

*Este exemplar
corresponde a se da qual
foi feita a tese de defesa de
graduação de Lenice Medeiros
João Vasconcellos Neto
Campinas 05/7/91*



LENICE MEDEIROS

ASPECTOS DA INTERAÇÃO ENTRE ESPÉCIES DE
CHRYSOMELINAE (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) E PLANTAS
DA FAMÍLIA SOLANACEAE NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, S.P.

DISSERTAÇÃO apresentada à Universidade Estadual
de Campinas para obtenção de grau de
MESTRE EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ECOLOGIA).

ORIENTADOR

Professor Doutor

João Vasconcellos Neto

CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. ZEFERINO VAZ

UNICAMP

1991

M467a
14258/BC

MC 9107846

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Dedico este trabalho
ao Gabriel e a Inaê,
meus maiores amores.

AGRADECIMENTOS

A Professora Maria Alice Garcia, por ser responsável pelo meu primeiro estágio e portanto pela minha iniciação no estudo de ecologia evolutiva.

Ao Professor João Vasconcellos, pela orientação, paciência e amizade, mesmo durante as maiores "crises".

Ao Professor Nelson Cordeiro, pela amizade e apoio durante o ano de preparação para o ingresso na pós-graduação.

A boa e velha amiga Daniela, pela boa vontade com que me ajudou na elaboração desta tese, desde o início e principalmente pela amizade e companheirismo.

Ao Fê, pela amizade durante a graduação e também pela força na conclusão desta tese.

Aos meus divertidos companheiros de Japí, principalmente Marto, Fernando Frieiro, Kleber e Evelyn, pela força e pelo companheirismo, mesmo quando diante de uma jararaca.

Aos meus grandes amigos Márcio, Margarete, Martinho e Carlos, gente muito boa e muito amiga.

A Cris e ao Rô, Nanda e Waltinho e Carlos e Lia, três casais maravilhosos, muito carinhosos e que sempre me deram grande força.

As minhas irmãs Lu e Li, ao meu irmão Du, a minha mãe e meu pai, pelo apoio, confiança e amor.

Ao querido Doni, pela paciência e amor.

Ao Tri, pelo pontapé inicial no uso do micro.

Ao Chico, um amigo e tanto! As meninas da velha guarda da ecologia, Cica e Mari, pela torcida.

Aos Doutores Condorcet Aranha, Lúcia d' A. Freire de Carvalho e Pierre Jolivet, pela identificação das plantas e dos besouros.

Aos membros da pré banca, Nelson Cordeiro, Ricardo Monteiro e Carlos Fernando, pelas sugestões.

Ao CNPQ e a FAPESP, pela concessão das bolsas, durante a realização deste trabalho.

ÍNDICE

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	03
1 - INTRODUÇÃO.....	05
1.1 - Interação inseto-planta.....	05
1.2 - Chrisomelidae e Solanaceae.....	08
2 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
2.1 - Área de estudo.....	12
2.2 - Procedimentos.....	13
2.3 - Identificação das espécies.....	15
3 - RESULTADOS.....	16
3.1 - Utilização das plantas hospedeiras.....	16
3.2 - Fenologia das hospedeiras e dos crisomelíneos.....	29
3.3 - Flutuação populacional e sazonalidade.....	46
3.4 - Desenvolvimento e estratégia reprodutiva dos crisomelíneos.....	50
3.5 - Experimentos de laboratório.....	53
3.6 - Inimigos naturais.....	54

4 - DISCUSSÃO.....	55
4.1 - Utilização das plantas hospedeiras.....	55
4.2 - Flutuação populacional e sazonalidade.....	60
4.3 - Estratégia reprodutiva e anéis de defesa.....	64
5 - CONCLUSÕES.....	67
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
7 - APÊNDICES.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 - Estimativa de preferência alimentar de cinco espécies de Chrysomelinae17
- Figura 2 - Porcentagem de ataque de quatro espécies de Solanum por Platyphora sp, na Serra do Japí.....18
- Figura 3 - Frequência de ocorrência e de ataque de Solanum megalochiton por P. anastomozans por classes de altura das plantas hospedeiras...21
- Figura 4 - Frequência de ocorrência e de ataque de Solanum mauritianum por P. anastomozans e P. nigrionotata por classes de altura das plantas hospedeiras.....22
- Figura 5 - Frequência de ocorrência de plantas de Solanum sancta-catarinae observadas e atacadas por P. nigrionotata por classes de altura das plantas hospedeiras.....25
- Figura 6 - Frequência de ocorrência de plantas de Solanum bullatum observadas e atacadas por P. nitidissima e P. nigrionotata por classes de altura das plantas hospedeiras.....26

Figura 7 - Frequência de ocorrência de plantas <u>Solanum decompositiflorum</u> observadas e atacadas por <u>Proseicela crucigera</u> por classes de altura das plantas hospedeiras.....	28
Figura 8 - Fenologia de <u>Solanum megalochiton</u>	30
Figura 9a - Porcentagem de ataque de <u>Platyphora anastomozans</u> em <u>Solanum megalochiton</u>	31
9b - Média de indivíduos por planta.....	31
Figura 10a - Porcentagem de ataque de <u>Platyphora nigronotata</u> em <u>Solanum megalochiton</u>	32
10b - Média de indivíduos por planta.....	32
Figura 11 - Fenologia de <u>Solanum mauritianum</u>	34
Figura 12a - Porcentagem de ataque de <u>Platyphora anastomozans</u> em <u>Solanum mauritianum</u>	35
12b - Média de indivíduos por planta.....	35
Figura 13a - Porcentagem de ataque de <u>Platyphora nigronotata</u> em <u>Solanum mauritianum</u>	36
13b - Média de indivíduos por planta.....	36
Figura 14 - Fenologia de <u>Solanum sancta catarine</u>	37

Figura 15a - Porcentagem de ataque de <u>Platyphora nigronotata</u> em <u>Solanum sancta catarine</u>	38
15b - Média de indivíduos por planta.....	38
Figura 16 - Fenologia de <u>Solanum bullatum</u>	40
Figura 17a - Porcentagem de ataque de <u>Platyphora nitidissima</u> em <u>Solanum bullatum</u>	41
17b - Média de indivíduos por planta.....	41
Figura 18a - Porcentagem de ataque de <u>Platyphora nigronotata</u> em <u>Solanum bullatum</u>	42
18b - Média de indivíduos por planta.....	42
Figura 19 - Fenologia de <u>Solanum decompositiflorum</u>	44
Figura 20a - Porcentagem de ataque de <u>Proseicela crucigera</u> em <u>Solanum decompositiflorum</u>	45
20b - Média de indivíduos por planta.....	45
Figura 21 - Flutuação populacional de quatro espécies de Chrysomelinae na Serra do Japí.....	48
Figura 22 - Diagrama climático da Serra do Japí, durante o período de estudo.....	49

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1 - Plantas atacadas por Platyphora anastomozans, na Serra do Japí, nos meses de dezembro de 1988 a março 1989...20
- Tabela 2 - Plantas atacadas por Platyphora nigronotata, na Serra do Japí, nos meses de dezembro de 1988 a março 1989...20
- Tabela 3 - Número de plantas atacadas por P. anastomozans por classes de altura da hospedeira - S. megalochiton...21
- Tabela 4a - Número de plantas atacadas por P. nigronotata por classes de altura da hospedeira - S. mauritianum...23
- Tabela 4b - Número de plantas atacadas por P. anastomozans por classes de altura da hospedeira - S. mauritianum...23
- Tabela 5 - Número de plantas atacadas por P. nigronotata por classes de altura da hospedeira - S. sancta catarinae...25
- Tabela 6a - Número de plantas atacadas por P. nigronotata por classes de altura da hospedeira - S. bullatum.....27
- Tabela 6b - Número de plantas atacadas por P. nitidissima por classes de altura da hospedeira - S. bullatum.....27

Tabela 7- Número de plantas atacadas por Proseicela crucigera
classes de altura da hospedeira -

S. decompositiflorum.....28

Tabela 8 - Tamanho de ninhada das quatro espécies de
crisomelídeos, relacionado à características das
plantas hospedeiras.....51

RESUMO

Aspectos da interação entre cinco espécies de Chrysomelinae (Coleoptera: Chrysomelidae) e Solanaceae foram estudados no período de abril de 1988 a maio de 1989, na mata da Serra do Japi, Município de Jundiaí, Estado de São Paulo.

Larvas e adultos das cinco espécies de Chrysomelinae encontradas alimentaram-se em hospedeiras do gênero Solanum. Uma delas, Stychotaenia quadrisignata tem atividade sómente no período noturno e portanto não foi estudada em detalhes.

Stychotaenia quadrisignata, Proseicela crucigera e P. nitidissima são espécies monófagas, alimentando-se respectivamente de Solanum variabile, S. decompositiflorum e S. bullatum. Platyphora anastomozans e P. nigronotata utilizaram mais de uma espécie de planta hospedeira, porém mostraram preferências alimentares distintas.

As três espécies de Platyphora e Proseicela crucigera apresentaram padrões de flutuação populacional semelhantes, sendo ativas no início da primavera e verão e entrando em diapausa no outono e inverno. O acompanhamento da fenologia das plantas hospedeiras durante 14 meses (abril/88 a maio/89), mostrou que folhas jovens e maduras estavam presentes por todo o período. Assim, provavelmente o que determina o desaparecimento dos besouros no outono e inverno sejam as variações climáticas, em especial a redução de temperatura e de precipitação.

As cinco espécies de crisomelíneos são larvíparas. Stychotaenia quadrisignata deposita larvas isoladas e as demais espécies

depositam larvas agrupadas. Larvas destas espécies gregárias apresentam cicloalexia (anéis de defesa), e permanecem em posição de repouso, com a cabeça voltada para o centro e o abdômem voltado para o lado oposto. Provavelmente este comportamento se relaciona a estratégia de defesa contra inimigos naturais.

ABSTRACT

Some aspects of the interaction between five species of Chrysomelinae (Coleoptera: Chrysomelidae) and Solanaceae have been studied from April 1988 to May 1989, in the Serra do Japí forest, State of São Paulo, Brazil.

Larvae and adults of five species of Chrysomelinae were found feeding on host plants of the genus Solanum. One of them, Stychotaenia quadrisignata was active only during the night and has not been studied in detail.

Stychotaenia quadrisignata, Proseicela crucigera and Platyphora nitidissima are monophagous species, feeding on Solanum variabile, S. decompositiflorum and S. bullatum, respectively. Platyphora anastomozans and P. nigrinotata feed on more than one host plant, but have different preferences.

The three species of Platyphora and Proseicela crucigera have similar patterns of population fluctuation, being active during Spring and Summer and being in diapause in Autumn and Winter. The study of host plants phenology, which was carried for 14 months (Apr/88 to May/89), showed that young and mature leaves are present during all the year. In this sense, what probably determines the diapause of the beetles on Autumn and Winter are climatic variations.

The five species of Chrysomelinae studied are larviparous. Stychotaenia quadrisignata lays isolated larvae and the others lay groups of larvae. These gregarious larvae show cicloalexy (ring defense), and in resting position, they keep their head pointing to

the center of the ring, with the abdomen pointing to the opposite direction. This behaviour is probably a defense strategy against natural enemies.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Interação inseto-planta

A diversidade de insetos que se utilizam das plantas como fonte de alimento é enorme. Considerando-se o fato dos vegetais representarem a fonte produtora de energia, é de se esperar que estes desenvolvam mecanismos que possibilitem a manutenção dessa capacidade produtora de energia e portanto a defesa contra herbívoros. Estes por sua vez desenvolvem estratégias que permitem sobrepor tais defesas e aumentar a eficiência de captação e utilização da energia, ao mesmo tempo que desenvolvem mecanismos defensivos contra seus inimigos naturais. Todo esse processo envolve ainda adaptações às influências dos fatores físicos. Portanto, estudos de interação entre herbívoros e suas plantas hospedeiras devem atentar para a gama de fatores que influem na relação, buscando-se identificar a importância de cada um deles em diferentes habitats.

Alguns trabalhos citam diferentes modos de ação de fatores abióticos sobre populações de insetos nas regiões tropical e temperada. O fato é que grande parte do conhecimento se baseia em dados obtidos através de estudos com insetos de região temperada, e para populações tropicais o que se tem são apenas especulações. Há poucos estudos com populações de insetos tropicais que permitam formular hipóteses e teorias (e.g. Janzen, 1973; Janzen & Shoener, 1968; Tanaka & Tanaka, 1982; Wolda, 1978a, 1978b, 1979, 1980; Wolda

& Galindo, 1981,). De qualquer modo, a influência dos fatores abióticos sobre populações de herbívoros pode se dar diretamente através de efeitos fisiológicos na reprodução, desenvolvimento e outras atividades vitais, ou indiretamente, no caso de afetarem as populações de plantas hospedeiras (Janzen, 1973). Quanto aos fatores bióticos, a ação de inimigos naturais (parasitas, predadores e patógenos) sobre as populações é direta, uma vez que provoca alteração nas suas taxas de mortalidade. Em insetos herbívoros o que se observa, muitas vezes, são fatores agindo distintamente sobre fases imaturas e adultos (Erlich & Gilbert, 1973). Um outro ponto a considerar são as influências das plantas na relação entre os herbívoros e seus inimigos naturais (Price et al., 1980).

A ação de plantas hospedeiras sobre os herbívoros pode se dar por influência de vários fatores, como conteúdo nutricional, mecanismos de defesa (químicos e mecânicos), distribuição espacial e temporal (Feeny, 1976; Rhoades & Cates, 1976; Levin, 1976; Crawley, 1982). Como exemplo de adaptação para sobrepor barreiras defensivas, podem ser apontados diferentes padrões de oviposição observados em alguns insetos herbívoros, que correspondem à respostas adaptativas à disponibilidade de plantas hospedeiras e pressões de inimigos naturais. Vasconcellos-Neto (1986) observou que espécies de borboletas cujas plantas hospedeiras encontravam-se espalhadas no ambiente depositavam seus ovos agrupados. Segundo este autor, a grande distância entre as plantas diminuiria a probabilidade destas serem encontradas por herbívoros e inimigos naturais destes. Já em áreas onde as plantas hospedeiras encontravam-se agrupadas, formando manchas, o autor observou que as

espécies de borboletas a elas associadas tendiam a depositar ovos isolados, pois neste caso predadores e parasitas teriam maior probabilidade de encontrar seus hospedeiros devido à agregação das plantas. Stamp (1980) relacionou as vantagens e desvantagens da deposição de ovos isolados e agrupados em borboletas.

Outros autores (Young & Moffet, 1979; Tsubaki, 1981; Hsiao, 1986) utilizaram um outro argumento para explicar diferenças de padrões de oviposição em certos grupos de insetos herbívoros. A deposição de ovos agrupados permitiria às larvas gregárias uma cooperação para superar barreiras mecânicas, através do estabelecimento de sítios de alimentação. As condições ou fatores responsáveis pelas diferentes estratégias reprodutivas apresentadas por insetos herbívoros é uma questão ainda amplamente discutível.

Um outro aspecto a ser considerado em estudos de interação entre herbívoros e suas plantas hospedeiras é a partilha de recursos entre as espécies. A coexistência de espécies que exploram nichos ecológicos semelhantes só é possível se houverem diferenças em alguma dimensão do nicho. Por exemplo, Vasconcellos-Neto (1980), estudando 5 espécies de borboletas Ithomiinae associadas a plantas da família Solanaceae, verificou que a coexistência entre as espécies no local dava-se através de divergências nas preferências alimentares, na época reprodutiva e no microhabitat de cada uma.

1.2 - Chrysomelidae e Solanaceae

Chrysomelidae representa uma das maiores famílias de Coleoptera, composta exclusivamente por herbívoros, que se associam a um grande número de plantas hospedeiras, quase exclusivamente dicotiledôneas (Jolivet & Petitpierre, 1976). A nível de espécies, a maioria dos crisomelídeos é monófaga ou oligófaga, alimentando-se de plantas de um ou poucos gêneros (Jolivet et al., 1986). As espécies polípagas são encontradas esporadicamente em algumas subfamílias, entre os taxa mais primitivos (Jolivet & Petitpierre, 1976; Hsiao, 1986). Dentro de Chrysomelidae, a subfamília Chrysomelinae é considerada uma das mais evoluídas, contendo inúmeras espécies que se alimentam de várias famílias de dicotiledôneas (Jolivet, 1988). Nenhum gênero de Chrysomelinae parece ser realmente polífago, e geralmente existe algum tipo de relação botânica ou química com as plantas selecionadas (Jolivet & Petitpierre, 1976). Espécies desta subfamília tendem a ser exclusivamente herbívoras comedoras de folhas. Tanto larvas como adultos alimentam-se na mesma planta hospedeira ou em plantas relacionadas (Hsiao, 1986). São conhecidas cerca de 40% das plantas hospedeiras de crisomelíneos (Jolivet et al., 1986). No novo mundo, solanáceas são as hospedeiras mais comuns destes besouros (Jolivet et al., 1986; Jolivet, 1988). Crisomelíneos pertencentes aos gêneros Leptinotarsa e Platyphora (Doryphora) são particularmente associados a solanáceas, sendo o primeiro bastante comum nas américas do norte e central, e o segundo na América tropical (Jolivet et al., 1986), com muitos representantes no Brasil (Costa Lima, 1955; Blackwelder,

Solanáceas são conhecidas por apresentarem inúmeros mecanismos de defesa (químicos e mecânicos) para evitar herbivoria. Existem evidências de que um número relativamente reduzido de insetos herbívoros utilizam solanáceas como hospedeiras (Drumond, 1986), o que poderia confirmar a eficiência dos sistemas defensivos destas plantas. Esta família reúne espécies particularmente ricas em alcalóides, quimicamente distribuídos em três classes: esteróides, presentes em quase todas as espécies do gênero Solanum (o maior da família); tropanos e pirrolizidinas. Embora estas três classes de alcalóides não sejam exclusivas de solanáceas, a combinação dos três tipos é única na família (Harborne, 1986).

Alcalóides tóxicos podem ser eliminados do organismo de várias espécies consumidoras destas plantas, através de excreção rápida ou detoxificação enzimática (Blum 1981, 1983, apud Hsiao, 1986). Solanáceas são ainda bem equipadas com diversas estruturas externas, como espinhos e tricomas, os quais apresentam funções variadas contra herbivoria (Hsiao, 1986; Harborne, 1986; Drumond, 1986).

Um estudo sobre a relação de 8 espécies de crisomelíneos do gênero Leptinotarsa e suas solanáceas hospedeiras (Hsiao, 1986), revelou a existência de vários mecanismos de adaptação desses insetos, que permitem a utilização das plantas. Os resultados deste estudo mostraram que os ciclos de vida destas espécies de Leptinotarsa são similares, com larvas e adultos alimentando-se nas folhas de suas hospedeiras e passando o estágio de pupa no solo. Segundo este autor, a distribuição geográfica destes insetos leva a tipos distintos de mecanismos de adaptação sazonal, sincronizando seu ciclo de vida à fenologia das plantas hospedeiras. Em alguns

casos, variações nas condições climáticas e de fotoperíodo levam os adultos a entrarem em diapausa até o próximo período favorável, quando se inicia um novo ciclo. Tais observações foram realizadas na região neártica, onde variações sazonais de temperatura são bem definidas. Há necessidade de estudos sobre o comportamento das espécies tropicais, no sentido de verificar se existem diferenças nas estratégias de vida, devido às diferenças entre as estações seca e chuvosa.

Hsiao (1986) observou ainda, que as espécies de Chrysomelinae investigadas apresentam grande tolerância aos compostos químicos tóxicos das solanáceas, embora nenhuma apresentasse capacidade de sequestrar tais toxinas para utilização própria como defesa contra inimigos naturais. Apesar de muitas espécies de Chrysomelidae se alimentarem de plantas produtoras de compostos químicos tóxicos, é conhecida apenas uma espécie capaz de sequestrar a toxina da planta hospedeira (Hsiao, 1986).

De modo geral, crisomelídeos apresentam um amplo espectro de mecanismos químicos, mecânicos e comportamentais de defesa contra predadores e parasitos, cuja evidência é o fato destes insetos geralmente formarem grandes agregados sobre suas plantas hospedeiras, o que os torna particularmente aparentes a inimigos naturais (Pasteels et al., 1984). Larvas de muitas espécies de Chrysomelinae apresentam nove pares de glândulas eversíveis, que expelem secreções quando são perturbados (Pasteels & Gregoire, 1984). A natureza química destas secreções é diversa. Existem evidências de que alguns predadores generalistas são efetivamente repelidos por tais secreções (Matsuda & Sugawara, 1980;

Pasteels et al., 1983), enquanto outros são capazes de sobrepor tal barreira, podendo especializar-se em determinados tipos de presas (Pasteels & Gregoire, 1984).

Talvez a eficiência deste mecanismo protetor se deva ao fato do comportamento de agregação estar aliado à produção de secreções pelas glândulas eversíveis. Indivíduos isolados, mesmo apresentando produção de secreções podem não obter o mesmo sucesso, devido à falta do efeito de grupo. Testes de predação sobre larvas em grupos e isoladas poderiam ser bons indicadores da importância do comportamento gregário como mecanismo de defesa nestes insetos.

Pelo que foi exposto até aqui, pode-se verificar que coleópteros da família Chrysomelidae, bem como solanáceas apresentam muitas peculiaridades, sendo então de grande interesse nos estudos de interações ecológicas entre plantas, herbívoros, parasitos e predadores. Além disso, estudos referentes às interações entre herbívoros tropicais e suas plantas hospedeiras são relativamente raros. Em face disto, o presente trabalho teve os seguintes objetivos:

1. Estudar aspectos da dinâmica populacional das espécies de Chrysomelinae encontradas, determinando os fatores responsáveis pelas flutuações populacionais, em um período mínimo de doze meses.

2. Verificar a existência de preferências alimentares dos crisomelíneos por determinadas espécies de Solanaceae, em ambiente natural e em laboratório.

3. Verificar qual a estratégia reprodutiva de cada espécie de Chrysomelinae, relacionando-as à disponibilidade de plantas hospedeiras.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido na Serra do Japi, Jundiaí, Estado de São Paulo (23°11'S; 46°52'W). A Serra é coberta por mata, representando uma extensão interiorana do Domínio Mata Atlântica. A vegetação em parte perde folhas na estação seca, e apresenta também um gradiente altitudinal (Rodrigues, 1986). O clima é caracterizado por uma estação quente e chuvosa (primavera e verão) e um inverno mais frio e seco.

Para a realização deste trabalho, foram escolhidas, dentro da Serra, duas áreas, denominadas "Dae" e "Paraíso 3", as quais apresentavam populações densas de espécies de solanáceas hospedeiras de crisomelíneos. A área "Dae" é a mais baixa da Serra, com 870 metros de altitude, enquanto o "Paraíso 3" fica a uma altitude entre 950 e 1.000 metros. Apesar de terem sido acompanhadas plantas nestas duas áreas, a grande maioria das observações foram feitas no "Paraíso 3", devido a maior densidade de plantas nesta área, além do que a área "Dae" é mais acessível a interferência humana, o que resultou na perda de grande número de indivíduos marcados.

2.2 - Procedimentos

Devido ao fato de não serem conhecidas as espécies de solanáceas utilizadas por crisomelíneos, antes do trabalho ter início, foram realizadas visitas à várias áreas dentro da Serra do Japí a fim de se localizar as espécies hospedeiras destes besouros. Após este prévio levantamento, foram escolhidas duas áreas contendo caminhos abertos, às margens dos quais foram marcados indivíduos, com etiquetas de plástico, de 6 espécies do gênero Solanum, hospedeiras de crisomelíneos. O número de indivíduos marcados variou entre as espécies de plantas.

Para o estudo da fenologia das plantas hospedeiras, as plantas marcadas foram visitadas quinzenalmente durante o período de 14 meses. Nestas visitas foram observadas as proporções de folhas, as quais foram classificadas em 3 categorias: jovens, maduras e senescentes.

Dados referentes à presença de estruturas reprodutivas somente foram obtidos para Solanum megalochiton. Os indivíduos marcados das demais espécies eram jovens.

A partir dos dados obtidos a cada duas visitas mensais, foi tirada a média para cada categoria de folhas de modo a se obter um único valor mensal.

Para se estudar a utilização das plantas hospedeiras e a dinâmica dos crisomelíneos, a cada visita foi anotado o número de larvas e adultos de cada espécie presentes por planta e a maneira como se distribuíam sobre ela (isolados ou em grupos). Um único valor mensal foi obtido através da soma dos valores obtidos a cada

visita.

O estudo de preferência alimentar dos crisomelíneos pelas plantas hospedeiras foi feito com base no número de plantas atacadas por cada uma das espécies de besouros nos meses de maior ocorrência destes (dezembro de 1988 a março de 1989). Foi aplicado o teste G de independência (Sokal & Rohlf, 1981), contrastando o número de plantas com e sem ataque pelos besouros. Os valores obtidos para G foram ajustados pela correção de Williams, que é utilizada quando se trabalha com amostras pequenas (Sokal & Rohlf, 1981).

Para testar a preferência dos crisomelíneos por plantas de diferentes alturas, foi adotada uma classificação das plantas observadas durante todo o estudo em duas classes de altura, plantas até 1,0 metro e maiores que 1,0 metro. Também neste caso foi aplicado o teste G de independência (Sokal & Rohlf, 1981), contrastando o número de plantas com e sem ataque pelos besouros, em cada classe de altura das hospedeiras. Os valores de G foram ajustados pela correção de Williams.

Para os experimentos de preferência alimentar foram trazidas da Serra do Japí mudas de 7 espécies de Solanaceae, as quais foram mantidas em vasos de 15 cm de diâmetro por 17 cm de altura, contendo uma mistura de terra vegetal (humus) e terra trazida dos locais onde se encontravam as plantas. Os vasos foram mantidos em uma área sombreada, próxima ao Departamento de Zoologia, no Instituto de Biologia da Unicamp, recebendo água a cada dois dias.

Larvas e adultos das 4 espécies de Chrysomelinae estudadas foram coletadas e trazidas ao laboratório, sendo alimentadas com ramos de folhas trazidas do campo, mantidas em pequenos vidros com

água. Para evitar que as larvas caíssem dentro dos vidros, os ramos eram envoltos com algodão. As criações foram feitas em caixas de plástico transparente, de 23x10x9 cms, contendo areia no fundo.

2.3 - Identificação das espécies

As identificações das espécies de Solanum foram feitas pelo Dr. Condorcet Aranha, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e Dra. Lúcia d'A. Freire de Carvalho, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com base em material florido coletado. As espécies foram determinadas como sendo: Solanum megalochiton Mart., S. bullatum Vel., S. mauritianum Scop., S. sancta-catarine Dens, S. variabile Mart., e S. decompositiflorum Sendt. Os espécimes coletados estão depositados no herbário da Unicamp (HUEC).

Os crisomelíneos foram identificados pelo Dr. Pierre Jolivet. As espécies foram determinadas como sendo: Platyphora anastomozans (Perty, 1832), P. nigronotata (Stal, 1857), P. nitidissima (Stal, 1857), Proseicela crucigera (Sohlberg, 1823) e Sychotaenia quadrisignata (Germar, 1824).

3 - RESULTADOS:

3.1- Utilização das plantas hospedeiras

Na Serra do Japí, foram encontradas seis espécies de Solanum hospedeiras de cinco espécies de besouros crisomelíneos, Platyphora anastomozans, P. nigronotata, P. nitidissima, Proseicela crucigera e Stycotaenia quadrisignata.

Tanto larvas como adultos de Stycotaenia quadrisignata foram encontradas em Solanum variable (Figura 1). Embora esta planta fosse comum, este besouro dificilmente era encontrado e portanto não foi estudado em detalhes neste trabalho. Este crisomelíneo tem hábitos noturnos, sendo encontrados raramente sobre a planta hospedeira durante o dia, período em que foram realizadas as observações.

Proseicela crucigera é uma espécie monófaga, que tem como planta hospedeira Solanum decompositiflorum (Figura 1), uma espécie arbustiva.

As 3 espécies do gênero Platyphora, foram encontradas utilizando outras espécies de Solanum (Figuras 1 e 2). Platyphora nitidissima alimentou-se apenas de S. bullatum; P. anastomozans teve como planta hospedeira principal S. mesalochiton, enquanto P. nigronotata foi rara sobre esta última espécie e teve como principais hospedeiras S. sancta catarine e S. mauritianum (Figuras 1 e 2).

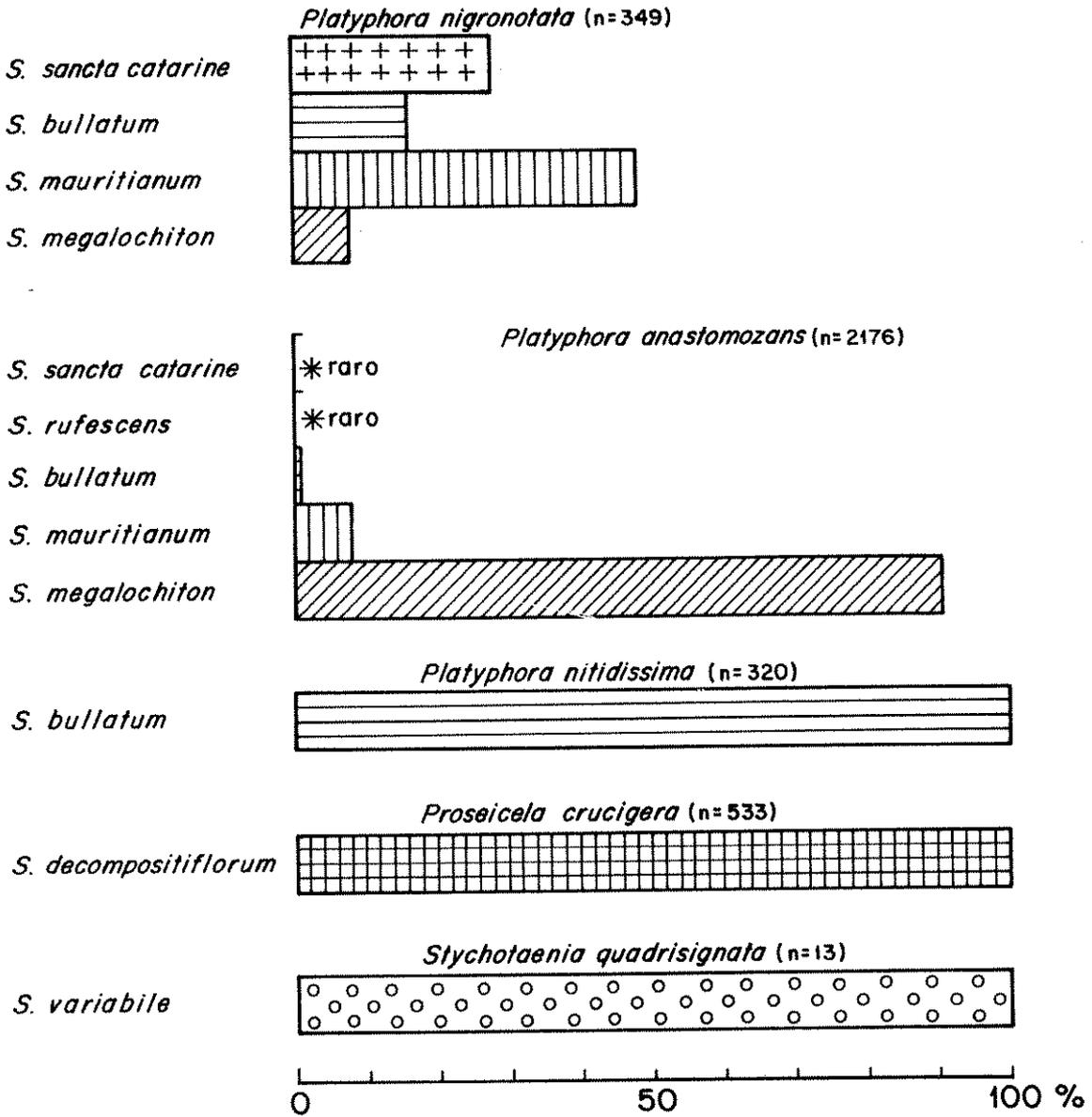


Figura 1 - Preferência alimentar de quatro espécies de Chrysomelinae na Serra do Japi, Jundiá - S.P. As barras representam a porcentagem de insetos (larvas e adultos) encontrados nas plantas hospedeiras durante o período de abril de 1988 a maio de 1989.

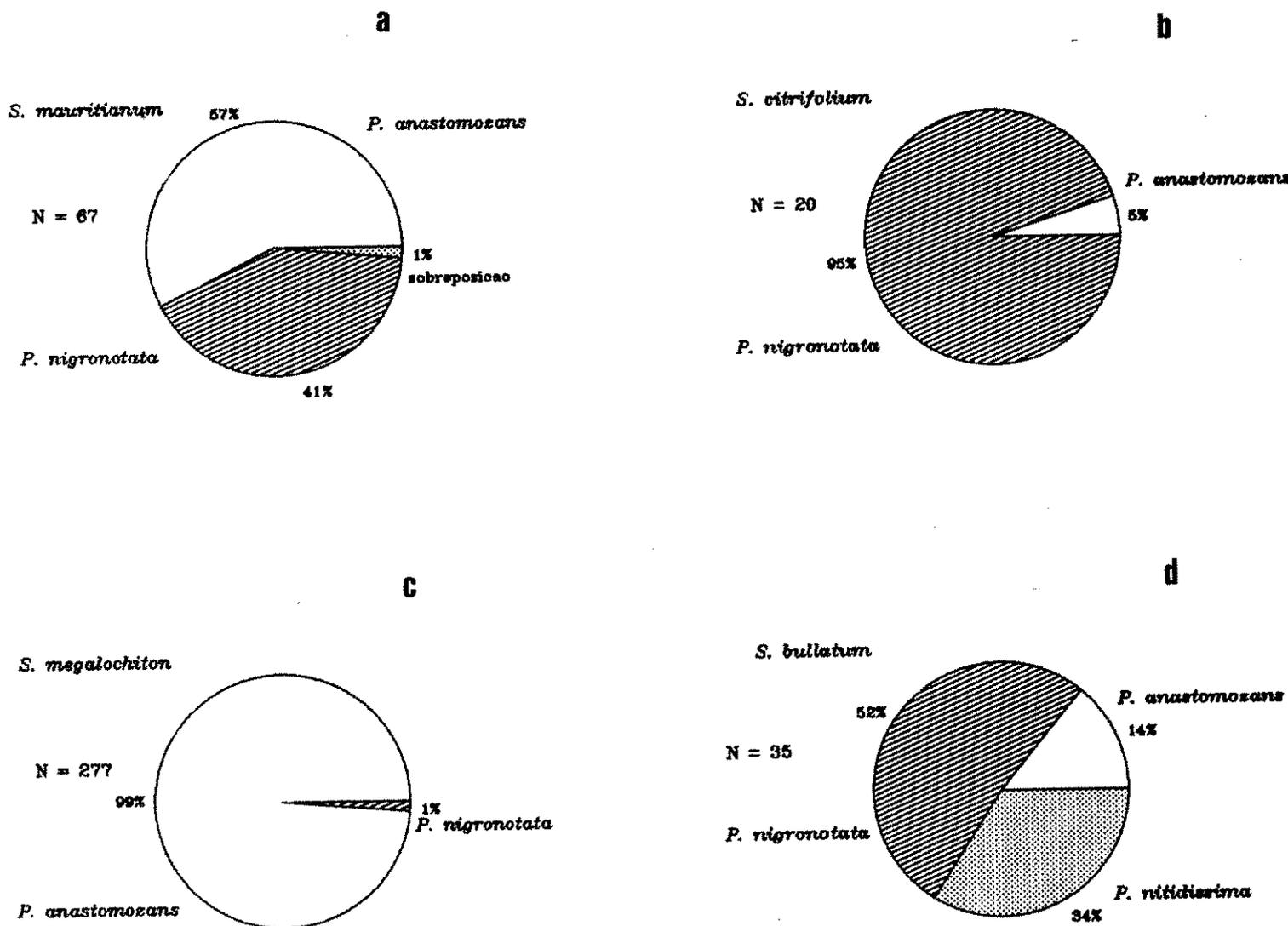


Figura 2 - Porcentagem de ataque de quatro espécies de Solanum por Platyphora spp, na Serra do Japi, Jundiaí - S.P., no período de abril de 1988 a maio de 1989.

Apesar de P. anastomozans e P. nigronotata utilizarem as mesmas plantas, sobreposição só foi observada em uma ocasião, sobre um indivíduo de S. mauritianum (Figura 2a).

Em outras áreas da Serra do Japí, onde não ocorria Solanum megalochiton, P. anastomozans foi encontrada alimentando-se de S. mauritianum. Uma única vez foram encontradas larvas de P. nigronotata alimentando-se de Solanum rufescens, que possui odor semelhante as outras hospedeiras destes crisomelíneos.

O resultado do teste G de independência mostrou que P. anastomozans apresentou preferência por S. megalochiton ($G = 83,186$; $gl = 1$; $p < 0,05$; Tabela 1). Já P. nigronotata não mostrou preferência por nenhuma das espécies hospedeiras ($G = 5,2100$; $gl = 2$; $p > 0,05$; Tabela 2).

A freqüência de plantas atacadas pelos crisomelíneos, em diferentes classes de altura das hospedeiras, mostrou que plantas de até 1 metro de altura foram as mais atacadas por P. anastomozans, tanto de S. megalochiton (Figura 3), ($G = 6,662$; $gl = 1$; $p < 0,05$; Tabela 3) como de S. mauritianum (Figura 4), ($G = 11,677$; $gl = 1$; $p < 0,05$; Tabela 4a).

Plantas de até 1 metro de altura de S. mauritianum foram as mais atacadas por P. nigronotata (Figura 4), mas o padrão não foi estatisticamente significativo ($G = 2,221$; $gl = 1$; $p > 0,05$; Tabela 4b).

Tabela 1 - Distribuição de P. anastomozans, nas 2 principais hospedeiras utilizadas, na Serra do Japí, nos meses de dezembro de 1988 a março 1989

Hospedeira	<u>S. megalochiton</u>	<u>S. mauritianum</u>
Atacadas	170	27
Não atacadas	76	214
Total	246	241

G = 83,483

G corrigido = 83,186

p < 0,05

Tabela 2 - Distribuição de P. nigronotata, nas 3 principais hospedeiras utilizadas, na Serra do Japí, nos meses de dezembro de 1988 a março 1989

Hospedeira	<u>S. mauritianum</u>	<u>S. bullatum</u>	<u>S. citrifolium</u>
Atacadas	16	12	11
Não atacadas	225	238	71
Total	241	250	82

G = 5,3252

G corrigido = 5,2100

N.S

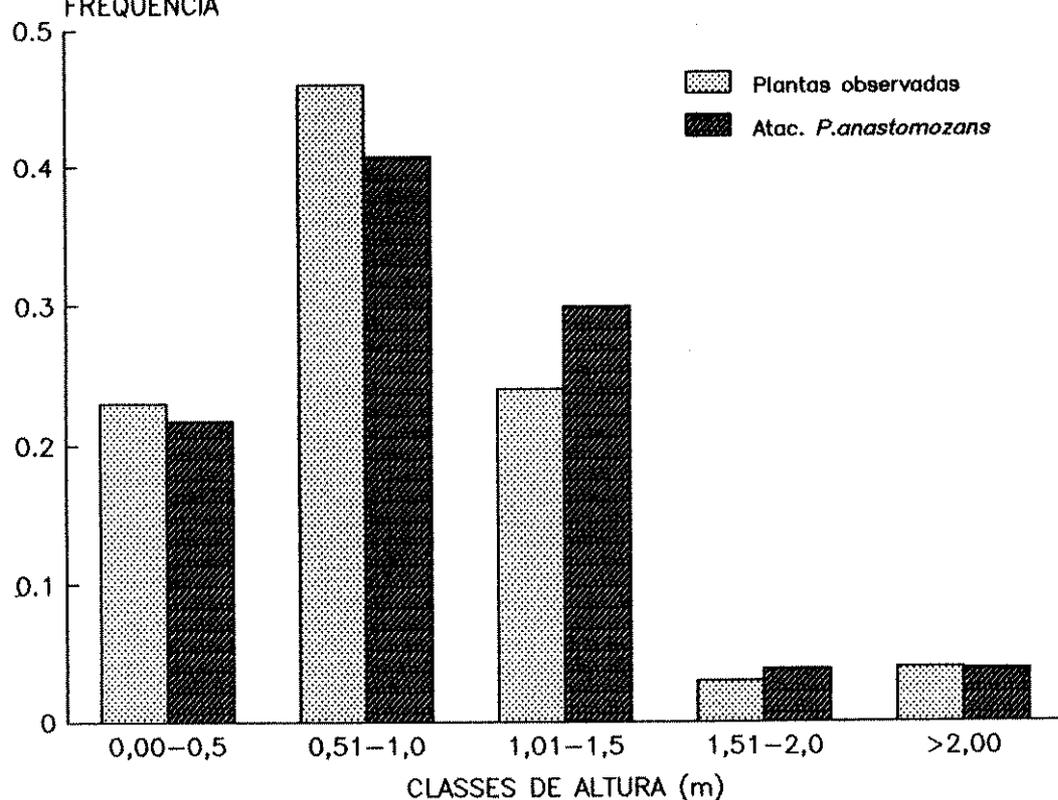


Figura 3 - Distribuição de frequências de Solanum megalochiton, observadas e atacadas por P. anastomozans, em diferentes classes de altura das plantas hospedeiras, na Serra do Japí, durante o período de abril de 1988 a maio de 1989.

Tabela 3 - Número de plantas atacadas por P. anastomozans em diferentes classes de altura da hospedeira - S. megalochiton, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio 1989.

Altura	≤ 1,0 m	> 1,0 m
Atacadas	144	87
Não atacadas	398	130
Total	542	217

G = 6,681

G corrigido = 6,662

p < 0,05

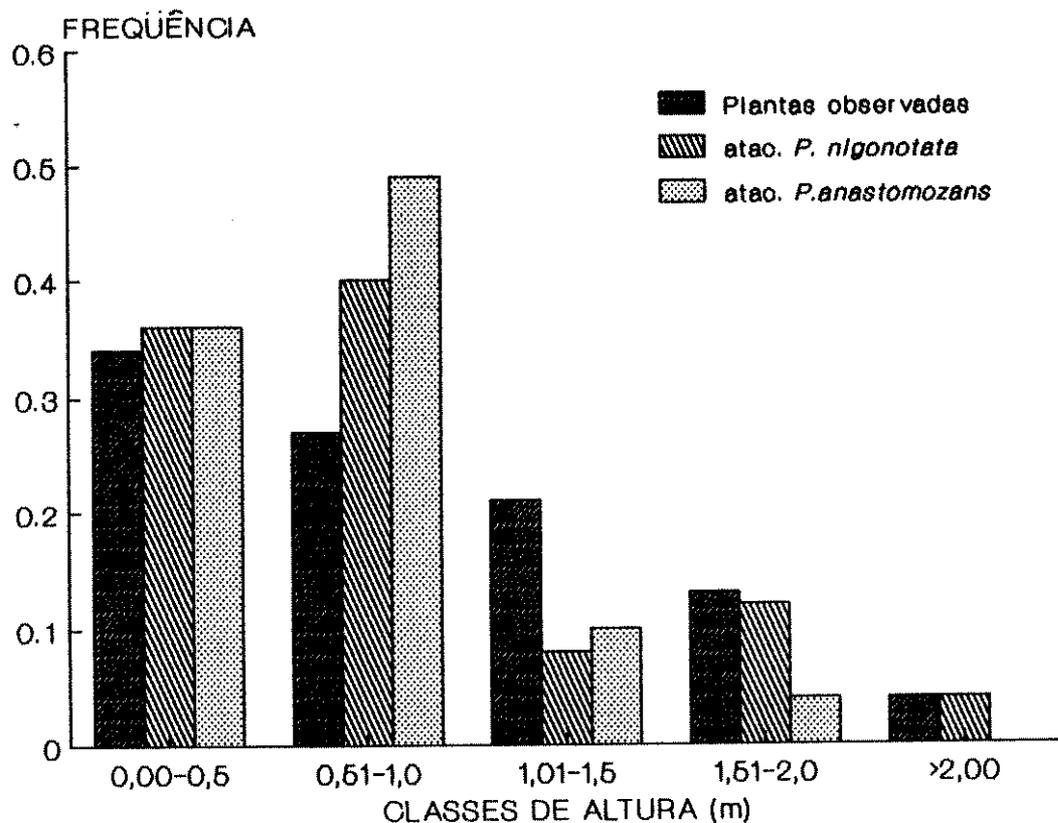


Figura 4 - Distribuição de frequências de *Solanum mauritianum*, observadas e atacadas por *P. anastomozans* e *P. nigronotata* em diferentes classes de altura das plantas hospedeiras, na Serra do Japí, durante o período de abril de 1988 a maio de 1989.

Tabela 4a - Número de plantas atacadas por P. anastomozans em diferentes classes de altura da hospedeira - S. mauritianum, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

Altura	< 1,0 m	> 1,0 m
Atacadas	40	7
Não atacadas	312	213
Total	352	220
G = 11,814	G corrigido = 11,677	p < 0,05

Tabela 4b - Número de plantas atacadas por P. nigeronotata em diferentes classes de altura da hospedeira - S. mauritianum, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

Altura	< 1,0 m	> 1,0 m
Atacadas	19	6
Não atacadas	333	214
Total	352	220
G = 2,269	G corrigido = 2,221	N.S

O mesmo ocorreu em relação a S. sancta catarinae (Figura 5), ($G = 0,023$; $gl = 1$; $p > 0,05$; Tabela 5) e a S. bullatum (Figura 6), ($G = 1,558$; $gl = 1$; $p > 0,05$; Tabela 6a) atacadas por esta espécie de crisomelíneo.

Por outro lado, plantas maiores que 1 metro, de S. bullatum foram mais atacadas por P. nitidissima (Figura 6), ($G = 45,054$; $gl = 1$; $p < 0,05$; Tabela 6b).

O mesmo foi observado para Proseicela crucigera, que atacaram preferencialmente plantas de S. decompositiflorum com altura superior a 1 metro (Figura 7), ($G = 41,338$; $gl = 1$; $p < 0,05$; Tabela 7).

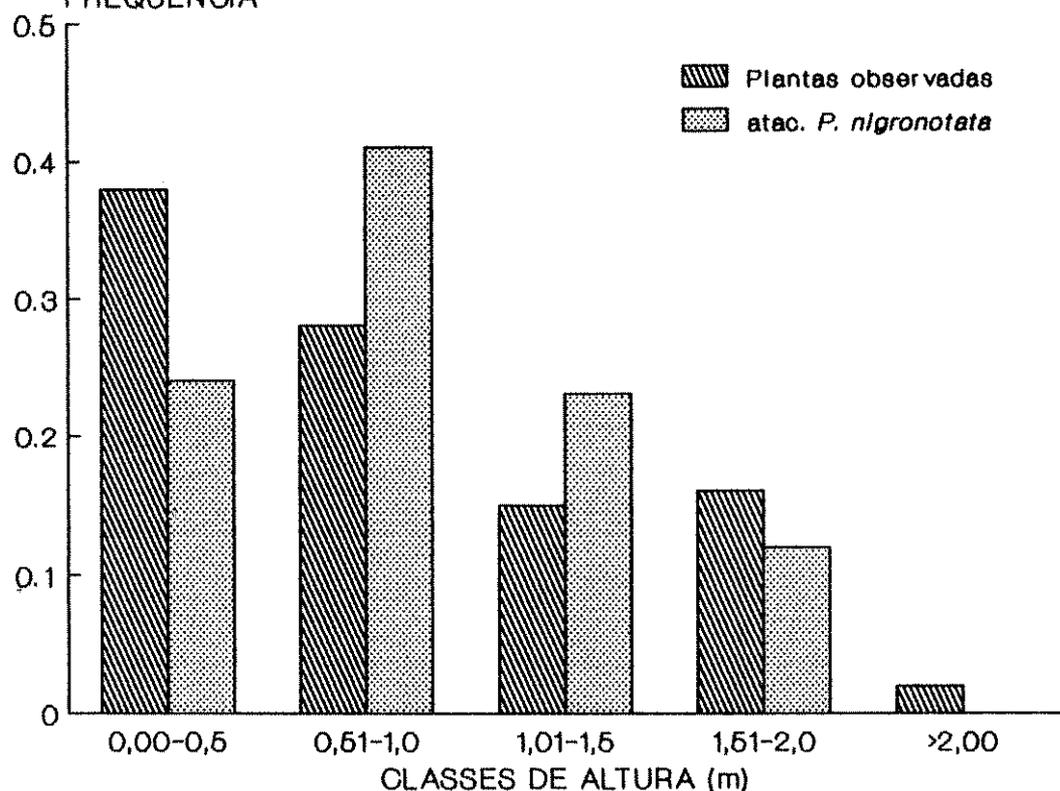


Figura 5 - Distribuição de frequências de *S. sancta catarina* observadas e atacadas por *P. nigronotata* em diferentes classes de altura das plantas hospedeiras, na Serra do Japí, durante o período de abril de 1988 a maio de 1989.

Tabela 5 - Número de plantas atacadas por *P. nigronotata* em diferentes classes de altura da hospedeira - *S. sancta catarina*, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

Altura	< 1,0 m	> 1,0 m
Atacadas	22	12
Não atacadas	118	60
Total	140	72

G = 0,023

G corrigido = 0,023

p < 0,05

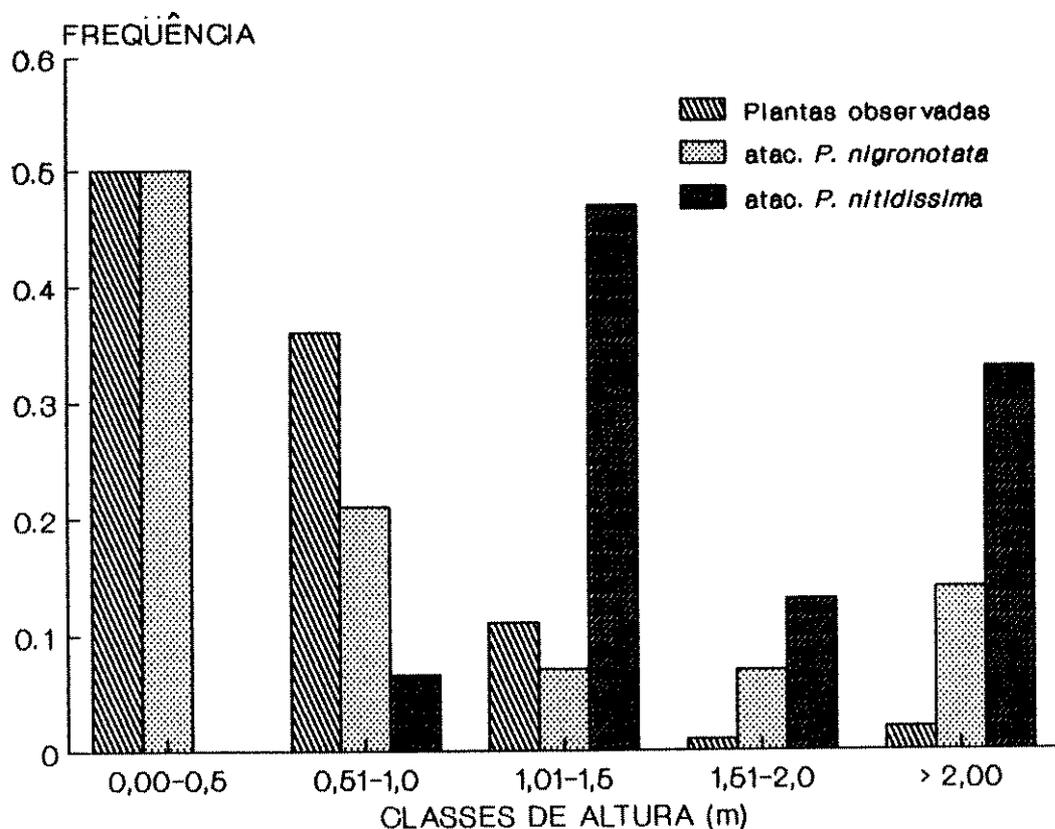


Figura 6 - Distribuição de frequências de *Solanum bullatum* observadas e atacadas por *P. nigrinotata* e *P. nitidissima* em diferentes classes de altura das plantas hospedeiras, na Serra do Japí, durante o período de abril de 1988 a maio de 1989.

Tabela 6a - Número de plantas atacadas por P. nigronotata em diferentes classes de altura da hospedeira - S. bullatum, na Serra do Japi, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

Altura	< 1,0 m	> 1,0 m
Atacadas	10	4
Não atacadas	638	109
Total	648	113
G = 1,684	G corrigido = 1,558	N.S.

Tabela 6b - Número de plantas atacadas por P. nitidissima em diferentes classes de altura da hospedeira - S. bullatum, na Serra do Japi, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

Altura	< 1,0 m	> 1,0 m
Atacadas	1	14
Não atacadas	647	99
Total	648	113
G = 45,002	G corrigido = 45,054	p < 0,05

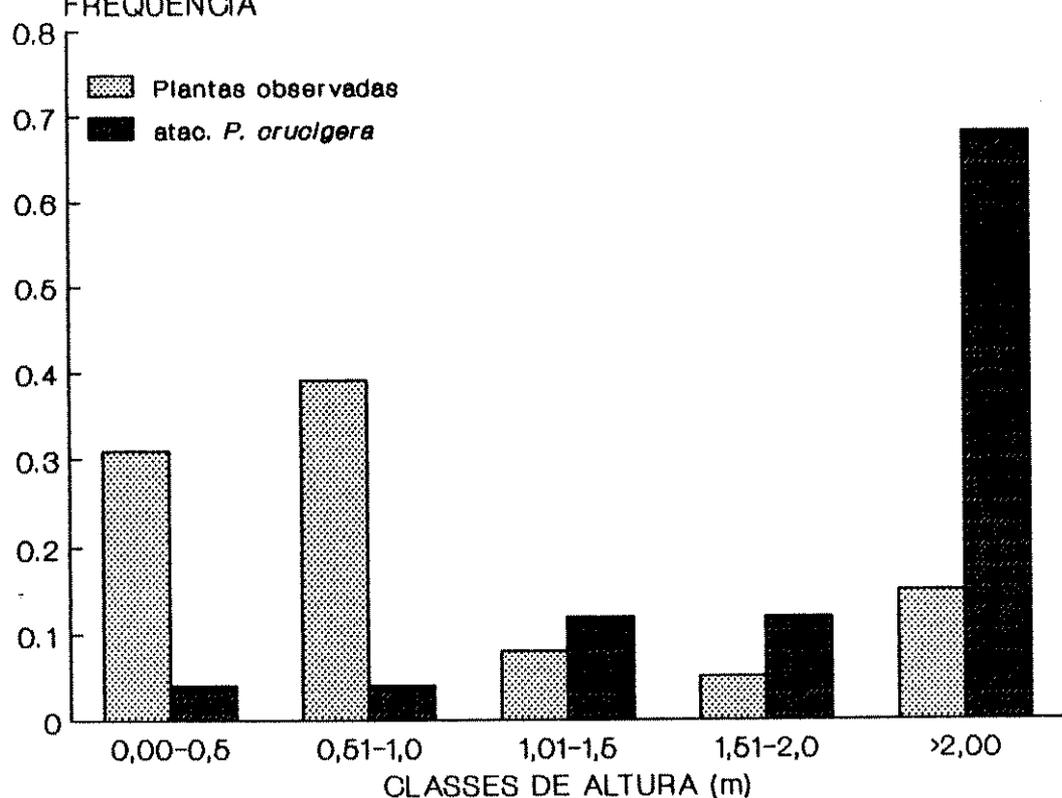


Figura 7 - Distribuição de freqüências de *Solanum decompositiflorum*, observadas e atacadas por *Proseicela crucigera* em diferentes classes de altura das plantas hospedeiras, na Serra do Japí, durante o período de abril de 1988 a maio de 1989.

Tabela 7 - Número de plantas atacadas por *Proseicela crucigera* em diferentes classes de altura da hospedeira - *S. decompositiflorum*, na Serra do Japí, período de abril de 1988 a maio de 1989.

Altura	< 1,0 m	> 1,0 m
Atacadas	2	23
Não atacadas	406	144
Total	408	167

G = 42,338

G corrigido = 41,338

p < 0,05

3.2 - Fenologia das plantas hospedeiras e dos crisomelíneos

Solanum megalochiton, quando adulta é uma espécie arbustiva de até 3 metros de altura, com folhas pequenas, de até 6cm de comprimento. É encontrada ao longo de trilhas e clareiras, e raramente ocorre no interior da mata. Floresce a partir de maio e mais intensamente no inverno, período onde ocorre a mais baixa intensidade de ataque por P. anastomozans. Esta planta possui folhas maduras e jovens durante o ano todo (Figura 8). No final da primavera e início do verão, P. anastomozans ocorreu em 70% das plantas marcadas desta solanácea, com uma média de 9,06 indivíduos (larvas e adultos) por planta, estando a maior parte da população no estágio larval (Figuras 9a e 9b). No final do verão, em março, a população desta solanácea chegou a apresentar mais de 75% das plantas marcadas com infestação por este crisomelíneo, com uma média de 5,96 indivíduos por planta, porém com uma maior quantidade de adultos (Figuras 9a e 9b).

S. megalochiton eventualmente foi utilizada como planta hospedeira por Platyphotra nigrionotata atingindo infestações na ordem de 2%, com média de 0,01 indivíduos (larvas e adultos) por planta (Figuras 10a e 10b).

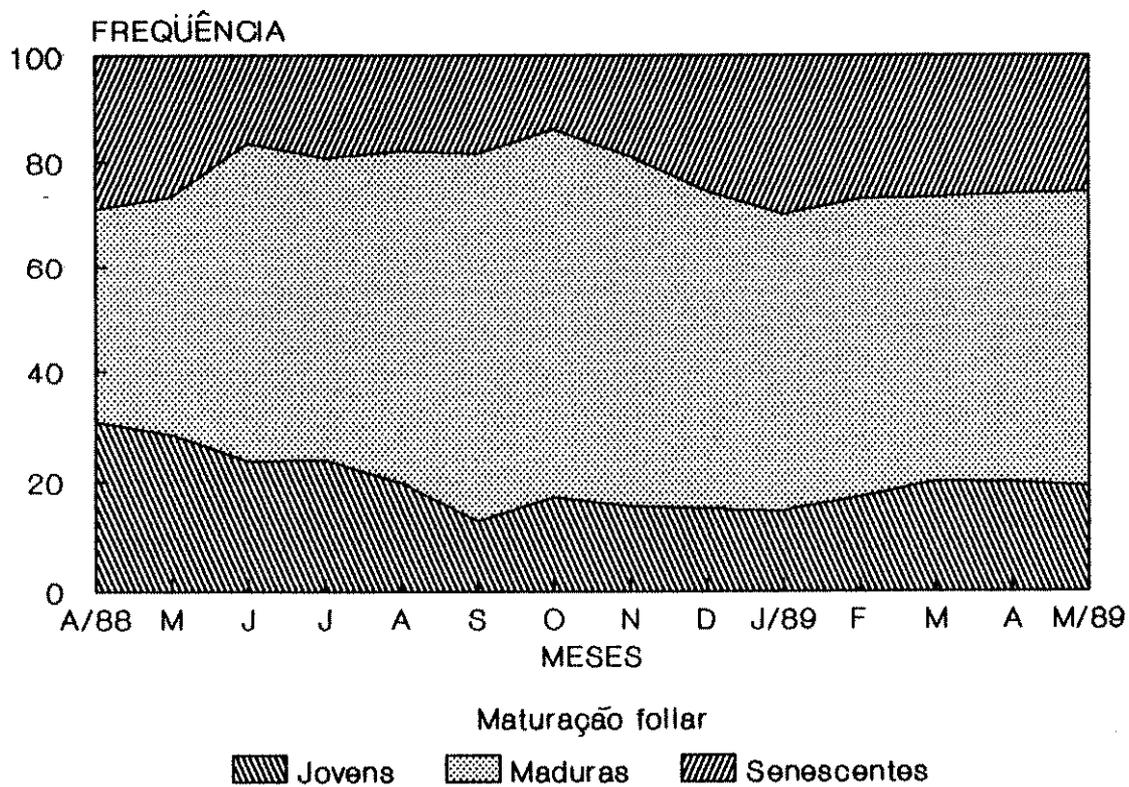
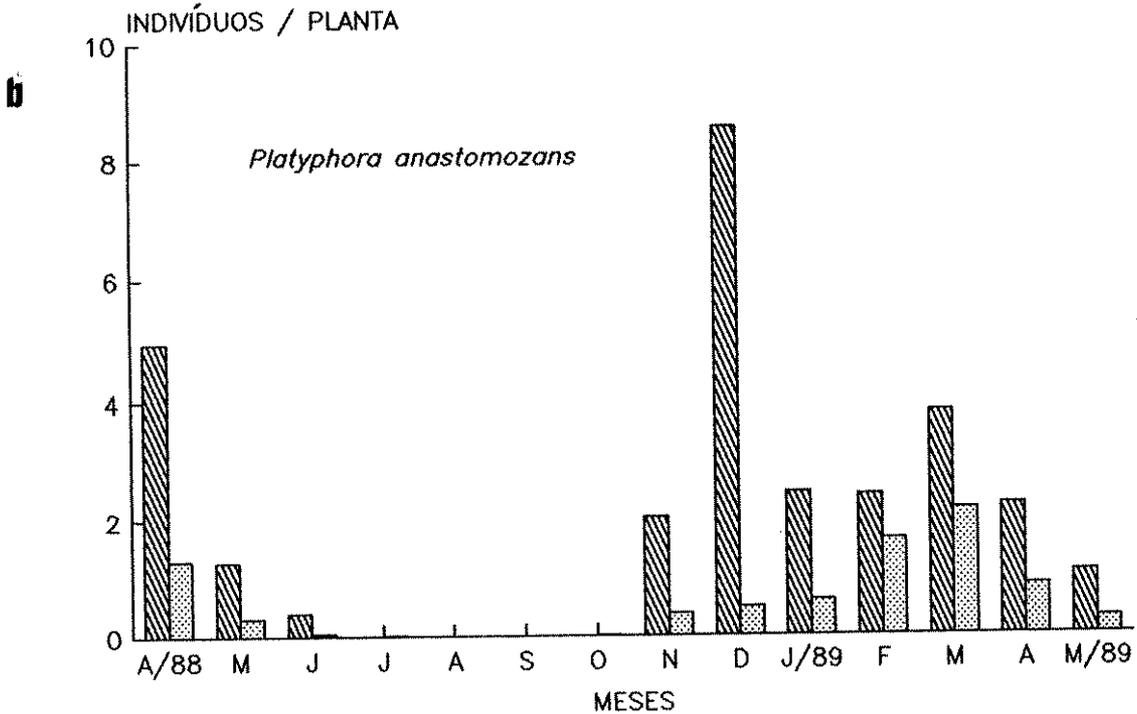
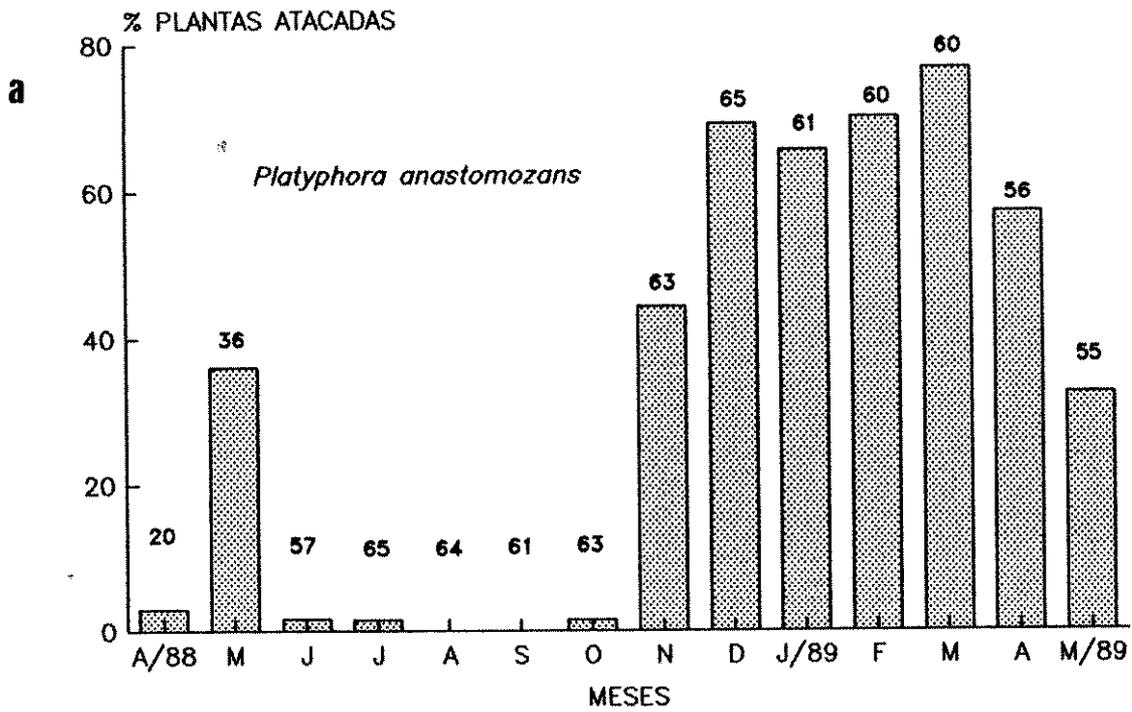


Figura 8 - Fenologia de Solanum megalochiton, na Serra do Japi, no período de abril de 1988 a maio de 1989.



▨ Larvas ▤ Adultos

Figura 9a - Porcentagem de ataque de Platyphora anastomozans em Solanum megalochiton, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

9b - Média de indivíduos por planta, no período.

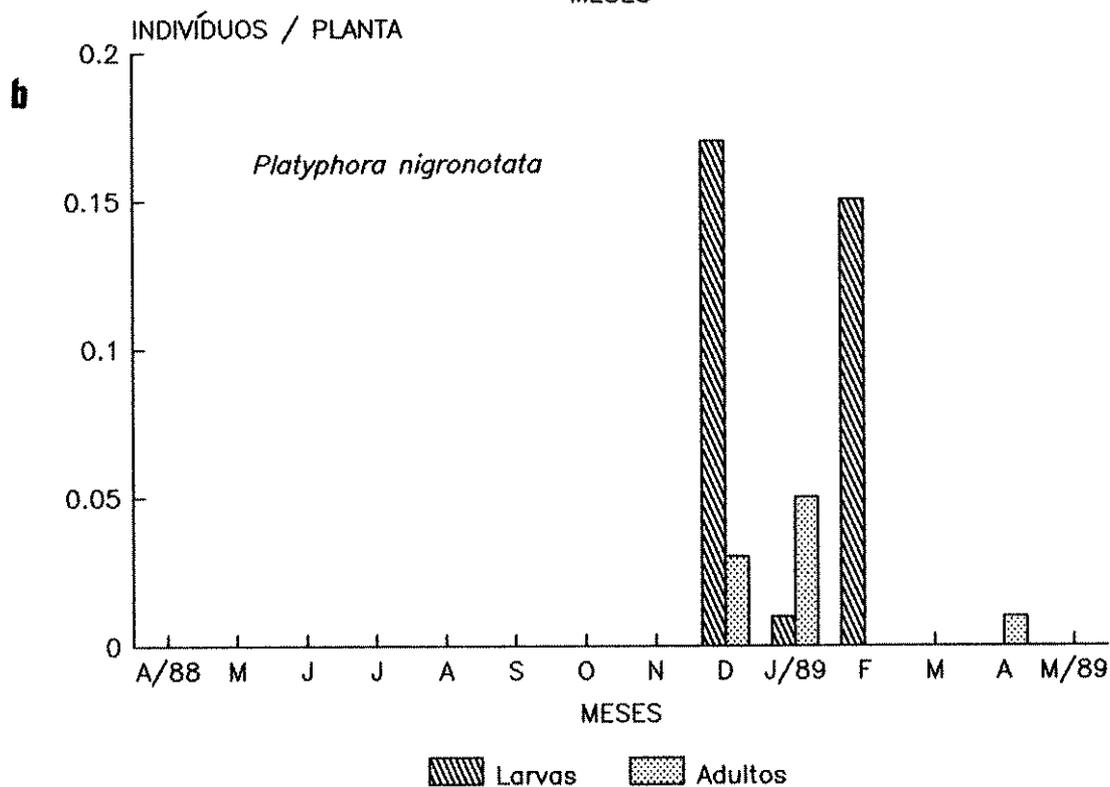
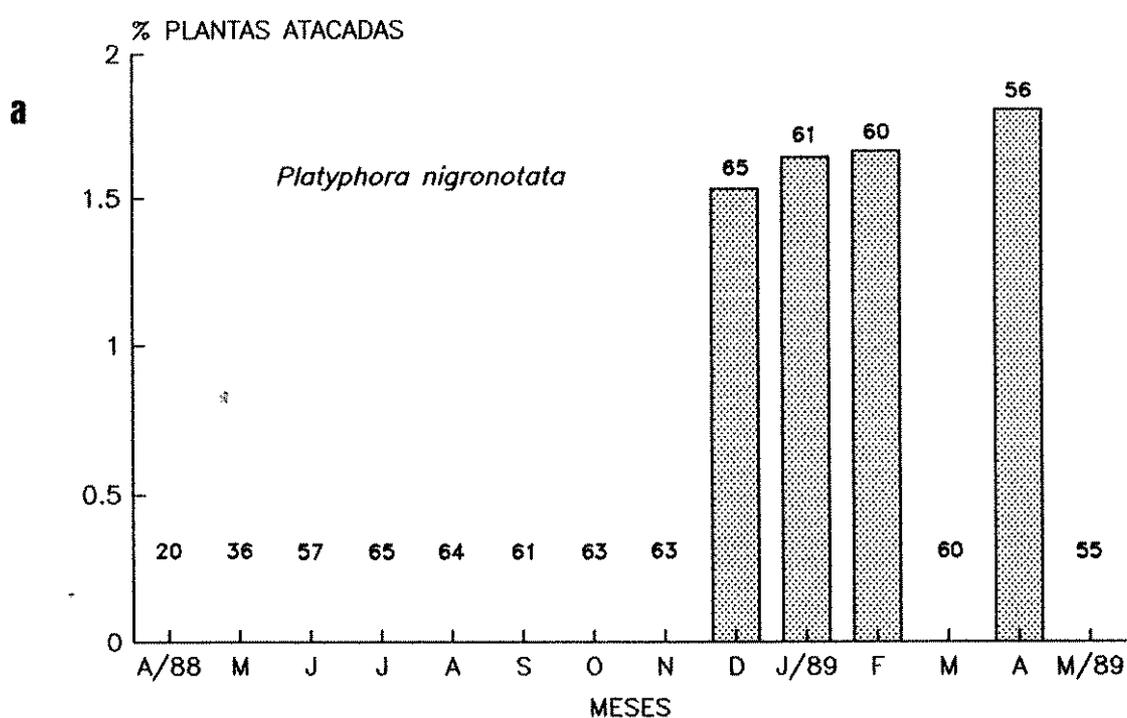


Figura 10a - Porcentagem de ataque de *Platyphora nigronotata* em *Solanum megalochiton*, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

10b - Média de indivíduos por planta, no período.

O fumo bravo, Solanum mauritianum, é uma espécie de porte arbustivo avantajado, com até 6 metros de altura, quando adulta. Foi encontrado, no entanto, um indivíduo com altura de 10 metros. Esta espécie floresce e frutifica durante o ano todo. Esta espécie só foi utilizada pelos crisomelíneos enquanto planta jovem. Durante todo o período estudado, as plantas jovens apresentaram folhas jovens e maduras (Figura 11), que pela sua consistência tenra constituem alimento para P. anastomozans e P. nigronotata.

A população de plantas adultas teve sua fenologia mais marcada pelas condições climáticas. A maior reposição de folhas novas ocorreu na primavera e no verão. Este fato não exerceu qualquer influência sobre as populações de Platyphora, que não exploram plantas adultas. As plantas jovens foram atacadas no máximo em 15% por 2 espécies de crisomelíneos, com P. anastomozans atingindo a média de 1,13 indivíduos (larvas e adultos) por planta (Figuras 12a e 12b) e P. nigronotata a média de 0,70 indivíduos por planta (Figura 13a e 13b).

Fenômeno semelhante foi observado em relação a Solanum sancta catarinae, que é uma espécie de porte arbóreo, atingindo até 20 metros de altura, e no entanto foi atacada por P. nigronotata apenas enquanto indivíduos jovens. Estas plantas apresentaram folhas maduras durante o ano todo, sugerindo que não havia restrições de alimento às populações de P. nigronotata (Figura 14). A porcentagem de plantas marcadas, atacadas por este crisomelíneo atingiu 25%, quando a média registrada foi de 2,5 indivíduos por planta (Figuras 15a e 15b).

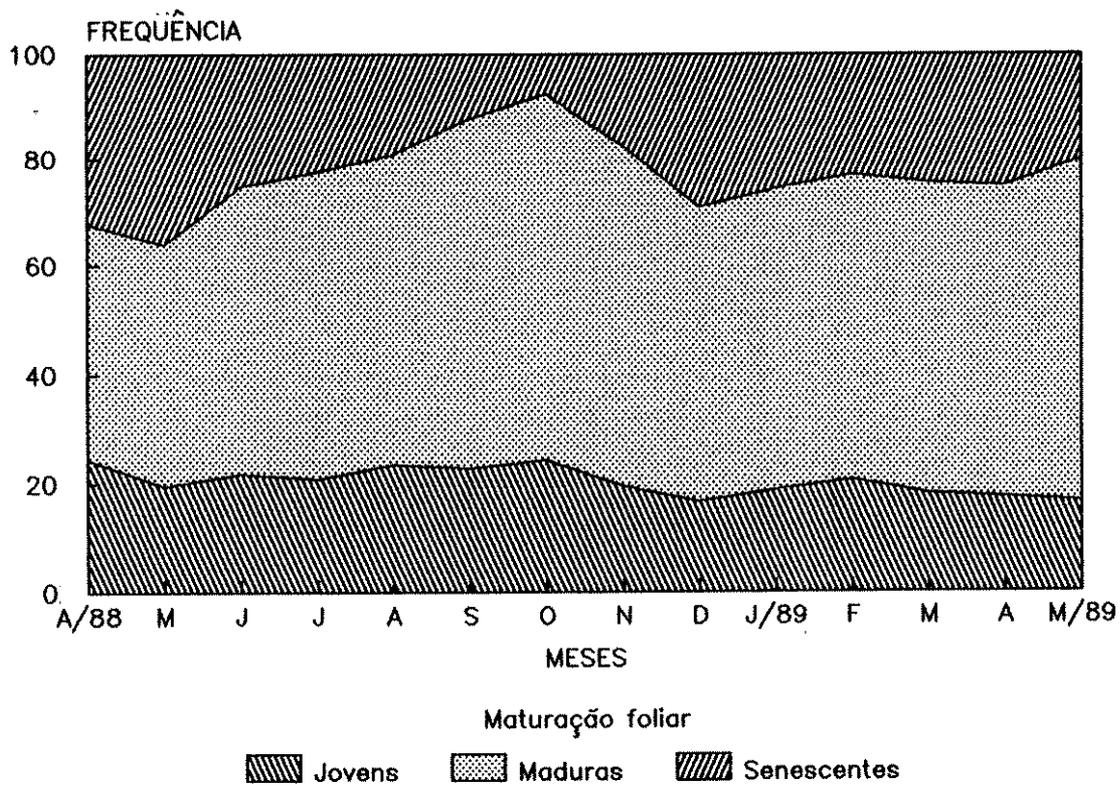


Figura 11 - Fenologia de Solanum mauritianum, na Serra do Japi, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

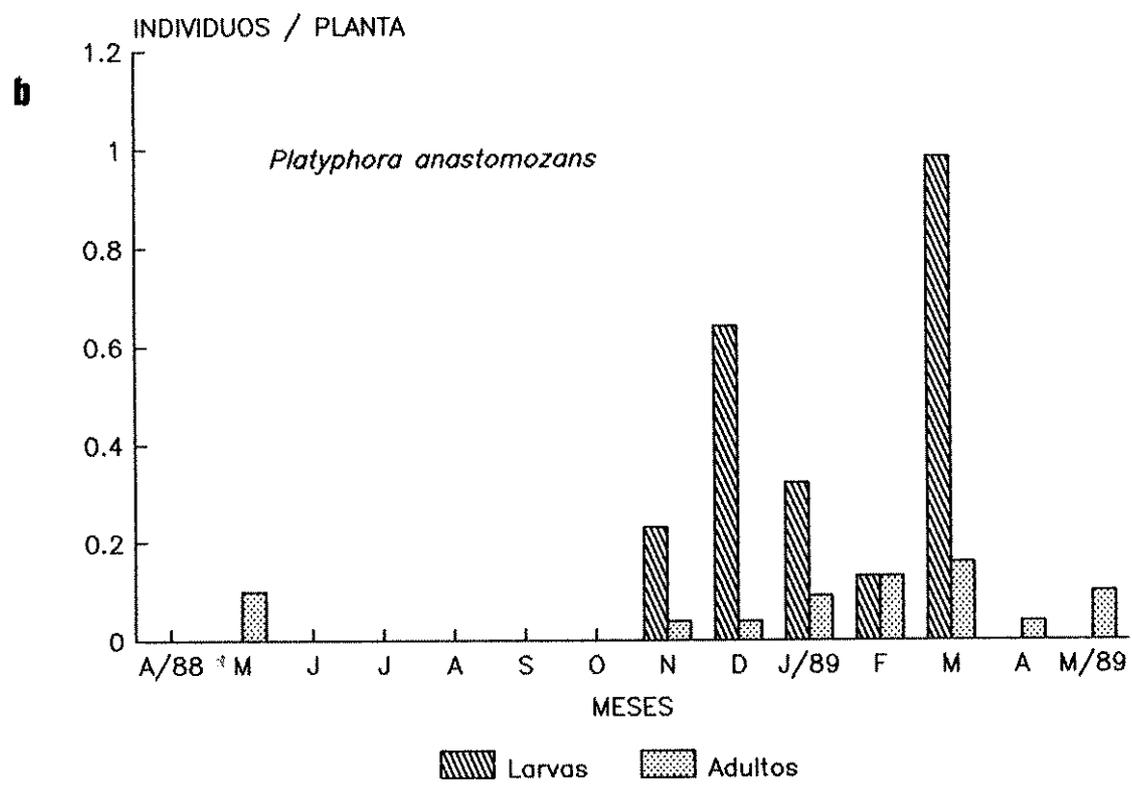
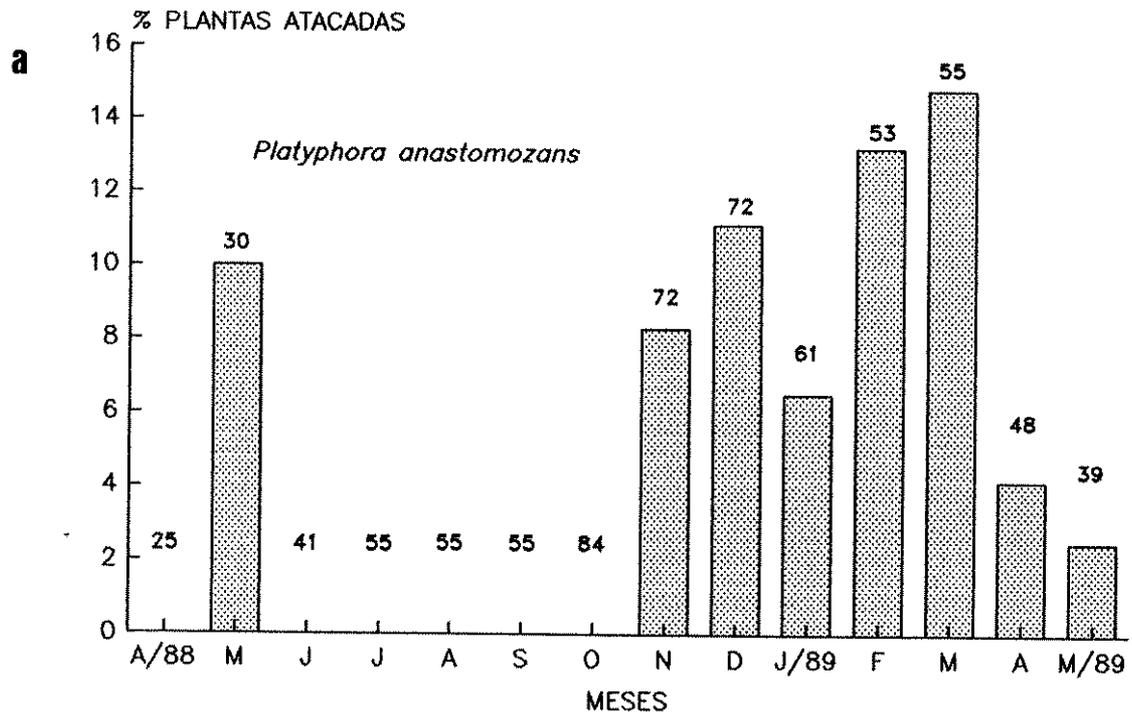


Figura 12a - Porcentagem de ataque de Platyphora anastomozans em Solanum mauritianum, na Serra do Japi, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

12b - Média de indivíduos por planta, no período.

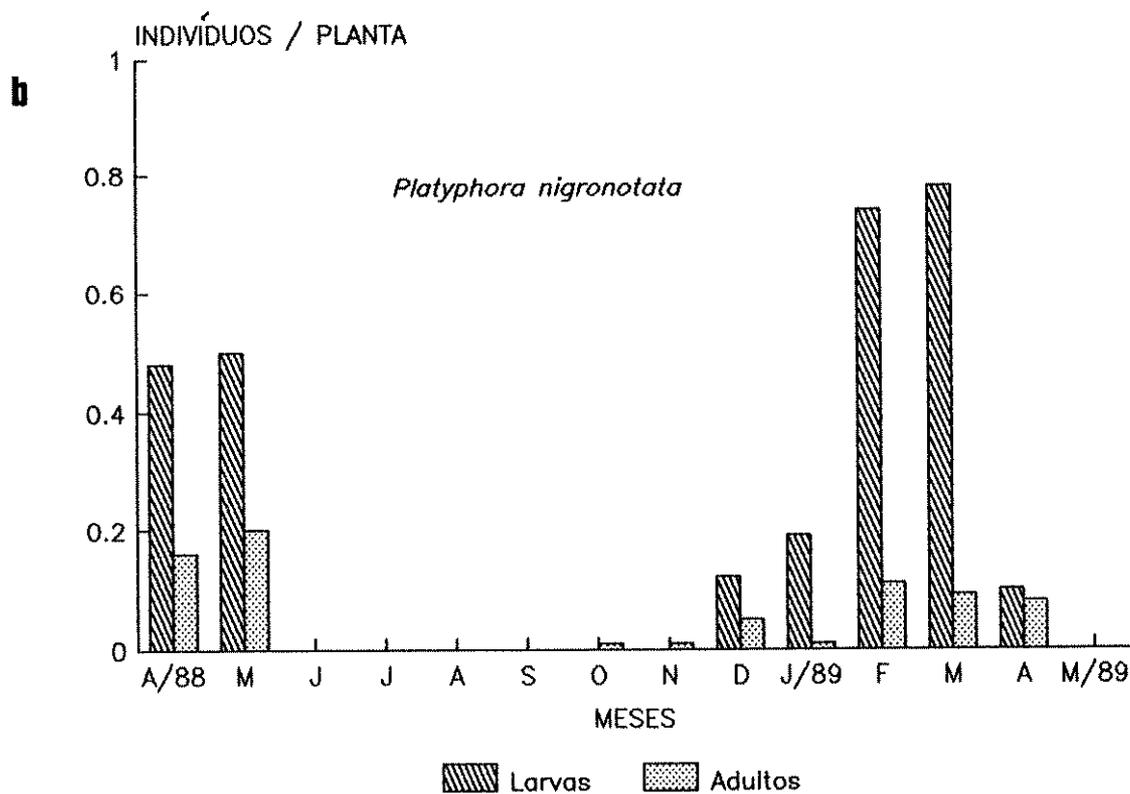
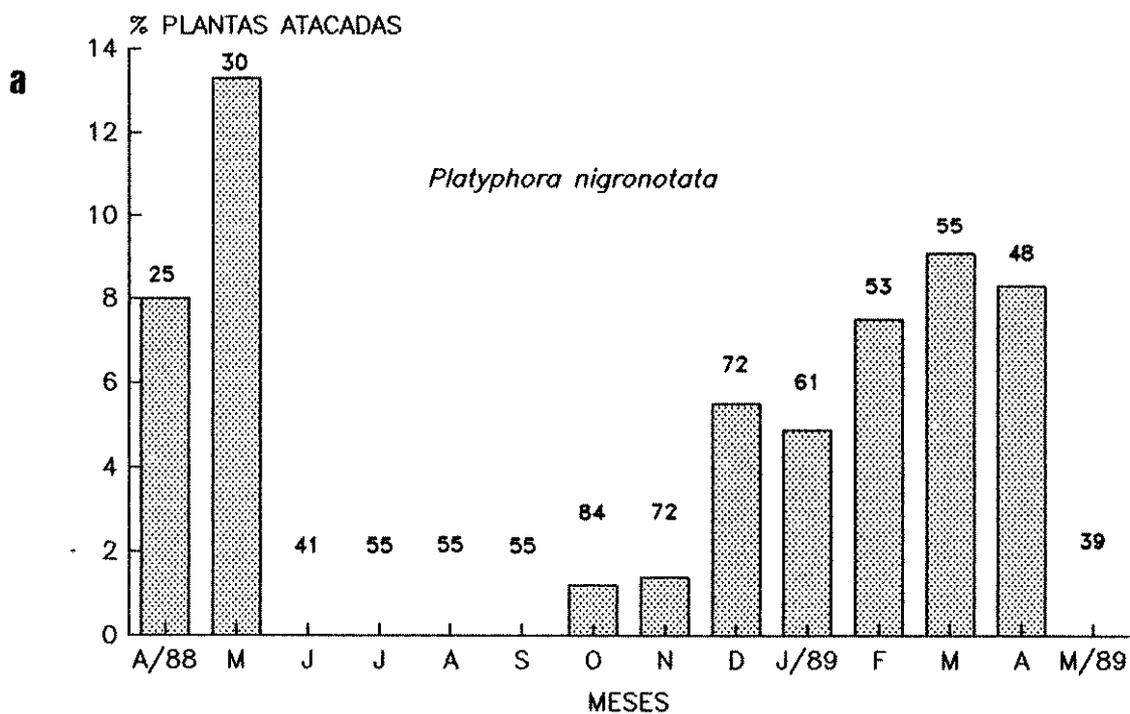


Figura 13a - Porcentagem de ataque de *Platyphora nigronotata* em *Solanum mauritianum*, na Serra do Japi, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

13b - Média de indivíduos por planta, no período.

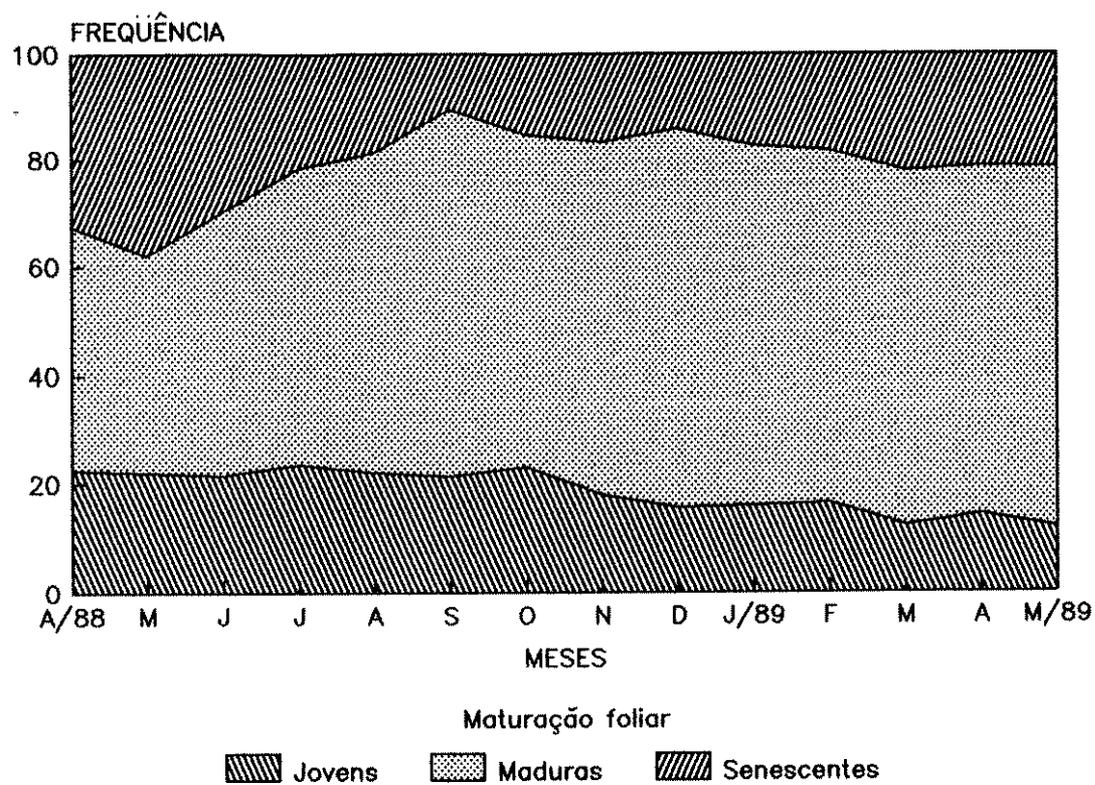


Figura 14 - Fenologia de Solanum sancta catarinae, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

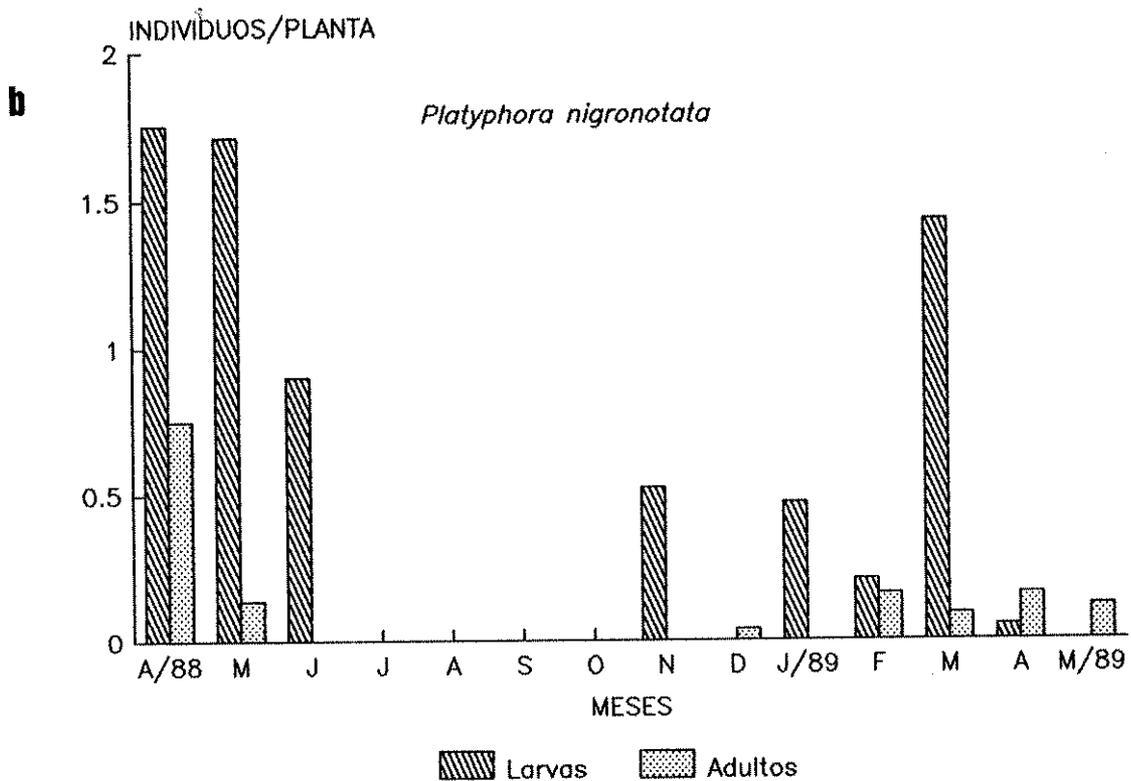
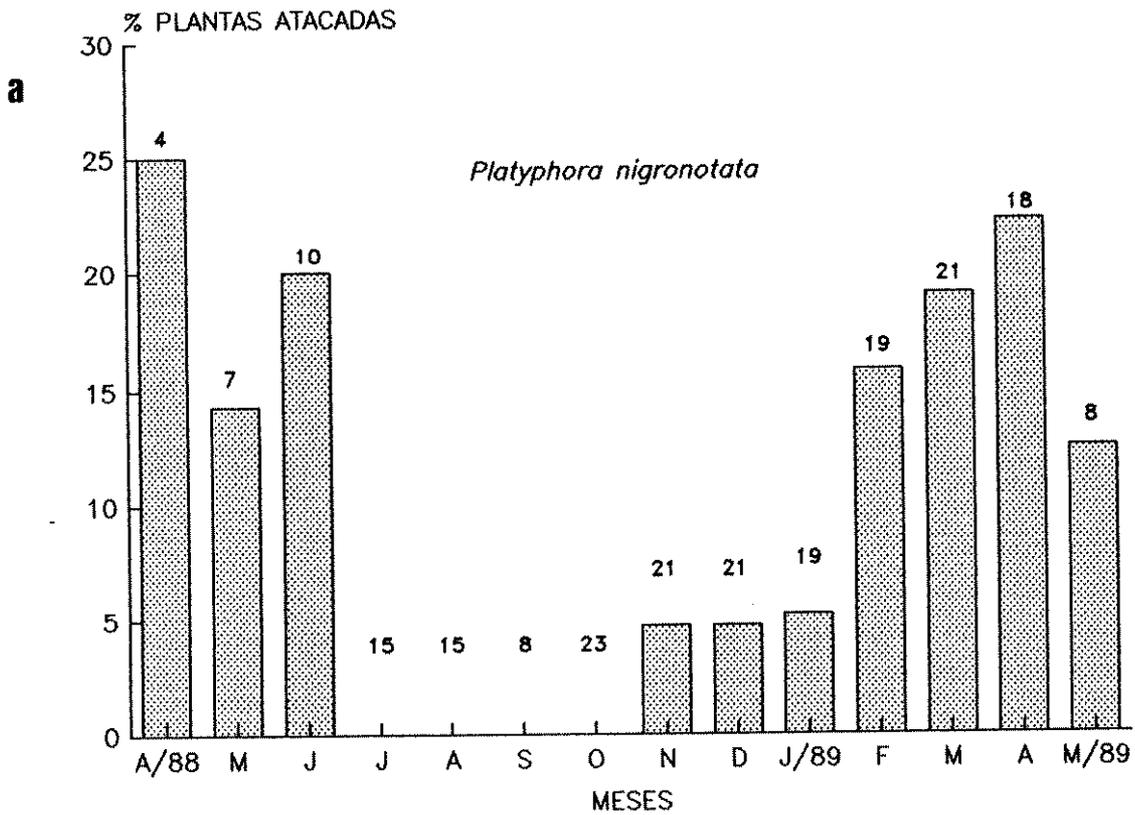


Figura 15a - Porcentagem de ataque de *Platyphora nigronotata* em *Solanum sancta catarine*, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

15b - Média de indivíduos por planta, no período.

Solanum bullatum é uma espécie arbórea, atingindo cerca de 20 metros de altura. As plantas adultas têm a fenologia marcada pela estação seca. Nesta época a maioria das folhas são maduras e velhas, havendo muitos sinais de herbivoria. Folhas novas aparecem principalmente no verão e primavera, geralmente seguido de floração.

A população de plantas jovens ocorre predominantemente em áreas sombreadas, ao longo de trilhas, caminhos e clareiras na mata, e não apresentam a fenologia tão marcada quanto as plantas adultas. Há sempre nestas plantas, folhas jovens, maduras e poucas senescentes (Figura 16). Portanto, há durante o ano todo alimento disponível para P. nitidissima, embora este besouro só tenha aparecido entre os meses de novembro a abril. A porcentagem de plantas jovens marcadas, atacadas por P. nitidissima, atingiu o máximo de 12%, quando foi registrada a de 3,4 indivíduos por planta, quase exclusivamente larvas (Figuras 17a e 17b). Este crisomelíneo foi sempre encontrado em plantas jovens, com alturas na faixa de 2 a 4 metros.

P. nigrinotata foi observada utilizando S. bullatum com máximo ataque de 40% nas plantas marcadas, com média de 0,4 indivíduos (apenas adultos) por planta (Figuras 18a e 18b). Em janeiro foi registrada a média, com 0,19 indivíduos (apenas larvas) por planta, em menos de 5% de plantas atacadas (Figuras 18a e 18b). Já P. anastomozans foi muito mais rara sobre esta hospedeira, com um máximo de 11% de plantas atacadas, quando a média foi de 0,11 indivíduos (sómente adultos) por plantas.

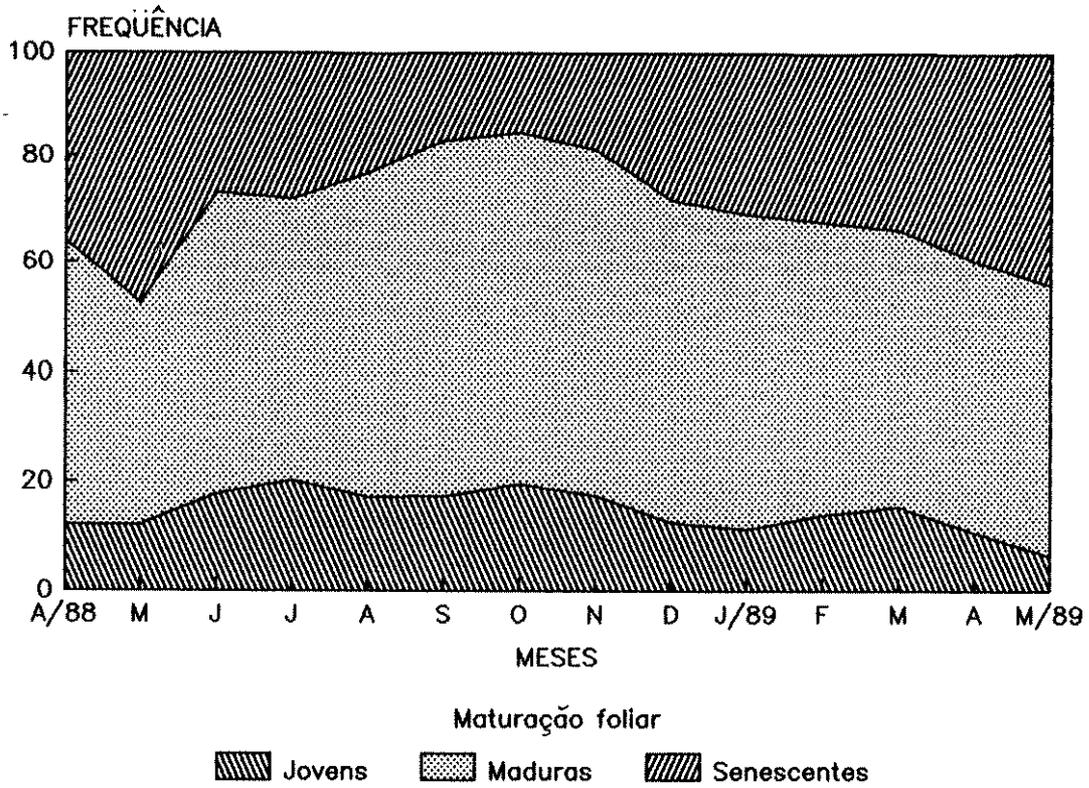


Figura 16 - Fenologia de Solanum bullatum, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989.

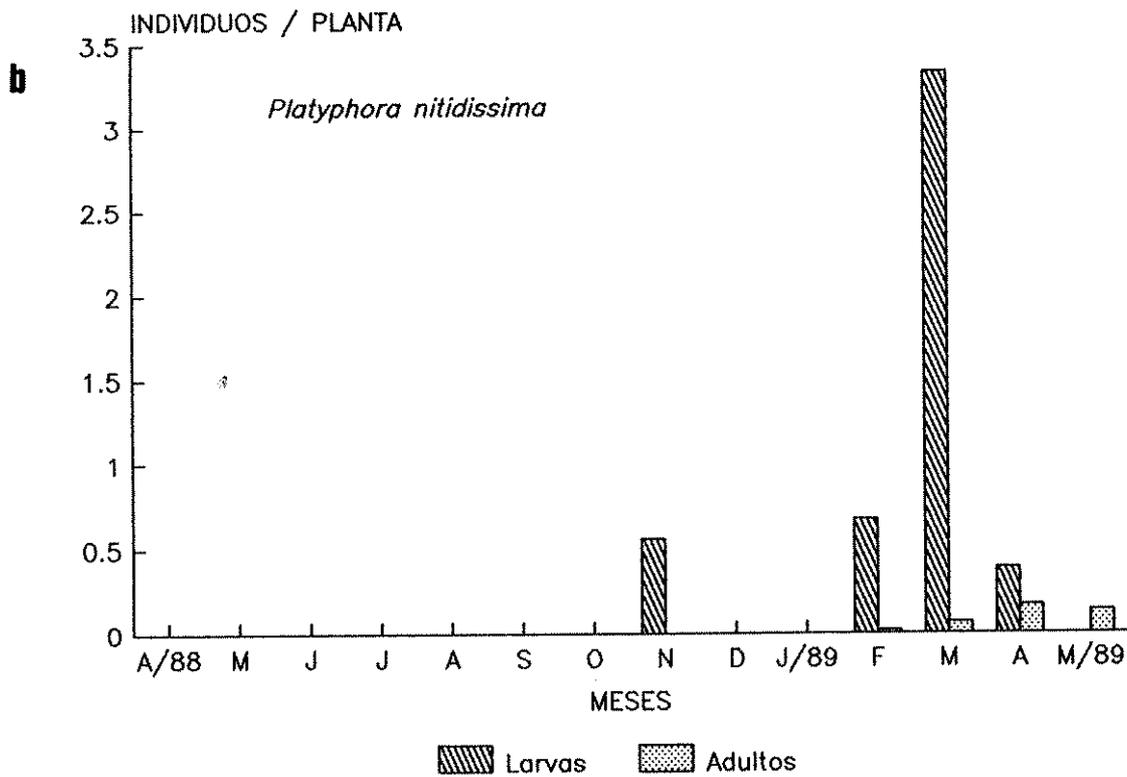
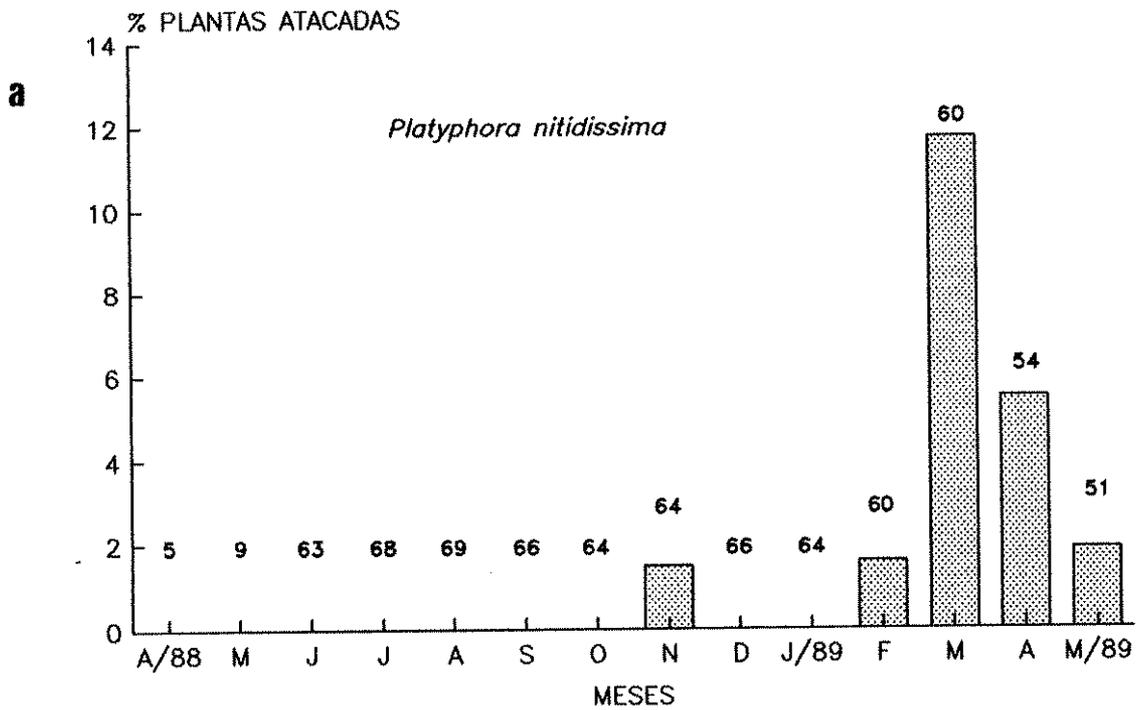


Figura 17a - Porcentagem de ataque de Platyphora nitidissima em Solanum bullatum, na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

17b - Média de indivíduos por planta, no período.

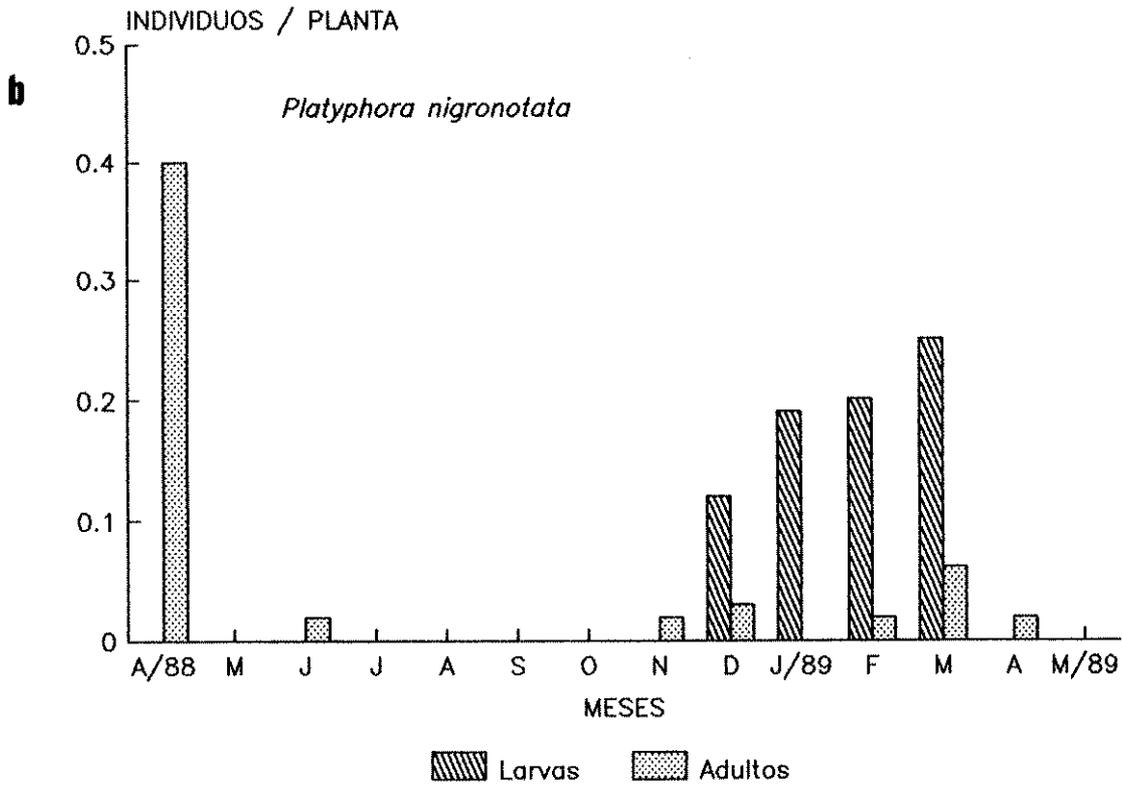
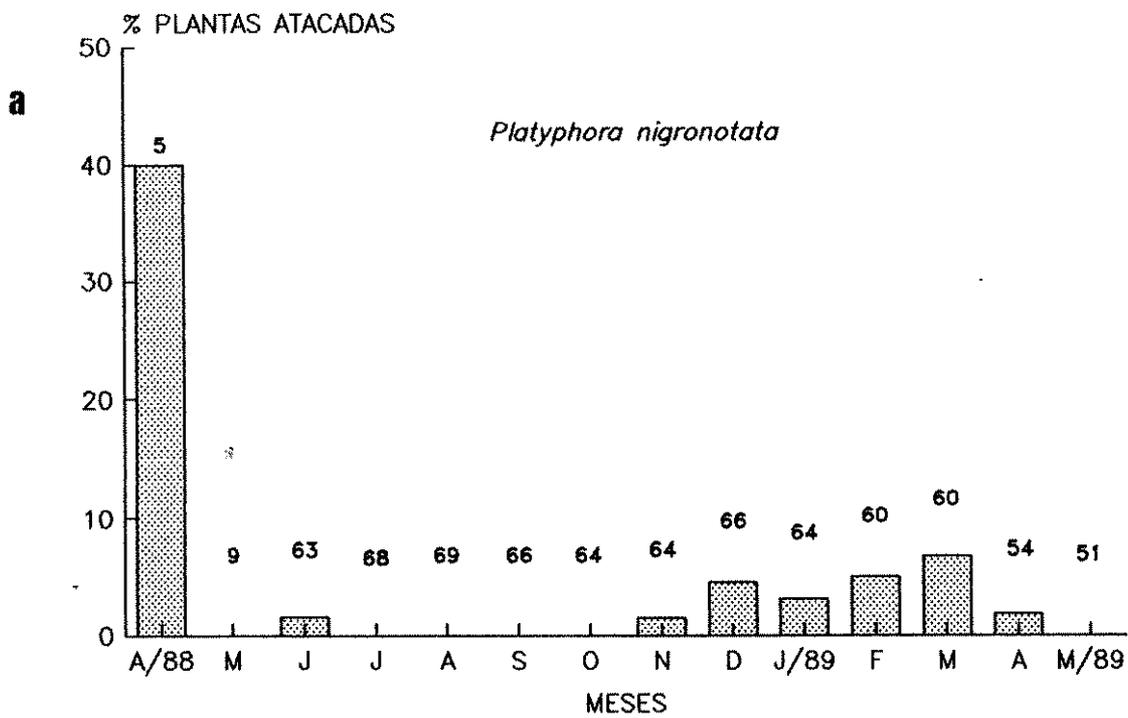


Figura 18a - Porcentagem de ataque de Platyphora nigronotata em Solanum bullatum , na Serra do Japí, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

18b - Média de indivíduos por planta, no período.

S. decompositiflorum é uma espécie arbustiva, atingindo até 3 metros de altura. O florescimento e a frutificação ocorrem na primavera e verão. Embora se encontre folhas jovens, maduras e senescentes durante o ano todo, parece ser na primavera a maior reposição de folhas novas (Figura 19). Foi registrado ataque de quase 30% das plantas marcadas por Proseicela crucigera, atingindo a média de 16,18 indivíduos (principalmente larvas) por planta (Figuras 20a e 20b). Em março de 1989, a média registrada de indivíduos por planta foi de 5,6, com um total de 6,9% de plantas marcadas atacadas (Figuras 20a e 20b). O ataque de S. decompositiflorum por este crisomelíneo se dá de forma massiva, com várias ninhadas de diferentes idades sobre um mesmo indivíduo. Em abril de 1988 foi encontrada uma planta de 2,5 metros de altura com 159 indivíduos (larvas e adultos).

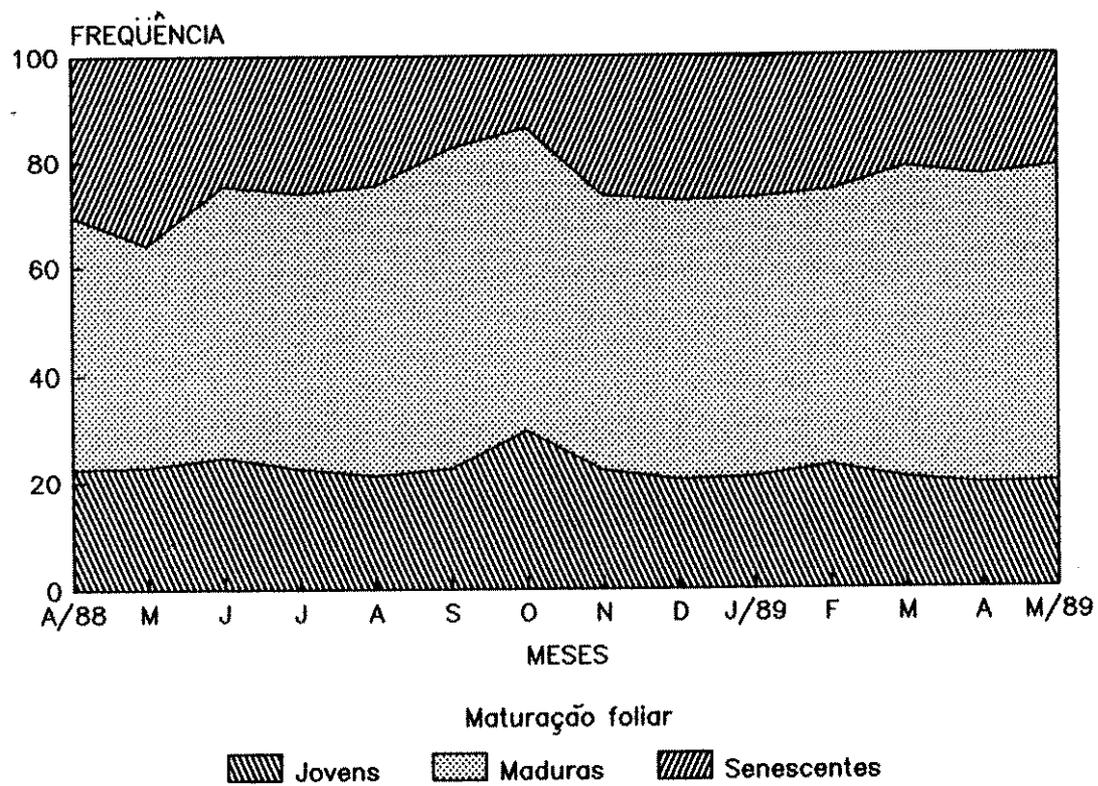


Figura 19 - Fenologia de Solanum decompositiflorum, na Serra do Japí no período de abril de 1988 a maio de 1989.

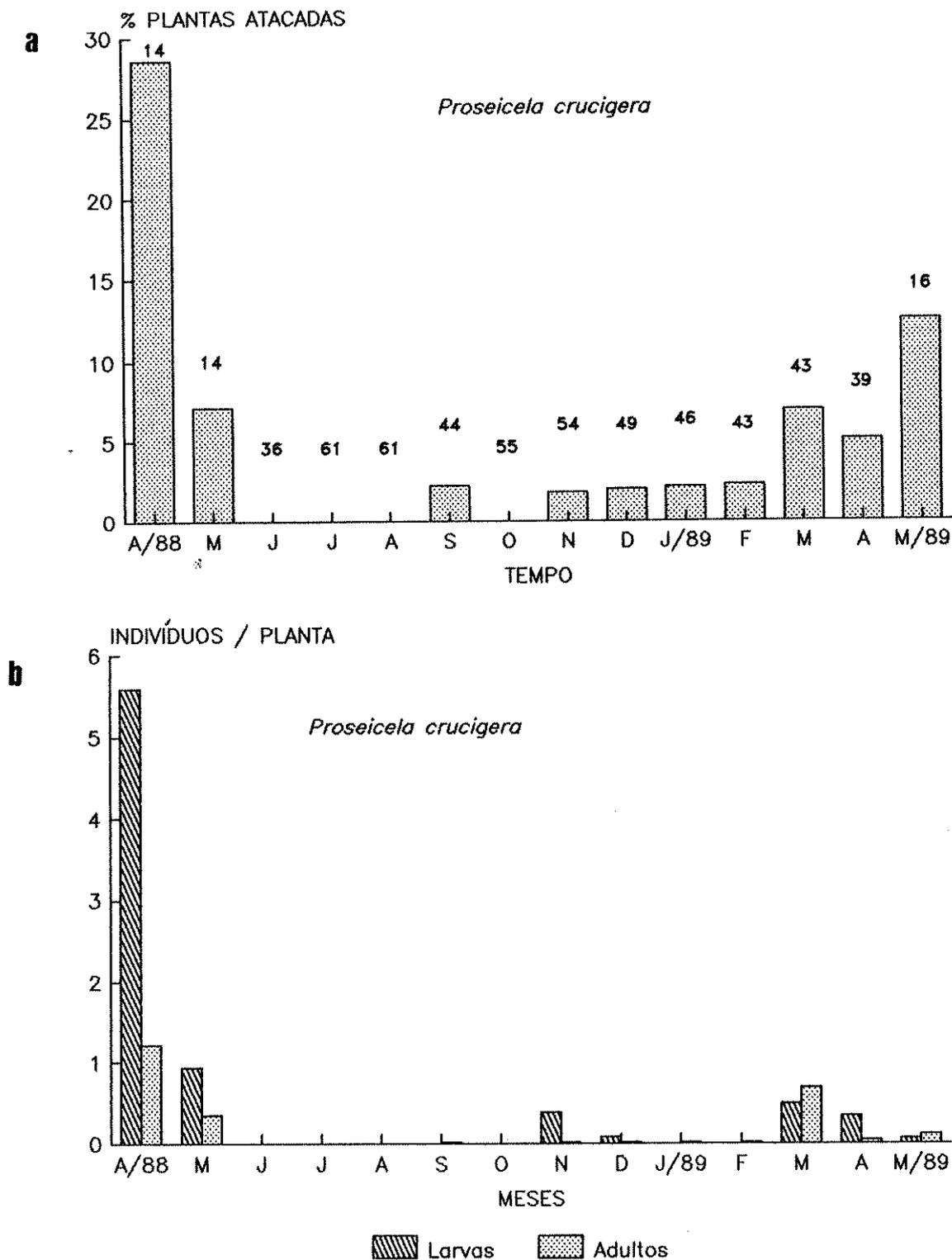


Figura 20a - Porcentagem de ataque de *Proseicela crucigera* em *Solanum decompositiflorum*, na Serra do Japi, no período de abril de 1988 a maio de 1989. Os números sobre as barras representam o número de plantas observadas.

20b - Média de indivíduos por planta, no período.

3.3 - Flutuação populacional e sazonalidade dos crisomelíneos

A espécie mais abundante foi Platyphora anastomozans, com um máximo de 628 indivíduos (larvas e adultos) para as 2 observações no mês de dezembro de 1988, quando a população atingiu o seu pico. Os primeiros adultos foram encontrados no final de outubro e início de novembro, seguido pelo aparecimento das larvas. O período de reprodução iniciou-se no final da primavera atingindo seu pico no verão e decaindo durante o outono. A partir de junho, até setembro, tanto adultos como larvas desaparecem das plantas hospedeiras. Observações complementares mostraram que o novo ciclo reiniciou-se na primavera seguinte (Figura 21).

Platyphora nigronotata, embora compartilhe algumas das espécies de plantas hospedeiras de P. anastomozans, tem seu ciclo um pouco deslocado. Reproduz-se a partir de novembro, atingindo seu pico em março e declinando em maio. Durante o inverno e no início da primavera não foram encontrados adultos e larvas deste besouro. Esta espécie é a menos abundante das quatro estudadas, tendo sido encontrados o máximo de 96 indivíduos em março (Figura 21).

A segunda espécie mais abundante, Proseicela crucigera, tem seu ciclo semelhante ao da espécie anterior. A população atingiu seu pico de abundância também em março, com um total de 240 indivíduos (Figura 21).

A última espécie, Platyphora nitidissima, parece ter seu ciclo restrito a um período mais curto. Ela é encontrada de novembro a

abril; atingindo o pico em março, quando foram registrados 204 indivíduos nas plantas marcadas (Figura 21).

Os números de besouros encontrados para cada espécie não representa estimativas de tamanhos populacionais e sim o máximo de indivíduos observados em suas plantas hospedeiras marcadas.

Apesar das pequenas diferenças observadas na flutuação populacional e época de pico de abundância de cada espécie, estas espécies têm em comum o fato de desaparecerem do campo durante o período entre julho e outubro (Figura 21), meses mais secos e frios registrados na Serra do Japi (Figura 22).

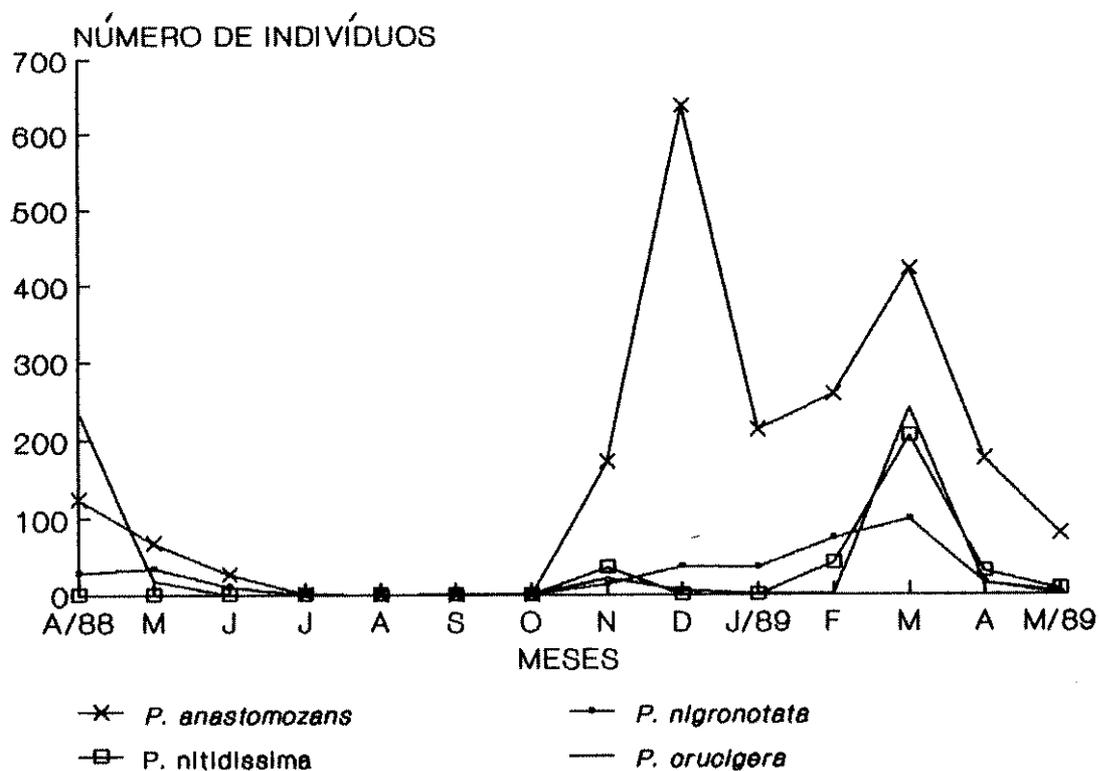


Figura 21 - Flutuação populacional de quatro espécies de Chrysomelinae que utilizam solanáceas na Serra do Japí, Jundiaí - S.P., no período de abril de 1988 a maio de 1989.

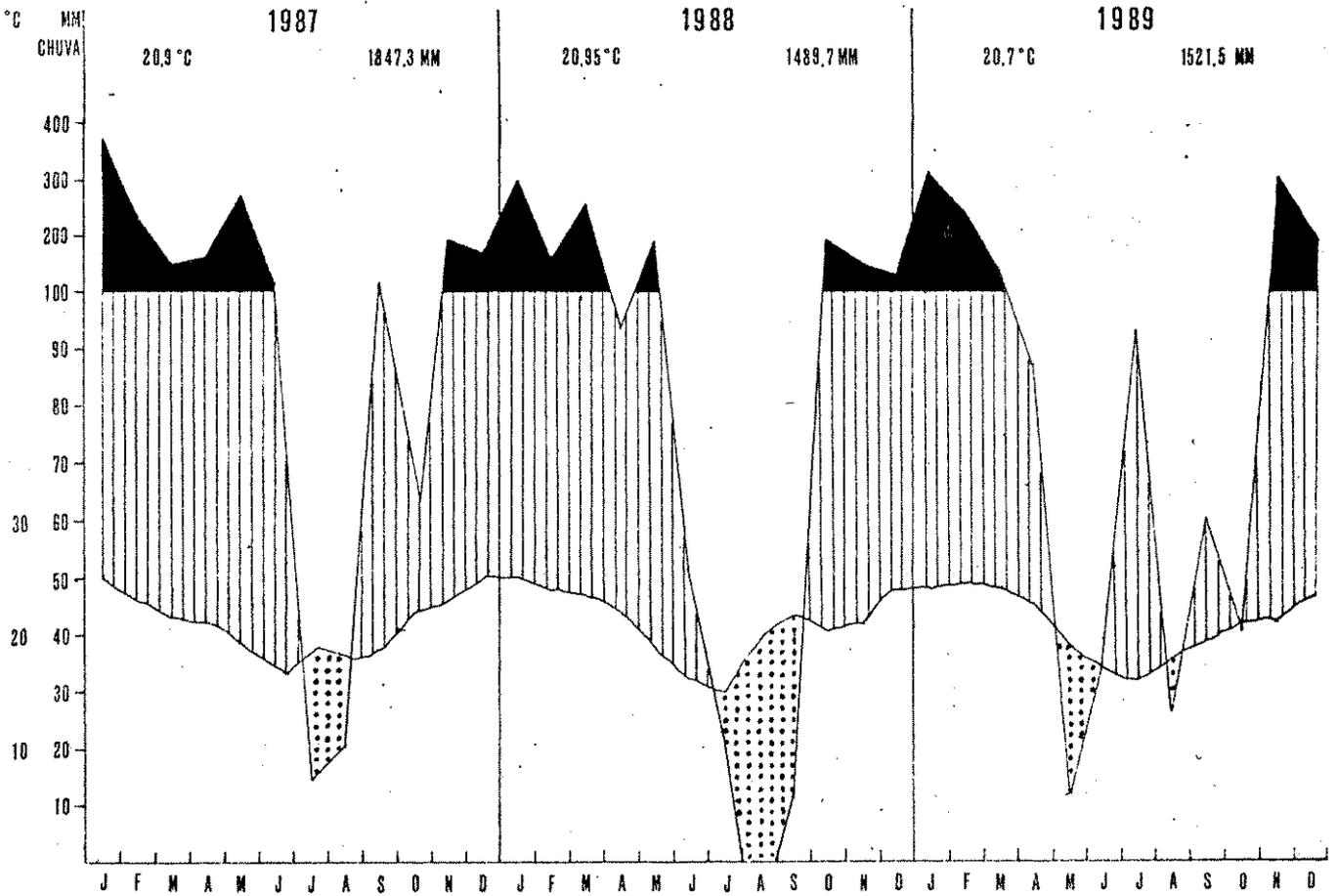


Figura 22 - Diagrama climático da Serra do Japi, durante o período de estudo (Dados do IAC). Dados de acordo com o diagrama de H. Walter (1971).

3.4 - Desenvolvimento e estratégia reprodutiva dos crisomelíneos

As três espécies de Platyphora estudadas e Proseicela crucigera são larvíparas, apresentando cinco estádios larvais. Foi observado que as larvas de último estágio migram para o solo, onde se enterram para empupar.

Foram feitas algumas criações em laboratório, com larvas das quatro espécies coletadas no campo. Proseicela crucigera apresentou um ciclo de 32 dias entre o primeiro estágio larval e a fase de pupa. Não foram obtidos adultos.

Platyphora anastomozans e P. nigronotata apresentaram um ciclo completo de aproximadamente 35 dias. Foram obtidos adultos destas duas espécies em laboratório, porém de tamanho reduzido em relação aos encontrados no campo. O ciclo de P. nitidissima não foi acompanhado em laboratório.

As larvas destas 4 espécies formam anéis de defesa, dispostas sobre as folhas com as cabeças voltadas para o centro e abdômens voltados para fora, quando em repouso. Quando estão se alimentando as larvas geralmente se posicionam lado a lado, em linha, nas bordas das folhas. Este comportamento foi observado para as 4 espécies.

O tamanho da ninhada é variável entre as espécies. Em P. nitidissima este variou de 19 a 36 indivíduos, com média de 26,6 indivíduos por ninhada, os quais permanecem agrupados até o final do estágio larval. O mesmo se observou em Proseicela crucigera, porém o número de larvas variou de 1 a 14, com média de 8,67 indivíduos por ninhada (Tabela 8).

Tabela 8 Tamanho de ninhada para três espécies de Platyphora e Proseicela crucigera, relacionado às plantas hospedeiras. Dados colhidos na Serra do Japi, Jundiáí, S.P., no período de abril de 1988 a maio de 1989.

ESPÉCIES DE CHRISOMELINAE	TAMANHO DE NINHADA (\bar{X})	ESPÉCIES DE HOSPEDEIRAS	PORTE E ALTURA DAS HOSPEDEIRAS
<u>Platyphora anastomozans</u>	5,57	<u>Solanum megalochiton</u>	Arbusto até 3 m Folhas - 6 cm
		<u>Solanum mauritianum</u>	Arbusto até 6 m Folhas - 12 a 15 cm
<u>Platyphora nigronotata</u>	7,76	<u>S. sancta catarine</u>	Árvore até 20 m Folhas - 8 a 10 cm
<u>Platyphora nitidissima</u>	26,6	<u>Solanum bullatum</u>	Árvore até 10 m Folhas - 25 a 30 cm
<u>Proseicela crucigera</u>	8,67	<u>Solanum decompositiflorum</u>	Arbusto até 3 m Folhas - 10 a 20 cm

O comportamento gregário das larvas também foi observado para *P. anastomozans* e *P. nigronotata*. No entanto, a partir do terceiro estágio as larvas, em geral, permaneciam em sub grupos de 2 a 3 indivíduos ou até isoladas. O número de larvas observado variou 1 a 10 ($\bar{X} = 5.57$) e 1 a 14 ($\bar{X} = 7.76$), para essas duas espécies respectivamente (Tabela 8).

3.5 - Experimentos de laboratório

Os experimentos de laboratório que poderiam ou não confirmar as indicações de preferência alimentar não foram realizados.

Apesar dos cuidados na manutenção das plantas trazidas do campo, não foram obtidos resultados satisfatórios. Grande parte das plantas envasadas secaram e as poucas sobreviventes produziram folhas pequenas e em número insuficiente para que pudessem ser utilizadas para alimentar os crisomelíneos.

As criações dos crisomelíneos também mostraram certas dificuldades, pois raramente foi possível obter adultos das pupas que se formavam. De uma criação de larvas de P. anastomozans coletadas sobre Solanum megalochiton e alimentadas com folhas desta mesma espécie, trazidas do campo, foram obtidos adultos que apresentaram tamanho bastante reduzido em relação àqueles encontrados no campo. Também foi observado que nestas condições muitas pré pupas morriam, e a frequência de adultos emergidos das pupas era muito baixa.

Em outra ocasião, 7 larvas de P. anastomozans coletadas em folhas de S. megalochiton, foram alimentadas com folhas de S. bullatum, coletadas no campo. Observou-se que após 16 dias as 7 larvas estavam mortas sem haverem sofrido mudança de estágio. Já um grupo de 7 larvas desta mesma espécie, recém nascidas sobre S. mauritianum, foram coletadas e criadas com folhas de S. megalochiton. As 7 larvas se desenvolveram, empuparam, emergindo 5 adultos, também com tamanhos reduzidos.

Em face dos resultados destes ensaios e das más condições de desenvolvimento das plantas hospedeiras em laboratório, esta parte do projeto foi suspensa, por receio de se obter dados de baixa confiabilidade.

3.6 - Inimigos naturais

As poucas observações de ataque por inimigos naturais referem-se a larvas de Platyphora anastomozans. Foi encontrada uma espécie do gênero Stiretrus (Pentatomidae: Asopinae), com ninfas e adultos sugando larvas de primeiro estágio.

Em uma ocasião, larvas de segundo e terceiro estádios foram levadas ao laboratório para criação. As pupas se formaram, mas destas emergiram dípteros Tachinidae. No campo, taquinídeos foram observados em 3 ocasiões, sobrevoando e tentando pousar sobre grupos de larvas.

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Utilização das plantas hospedeiras

Na Serra do Japí há cerca de 43 espécies de Solanaceae, pertencentes a 11 gêneros, sendo mais comum o gênero Solanum, com 27 espécies (João Vasconcellos Neto et al., em prep.).

Solanáceas são ricas em alcalóides, muitos destes altamente tóxicos, além de outros compostos, como óleos essenciais, os quais muitas vezes representam uma barreira de defesa das plantas contra a ação de microorganismos e ataques de herbívoros (Harborne, 1986; Evans, 1986; Lavie, 1986; Roddick, 1986; Brown, 1987) e portanto a presença de determinadas substâncias secundárias deve representar papel importante na determinação do espectro de plantas hospedeiras utilizadas por herbívoros. O fato de não terem sido encontradas outras espécies de crisomelíneos alimentando-se em solanáceas e ainda o fato das cinco espécies observadas estarem restritas apenas à algumas plantas podem ter pelo menos três interpretações. 1) O restante do conjunto de espécies de Solanaceae representa um outro espectro de compostos secundários que em conjunto com defesas mecânicas constituem barreiras contra sua utilização por estes besouros; 2) estas plantas estão sendo utilizadas por outros grupos taxonômicos de herbívoros (partilha de recursos); 3) a distribuição espacial e/ou temporal dos recursos interferem no padrão observado.

No caso dos crisomelíneos observados na Serra do Japí, uma evidência de que algumas das plantas utilizadas podem apresentar similaridades de compostos químicos é o fato de que as folhas de

Solanum mesalochiton, S. mauritianum, S. bullatum, S. sancta catarine e S. rufescens, quando amassadas liberam um odor forte, característico e muito semelhante entre si. Este cheiro possivelmente é devido à presença de algum óleo essencial, comum a estas cinco espécies. As três espécies de Platyphora alimentam-se sobre este conjunto de plantas (provavelmente quimicamente semelhantes).

Embora uma série de compostos químicos tenha sido identificados em solanáceas, a maioria se refere a espécies cultivadas, sendo bastante vago o conhecimento em relação à distribuição destas toxinas dentro da família como um todo (Drumond, 1986).

Alguns alcalóides, como nicotina e atropina são neurotóxicos e afetam muitos animais, incluindo espécies de Leptinotarsa, um crisomelíneo. Além desses, alcalóides esteróides são potentes contra algumas espécies deste gênero (Hsiao, 1986). Hsiao (1986) observou variação no grau de tolerância de 4 espécies de Leptinotarsa a seis alcalóides incorporados individualmente em suas dietas artificiais. As respostas observadas por este autor mostraram relação com a ocorrência natural das substâncias nas plantas hospedeiras. Duas das espécies, as quais se alimentavam naturalmente em folhas de Solanum tuberosum, nada sofreram quando alimentadas com dietas contendo solanina, o principal glicoalcalóide desta planta. Já as outras duas espécies de besouros, que não utilizavam esta espécie de Solanum como hospedeira natural tiveram a alimentação fortemente inibida na presença de solanina.

Apesar da limitação de ensaios feitos em laboratório, alguns dados mostraram que existe inibição do desenvolvimento de larvas de

P. anastomozans quando alimentadas com folhas de S. bullatum, o que pode ser atribuído a presença de algum composto químico desta hospedeira. No entanto não é possível afirmar nada conclusivo sem que sejam feitos ensaios mais apurados, em conjunto com uma análise química das plantas.

Além da produção de compostos secundários, solanáceas apresentam uma outra bateria de defesas contra herbívoros, representada por estruturas externas, tais como espinhos, pêlos glandulares e não glandulares (Hsiao, 1986; Harborne, 1986; Drumond, 1986).

A presença de pêlos glandulares de algumas espécies selvagens de Solanum impedem a alimentação de larvas de Leptinotarsa decemlineata, causando uma alta taxa de mortalidade (Gibson, 1978; Dimack & Tingey, 1988). Esta mesma espécie de besouro quando alimentando-se em suas hospedeiras naturais, iniciam alimentação na borda das folhas, removendo os pêlos e espinhos com o aparelho bucal, de modo a ingerir apenas a mesoderme (Gibson, 1978; Hsiao, 1986). Quando oferecido a estas larvas folhas glabras de uma outra espécie de Solanum, este tipo de comportamento não foi verificado (Gibson, 1978; Hsiao, 1986).

Das espécies de Solanum utilizadas pelas três espécies de Platyphora na Serra do Japí, Solanum bullatum é a que apresenta maior pilosidade na face abaxial das folhas. As demais possuem folhas tenras, com pouca pilosidade. Todas crescem preferencialmente em ambientes sombreados. As larvas das três espécies de Platyphora alimentavam-se em conjunto nos bordos foliares, sendo que P. nitidissima, espécie que utiliza S. bullatum

apresentou comportamento de remoção dos pêlos da folha, o que pode indicar uma adaptação para sobrepor esta barreira da espécie hospedeira.

Solanum decompositiflorum e S. variabile, respectivamente utilizadas por Proseicela crucigera e Stychotaenia quadrisignata são típicas de clareiras, ambas apresentando folhas rígidas, com alta pilosidade nas duas faces e sem qualquer odor característico. As larvas de Proseicela crucigera também se alimentam nos bordos foliares e apresentaram comportamento de remoção dos pelos das folhas da planta hospedeira. Larvas de S. quadrisignata não foram observadas se alimentando, uma vez que possuem habito noturno e o trabalho foi realizado durante o dia. Em Sumaré, larvas e adultos de S. quadrisignata utilizam Solanum paniculatum como planta hospedeira, sendo muito ativos durante a noite. Durante o dia não são vistos sobre a planta, provavelmente se alojando junto ao solo (João Vasconcellos-Neto, com. pess.).

Um outro modo de adaptação à plantas hospedeiras observadas por Hsiao (1986) em espécies de Leptinotarsa é a variação na preferência por habitat. Algumas plantas hospedeiras destes besouros são encontradas em habitats abertos e ensolarados, enquanto outras estão associadas a ambientes sombreados. Esta diferença, segundo o autor, se associa a afinidades distintas deste crisomelíneo. Leptinotarsa baldmani, embora se alimente bem em folhas de tomate e batata, raramente são encontradas como espécie peste de culturas destas plantas, o que se atribui à sua preferência por ambientes sombreados, pouco abertos (Hsiao, 1986). As espécies de Solanum utilizadas na Serra do Japí apresentam variações quanto ao habitat,

sendo que as quatro solanáceas utilizadas por Platyphora sp crescem preferencialmente em ambientes sombreados e úmidos, próximas a riachos, enquanto S. decompositiflorum e S. variabile são típicas de clareiras abertas e ensolaradas.

Apesar das espécies de Platyphora alimentarem-se no mesmo conjunto de plantas, elas mostram preferências por determinadas espécies de hospedeiras. Platyphora nitidissima só utilizou S. bullatum, Platyphora anastomozans mostrou nítida preferência por S. megalochiton, enquanto P. nigronotata dividiu sua dieta preferencialmente entre S. mauritianum e S. sancta catarinae (Figura 1).

A palatibilidade de uma determinada planta depende da mistura de compostos que ela apresenta. Desse modo, duas plantas com concentração idêntica de alcalóides pode diferir marcadamente em palatabilidade devido a diferenças de concentração de outros compostos (Dethier, 1977; Dethier, 1982). Embora membros da família Solanaceae apresentem uma similaridade química básica, misturas particulares de alcalóides, óleos essenciais e outros compostos são provavelmente únicas em cada espécie (Drumond, 1986). Larvas de borboletas da família Ithomiinae, as quais se alimentam de solanáceas, são capazes de metabolizar tecidos de plantas hospedeiras, o que requer uma composição enzimática específica do organismo, ou seja: a medida que a seleção favorece aumento da eficiência na utilização de plantas hospedeiras particulares, este aumento da especialização fisiológica diminui o espectro de tolerância a outras hospedeiras (Drumond, 1986).

A questão dos mecanismos seletivos envolvidos na determinação da utilização de plantas hospedeiras (monofagia e polifagia), tem sido amplamente discutida, sendo apontadas várias forças seletivas como determinantes do processo. Inimigos naturais, aspectos nutricionais das plantas, presença ou não de compostos secundários, abundância das plantas e comportamento do herbívoro são alguns dos fatores implicados no processo (Benson, 1978; Cates, 1980, 1981; Levins & MacArthur, 1969, Thompson, 1988).

Na Serra do Japi, os mecanismos que permitem a partilha de recursos entre as espécies de crisomelíneos parecem ligados a presença de compostos secundários e ao tipo de habitat da planta hospedeira. Em relação às três espécies de Platyphora, a partilha se dá em função de pelo menos mais dois componentes: preferências alimentares distintas e diferenças no microhabitat. Estas diferenças de microhabitat se traduzem pela não ocorrência besouros nos mesmos indivíduos (Figura 2), e também na preferência de algumas espécies por plantas de determinadas alturas.

Padrões semelhantes de partilha de recursos têm sido verificados para outros grupos de insetos herbívoros (Benson, 1978; Owen, 1971; Shapiro & Cardé, 1970; Gilbert & Singer, 1976; Ohsaki, 1979).

4.2 - Flutuação populacional e sazonalidade

As quatro espécies estudadas na Serra do Japí apresentam o mesmo padrão de sazonalidade. Todas desaparecem no início do outono, quando indivíduos adultos se escondem na serrapilheira e permanecem em diapausa, e só voltam a aparecer na primavera. Um fenômeno é considerado sazonal se ele, ou sua expressão máxima ocorre sempre no mesmo período do ano, em cada ano que ocorre (Wolda, 1988). Embora os dados coletados neste trabalho se refiram a um período de 14 meses, o acompanhamento destas espécies no local, feitas por mim, durante dois outros anos mostrou que o padrão se repete e portanto pode ser considerado sazonal.

Mudanças sazonais em organismos que vivem na região temperada é fato comum, uma vez que estações frias se alternam com estações mais quentes, além do que períodos de chuvas e secas são marcantes (Wolda, 1988). No entanto, grupos distintos de organismos não respondem da mesma maneira às variações dos parâmetros ambientais, mesmo porque a variedade de padrões de sazonalidade é enorme (Wolda, 1988; Delinger, 1986). Embora nos trópicos as variações em temperatura tendam a ser pequenas, este fato não significa que não existem estações.

Wolda (1978a,b; 1980, 1981, 1988) discutiu uma série de trabalhos sobre flutuações populacionais de insetos tropicais, relacionadas à mudanças climáticas. Segundo este autor, apesar da pouca variação em temperatura ao longo do ano na região tropical, há variação considerável no índice pluviométrico, decorrente principalmente das estações secas (outono e inverno). Estas

estações, segundo este autor, poderiam ser comparadas ao inverno da região temperada, período em que se constata uma redução do número de insetos adultos ativos.

Nos trópicos, umidade e pluviosidade são considerados os parâmetros mais fortemente ligados à sazonalidade verificada em alguns organismos (Wolda, 1988; Delinger, 1986). Existem evidências de que a ocorrência de chuvas pode agir diretamente na manutenção da atividade sazonal do besouro Sternotarsus rotundus (Endomycidae). Neste caso, o término da diapausa é mediado por fotoperíodo e umidade, mas os besouros permanecem inativos até a primeira chuva da estação, quando reiniciam as atividades de acasalamento e dispersão (Wolda & Delinger, 1984).

Tanaka & Tanaka (1982), acompanhando variações de abundância de artrópodes, principalmente insetos, em uma ilha oceânica tropical com distinção marcante entre estações seca e chuvosa, obtiveram resultados indicando que variações em pluviosidade estariam influenciando diretamente variações em abundância, através de efeitos fisiológicos na reprodução, desenvolvimento e outras atividades dos organismos. Segundo Wolda (1978a,b; 1980; 1981; 1988), este padrão estaria relacionado à sincronia dos insetos com a disponibilidade de alimento e especialmente no caso de herbívoros comedores de folhas, estes estariam presentes quando novas folhas começassem a ser produzidas pelas plantas hospedeiras. Insetos herbívoros podem cessar a reprodução quando ocorre escassez de recursos alimentares (Janzen, 1973).

Leptinotarsa decemlineata, um crisomelíneo, tem na região neotropical (onde se originou), o fator umidade como o mais

importante na sincronia de seu ciclo de vida. As atividades dos indivíduos adultos se iniciam após a ocorrência das primeiras chuvas e a diapausa é induzida à medida que a estação mais seca se aproxima (Hsiao, 1986).

Os dados obtidos para os crisomelíneos da Serra de Japí possivelmente estão relacionados às variações climáticas, uma vez que este local apresenta altitude elevada, no qual as temperaturas e o índice de pluviosidade diminuem no inverno. A área onde foram realizadas a maior parte das observações é de altitude elevada, que embora não apresente uma estação seca pronunciada, passa por período de seca moderada para a vegetação, nos meses de maio a setembro (Morellato-Fonzar, 1987).

Existem ainda evidências de que a qualidade nutricional de certas plantas pode ser afetada por mudança sazonal (Hsiao, 1986; Delinger, 1986). Folhas fisiologicamente velhas de Solanum sp podem inibir a reprodução e induzir diapausa em Leptinotarsa decemlineata (De Wilde, Bongers and Schooneveld, 1969). Além disso, produção de compostos secundários pode variar consideravelmente com a condição de crescimento da planta, como mostra um trabalho com Lycopersicum hirsutum (Solanaceae), o qual teve sua taxa de tomatina, um alcalóide, significativamente aumentada quando crescendo em condições de dia curto (Sindin, Schalk & Stoner, 1978). Na Serra do Japí, o acompanhamento das plantas hospedeiras dos crisomelíneos mostrou que estas produziram durante todo o período folhas jovens e maduras, portanto aparentemente não existe limitação de recurso alimentar. Um estudo mais detalhado a respeito dos compostos químicos destas plantas e suas variações seriam de extrema importância na

interpretação dos resultados obtidos.

A ação de fatores bióticos, principalmente parasitismo, tem se mostrado capaz de produzir gerações discretas de insetos tropicais, independentemente das estações meteorológicas. Wolda (1988) considera que a escassez de evidências em relação a este fator pode significar que o mecanismo não seja de importância considerável na evolução do padrão.

No presente trabalho flagrantes de predação foram raras sobre larvas e inexistentes sobre adultos. Parasitismo também foi raro. No entanto é comum parasitos de larvas emergirem das pupas, e se este for o caso dos crisomelíneos, o evento torna-se mais difícil de ser observado, uma vez que as pupas permanecem enterradas no solo até a emergência dos adultos.

4.3 - Tamanho de ninhada e anéis de defesa

Plantas hospedeiras ocorrem em diferentes densidades dependendo de seu padrão de distribuição, variando desde agregadas, formando manchas próximas umas das outras, até a poucos indivíduos isolados a diferentes distâncias. Estas discontinuidades representam mosaicos ambientais, os quais exercem pressões seletivas que geram diferentes estratégias reprodutivas nos herbívoros.

O tamanho da prole nas ninhadas, representa um "trade off" (ponderação de forças) entre defesa e alimentação (Vasconcellos-Neto, 1990). Os primeiros estudos sobre otimização de tamanho de ninhada foram desenvolvidos com pássaros (eg. Moreau, 1944; Lack,

1947, 1948, 1949; Cody, 1966; Ricklefs, 1970; Foster, 1974). Price (1974), trabalhando com insetos parasitóides, propôs que a produção de ovos é adaptada a dureza das pressões ambientais. Muitas discussões do porquê borboletas deositam seus ovos agrupados ou isolados também foram feitas (Stamp, 1980; Ito et al, 1982; Courtney, 1983; Tsubaki, 1981; Vasconcellos-Neto, 1980, 1986).

Em borboletas Ithomiinae (Nymphalidae), as estratégias reprodutivas são respostas aos padrões de abundância e distribuição de suas hospedeiras e também a pressões de inimigos naturais (Vasconcellos-Neto, 1991). O mesmo fenômeno foi observado nos Heliconiinae (Benson et al., 1976). Estas borboletas tendem a depositar ovos agrupados, quando suas hospedeiras se distribuem isoladamente.

Todos os crisomelíneos estudados neste trabalho são vivíparos. Stychotaenia quadrisignata deposita larvas isoladas, enquanto que as três espécies de Platyphora e Proseicela crucigera depositam larvas em grupos (Tabela 8).

Solanum variabile ocorre agrupado, em manchas, em áreas abertas. Portanto esta planta poderia constituir recurso previsível (sensu Feeny, 1976). Inimigos naturais poderiam exercer pressões seletivas levando a espécie que utiliza esta planta a diluir suas larvas sobre a mancha, como meio de defesa. Este fenômeno tem sido proposto para borboletas Ithomiinae e para besouros Crisomelidae (Vasconcellos-Neto, 1990, 1991).

As plantas hospedeiras de Platyphora e Proseicela crucigera ocorrem mais espalhadas dentro da mata, em clareiras e/ou caminhos, sendo um recurso menos previsível, mais disperso. Para o herbívoro

e seus inimigos naturais, grupos de larvas parecem mais adaptativos que larvas isoladas. Este fenômeno também é descrito para borboletas e besouros (Vasconcellos-Neto, 1990, 1991).

O tamanho médio das ninhadas das espécies de Platyphora e de Proseicela crucigera diferem e parece estar relacionado ao porte, biomassa e tamanho das plantas (Veja Tabela 8).

Platyphora anastomozans e P. nigrinotata, que utilizam as mesmas espécies de plantas hospedeiras na menor faixa de altura têm ninhadas em torno de oito indivíduos, enquanto P. nitidissima que se alimenta de plantas com maior biomassa, possui ninhadas maiores.

Estas espécies com ninhadas de larvas exibem anéis de defesa, cicloalexia, descrito inicialmente por Vasconcellos-Neto & Jolivet (1988; 1989), para besouros crisomelídeos brasileiros; e Weinstein (1988) para símfitas australianos.

Muitas larvas de crisomelíneos são protegidas por nove pares de glândulas eversíveis. Quando os insetos são perturbados, gotas de secreções são produzidas, formando uma barreira química contra inimigos naturais (Pasteels & Gregoire, 1984; Matsuda & Sugawara, 1980). Compostos químicos das plantas hospedeiras pode influenciar na natureza química destas secreções (Pasteels et al., 1984; Daloze & Pasteels, 1979). As pressões seletivas de inimigos naturais no aparecimento destes compostos nos herbívoros são praticamente desconhecidas (Pasteels & Gregoire, 1984). Embora a eficiência das secreções para repelir predadores generalistas, como formigas, tenha sido demonstrada (Pasteels et al., 1983; Sugawara et al., 1979), outros insetos predadores são capazes de superar estas barreiras químicas e até mesmo se especializar nas presas (Jolivet, 1950).

5 - CONCLUSÕES

1 - A utilização de determinadas espécies de Solanum por crisomelíneos na Serra do Japí, provavelmente é influenciada pela presença de estruturas mecânicas de defesa e de compostos químicos das plantas hospedeiras. O tipo de habitat das hospedeiras possivelmente também exerce influência no padrão observado para os crisomelíneos.

2 - Ocorre partilha de recursos entre as três espécies de Platyphora, determinada por características como preferências alimentares distintas e preferências por hospedeiras de determinadas classes de altura.

3 - Os padrões de flutuação populacional observado para as quatro espécies de crisomelíneos são bastante característicos, com reprodução ocorrendo principalmente na primavera e verão e desaparecimento durante os períodos mais secos e frios. Esta estacionalidade das populações deve ser moldada principalmente pelas variações climáticas.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benson, W.W. 1978. Resource partitioning in passion vine butterflies. Evolution 32: 493-518
- Benson, W.W.; K.S. Brown Jr; & L. Gilbert. 1976. Coevolution of plantes and herbivores: passion flowers butterflies. Evolution 29: 659-680.
- Blackwelder, R. E. 1946. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, West Indies and South America. Smithsonian Inst. Unit. States Nat. Museum 185: 629-679.
- Brown, K.S. Jr. 1987. Chemistry of Solanaceae Ithomiinae interface. Ann. Missouri Bot. Garden 74: 359-397.
- Cates, R.G. 1980. Feeding patterns of monophagous, oligophagous and poliphagous insect herbivores: the effects of resource abundance and plant chemistry. Oecologia 46: 22-31.
- Cates, R.G. 1981. Host plant predictability and the feeding behaviour of monophagous, oligophagous and poliphagous herbivores. Oecologia 48: 319-326.

- Cody, M.L. 1966. A general theory of clutch size.
Evolution 20: 174-184.
- Costa Lima, A. M. da. 1955. Insetos do Brazil.
Coleoptera. Rio de Janeiro, Brazil. Topografia
da Imprensa Nacional. Tomo 9: 143-239.
- Courtney, S.P. 1984. The evolution of egg clustering
by butterflies and other insects. The American
Natur. 123: 277-281.
- Crawley, M.J. 1983. Herbivory. Blackwell Scientific
publication. Oxford. 437 pp.
- Dalozé, D.; & J.M. Pasteels. 1979. Production of
cardiac glycosides by Chrysomelidae beetles and
larvae. Journal of Chemical Ecology 5: 63-77.
- Delinger, D.L. 1986. Dormancy in tropical insects.
Ann. Rev. Entomol. 31: 239-264.
- Huroe, C.; & J.M. Pasteels. 1987. Defensive
mechanisms against predation in the colorado potato
beetle (Leptinotarsa decemlineata, Say).
Arch Biol. 88: 289-304.

- Dethier, V.G. 1970. Chemical interaction between plants and insects. In Chemical Ecology (E. Sondheimer, and Simeone, eds) pp. 83-102. Academic Press. NY.
- Dethier, V.G. 1982. Mechanism of host plant recognition. Entomol. Exp. et Appl. 31: 49-56.
- De Wilde, J.; W. Bongers; & H. Schooneveld. 1969. Effects of host plant age on phytophagous insects. Entomol. Exp. et Appl. 12: 714-720.
- Dimack, M.B.; & W.M. Tingey. 1988. Glandular thricoms and colorado potato beetle. Physiol. Ecol. 13: 399-406.
- Drumond, B.A. 1986a. Coevolution of Ithomiinae butterflies and Solanaceous plants. In W.G. D'Arcy, ed., Biology and Systematics of Solanaceae, pp. 307-327. Columbia University Press, New York.
- Drumond, B.A. 1986b. Herbivory and defense. In W.G. D'Arcy, ed., Biology and Systematics of Solanaceae, pp. 303-305. Columbia University Press, New York.

- Erlich, P.R.; & L.E.Gilbert. 1973. Population structure and dynamics of the tropica butterfly Heliconius ethila. Biotropica 5: 69-82.
- Evans, W.C. 1986. Hybridization and secondary metabolism in the Solanaceae. In D'Arcy, W.G. (ed). Solanaceae: Biology and systematics. Columbia Academic Press. New York.
- Feeny, P. 1976. Plant apparency and chemical defense. In J.W.Wallace and R.L.Mansel, eds. N.Y. London.
- Foster, M.S. 1974. A model to explain molt breeding overlap and clutch size in some tropical birds. Evolution 28: 182-190.
- Gibson, R.W.1978. Resistence in hair glandular potatoes to flea beetle. American Potato J. 55: 595-599.
- Gilbert, L.E.; & M.C. Singer. 1976. Butterfly ecology. Ann. Rev. Ecol. Syst. 6: 356-397.

- Harborne, J.B. 1986. Sistematic significance of variation in defense chemistry of Solanaceae. In D'Arcy, W.G. (ed) Biology and Systematics of Solanaceae, pp. 329-344. Columbia Univ.Press. New York.
- Hsiao, T.H. 1986. Specificity of certain Chrysomelidae beetles for Solanaceae. In W.G. D'Arcy, ed., Biology and Systematics of Solanaceae, pp.345-363. Columbia University Press, New York
- Hsiao, T.H. 1988. Host specificity and bionbomics of Leptinotarsa beetles. In P. Jolivet, E. Petitpierre & T. H. Hsiao (eds). Bilogy of Chrysomelidae.pp. 581-594. Kluwer acad. publishers.
- Itô, Y.; Y. Tsubaky; & M. Osada.1982. why do Luedorfia butterflies lay eggs in clusters? Res.Pop.Ecol. 24: 375-387.
- Janzen, D.H. 1973. Sweep samples of tropical foliage insects:effects of seasons, vegetation, elevation, time of day and insularity. Ecology 54: 687-701.

- Janzen, D.H. & W. Schoener. 1968. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation, elevation, time of day and insularity. Ecology 49: 96-110.
- Jolivet, P. 1950. Les parasites, prédateurs et phorétiques des Chrysomeloidea (Coleoptera) de la faune Franco Belgique. Bull. Inst. Royal des Sciences Naturelles de Belgique 26: 1-39.
- Jolivet, P. 1988. Food habits and food selection of Chrysomelidae. Bionomic and Evolutionary perspectives. In P. Jolivet, E. Petitpierre & T. H. Hsiao (eds). Biology of Chrysomelidae. pp. 1-20. Kluwer acad. publishers.
- Jolivet, P. & E. Petitpierre. 1976. Selection trophique et evolution chromosomique chez les Chrysomelinae (Coleoptera-Chrysomelidae). Acta Zool. Pathol. Antwerp 66: 59-90.
- Jolivet, P.; E. Petitpierre & M. Dacordi. 1986. Les plantes hôtes des Chrysomelidae: Quelques nouvelles précisions et additions (Coleoptera). Nouv. rev. Entomol. 3: 341-357.

- Lack, D. 1947. The significance of clutch size.
Part I e II. Ibis 89: 302-352.
- Lack, D. 1948. The significance of clutch size.
Part III. Ibis 90: 25-45.
- Lack, D. 1949. Comments of Mr. Skutch's paper of
clutch size. Ibis 91: 455-458.
- Lavie, D. 1986. The withanolides as a model in plant
genetics chemistry, biosynthesis and distribution.
In D'Arcy, W.G. (ed.) Biology and systematics of
Solanaceae. Columbia University Press, New York.
- Levin, R. 1976. The chemical defenses of plants to
pathogens and herbivores. Ann. Rev. Ecol. Syst.
7: 121-159.
- Levin, R.; & R.H. Mac Arthur. 1969. An hypothesis
to explain the incidence of monophagy. Ecology
7: 121-159.
- Matsuda, K. & F. Sugawara. 1980. defensive secretion
of Chrysomelidae larvae Chrysomela vigintipunctata
costella (Marseul), C. populi L. and Gastrolina
depressa Bally (Coleoptera Chrysomelidae). Appl.
Ent. Zool. 15: 316-320.

- Moreau, R.E. 1944. Clutch size: a comparative study with special reference to african birds. Ibis 86: 282-247.
- Morelato-Fonzar, L.P.C. 1987. Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japí, Jundiaí, S.P. Dissertação de Mestrado. Inst. Biologia. Universidade Estadual de Campinas.
- Ohsaki, N. 1979. Comparative population studies of three Pieris butterflies, P. rapae, P. melote and P. napi, living in the same area. I - Ecological requeriments for habitat resources in the adults. Res. Pop. Ecol. 20: 278-296.
- Owen, D. 1971. Tropical butterflies. Claredon. Oxford.
- Pasteels, J.M.; M. Rowell-Rahier ; J.C. Braekman; & A. Duport. 1983. Salicin from host plant as precursor of salicylaldehyde in defense secretion of Chrysomelinae larvae. Physiol. Entomol. 8: 307-314.

Pasteels, J.M.; M. Rowell-Rahier ; J.C. Braekman; & D. Daloze. 1984. Chemical defenses in leaf beetles and their larvae: The ecological, evolutionary and taxonomic significance . Bioch. Syst. Ecol. 12: 395-406.

Pasteels, J.M.; & J.C. Gregoire. 1984. Selective predation on chemically defended Chrysomelid larvae: A Conditioning process. J. Chem. Ecol. 10: 1693-1700.

Price, P.W. 1974. Strategies of egg production. Evolution 28: 76-84.

Price, P.W.; C.E. Bouton; P. Gross; B.A. MacPherson; 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.

Ricklefs, R.E. 1970. Clutch size in birds: outcome of opposing predator and prey adaptations. Science 168: 599-600.

- Rhoades, F.D.; & R.G. Cates. 1976. Toward a general theory of plants anti herbivory chemistry. In J.W. Wallace and R.L. Mansel, eds. Biochemical Interactions between plants and insects. pp.168-213 Plenum Press. New York.
- Roddick, J.G. 1986. Steroidal alkaloids of the Solanaceae. In D'Arcy, W.G. (ed.) Biology and systematics of Solanaceae. Columbia University Press, New York.
- Rodrigues, R. R. 1986. Levantamento florístico e fitosociológico das matas da Serra do Japi, Jundiaí, S.P. Dissertação de Mestrado. Inst. de Biologia. Universidade Estadual de Campinas.
- Shapiro, A.M.; & R.T Cardè. 1970. Habitat selection and competition among sibling species of Satyrid butterflies. Evolution 37: 389-402.
- Sinden, S.L.; L.L. Schaek; & A.K. Stoner. 1978 . Effects of day lenght and maturity of tomato plants on tomatine content and resistance to colorado potato beetle. J. Hort. Sci. 103: 596-600.

- Singer, M.C. 1982. Determinants of multiple host use by a phytophagous insect population. Evolution 37: 389-402.
- Sokal, R.L. & F.J. Rohlf. 1981. Biometry. 2nd ed. W.H. Freeman and Company. N.Y.
- Stamp, N.E. 1980. Egg deposition in butterflies: Why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly? Amer. Nat. 115: 367-380.
- Sugawara, F.; F. Matsuda; K. Kobayashi & K. Yamashita. 1979. Defensive secretion of Crysomelid larvae Linnaeidea aenea Linée, and Plagioder a versicolora distata Baly. J. Chem. Ecol. 5: 929-934
- Tanaka, L.K. & S.K. Tanaka. 1982. Rainfall and seasonal changes in arthropod abundance on a tropical oceanic island. Biotropica 14: 114-123.
- Thompson, J.N. 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. Entomol. exp. appl. 47: 3-14.

- Tsubaki, Y. 1981. Some beneficial effects of aggregation in young larvae of Pryeria sinica, Moore (Lepidoptera-Zigaenidae). Res. Pop. Ecol. 23: 156-167.
- Vasconcellos-Neto, J. 1980. Dinâmica de populações de Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) em Sumaré, S.P. Dissertação de Mestrado. Inst. de Biologia. Univ. Estadual de Campinas. S.P
- Vasconcellos-Neto, J. 1986. Interactions between Ithomiinae and Solanaceae. In W.G. D'Arcy, ed., Biology and Systematics of Solanaceae, pp.365-377. Columbia University Press, New York.
- Vasconcellos-Neto, J.; & P. Jolivet. 1988. Une nouvelle strategie de défense: la strategie de défense annulaire (cycloalexie) chez quelques larves de Chrysomelides bresiliens. Bull. Soc. Entomol. France 92: 291-299.
- Vasconcellos-Neto, J.; & P. Jolivet. 1989. Ring defense strategie (cycloalexxy) among brasilian Chrysomelidae larvae (Coleoptera). Entomography 6: 347-354.

Vasconcellos-Neto, J. 1990. Evolução de estratégias de defesa e tamanho de ninhada em insetos fitófagos.

ACIESP 69: 59-64.

Vasconcellos-Neto, J. 1991. Interactions between Ithomiinae butterflies and Solanaceae. In Price, P.W.; T.M. Lewinsohn; G.W. Fernandes; and W.W. Benson, eds. Evolutinary ecology of plant - animal interactions: Tropical and Temperate perspectives. pp. 291-313. John Wiley & sons. New york.

Weinstein, P. 1988. Studies on the biology of Taenigonalus venatoria Rick (Hymenoptera: Trigon.), a primitive parasitoid of Eucalyptus defoliating pergid sawflies in australia. Proc. XVIII Int. Congress. Entomol. Vancouver. 442.

Wolda, H. 1978a. Fluctuations in abundance of tropical insects. Amer. Nat. 112: 1017-1045.

Wolda, H. 1978 b. Seasonal flutuactions in rainfall, food and abundance of tropical insects. J. Animal Ecology 47: 369-381.

Wolda, H. 1979. Seasonality parameters for insect populations. Res. Pop. Ecol. 20: 247-256.

- Wolda, H. 1980 . Seasonality of tropical insects.
I - Leafhoppers (Homoptera) in las Cumbres - Panamá
J. Animal Ecology 49: 277-290.
- Wolda, H. 1988. Insect sazonalidad: why? Ann. Rev. Ecol. Syst. 19: 1-18.
- Wolda, H.; & R. W. Fisk. 1981. Seasonality of tropical insects: II - Blataria in Panamá.
J. Animal Ecol. 50: 827-838.
- Wolda, H.; & J. Galindo. 1981. Population fluctuations of mosquitos in the nonseasonal tropics. Ecological Entomology 6: 99-106
- Wolda, H.; & D.L. Delinger. 1984. Diapause in a large aggregation of a tropical beetle. Ecol. Entomol. 9: 217-230.
- Wolda, H.; & R. W. Flowers. 1985. Seasonality of mayfly adults (Ephemeroptera) in a "nonseasonal" tropical environment. Biotropica 17: 330-335.
- Young, ; & Moffet. 1979. Studies on population biology of the tropical butterfly Mechanitis isthmia in Costa Rica. The Amer. Mid. Nat. 101: 309-319

7 - APENDICES

Apêndice 1 - Número de plantas de S. megalochiton observadas e atacadas por P. anastomozans e P. nigronotata, no período de abril de 1988 a maio de 1989, na Serra do Japí. Número de larvas e adultos de cada uma das espécies destes crisomelíneos encontradas sobre esta hospedeira.

Mês/ano	n. pl. obs.	<u>P. anastomozans</u>		n. pl. atac.	<u>P. nigronotata</u>		n. pl. atac.
		L	A		L	A	
04/88	20	99	26	6	0	0	0
05/88	36	46	11	13	0	0	0
06/88	57	23	3	1	0	0	0
07/88	65	0	1	1	0	0	0
08/88	64	0	0	0	0	0	0
09/88	61	0	0	0	0	0	0
10/88	63	0	1	1	0	0	0
11/88	63	128	24	28	0	0	0
12/88	65	557	32	45	11	2	1
01/89	61	150	37	40	1	3	1
02/89	60	145	99	42	9	0	1
03/89	60	229	129	46	0	0	0
04/89	56	125	47	32	0	1	1
05/89	55	59	16	18	0	0	0
Totais		1561	426	277	21	6	4

Apêndice 2 - Número de plantas de S. mauritianum observadas e atacadas por P. nigronotata e P. anastomozans, no período de abril de 1988 a maio de 1989, na Serra do Japí. Número de larvas e adultos de cada uma das espécies destes crisomelíneos encontradas sobre esta hospedeira.

Mês/ano	n. pl. obs.	<u>P. nigronotata</u>		n. pl. atac.	<u>P. anastomozans</u>		n. pl. atac.
		L	A		L	A	
04/88	25	12	4	2	0	0	0
05/88	30	15	6	4	0	3	3
06/88	41	0	0	0	0	0	0
07/88	55	0	0	0	0	0	0
08/88	55	0	0	0	0	0	0
09/88	55	0	0	0	0	0	0
10/88	84	0	1	1	0	0	0
11/88	72	0	1	1	17	3	6
12/88	72	9	4	4	46	3	8
01/89	61	12	1	3	20	6	4
02/89	53	39	6	4	7	7	7
03/89	55	43	5	5	54	9	8
04/89	48	5	4	4	0	2	2
05/89	39	0	0	0	0	4	1
Totais		135	32	28	144	37	39

Apêndice 3 - Número de plantas de B. sancta catarine observadas e atacadas por P. nigronotata, no período de abril de 1988 a maio de 1989, na Serra do Japi. Número de larvas e adultos deste crisomelíneo encontrados sobre esta hospedeira.

Mês/ano	n. pl. obs.	<u>P. nigronotata</u>		n. pl. atac.
		L	A	
04/88	04	7	3	1
05/88	07	12	1	1
06/88	10	9	0	2
07/88	15	0	0	0
08/88	15	0	0	0
09/88	08	0	0	0
10/88	23	0	0	0
11/88	21	11	0	1
12/88	21	0	1	1
01/89	19	9	0	1
02/89	19	4	3	3
03/89	21	30	2	4
04/89	18	1	3	4
05/89	08	0	1	1
Totais		83	14	19

Apêndice 4 - Número de plantas de S. bullatum observadas e atacadas por P. nitidissima e P. nigronotata, no período de abril de 1988 a maio de 1989, na Serra do Japí. Número de larvas e adultos de cada uma das espécies destes crisomelíneos encontradas sobre esta hospedeira.

Mês/ano	n. pl. obs.	<u>P. nitidissima</u>		n. pl. atac.	<u>P. nigronotata</u>		n. pl. atac.
		L	A		L	A	
04/88	05	0	0	0	0	2	2
05/88	09	0	0	0	0	0	0
06/88	63	0	0	0	0	1	1
07/88	68	0	0	0	0	0	0
08/88	69	0	0	0	0	0	0
09/88	66	0	0	0	0	0	0
10/88	64	0	0	0	0	0	0
11/88	64	36	0	1	0	1	1
12/88	66	0	0	0	8	2	3
01/89	64	0	0	0	12	0	2
02/89	60	40	1	1	12	1	3
03/89	60	200	4	7	15	3	4
04/89	54	21	9	3	0	1	1
05/89	51	0	7	1	0	0	0
Totais		297	21	13	47	11	17

Apêndice 5 - Número de plantas de S. decompositiflorum observadas e atacadas por Proseicela crucigera, no período de abril de 1988 a maio de 1989, na Serra do Japi. Número de larvas e adultos deste crisomelíneo encontrados sobre esta hospedeira.

Mês/ano	n. pl. obs.	<u>Proseicela crucigera</u>		n. pl. atac.
		L	A	
04/88	14	219	17	4
05/88	14	13	5	1
06/88	36	0	0	0
07/88	61	0	0	0
08/88	61	0	0	0
09/88	44	0	1	1
10/88	55	0	0	0
11/88	54	21	1	1
12/88	49	4	1	1
01/89	46	0	1	1
02/89	43	0	1	1
03/89	43	210	30	3
04/89	39	13	2	2
05/89	16	1	2	2
Totais		472	61	17