrente da perda energética na associação.

Fêmeas de *R. marius* desovaram mais frequentemente em inflorescências privadas do acesso a formigas (Tabela 10). Há, contudo, indicações de que esta borboleta seleciona plantas e exista correlação das hospedeiras escolhidas com a frequência de formigas nestas plantas (Figura 9). Esse resultado parece a primeira vista contraditório às observações feitas acima, que levavam a conclusão de que a presença de formigas na planta poderia estimular a desova da borboleta. Geralmente fêmeas de Lycaenidae respondem apenas a sinais emitidos pela sua planta hospedeira na desova (Cottrell, 1984). Entretanto existem casos onde fêmeas respondem positivamente a presença de formigas (Henning, 1983; Atsatt, 1981; Pierce, 1983; Pierce & Elgar, 1985).

No caso das espécies de *Rekoa* aqui estudadas a não especificidade das larvas com as formigas que as atendem (Tabela 9) e sua relação facultativa, pois elas se criam também na sua ausência, são características importantes e indicativas daquelas adaptações não esperadas dessa associação, como por exemplo a dependência de estímulo da formiga para desova da borboleta. Porém um aspecto deve ser levado em consideração. De fato se larvas de *Rekoa* são efetivamente protegidas por formigas, fêmeas deveriam preferir desovar em plantas "mirmecófilas" e a presença da própria formiga poderia ser um bom indicador dessa característica. É preciso lembrar, entretanto, que larvas de *R. marius* possuem o órgão de Newcomer desenvolvido e ativo somente

no 3º e 4º estádios, isto é, as larvas só interagem com formigas cerca de 10 dias após a fêmea desovar no botão de sua planta hospedeira. Como a escolha de uma inflorescência com formiga no instante da desova não garante que esta formiga ou outra esteja presente e atendendo a larva nos seus últimos estádios. Se a presença da formiga não é importante na decisão de um indivíduo para desovar, então a escolha pode ser feita com base na espécie de planta, na planta individual ou ainda sobre cada inflorescência. É provável que a qualidade, maturidade e quantidade de botões na inflorescência ou na planta individual sejam características primordiais nesse processo de escolha.

Aspectos qualitativos e quantitativos do botão floral ou inflorescência talvez atuem de maneira mais imediata na escolha da fêmea, enquanto que a associação mutualística com formigas favoreça a seleção de espécies de plantas (com NEF) nas quais a sobrevivência final dessas larvas, devido a essa interação seja maior.

Em resumo é possível que o aspecto geral da inflorescência de uma dada planta seja um bom previsor de sucesso da larva, e portanto indicador de escolha da borboleta para desova; e a presença da formiga, no momento, não influencie em tal decisão. A maior ocorrência de ovos e larvas de *R. marius* em espécies de plantas "mirmecófilas" (com NEF) provavelmente se deve ao papel protetor das formigas mas estas parecem não constituírem sinais indutores de desovas para as fêmeas. Pierce & Eastal (1986) encontraram também que em uma outra espécie de licenídeo associado a formigas, *Glaucopsyche liqdamus*, fêmeas não utilizam a presença de formigas como sinal para desova. Experimentos controlados, no campo, junto com avaliações detalhadas e

consistentes de vários parâmetros das plantas hospedeiras poderão esclarecer os critérios reais de escolha da planta hospedeira por *R. marius*.

Existem duas hipóteses, não excludentes, que procuram explicar a natureza da interação licenídeo X formiga:

1- Formigas protegeriam as larvas dos licenídeos contra inimigos naturais (predadores e parasitóides) (Downey, 1962a; Pierce & Mead, 1981).

2- Larvas ofereceriam o alimento em troca de não sofrerem ataque das próprias formigas coexistindo então com elas (Malicky, 1970; Common & Waterhouse, 1972; Maschwitz et al., 1984).

A influência do 3º nível trófico na interação inseto X planta como evidenciada por Lawton & McNeill (1979) e Price et al. (1980), e particularmente na dieta do herbívoro (ver também Atsatt, 1981) parece reforçar a 1ª hipótese. Dessa forma a evolução de associações com formigas foi resultado de pressão de predadores e parasitóides (3º nível trófico) sobre larvas dos licenídeos.

O papel das larvas dos licenídeos sobre suas plantas hospedeiras é de um duplo parasitismo. Primeiro simplesmente pela herbivoria, em especial sobre as estruturas reprodutivas (ovário e estames parecem ser preferidos por *Rekoa*), que exerce um efeito bastante prejudicial sobre a planta. Uma segunda ação parasítica acontece pelo fato dessas larvas conseguirem tanto uma relação amistosa com as formigas que lhes permita a coexistência, como também a ativa proteção destas que primariamente eram mutualísticas das plantas (Pierce, 1987). As larvas, parasitando então a proteção que as formigas oferecem (suborno) poderiam como consequência ampliar bastante o dano ou o impacto de sua

herbivoria.

A interação mutualística licenídeo x formiga faz com que formigas ganhem mais uma nova fonte rica em carboidratos o que aumentaria a sua capacidade suporte. Por outro lado larvas protegidas de pequenos predadores e parasitóides chegam mais frequentemente ao estágio adulto o que promove o seu crescimento populacional (Pierce & Young, 1986; Bristow, 1987).

A inversão do papel da formiga, de mutualista da planta para protetora do herbívoro tem sido verificada também em outros sistemas (Koptur and Lawton, 1988; Horvitz & Shemske, 1984). Esses casos refletem os riscos de utilização de formigas como mutualistas por parte de plantas.

Uma espécie de formiga, *Atta* sp. (saúva) causou em diversas ocasiões mutilações em plantas hospedeiras importantes de *R. marius*, como *Senna bicapsularis* e *Ouratea cuspidata*, atuando assim como competidoras assimétricas desta borboleta pois provocaram mortalidade considerável de ovos e larvas desta espécie.

Sobre as espécies de *Rekoa* aqui estudadas embora não se tenha dados que demonstrem uma correlação direta entre a baixa taxa de parasitismo com a mirmecofilia fica pelo menos sugerida a possibilidade de tal relação.

#### IV.3 PARASITISMO E REGULAÇÃO POPULACIONAL

Das 4 espécies de parasitóides de larvas registradas para *Rekoa* apenas uma, *Tetrastichus* sp., foi anteriormente assinalada sendo o único registro de parasitismo neste gênero de borboletas, no Brasil (Lima, 1947).

Entre os parasitóides de *Rekoa*, o braconídeo *Rogas* sp. foi o

mais frequente, embora contribua com uma baixa taxa de mortalidade das larvas dos licenídeos. Possivelmente a desova dessa vespa em larvas de *Rekoa* ainda bem pequenas, pode ser uma resposta à possível proteção que as formigas fornecem às larvas a partir do 3º estágio. Este parasitismo precoce sobre as larvas parece restringir o desenvolvimento do parasitóide. A correlação entre o tamanho das vespas emergentes e o tamanho (final) de suas larvas hospedeiras (Figura 7) parece corroborar essa hipótese. Além disso larvas jovens de *R. marius* produzem com muito mais frequência parasitóides machos. Quando vespas logram sucesso no ataque a larvas maiores, de 2º ou 3º estágio de *Rekoa*, a maior disponibilidade de alimento possivelmente propicia o desenvolvimento de adultos maiores do parasitóide, principalmente fêmeas. Larvas em plantas hospedeiras não "mirmecófilas" poderiam produzir em média vespas maiores se parasitadas, pois seriam mais susceptíveis num período larval maior. Isto talvez explique o fato de terem sido encontradas duas larvas de 4º estágio parasitadas em *Marcetia taxifolia*, planta sem NEF.

A limitação da disponibilidade de larvas hospedeiras para a vespa (àquelas de 1º e 2º estádios) e a tendência nestes casos de emergirem, em geral, machos ou fêmeas diminutas, funciona como um regulador do crescimento da população do parasitóide devido a um possível comprometimento tanto da sobrevivência quanto do sucesso no acasalamento e fecundidade das pequenas vespas emergentes.

Embora os dados preliminares indiquem que o parasitismo larval não foi diferente entre larvas de *R. marius* atendidas por formigas daquelas larvas isoladas destas, tais resultados necessitam algumas considerações.

Experimentos de avaliação de parasitismo em larvas privadas

do acesso às formigas e larvas atendidas por formigas geram resultados que produzem interpretações duvidosas. Se a pressão do parasitismo é grande sobre as larvas, é possível que tais experimentos redundem em diferenças significativas nas taxas de parasitismo. Porém nos casos de taxas de parasitismo mais moderadas, é provável que em muitas ocasiões esses experimentos não produzam os resultados esperados pela hipótese mutualística. Colocando de outra forma, se formigas protegem eficientemente as larvas de *Rekoa* isto poderia reduzir bastante o sucesso reprodutivo da população do parasitóide o que, salvo uma resposta adaptativa, poderia levar a exclusão desse gênero (*Rekoa*) da lista de seus hospedeiros. Se isto de fato ocorre, experimentos envolvendo testes do papel protetor de formigas não vão revelar resultados válidos, pois, se a taxa de parasitismo é baixa, uma amostra de larvas não atendidas por formigas correrão riscos pouco diferentes daquelas atendidas por formigas. Esse resultado não significaria que formigas não protegem significativamente as larvas, mas ao contrário, a sua associação com essas larvas ao longo do tempo trouxe como consequência a inibição do ataque pelos seus parasitóides. Desta forma analogamente às interpretações que são feitas sobre as consequências de interações competitivas (Connell, 1980), estaria-se diante do que se poderia chamar dos efeitos do "fantasma da cooperação passada".

A ocorrência de poucos flagrantes de predação (diurna) em larvas de **Rekoa** e as baixas taxas de parasitismo de ovo e larva deixam indefinido, dentro dos parâmetros de observação neste trabalho, o processo de regulação de densidade (por mortalidade) nessas populações.

Apesar de possuírem uma larga amplitude de dieta para suas larvas, **R. marius** reduz drasticamente sua reprodução a partir de julho (Tabelas 2 e 3). Nesta época também é marcante a redução da temperatura e da precipitação (Figura 1). Estes parâmetros climáticos atuariam sobre a natalidade dessas populações, indiretamente através da fenologia de suas plantas hospedeiras e diretamente sobre o comportamento de desova dessas borboletas.

Um período de chuvas intercalado por dias quentes no inverno ou primavera provoca o rebrotamento e as vezes a floração em muitas espécies hospedeiras destes licenídeos estimulando desovas destas borboletas. Esse processo deve ser importante na travessia dessas estações menos favoráveis para essas espécies.

A dinâmica descrita para esses licenídeos em relação às suas plantas hospedeiras assemelha-se a de populações de outras borboletas neotropicais (ver por exemplo Vasconcellos-Neto, 1980).

#### IV.4 PARTILHA DE RECURSOS ENTRE AS DUAS ESPÉCIES DE **Rekoa**.

O elenco distinto de plantas hospedeiras utilizadas por **R. marius** e **R. palegon** (Tabela 1) não obstante o hábito polífono da primeira espécie suscita de imediato uma questão. Tal quadro representa um isolamento alimentar entre as respectivas larvas ou apenas uma escolha comportamental das fêmeas? Os experimentos

efetuados sugerem (Tabela 8) que essa separação é grande para as larvas de *R. marius* em relação às Asteraceae mas não existe ou pelo menos não foi detectado em *R. palegon*, pois larvas desta espécie alimentaram-se sem restrições em botões florais de plantas não Asteraceae utilizadas normalmente por *R. marius*. Portanto, em *R. palegon* as fêmeas é que determinam a exclusão ou deslocamento alimentar, uma vez que as larvas são potencialmente polípagas. Dois casos isolados de larvas de 4<sup>o</sup> estágio de *R. palegon* encontradas alimentando-se em plantas não Asteraceae no campo indicam que possíveis erros na escolha de plantas hospedeiras por parte de *R. palegon* não devem implicar necessariamente em morte da larva. Tal destino deve, no entanto, acontecer no caso de falhas deste tipo em *R. marius*.

Os registros de plantas hospedeiras efetuados neste trabalho apenas na restinga de Barra de Maricá confirmam a compilação de dados feita por Robbins (no prelo) no sentido de que larvas de *R. marius* são polípagas, mas não ocorrem sobre espécies de Asteraceae. Para *R. palegon*, entretanto, das 10 espécies de plantas hospedeiras citadas por Robbins metade não são Asteraceae. Uma vez que os dados apresentados por este autor são oriundos de observações efetuadas durante décadas por vários autores em pelo menos 5 países diferentes, do México até a Argentina, não está descartada a hipótese de que cada uma das populações destas duas espécies quando em simpatria partilhem os recursos entre si. É possível também que populações de *R. palegon* sejam predominantemente oligópagas nestes locais alimentando-se, excepcionalmente, de espécies diferentes de Asteraceae.

Em espécies oligópagas ou polípagas dados de plantas

hospedeiras obtidos a partir de fontes variadas (não oriundos de estudos intensivos e específicos) são válidos como registros mas são insuficientes para avaliação do hábito alimentar da população ou espécie (monófago, oligófago ou polífago). A polifagia de uma espécie pode, por exemplo, ser resultado de várias populações oligófagas ou até mesmo monófagas nas várias áreas de sua distribuição.

Os dados de plantas hospedeiras de *Rekoa* colhidos neste trabalho sugerem que populações simpátricas das duas espécies podem ter diferentes graus de deslocamento ou partilha de recursos de plantas hospedeiras. Em Maricá, pelo menos, ambas as populações não possuem sobreposição na utilização de plantas de alimentação de suas larvas apesar de *R. palegon* ser tolerante às plantas hospedeiras de *R. marius*. O pequeno deslocamento na época de reprodução dessas duas espécies talvez seja mera consequência do uso de plantas distintas.

Na opinião de Robbins (no prelo), baseada em análises de filogenia e distribuição de espécies de *Rekoa*, fatores relacionados a biogeografia histórica e não a ecologia são os responsáveis pela coexistência e a utilização dos recursos neste gênero. Nesse sentido, seria interessante saber se *R. palegon* comporta-se como polífaga quando em alopatria com *R. marius*. Isto poderia explicar alternativamente os registros de plantas hospedeiras de várias famílias encontrados para *R. palegon* em Robbins (no prelo).

#### IV.5 COLORAÇÃO CRIPTICA

##### IV.5.1 Natureza da Coloração

A existência de larvas com diferentes padrões de coloração nas duas espécies de *Rekoa* não são devidas a um polimorfismo genético como já verificado pelo menos em algumas espécies de *Lycaenidae* (Maschwitz et al., 1984; Orsak & Whitman, 1986).

Experimentos de troca de dieta alimentar mostraram que larvas de *R. marius* mudam de coloração adquirindo geralmente a mesma cor do botão floral experimental (Tabela 14). Embora não se tenha feito experimentos consistentes em *R. palegon*, resultados preliminares indicam a existência de um mecanismo de determinação de cor homólogo a *R. marius*. Tal mecanismo, gerando padrões múltiplos de coloração, não foi demonstrado em nenhuma outra espécie na família.

Estudo preliminar de Herrera et al. (1987), no Chile, indicou a existência de mecanismo de determinação de cor semelhante numa população dimórfica de larvas (verdes ou amarelas) da borboleta *Phoebis sennae* (Pieridae). Larvas desta mesma espécie, coletadas por mim na restinga de Maricá, tinham também a coloração verde ou amarela. Larvas verdes, entretanto, eram encontradas ou criadas também a partir de frutos de *Senna bicapsularis*, enquanto que Herrera et al. (op. cit.) encontraram-nas somente em folhas da sua planta hospedeira, *Senna cumingii*.

Ainda mais recentemente, Greene (1989) encontrou que larvas de uma espécie de geometrídeo apresentavam, quando maduras, duas formas dependendo de sua dieta; folhas ou flores de sua planta hospedeira. Este autor comprovou experimentalmente que o teor de tanino das diferentes dietas é que eram responsáveis pelo que chamou de polimorfismo desenvolvimental.

A presença de pigmentos flavonóides nas larvas de *R. marius* e a sua identidade com aqueles encontrados nas suas fezes e no botão floral de sua planta alimento (Figuras 13 e 14) confirmam os resultados encontrados nos experimentos de troca de dieta (Tabela 14). Larvas de *R. marius*, portanto, armazenam pigmentos extraídos dos botões florais de sua planta hospedeira, o que lhes garante a mesma cor destes últimos.

Embora tais pigmentos estivessem presentes no único material estudado, larvas (lilases) de *R. marius* alimentadas com botões de *Arrabidaea conjugata*, outros padrões de coloração (vermelho, por exemplo) devem também ter como base flavonóides obtidos de sua planta alimento. A coloração amarela comum em muitas larvas encontradas em *Senna bicapsularis*, *S. australis* e *Ouratea cuspidata* possivelmente tem origem nos carotenóides incorporados dos botões destas plantas.

Wilson (1985,1986,1987) vem estudando a presença de flavonóides, principalmente, em adultos de várias espécies de borboletas, inclusive Lycaenidae. Segundo este autor estes pigmentos seriam oriundos (sequestrados) da alimentação das larvas. Wilson, no entanto, considera que estes flavonóides poderiam ter um papel na proteção desses licenídeos (adultos), através de uma possível toxidez desses elementos a seus predadores potenciais, embora ressalte a escassez de dados a esse respeito.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam claramente que tais pigmentos são importantes pois tornam camufladas e não aposemáticas as larvas de *Rekoa*.

Como a coloração nos adultos de licenídeos tem pouco a ver com os flavonóides (Fuzeau-Braesch, 1972; Chapman, 1982; mas veja

também Wilson, 1985,1986) e estes por sua vez não tem ainda comprovado a sua relação em síndromes de aposematismo nesta família de borboletas, é possível que seu papel preponderante seja mesmo na camuflagem das larvas. A sua presença em adultos de Lycaenidae pode desse modo não ter uma função específica neste estágio, pelo menos em relação a defesa.

#### IV. 5.2 Camuflagem X Predação

A forma da larva de *Rekoa*, ligeiramente achatada dorso-ventralmente, e o comportamento de alimentação, além da coloração críptica nessas espécies, fazem com que o indivíduo emita pouco ou nenhum sinal de sua presença, dificultando a sua percepção por predadores visualmente orientados. O tempo bem maior gasto pelo pássaro para reconhecimento e predação da larva camuflada (Tabela 15) sugere ua possível proteção críptica obtida por *R. marius*. A adaptação em detalhes geométricos de seu substrato de camuflagem parece ser uma tendência das espécies crípticas de partes específicas de seu habitat (Endler, 1978).

Muitos insetos crípticos geralmente ficam em repouso durante o dia, alimentando-se durante a noite (Cott, 1940; Edmunds, 1974). Essa característica representa uma limitação necessária já que o sucesso da camuflagem da larva depende de menor movimentação possível. Esta relação conflitante entre camuflagem e atividade alimentar é solucionada por *Rekoa* através de seu comportamento alimentar característico que mantém o seu corpo quase imóvel permitindo a sua alimentação durante o dia e a noite sem perder, portanto, a proteção críptica.

Nesses licenídeos o fundo ou substrato adequado para esconder-se é o seu próprio alimento. Em razão disso a

dependência que têm os insetos crípticos em relação ao seu substrato ( insetos eucrípticos na definição de Robinson, 1981) não representaria uma restrição importante, particularmente nessas espécies.

Larvas pequenas provavelmente movimentam muito pouco, pois tem suas necessidades alimentares satisfeitas com poucos botões (normalmente pequenos) de uma única inflorescência. Na medida que crescem, frequentemente deve haver necessidade de deslocar-se para outra inflorescência. Essa transferência de inflorescência talvez seja um momento em que essas larvas correriam riscos maiores já que a eficiência de sua camuflagem depende do substrato específico. A assistência frequente de formigas a partir desta fase pode contudo minimizar bastante os riscos destas larvas à predadores e parasitóides.

Predadores que caçam por imagem de busca podem rapidamente aprender a encontrar presas crípticas. Croze (1970) demonstrou experimentalmente que a sobrevivência de presas crípticas aumentou com a diminuição de sua densidade. Uma maneira de uma população formada por indivíduos crípticos sobreviver com baixa taxa de predação por predadores que usam imagem de busca é, por exemplo, possuir vários padrões de cor. Croze (1970) produziu populações monomórficas e trimórficas pintando conchas de mexilhões e em seguida submetendo esses diferentes grupos de presas à predação por corvos. O autor encontrou que a população trimórfica sofreu significativamente menos predação do que as populações monomórficas na mesma densidade. O polimorfismo poderia assim ser a maneira de uma população críptica aumentar o seu tamanho quando restringida por predadores que caçam por imagem de busca.

Outros autores têm encontrado que tais tipos de predadores promovem nas presas uma diversidade de aspectos entre espécies simpátricas (Rand, 1967; Ricklefs & O'Rourke, 1975), ou numa população (polimorfismo) (Bantock & Harvey, 1974; Mariath, 1982; Vasconcellos-Neto, 1988).

Brower (1958) já tinha especulado acerca da vantagem seletiva da polifagia em insetos crípticos. De acordo com ele numa população que usa diversas espécies de plantas hospedeiras seus indivíduos seriam mais difíceis de serem encontrados por pássaros insetívoros. Este autor ainda sugeriu, neste caso, a possibilidade de evolução de polimorfismo de cor "quebrando" a população do inseto em diversas "espécies visuais" cada uma das quais a serem aprendidas, independentemente, por seus predadores.

O exemplo das duas espécies de *Rekoa* estudadas neste trabalho seriam compatíveis com a hipótese de Brower (op. cit.) e constituiria numa diversidade de aspecto provavelmente selecionada por predadores que caçam visualmente por imagem de busca. Nesses licenídeos, o policromatismo críptico decorrente de diferenças nas condições ambientais das larvas (dieta) apresentaria algumas vantagens em relação ao geneticamente fixado, onde cada padrão corresponderia a uma variação genética. Em primeiro lugar não seriam encontrados quaisquer indivíduos em plantas onde não fossem crípticos. Além disso, a polifagia não ficaria dependente do número de formas de cor (como no polimorfismo), mas justamente o contrário, o número de padrões de coloração é que seria determinado pelas cores apresentadas pelos botões florais ou inflorescências das plantas hospedeiras.

Esse policromatismo associado a polifagia provavelmente dificultariam a formação de imagem de busca por parte de predadores. Se isto realmente ocorreu nas populações de larvas de *Rekoa*, pode ter levado os predadores a reduzirem suas taxas de encontros das larvas destas espécies e por fim a desistência deste item alimentar. Possivelmente o sucesso dessa estratégia pode significar a inexistência de predação intensa por espécies visualmente orientadas sobre as populações de larvas de *Rekoa*, em Maricá.

É interessante notar que a boa camuflagem conseguida mesmo na condição polífaga ou oligófaga destas espécies contrasta com a idéia de que adaptações finas como estas seriam características de espécies monófagas (Maschwitz et al., 1984, 1985). Talvez isso seja explicado pelo fato de variações na aparência dentro de uma população de insetos serem frequentemente consideradas, a priori, como variações genéticas ou polimorfismo, o que nem sempre se verifica.

Daí o caso de *Rekoa* parecer tão especial. Apresentam variação no padrão de cor sem se tratar de um polimorfismo genético; são polífagas mas bastante crípticas e assim protegidas mesmo em plena atividade alimentar, diurna. A seleção natural nestas espécies produziu um mecanismo de determinação de cor que tornou os indivíduos camuflados em qualquer espécie hospedeira ao invés de produzir um ou alguns padrões de coloração, geneticamente fixados, adaptados ao seu ambiente.

Numa população onde as variações não correspondem a diferenças genéticas nos indivíduos, a seleção apostática não operaria uma vez que mesmo que as "formas" mais abundantes fossem removidas com mais intensidade os sobreviventes substituiriam a

população de larvas independente das "formas" anteriormente selecionadas mas talvez dependente do espectro das plantas hospedeiras (coloração floral) nesse período. Entretanto se houvesse uma tendência conservativa de fêmeas preferirem para desova plantas as quais foram seu alimento quando larvas, poderia ocorrer uma seleção apostática provocando um balanço das diferentes "formas" ao longo do ano.

É provável, que esse tipo de fenômeno observado nas duas espécies de *Rekoa* também ocorra em outras espécies cogenéricas ou não entre as quais possivelmente, *Strymon basilides*, *S. mulucha*, *Allosmaitia strophius* (Lycaenidae) e *Phoebis sennae* (Pieridae).

Possivelmente a grande faixa de plantas hospedeiras utilizadas por estes licenídeos, considerada incomum para outras borboletas, pode ser decorrência, em parte, de seu hábito antófago (Robbins & Aiello, 1982). É sugerido, além disso, que a camuflagem e a natureza não genética da coloração das larvas podem também desempenhar um papel importante na polifagia, pelo menos nas espécies de *Rekoa* aqui estudadas.

## V CONCLUSÕES

. Foram encontradas durante o período de estudo larvas de 13 espécies de teclíneos (Lep.: Lycaenidae) na restinga de Barra de Maricá. Todas foram obtidas e criadas a partir de botões florais ou flores de suas plantas hospedeiras.

. Larvas de *R. marius* são polífitas; foram encontradas alimentando-se de 30 espécies de plantas pertencentes a 11 famílias enquanto que as de *R. palegon* são praticamente oligófitas; foram obtidas de 12 espécies de plantas sendo 11 da família Asteraceae.

. A separação dos grupos de plantas hospedeiras de *R. marius* e *R. palegon* ocorre, principalmente, pelo comportamento dos adultos já que não são encontradas desovas de uma espécie em plantas hospedeiras da outra mas larvas de *R. palegon* se desenvolvem com sucesso em algumas plantas hospedeiras de *R. marius*.

. Larvas de *R. marius* e *R. palegon* apresentavam variação na coloração produzindo um policromatismo críptico nessas populações.

. Foi demonstrado que a variação na coloração das larvas destas espécies era determinada pela sua dieta e não devido a diferenças genéticas nos indivíduos.

. Análises cromatográficas e espectrométricas indicam que pelo menos um dos pigmentos responsáveis pela coloração das larvas são flavonóides sequestrados dos botões florais dos quais elas se alimentam.

. Tal mecanismo de determinação da coloração nestas larvas tornando-as sempre crípticas nas suas plantas hospedeiras pode

ter facilitado a utilização de tantas espécies de plantas (oligofagia ou polifagia).

. A camuflagem das larvas de ambas espécies de **Rekoa** deve-se tanto a coloração quanto a sua forma e comportamento.

. A associação entre as larvas destes licenídeos (**Rekoa**) com formigas pode responder parcialmente pela baixa intensidade de parasitismo encontrada nestas espécies.

## VI.1. RESUMO

Foram estudados aspectos ecológicos de 13 espécies de teclíneos (Lep.: Lycaenidae) na restinga de Barra de Maricá, RJ, durante o período de 1986 - 1989: *Rekoa marius*, *R. palegon*, *Allosmaitia strophius*, *Evenus regalis*, *Iaspis talayra*, *Michaelus jebus*, *M. thordesa*, *Ministrymon zilda*, *Ocaria ocrysia*, *Pseudolycaena marsyas*, *Strymon basilides*, *S. mulucha* e *Tmolus echion*.

De duas destas espécies, *Rekoa marius* e *R. palegon*, foram obtidos dados de ciclo de vida, período de reprodução, plantas hospedeiras, comportamento alimentar e interações parasíticas e mutualísticas. Embora larvas de ambas as espécies de borboletas alimentem-se de botões florais de um grande número de espécies de plantas hospedeiras (de cores diferentes) elas sempre apresentam coloração críptica com seu substrato alimentar. Larvas de *R. marius* foram encontradas alimentando-se de 30 espécies de hospedeiras pertencentes a 11 famílias, todas dicotiledôneas, enquanto que *R. palegon* alimenta-se de 12 espécies de plantas, sendo 11 da família Asteraceae.

Através de ensaios biológicos e análises bioquímicas verificou-se que a coloração destas larvas deve-se a pigmentos flavonoídicos oriundos da sua dieta alimentar. Esse mecanismo de determinação de cor da larva é responsável pela coloração críptica nestas populações. Sua relação com o policromatismo e a polifagia são sugeridos.

Foram descritos o comportamento e as características morfológicas das larvas de *Rekoa* em relação a associação delas com formigas.

São também apresentados dados de plantas hospedeiras de larvas das demais 11 espécies de teclíneos e aspectos gerais de coloração e interações parasíticas e mutualísticas para a maioria delas.

## VI.2 SUMMARY

Ecological aspects of 13 techline species (Lep.: Lycaenidae) were studied at restinga of Barra de Maricá, RJ, during 1986 - 1989: *R. marius*, *R. palegon*, *Allosmaitia strophius*, *Evenus regalis*, *Iaspis talayra*, *Michaelus jebus*, *M. thordesa*, *Ministrymon zilda*, *Ocaria ocrysia*, *Pseudolycaena marsyas*, *Strymon basilides*, *S. mulucha* e *Tmolus echion*.

Data concerning to life - cycle, reproduction, host plants, feeding behavior, and parasitic and mutualistic interactions were obtained from *Rekoa marius* and *R. palegon*. Both butterflies feed upon flower bud of a great number of host species. However their larvae always presented cryptic coloration with their substrate. *R. marius* larvae were found feeding on 30 host species belonging to 11 families, all dicot, and *R. palegon* on 12 species all but one Asteraceae.

Biological and biochemical essays showed that larvae coloration pigment came from their food diet. This larva color determination mechanism provide the cryptic coloration in these populations. Their role in relation to the polychromatism and polyphagy is discussed.

Behavior and morphological characteristics of *Rekoa* larvae relating to ant associations are described.

Host records and general aspects of larvae coloration and parasitic and mutualistic interactions are also presented for other 11 techline species.

## VII- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARAÚJO, D.S.D. & R.P.B. HENRIQUES 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. Pp. 159-93 in **Restingas, origem, estrutura e processos**; Lacerda, Araújo, Cerqueira e Turcq (eds.). CEUFF, Niterói, RJ
- ATSATT, P.R. 1981. Lycaenid butterflies and ants: selection for enemy-free space. **Am. Nat.** 118: 638-54.
- BALLMER, G.R. & G.F. PRATT 1989. A survey of the last instar larvae of the Lycaenidae (Lepidoptera) of California. **J. Res. Lepid.**, 27: 1-81.
- BANTOCK, C.R. & P.H. HARVEY 1974. Colour polymorphism and selective predation experiments. **J. Biol. Educ.**, 8: 323-9.
- BRISTOW, C.M. 1987. On the butterflies and ants: When to be a friend. **Trends in Ecol. & Evol.**, 2: 29-30.
- BROWER, L.P. 1958. Bird predation and food plant specificity in closely related procryptic insects. **Am. Nat.**, 92: 183-7.
- CALLAGHAN, C.J. 1981. Notes on the immature biology of two myrmecophilous Lycaenidae: **Juditha molpe** (Riodinidae) and **Panthiades bitias** (Lycaenidae). **J. Res. Lepid.**, 20: 36-42.
- CHAPMAN, R.F. 1982. **The insects: structure and function**. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press. Pp. 127-49.

- CHEW, F.S. & R.K. ROBBINS 1984. Egg-laying in butterflies.  
in **Biology of butterflies**, XI Symposium of Royal Entomol.  
Soc. London. Acad. Press, London.
- COMMON, I.G.B. & D.F. WATERHOUSE 1981. **Butterflies in  
Australia**. Angus & Robertson, London.
- CONNELL, J.H. 1980. Diversity and the coevolution of  
competitors, or the ghost of competition past. *Oikos*, 35:  
131-8.
- CROZE, H.T. 1970. Searching image in carrion crows. *Z.  
Tierspsychol.*, 5: 1-85.
- COTT, H.B. 1940. **Adaptive colouration in animals**. Methuen,  
London.
- COTTRELL, C.B. 1984. Aphytophagy in butterflies: its  
relationship to myrmecophily. *Zool. J. Linn. Soc.*, 79: 1-57.
- COURTNEY, S.P. & S. COURTNEY 1982. The edge effect in  
butterfly oviposition: causality in **Anthocharis  
cardamines** and related species. *Ecol. Entomol.*, 7: 131-7
- DOWNEY, J.C. 1962a. Host-plant relations as data for butterfly  
classification. *Syst. Zool.*, 11: 150-9.
- \_\_\_\_\_ 1962b. Myrmecophily in **Plebejus (Icaricia)**

**icarioides** (Lepidoptera: Lycaenidae). **Entomol. News**,  
73: 57-66.

EDMUNDS, M. 1974. **The defense in animals**. Longman.

EHRlich, P.R. & P.H. RAVEN 1964. Butterflies and plants: a  
study in coevolution. **Evolution**, 18: 586-608.

ELGAR, M.A. & N.A. PIERCE 1987. Mating success and fecundity  
in an ant-tended lycaenid butterfly. Pp. 59-76 in  
**Reproductive success: studies of selection and adaptation  
in contrasting breeding systems**, T.H. Clutton-Brock (ed.).  
Univ. Chicago Press.

ELIOT, J.N. 1973. The higher classification of Lycaenidae  
(Lepidoptera): a tentative arrangement. **Bull. Br. Mus.  
(Nat. Hist.) Entomol.**, 28: 375-505.

EMMEL, J.F. & B.D. FERRIS 1972. The biology of **Callophrys**  
(**Incisalia**) **fotis bayensis** (Lycaenidae). **J. Lepid.  
Soc.**, 26: 237-44.

ENDLER, J.A. 1978. A predator's view of animal color patterns.  
**Evol. Biol.**, 11: 319-64.

----- 1981. An overview of the relationships between  
mimicry and crypsis. **Biol. J. Linn. Soc.**, 16: 25-31.

FORD, E.B. 1975. **Ecological genetics**. Chapman & Hall, London.

- FUZZEAU-BRAESCH, S. 1972. Pigments and color changes. *Ann. Rev. Ent.*, 17: 403-24.
- GREENE, E. 1989. A diet-induced developmental polymorphism in a caterpillar. *Science* 243(3): 643-6.
- HARBONE, J.B. 1967. *Comparative biochemistry of the flavonoids*. Academ. Press. Inc., London.
- HENNING, S.F. 1983. Biological groups within the Lycaenidae (Lepidoptera). *J. Entomol. Soc. S. Afr.*, 46: 65-85.
- HERRERA, J.; R. COVARRUBIAS & L. OPAZO 1987. Observaciones sobre larvas de *Phoebis sennae amphitrite* (feisthamel) 1839 (Lepidoptera). *Acta Ent. Chilena*, 14:183-6.
- HINTON, H.E. 1951. Myrmecophilous Lycaenidae and other Lepidoptera. A summary. *Proc. Lond. Entomol. Nat. Hist. Soc.* Pp. 111-75.
- HOLDOBLER, B. 1971. Communication between ants and their guests. *Scient. Amer.*, 224: 86-93.
- HORVITZ, C.C. & D.W. SCHEMSKE 1984. Effects of ants and ant-tended herbivore (*Eurybia elvina*) on seed production of a neotropical herb (*Calathea ovadensis*). *Ecology*, 65:1369-78.

- HOWE, H.F. & L.C. WESTLEY 1988. **Ecological relationships of plants and animals**. Oxford Univ. Press, N.Y.
- JANZEN, D. 1988. Ecological characterization of a Costa Rica dry forest caterpillar fauna. **Biotropica**, 20: 120-35.
- KAPLAN, M.A.; M.R. FIGUEIREDO & O.R. GOTLIEB 1983. Variation in cyanogenesis in plants with season and insect pressure. **Biochem. System. and Ecol.**, 11: 367-70.
- KETTLEWELL, H.B.D. 1956. A resumé of the investigations of the evolution of the melanism in the Lepidoptera. **Proc. R. Soc. London, Sr. B**, 145: 205-10.
- \_\_\_\_\_ 1961. The phenomenon of industrial melanism in Lepidoptera. **Ann. Rev. Ent.**, 6: 245-62.
- KITCHING, R.L. 1983. Myrmecophilous organs of the larvae and pupae of the lycaenid butterfly *Jalmenus evagoras* (Donovan). **J. Nat. Hist.**, 17: 471-81.
- KITCHING, R.L. & B. LUKE 1985. The myrmecophilous organs of the larvae of some British Lycaenidae (Lepidoptera): a comparative study. **J. Nat. Hist.**, 19: 259-76.
- KOPTUR, & J.H. LAWTON 1988. Interactions among vetches bearing extrafloral nectaries, their biotic protective agents, and herbivores. **Ecology**, 69: 278-83.

LACERDA, L.D.; D.S.D. DE ARAÚJO & N.C. MACIEL 1982. **Restingas brasileiras: uma bibliografia**. FUJB, Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_ ; D.S.D. DE ARAÚJO; R. CERQUEIRA & B. TURCQ  
1984. **Restingas, origem, estrutura e processos**. CEUFF,  
Niteroi, RJ.

LAMBERT, P.M. & A.J. HUGHES 1988. Keywords and concepts in  
structuralist and functionalist biology. *J. Theor. Biol.* 133:  
133-45.

LAMEGO, JA.R. 1940. Restinga de Barra de Maricá. Div. Geol.  
do D.N.P.M., Bol. 96, 63 p.

LAWTON, J.H. & S. MCNEILL 1979. Between the devil and the  
deep blue sea: on the problem of being a herbivore. Pp.  
223-44 in *Population dynamics*, Anderson, Turner & Taylor  
(eds.). Symp. Brit. Evol. Soc. vol. 20.

LIMA, A.M. da C. 1947. Sobre endoparasitos de *Thecla*  
*basilides* (Lep.: Lycaenidae). *Ann. Acad. Bras. Ciências*,  
19: 277-81.

MALICKY, H. 1970. New aspects of the association between  
lycaenid larvae (Lycaenidae) and ants (Formicidae,  
Hymenoptera). *J. Lepid. Soc.*, 24: 190-202.

MARIATH, H.A. 1982. Experiments on the selection against  
different colour morphs of a twig caterpillars by a

insectivorous birds. *Z. Tierspsychol.*, 60: 135-45.

MASCHWITZ, U.; M. SCHROTH; H. HANEL & T.Y. PONG 1984.

Lycaenids parasitising symbiotic plant-ant partnerships.

*Oecologia (Berl.)*, 64: 78-80.

MASCHWITZ, U.; M. SCHROTH; H. HANEL & Y.P. THO 1985. Aspects of the larval biology of myrmecophylous lycaenids from west Malaysia (Lepidoptera). *Nach. Ent. Vern. Apollo, Frankfurt*, 6: 181-200.

MATTSON, W.J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11: 119-61.

MCNEILL, S. & T.R.E. SOUTHWOOD 1978. The role of nitrogen in the development of insect/plant relationships. in *Biochemical aspects of insect/plant interactions*, Haldane & Emden (eds.). Acad. Press, London

MONTEIRO, R.F. & M.V. MACEDO 1990. Perspectivas do estudo de ecologia de insetos em restingas. Segundo Simpósio de Ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira. Estrutura, função e manejo. Águas de Lindóia, SP, Pp. 403-10.

MOUND, L.A. & N. WALLOFF 1978. *Diversity of insect faunas*. Blackwell Scient. Public., London

ORSAK, L. & D.W. WHITMAN 1986. Chromatic polymorphism in *Callophrys mossii bayensis* larvae (Lycaenidae): spectral

characterization, short-term color shift, and natural morph frequencies. *J. Res. Lepid.*, 25: 188-201.

PIERCE, N.E. 1983. Symbiosis between lycaenid butterfly larvae and ants. PhD Thesis, Harvard Univ., USA.

\_\_\_\_\_ 1985. Lycaenid butterflies and ants: selection for nitrogen fixing and other protein rich food plants. *Am. Nat.*, 125: 888-95.

\_\_\_\_\_ 1987. The evolution and biogeography of associations between lycaenid butterflies and ants. Pp. 89-116, in *Evolutionary biology*, Harvey & Partridge (eds.) Oxford Surveys in Evolutionary biology, vol. 4.

\_\_\_\_\_ & P.S. MEAD 1981. Parasitoids as selective agents in the symbiosis between lycaenid butterfly caterpillars and ants. *Science*, 211: 1185-7.

\_\_\_\_\_ & M.A. ELGAR 1985. The influence of ants on host plant selection by *Jalmenus evagoras*, a myrmecophilous lycaenid butterfly. *Behav. Ecol. Sociob.*, 16: 209-22.

\_\_\_\_\_ & S. EASTEAL 1986. The selective advantage of attendant ants for the larvae of a lycaenid butterfly, *Glaucopsyche lygdamus*. *J. Anim. Ecol.*, 55: 451-62.

\_\_\_\_\_ & W.R. YOUNG 1986. Lycaenid butterflies and

ants: two-species stable equilibria in mutualistic, comensal, and parasitic interactions. *Am. Nat.*, 128: 216-27.

\_\_\_\_\_ ; R.K. KITCHING; R.C. BUCKLEY; M.F.J. TAYLOR & K. BENBOW 1987. The costs and benefits of cooperation for the Australian lycaenid butterfly, *Jalmenus evagoras* and its attendant ants. *Behav. Ecol. Sociob.*, 21: 237-48

POULTON, E.B. 1890. *The colours of animals, their meaning and use, especially considered in the case of insects.* London

PRICE, P.W.; C.E. BOUTON; P. GRASS; B.A. MCPHERON; J.N. THOMPSON & A.E. WEIS 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11: 41-65.

RAND, A.S. 1967. Predators-prey interactions and evolution of aspect diversity. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, 5, (Zoologia): 73-83.

RAUSHER, M.D. 1978. Search image for leaf shape in a butterfly. *Science*, 200: 1071-3.

RICKLEFS, R.E. & K.E. O'ROURKE 1975. Aspect diversity in moths: a temperate-tropical comparison. *Evolution*, 29: 313-24.

ROBBINS, R.K. (NO PRELO). Evolution, comparative morphology, and identification of the Eumaeine butterfly genus *Rekoa* Kaye (Lycaenidae: Theclinae). **Smithsonian Contributions to Zoology.**

\_\_\_\_\_ & A. AIELLO 1982. Food-plant and oviposition records for Panamanian Lycaenidae and Riodinidae. **J. Lepid. Soc.**, 36: 65-75.

ROBINSON, M.H. 1981. A stick is a stick and not worth eating: on the definition of mimicry. **Biol. J. Linn. Soc.**, 16: 15-20.

SCOTT, J.A. 1984. The phylogeny of butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea). **J. Res. Lepid.**, 23: 241-81.

SILVA, J.G. & G.V. SOMNER 1984. A vegetação de restinga na Barra de Maricá, RJ, Pp. 217-225, in **Restingas, origem, estrutura e processos**, Lacerda, Araújo, Cerqueira e Turcq (eds.). CEUFF, Niterói, RJ.

\_\_\_\_\_ & A.S. OLIVEIRA (NO PRELO). A vegetação de restinga no município de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica.**

SILVA, A.G.; C.R. GONÇALVES; D.M. GALVÃO; A.J.L. GONÇALVES; J. GOMES; M.N. SILVA & L. SIMONI 1968. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Seus parasitos e predadores.** Rio de Janeiro, Min. Agric..

- STRONG, D.R.; J.H. LAWTON & T.R.E SOUTHWOOD 1984. **Insects on plants - community patterns and mechanisms**. Blackwell Scient. Public., London.
- SUGUIO, K. & M.G. TESSLER 1984. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. Pp. 15-26 in **Restingas, origem, estrutura e processos**, Lacerda, Araújo, Cerueira e Turcq (eds.). CEUFF, Niteroi, RJ.
- VANE-WRIGHT, R.I. 1978. Ecological and behavioural origins of diversity in butterflies. **Symp. R. Entomol. Soc. London**, 9: 56-69.
- VASCONCELLOS-NETO, J. 1980. Dinâmica de populações de Ithomiinae (Lep. Nymphalidae) em Sumaré, SP. Diss. Mestrado. UNICAMP, Campinas, SP.
- 1988. Genetics of **Chelimorpha cribaria**, Cassidinae: colour patterns and their ecological meanings. Pp. 217-32, in **Biology of Chrysomelidae**. Jolivet, Petitpierre & Hsiao (eds.). Kluver Acad. Publ..
- WALTER, H. & H. LIETH 1960. **Klimadiagram**. in: Weltatlas, Jenna, Veb. Gustav. Fisher Verlag.
- WICKLER, W. 1968. **Mimicry in plants and animals**. McGraw-Hill,

NY.

WILSON, A. 1985. Flavonoid pigments in marbled white butterfly (*Melanargia galathea*) are dependent on flavonoid content of larval diet. *J. Chem. Ecol.*, 11: 1161-79.

\_\_\_\_\_ 1986. Flavonoid pigments and wing color in *Melanargia galathea*. *J. Chem. Ecol.*, 12: 49-68.

\_\_\_\_\_ 1987. Flavonoid pigments in chalkhill blue (*Lysandra coridon* Poda) and other lycaenid butterflies. *J. Chem. Ecol.*, 13: 473-93.