

INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS OFERECIDOS PELA PLANTA
INVASORA *Sida cordifolia* L. (MALVACEAE) SOBRE A ESTRUTURA DA
COMUNIDADE LOCAL DE ARTRÓPODES ASSOCIADOS.

ICLÉIA BOSELLI BUSSIOLI

Orientadora: Dr.^a Maria Alice Garcia

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo (a) candidato (a)
ICLÉIA BOSELLI BUSSIOLI
e aprovada pela Comissão Julgadora

08/08/97 *Maria Alice Garcia*

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO DE BIOLOGIA DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ECOLOGIA)

UNICAMP
1997

97 24649
B967i

32442/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

CM-00104074-B

UNIDADE	BC
CHAMADA:	7/Unicamp
	B967i
Ex.	
IMP. B:	32442
IMP. C:	28197
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	13/12/97
N.º CPD	

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA-UNICAMP

B967i

Bussioli, Icléia Boselli

"Influência da disponibilidade de recursos oferecidos pela planta invasora *Sida cordifolia* L. (MALVACEAE) sobre a estrutura da comunidade local de artrópodes associados" / Icléia Boselli Bussioli.-- Campinas, SP: [s.n.], 1997.

92f. ilus.

Orientador: Maria Alice Garcia

Dissertação (mestrado)- Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

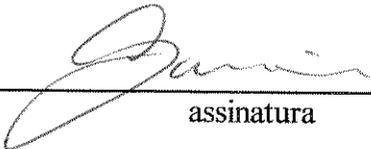
1. Interação inseto-planta.
 2. Plantas Daninhas.
 3. Comunidade-estrutura.
 4. Ecologia.
- I. Garcia, Maria Alice.
II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título

Campinas, 08 de agosto de 1997

BANCA EXAMINADORA:

TITULARES:

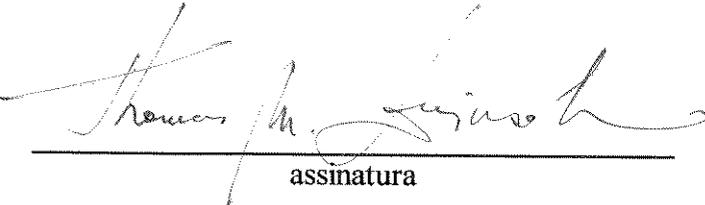
Profª. Dra. Maria Alice Garcia (orientadora)


_____ **assinatura**

Prof. Dr. Rogério Parentoni Martins


_____ **assinatura**

Prof. Dr. Thomas Michael Lewinsohn


_____ **assinatura**

SUPLENTE

Prof. Dr. Mohamed Ezz El-Din Mostafa Habib

_____ **assinatura**

Dedico esta tese

aos meus pais, Nilza e Ironildo,
a minha sogra, Irina
e a meu marido, José Eduardo,

cujo apoio foi imprescindível

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha imensa gratidão a amiga e orientadora Dra. Maria Alice Garcia pela sua paciência, assistência, confiança e encorajamento durante todo o tempo em que estive sob sua orientação.

Também estendo minha gratidão aos membros da pré-banca, Dr. Rogério P. Martins, da UFMG-Belo Horizonte, Dr. Thomas M. Lewinsohn e Dr. Mohamed E. E. D. M. Habib, que aceitaram prontamente examinar nosso trabalho e cujas sugestões foram extremamente importantes para o seu aperfeiçoamento.

Sou grata ao Curso de Ecologia da Unicamp, seus professores e ao CNPq pela oportunidade de desenvolver e concluir este trabalho.

Agradeço à administração da Fazenda Santa Eliza, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), por permitir que as observações fossem feitas em sua área.

Meus agradecimentos aos pesquisadores e instituições que identificaram os artrópodes: Dr. Gilberto J. de Moraes; Centro de Identificação de Insetos Fitófagos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba; Dr. Albino M. Sakakibara; Dr. Vitor O. Becker; Dr. Olaf Mielke; Dr. Paulo C. Oliveira; Dr. Sérgio Vanin; Dr. L. B. O'Brien; Dr. José Candido de Melo Carvalho; Dra. Jocélia Grazia; Museu Nacional do Rio de Janeiro; Dra. Maria Cristina Esposito e Dra. Prafulbala Navin Patel.

Agradeço a todos os amigos e colegas do curso de Ecologia pelas dicas, discussões e sugestões e especialmente ao Jarbas M. Queiroz, Eduardo e Daniela pela ajuda na identificação dos parasitóides, aranhas e ortópteros, respectivamente. A Profa. Dra. Jyoti pela amizade, pelos livros emprestados e auxílio na identificação dos parasitóides.

Pela preciosa ajuda e sugestões na análise dos dados agradeço aos colegas Paulo Prado, Paulo de Marco, Adriana M. de Almeida e principalmente Edson Sujii.

Um agradecimento especial para o colega Sérgio H. Seike pela amizade, ajuda nas coletas, na triagem das plantas, criação dos imaturos, sugestões e discussões.

Sou muito grata a minha mãe Nilza, minha sogra Irina e a amiga Márcia por sempre estarem prontas a cuidar de meus filhos enquanto realizava este trabalho e ao meu pai pelo “apoio logístico”.

Um agradecimento muito especial ao meu marido José Eduardo, pela paciência, apoio e encorajamento recebidos no decorrer deste trabalho.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1. Área de estudo.....	9
2.2. Amostragem.....	9
2.3. Coleta dos artrópodes e das plantas.....	10
2.4. Laboratório.....	10
2.5. Coleção de referência.....	11
2.6. Definição de planta vegetativa e madura.....	11
2.7. Definição das guildas.....	12
2.8. Agrupamento em estações.....	12
2.9. Classes de biomassa de plantas.....	12
2.10. Análises estatísticas.....	14
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	15
3.1. A fauna de artrópodes de <i>Sida cordifolia</i>	15
3.2. Estrutura das guildas e riqueza de espécies.....	21
3.3. Guildas e fenologia da planta.....	26
3.4. A planta como recurso para os artrópodes.....	29
3.5. Colonização das plantas em relação à biomassa e à fenofase.....	35
3.6. Disponibilidade temporal de <i>Sida cordifolia</i>	39

3.7. Variação da ocorrência dos artrópodes no tempo.....	43
3.8. Relação entre riqueza de espécies, época do ano e biomassa da planta.....	54
3.9 Relação entre artrópodes e biomassa da planta separada em classes de tamanho.....	58
3.9.1. Papel da diversidade de recursos.....	61
3.9.2. Papel do tamanho da planta.....	67
3.10. Relação dos entomófagos com os fitófagos e com as plantas.....	69
3.11. Potencial para controle biológico.....	78
4. CONCLUSÃO.....	80
5. LITERATURA CITADA.....	83

RESUMO

A fauna de artrópodes associada a uma população da planta invasora *Sida cordifolia* foi amostrada mensalmente, durante um ano, em Campinas, SP. As 154 espécies encontradas estão organizadas de acordo com estágio de desenvolvimento coletado, guilda, parte da planta atacada e frequência de ocorrência. Trinta e quatro espécies de fitófagos alimentam-se e/ou reproduzem-se na planta. Verificou-se como estas espécies, seus parasitóides e predadores respondem às variações da quantidade de recursos, medida em biomassa/planta e diversidade de recursos, registrando-se a presença ou ausência de órgãos reprodutivos. As guildas foram encontradas em frequências semelhantes em plantas vegetativas e maduras, porém, um indivíduo maduro pode sustentar um número maior de espécies. A riqueza de espécies também é maior para o conjunto de plantas maduras.

A biomassa total disponível para colonização pelos artrópodes varia pouco durante o ano, mas no campo sempre existe uma fenofase predominante. A biomassa explica uma pequena proporção da variação no número de fitófagos encontrado por indivíduo, com exceção de um período, o outono, quando esta relação positiva é mais acentuada. Este período é caracterizado pela maior disponibilidade de recursos.

Embora variando no tempo, à medida que aumenta a biomassa há um aumento na riqueza e densidade de fitófagos e entomófagos que utilizam a planta. Plantas maduras, além de tenderem a ser maiores, apresentam também maior diversidade de recursos e portanto nichos a serem ocupados. Análise comparativa de plantas com mesma diversidade de recursos mas com biomassa diferente demonstra que o tamanho tem um efeito relativamente pequeno sobre a densidade e riqueza de artrópodes. Por outro lado, a diversidade de recursos representada pela presença ou estágio de desenvolvimento de alguns órgãos da planta é limitante para a ocorrência de algumas espécies associadas a *S. cordifolia*, principalmente brocadores de ramo e de frutos. As

diferenças encontradas entre plantas maduras e vegetativas desaparecem quando não consideramos as espécies associadas aos órgãos reprodutivos. Portanto, a contribuição deste último fator parece ser mais relevante para a variação na estrutura da comunidade observada entre plantas em diferentes fenofases e ao longo do ano.

As espécies fitófagas oligófagas são consideradas como possíveis agentes de controle biológico, mas para outras regiões pois são atacadas por parasitóides e/ou se alimentam de espécies de plantas cultivadas na região.

ABSTRACT

The arthropod fauna associated to a population of the weed *Sida cordifolia* was surveyed monthly, during one year, in Campinas, SP, Brazil. The 154 species were sorted and analyzed according to life stage, guild, part of the plant attacked and frequency. Thirty four of phytophagous were recorded feeding and/or breeding on the plant. Were tested the response of phytophagous species, their parasitoids and predators to variation of plant biomass and resource diversity, by recording the presence or not of reproductive organs. The guilds are in similar frequencies in mature and vegetative plants, but mature individual plants support more species. The total species richness is also higher in these plants compared to vegetative ones.

The total biomass available for colonizing arthropods varied very slightly during the year, but in the field, there is always one prevailing plant stage. Biomass explains a small proportion of the variation per plant. However, during the autumn the variation is better explained, probably because the effect of higher biomass reproductive organs.

Although varying during the year, an increase in plant biomass is followed by increase in phytophagous and entomophagous density and composition. Mature plants tend to be bigger and, in addition, the higher resource diversity provides niches to be occupied. The comparison of plants with same resources, but differing biomass, show minor importance of plant size on arthropod composition and density. In contrast, the resource diversity provided by presence or development stage of some plant parts are required for the occurrence of some species associated to *S. cordifolia*, mainly endophagous and fruit feeders. The observed differences between mature and vegetative plants disappear when are excluded the insects associated to reproductive organs. Thus, the resource diversity appears to be the mainly factor influencing the variation on the community structure observed along the year and in different plant stages.

Some species are suggested as possible biological control agents in other regions than Campinas, because in this region they are heavily attacked by natural enemies or feed on cultivated plants.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas advindos do uso de praguicidas químicos na agricultura têm estimulado o estudo de métodos alternativos, como o controle biológico de insetos praga e de plantas invasoras (Huffaker 1958, Zwölfer e Harris 1971, Pimentel 1973, Huffaker e Messenger 1976, Altieri 1983, Altieri *et al.* 1983, Pimentel e Levitan 1986, Pimentel *et al.* 1987).

No caso de plantas invasoras, o estudo da fauna associada é o primeiro passo para detecção de espécies potencialmente úteis como controladoras da planta. Conhecendo-se as espécies de fitófagos e seus inimigos naturais, associados à planta invasora, podemos determinar melhor seu papel no ambiente e conseqüentemente melhorar as chances de sucesso em seu manejo. Por exemplo, a comunidade de artrópodes pode incluir insetos-pragas de plantas cultivadas, seus fitófagos podem ser hospedeiros alternativos de parasitóides que também atacam fitófagos-pragas, os fitófagos que se alimentam da planta podem influenciar sua capacidade de competição com outras plantas.

A atual abordagem holística dos agroecossistemas demanda, para implementação de práticas que vão além do controle biológico de pragas, conhecimentos mais detalhados sobre a ecologia das plantas invasoras e de suas interações, tanto com a fauna como com a planta cultivada (Altieri 1984, Andow 1991, Garcia 1991, Garcia *et al.* 1995). A análise de fatores que determinam o número e tipos de espécies que compõem as comunidades de artrópodes, em sistemas agrícolas, também é importante para o desenvolvimento de teorias sobre a organização das comunidades (Liss *et al.* 1986).

Vários estudos têm mostrado a influência de aspectos e características físicas, químicas e biogeográficas das plantas hospedeiras na diversidade de animais fitófagos. Muitos mostram correlações positivas entre a riqueza de espécies de insetos herbívoros e a distribuição e

abundância de suas plantas hospedeiras (vide revisão de Tahvanainen e Niemelä 1987, Lewinsohn 1991). Outras características tais como o tempo de permanência em determinada área, heterogeneidade de habitat, abundância cumulativa de hospedeiros durante o tempo evolutivo, tamanho, complexidade estrutural, grau de isolamento taxonômico e história de vida (anuais versus perenes) também explicam parte da variação no número de espécies associadas a uma planta (Crawley 1983, Kennedy e Southwood 1984, Strong *et al.* 1984, Fontes, 1985, Leather 1986, , Zwölfer 1987,). Estas generalizações melhor se aplicam à riqueza regional, definida como todas as espécies de herbívoros que estão associadas com uma espécie de hospedeiro em todos os locais onde ocorre (Cornell 1986).

Localmente, quando consideramos as interações planta-herbívoro-inimigo natural, a planta e suas características, como base da cadeia alimentar deve influenciar muitos aspectos da organização da comunidade e das interações da teia alimentar (Price 1992). A quantidade e qualidade dos recursos podem predizer, por exemplo, o tipo de dinâmica das populações dos herbívoros, o grau de intensidade e competição intraespecífica e quais os conjuntos de espécies capazes de coexistir (Fritz *et al.* 1987a,b). Além disso, predizem a probabilidade de ataque e a eficiência de controle por inimigos naturais (Craig *et al.* 1986, Walde 1995), fazendo com que populações se estabeleçam ou não e interferindo direta e indiretamente na composição e na qualidade da fauna associada.

O recurso, como base para a organização de comunidades de fitófagos, tem sido abordado sob dois aspectos: de maneira genérica, na qual se considera o recurso presente na espécie de planta como um todo nas diferentes regiões onde ocorre, e localmente, com amostragens diretas.

No primeiro caso, a “arquitetura da planta” reúne os recursos requeridos pelos insetos fitófagos (Lawton 1983). Este termo considera uma série de atributos das plantas hospedeiras,

particularmente tamanho, forma de crescimento, persistência e variedade de partes aéreas (Lawton e Schröder 1977).

Vários estudos mostram correlações positivas entre tamanho e/ou complexidade estrutural e o número de espécies de herbívoros que utilizam estas plantas como hospedeiras (Lawton & Schröder 1977, Price 1977, Southwood *et al.* 1979, Strong & Levin 1979, Moran 1980, Neuvonem & Niemelä 1981, Fontes 1985, Cornell 1986, Leather 1986). Hawkins (1988) descreve uma relação semelhante para riqueza de parasitóides.

A influência do tamanho, por si, no número de espécies associadas a uma planta está implícita na hipótese da “conspicuidade” de Feeny (1976), que vincula tamanho e longevidade das plantas à probabilidade delas serem descobertas pelos herbívoros e sustentarem maiores populações, diminuindo assim o risco de extinção (Strong *et al.* 1984).

A tendência de que plantas com uma maior diversidade de recursos abriguem um maior número de espécies, pode ser explicada por um aumento na diversidade de sítios de alimentação e de oviposição, pela possibilidade de estratificação dos herbívoros, refúgios para passar o inverno ou a estação seca e espaço livre de inimigos (Strong *et al.* 1984, Zwölfer 1987).

A maioria destes estudos procuram explicar o número de espécies associadas a determinadas espécies de plantas, isto é, consideram a riqueza regional (fauna total), que são todas as espécies de fitófagos que utilizam uma espécie de hospedeiro em todos os locais onde ela ocorre. As comparações são feitas entre diferentes espécies e a discussão fica mais a nível de tempo evolutivo, no sentido de que plantas maiores e mais complexas puderam adquirir ao longo do tempo evolutivo um número maior de espécies de herbívoros que as utilizam como hospedeiras.

Localmente e em tempo ecológico, a utilização de determinada planta vai estar sujeita a dois fenômenos: colonização e estabelecimento das populações dos herbívoros.

Existem evidências de que as comunidades de insetos não são localmente saturadas nem para herbívoros (Cornell 1985a,b; Stevens 1986; Zwölfer 1987; Compton *et al.* 1989; Lawton 1990; Lewinshon 1991) nem para seus inimigos naturais (Hawkins e Compton 1992). Porém, como demonstra Zwölfer (1985), os recursos podem ser intensamente utilizados (ataque de 90 a 100% da população de capítulos florais em Asteraceae) tanto em sistemas com muitas espécies, como em sistemas com poucas espécies mas com algumas espécies altamente dominantes.

A magnitude do *pool* de espécies de herbívoros, em um determinado local, é influenciada pelas características do local, densidade média e dispersão das plantas, presença de espécies próximas que proporcionem um grande *pool* de colonizadores, localização do local em relação aos limites latitudinais ou altitudinais de distribuição da planta (quanto mais próximo da fronteira, menor o *pool* de colonizadores) (Cornell 1986).

Existem evidências que diferentes indivíduos de uma população de planta podem variar como recursos para os insetos fitófagos, mesmo dentro de uma população. Trabalhos como os de Senn *et al.* (1992) e Crawley e Akhteruzzaman (1988), por exemplo, mostram que, exceto os clones, uma população de plantas não é um conjunto de indivíduos uniformes e que as diferenças existentes entre eles levam a diferenças substanciais na estrutura da comunidade de insetos herbívoros. Isto pode ser um resultado da seleção das plantas pelas fêmeas, verificada em afídeos (Leather 1986) e em mariposas minadoras (Mopper e Simberloff 1995), por exemplo, ou da sobrevivência desigual em plantas de diferentes qualidades (Mopper *et al.* 1990).

Apesar das evidências da importância das características individuais das plantas hospedeiras, como recurso para os herbívoros e referência para os inimigos naturais, poucos estudos, como os citados a seguir, relacionam a riqueza de espécies associadas com características individuais do hospedeiro.

Cytrynowicz 1990, estudando plantas e herbívoros do Cerrado, não encontrou correlação entre altura da planta e número de espécies associadas. Porém, encontrou forte correlação com número de folhas, sugerindo que a altura da planta pode não ser uma boa estimativa da quantidade do recurso disponível nas plantas. Mas, pelo menos para uma espécie de árvore, *Roupala montana*, este autor verificou que os indivíduos menores contêm uma sub-amostra da entomofauna dos indivíduos maiores. Em outro estudo, feito também em nível local, e com amostragem direta, a área foliar foi o principal determinante da diversidade de espécies associadas a 4 espécies de *Solidago*, explicando mais variação do que outras características da planta como altura e complexidade estrutural (Fontes 1985).

Estudos que mostram uma variação no número de espécies, em diferentes estágios de desenvolvimento, de uma mesma espécie de planta hospedeira, são particularmente interessantes pois consideram a variação do recurso sem os desvios inevitáveis que acompanham as comparações entre diferentes espécies. As plantas se tornam maiores e estruturalmente mais complexas à medida que se desenvolvem. Árvores maiores possuem faunas de Cinípídeos mais ricas do que árvores menores, em 4 das 5 espécies de carvalho estudadas por Cornell (1986). Seus argumentos, citados a seguir, são semelhantes aos de Lawton (1983), quando comparou diferentes espécies.

-Indivíduos muito pequenos constituem um ambiente de maior risco, pois possuem uma base de recursos menor para sustentar populações significativas dos herbívoros que assim poderiam sofrer maior mortalidade.

-Maior diversidade de recursos nas árvores maiores permite a adição de novas categorias de recursos à medida que elas crescem.

-Espécies que utilizam as partes vegetativas podem utilizar tanto as plantas jovens como as maduras, enquanto as especializadas em estruturas reprodutivas utilizam apenas plantas maduras.

-Hospedeiros menores são mais difíceis de serem encontrados e colonizados dentro de um dado período, devido à sua menor conspicuidade.

-Herbívoros associados apenas a grandes hospedeiros podem não ser especializados neles, e a distribuição dos herbívoros entre as classes de tamanho de hospedeiro podem refletir apenas a probabilidade aleatória de colonização em função do tamanho.

Fowler (1985) eliminou o possível efeito da probabilidade aleatória de encontro coletando amostras de mesma área foliar de plântulas, árvores jovens e árvores adultas de 2 espécies de *Betula*. Na maior parte das estações do ano, não encontrou diferenças significativas na riqueza de espécies associadas aos 3 estágios de desenvolvimento das plantas. Ele concluiu que a diversidade de recursos é irrelevante neste sistema, uma vez que 90% dos insetos comem folhas, brotos e ramos jovens, recursos presentes tanto em árvores quanto em plântulas.

Considerando espécies isoladas de herbívoros, há trabalhos que mostram como a disponibilidade de recursos pode variar dentro de uma mesma espécie de planta dependendo do estágio de seu desenvolvimento/idade. Por exemplo, Tentredinídeos galhadores, *Euura lasiolepis*, atacam principalmente ramos longos e raros de *Salix lasiolepis*. Para estes herbívoros existe uma grande heterogeneidade de recursos, em uma população da planta, uma vez que o comprimento do ramo muda com a idade da planta, com os níveis de umidade do local, danos eventuais causados por herbivoria, neve ou inundações (Craig *et al.* 1986). Neste sistema, o tipo de recurso ainda influencia o acesso de parasitóides ao herbívoro uma vez que existe uma relação negativa entre diâmetro da galha e porcentagem de parasitoidismo (Price 1988). Em outro exemplo, o Curculionídeo *Ceuthorhynchus (Boraginobius) crucifer* ataca principalmente as raízes com maior diâmetro de *Cynoglossum officinale* provavelmente porque a oviposição em plantas maiores pode aumentar as chances de sobrevivência das larvas, uma vez que existe garantia de alimento suficiente para que complete o desenvolvimento (Prins *et al.* 1992). Plantas maiores da solanácea,

Solanum carolinense, são mais infestadas pelo Gelechídeo especialista *Frumneta nundinella* do que as menores, provavelmente porque aquelas são mais conspícuas sendo por isso mais prontamente localizadas pelas fêmeas (Solomon 1981).

Mudanças sazonais na qualidade nutricional do hospedeiro também têm sido apontadas como responsáveis pela ocupação diferencial de determinadas plantas. Stadler (1995), por exemplo, detectou em afídeos, evidências de respostas à disponibilidade de recursos. Houve uma mudança nas diferentes classes de tamanho de embrião como resultado das mudanças sazonais durante o desenvolvimento da planta hospedeira, mostrando que afídeos possuem capacidade de ajustar seu esforço reprodutivo para otimizar o número, longevidade ou tempo de reprodução. A qualidade da planta também pode determinar a efetividade do controle por inimigos naturais. Walde (1995), por exemplo, detectou maior impacto de predadores em populações da presa (herbívoro) cuja planta hospedeira estava sob tratamento com menores níveis de nitrogênio.

A resposta dos herbívoros aos recursos a serem explorados também está restrita pela sua linhagem filogenética (Price 1992) e pelas suas idiossincrasias (Karban 1989). Por exemplo, estão mais sujeitas a serem afetadas pela qualidade do hospedeiro as espécies endófagas ou com capacidade limitada de mudar de indivíduo e cujo sucesso é dependente da escolha do hospedeiro por sua mãe (Karban 1989, Zwölfer e Brandl 1989). Chew e Courtney (1991) também argumentam que se os padrões de uso da planta hospedeira (se “preferem” certos tipos, tamanhos, formas, etc de planta) determinam ou não a composição da comunidade depende decisivamente da amplitude da dieta e especificidade dos vários consumidores.

Em uma população de *Euphidryas editha*, Ng (1988) encontrou indivíduos capazes de escolher plantas mais adequadas para desenvolvimento da prole e rejeitar as menos adequadas. Este autor encontrou uma correlação positiva entre comportamento de oviposição e desempenho da prole de acordo a diferentes estratégias de uso da planta hospedeira. Portanto, nesta população existem

indivíduos generalistas e indivíduos especialistas. Este estudo ilustra como eventos locais, como a escolha da planta pela fêmea, por exemplo, podem ditar a forma de utilização do recurso e a estrutura da comunidade. Fox e Morrow (1981) demonstram que os conceitos de generalista/especialista não devem ser tomados como característica da espécie, mas sim adotados para populações locais. Isto porque, dependendo das circunstâncias, uma espécie pode funcionar como generalista ou especialista, podendo variar até mesmo dentro de uma mesma população, como mostrado acima.

Os poucos trabalhos que relacionaram riqueza de espécies e recursos disponíveis, a nível local, o fizeram com espécies de plantas arbóreas, e alguns utilizam apenas determinados taxa. Portanto, faltam estudos detalhados que verifiquem como estas relações ocorrem entre plantas herbáceas e sua comunidade associada.

Este trabalho apresenta as espécies de fitófagos, bem como seus predadores e parasitóides obtidos em uma população da planta invasora *Sida cordifolia*. A entomofauna fitófaga e os entomófagos foram relacionados com o tamanho da planta, e com a diversidade de recursos. A influência destas características na determinação da riqueza e densidade de artrópodes foi avaliada através da comparação de plantas de mesmo tamanho e diferente diversidade de recursos e de plantas de mesma diversidade de recursos e tamanhos diferentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

As observações de campo foram efetuadas em uma população de *Sida cordifolia* localizada em um campo de pastagem de aproximadamente 16200 m² (180 x 90m), pertencente a Fazenda Santa Elisa do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) localizada em Campinas, SP (22°54'S, 47°5'O e altitude de 674m). O local é limitado em um dos lados por uma mata, em duas laterais por uma cerca com mourões, seguidos de estrada e campos de cultivo, e no outro por campo de cultivo. A pastagem era usada apenas esporadicamente por 3 búfalos e contém várias espécies dicotiledoneas invasoras.

2.2. Amostragem

Os artrópodes fitófagos e entomófagos foram coletados em cada planta, individualmente, para relacionar seu número e riqueza com as características físicas da planta.

As plantas e os insetos foram coletados durante de julho de 1989 até julho de 1990, sendo 1 coleta de 40 plantas em cada mês, com as seguintes exceções: na primeira visita ao campo foram coletadas apenas 22, na oitava e na décima-primeira 39 e na nona 38 plantas. Para a coleta sistemática foram estabelecidos 3 transetos de 1m de largura cada, que cruzavam longitudinalmente a área. Em cada visita um deles foi sorteado, sendo percorrido coletando-se a primeira planta que aparecia à distância de pelo menos um metro da anterior e que poderia ser reconhecida sem ser tocada (plantas com pelo menos 4 cm de altura), até coletar as 40 plantas. Cada planta recebeu um número de 4 dígitos, os dois primeiros variando de 01 a 13, identificando a coleta, e os dois últimos variando de 01 a 40, identificando a planta. Assim, uma planta com número 1035 é a planta 35 da coleta 10.

2.3. Coleta dos artrópodes e da planta

Com muito cuidado, as plantas sorteadas foram inspecionadas para coleta dos artrópodes colocados em frascos identificados com o número da planta. Se no momento da inspeção algum indivíduo era observado deixando a planta, devido à perturbação, sua presença era anotada com o máximo de informação possível (ordem, família, espécie). Os indivíduos de menor mobilidade como pulgões, cochonilhas e endófagos sempre permaneciam na planta e eram retirados no laboratório. Após retirada dos artrópodes, a altura do ramo principal era medida, a planta era cortada ao nível do solo e ensacada para posterior triagem em laboratório.

2.4. Laboratório

No mesmo dia da coleta, ocorria a triagem das plantas para retirada dos artrópodes restantes.

Após a retirada dos indivíduos externos, media-se o maior diâmetro do ramo principal na altura em que foi cortado (colo) e dissecava-se a planta para retirada dos endófagos.

Tanto nesta fase quanto na de campo, apenas coletei os artrópodes visíveis a olho nu. Desta forma não quantifiquei a presença de um ácaro, *Mononichelus planchi*, que observei, em lupa, alimentando-se de folhas.

Os imaturos foram criados para obtenção dos adultos e de eventuais parasitóides. Devido a sua fragilidade, as larvas muito jovens e as que foram danificadas, involuntariamente, quando dissecava a planta, foram fixadas. Sendo assim, o número de parasitóides pode estar subestimado.

Os botões e os frutos não foram dissecados porque, como são muito pequenos, sua manipulação danificaria as larvas aí existentes. Apenas foram destacados da planta e deixados juntos em frascos, por 3 meses, e inspecionados, periodicamente, para coleta dos insetos que emergiam. Por isso, não tenho certeza dos hospedeiros da maioria dos parasitóides que emergiram de fitófagos que atacam botões e flores. Este método também pode ter danificado larvas fitófagas ou endófagas muito jovens.

Para obter a biomassa das diferentes partes da planta, as folhas também foram destacadas dos ramos e secas ao ar durante pelo menos 15 dias e, em seguida, em estufa à temperatura de 70°C por 3 dias. Cada parte da planta foi pesada em balança semi-analítica.

2.5. Coleção de referência

Todos os insetos coletados foram identificados em unidades taxonômicas operacionais (morfoespécies). As morfoespécies estão classificadas pelo menos ao nível de família. Para cada indivíduo foi registrado: o órgão da planta atacado, fenofase da planta, hábito alimentar, estágio de desenvolvimento quando coletado e data. Devido às diferenças na ecologia das fases adulta e imatura dos insetos, é comum que uma mesma espécie apresente hábitos alimentares diferentes, dependendo da fase em que se encontre. Por isso, a identificação do hábito alimentar foi feita individualmente.

As identificações dos gêneros e espécies foram feitas pelos seguintes especialistas ou instituições: Dr. Gilberto J. de Moraes (acarina); Centro de Identificação de Insetos Fitófagos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (*Paragrilus* sp, *Hypothenemus obscurus*); Dr. Albino M. Sakakibara (Cicadellidae e Membracidae), Dr. Vitor O. Becker (Noctuidae e Gelechiidae) Dr. Olaf Mielke (Hesperiidae); Dr. Paulo C. Oliveira (Formicidae); Dr. Sérgio Vanin (Curculionidae); Dr. L. B. O'Brien (Coccinellidae e *Anthonomus rubricosus*), Dr. José Candido de Melo Carvalho (Miridae); Dra. Jocélia Grazia (Pentatomidae), Museu Nacional do Rio de Janeiro (demais Hemiptera), Dra. Maria Cristina Esposito (Agromyzidae), Dra. Prafulbala Navin Patel (*Euplectrus* sp).

2.6. Definição de planta vegetativa e madura

Apesar de *Sida cordifolia* ser perene não foi possível identificar inequivocamente plantas de anos anteriores e plantas novas. Isto porque muitas das plantas estavam com o ramo principal cortado, e apresentavam rebrotas, sendo impossível afirmar se elas já haviam frutificado ou não.

Sendo assim, considere **vegetativa** a planta com mais de 4 cm de altura e sem nenhum botão, flor ou fruto e **madura**, as que apresentavam pelo menos um destes órgãos.

2.7. Definição das guildas

Foram considerados como pertencentes a uma guilda as espécies que apresentavam o mesmo hábito alimentar. Foram considerados quatro hábitos distintos, sendo dois ectófagos (sugador e mastigador) e dois endófagos (brocador e minador). São sugadores os Homoptera e Hemiptera; mastigadores as larvas de Lepidoptera, adultos de Coleoptera; brocadores as larvas ou adultos de Coleoptera e minadores as larvas de Diptera (Agromyzidae).

2.8. Agrupamento em estações

Para as análises da disponibilidade temporal de *Sida cordifolia* e suas relações com a comunidade de artrópodes, as plantas foram agrupadas em quatro períodos, que por se aproximarem dos períodos definidos pelas quatro estações do ano, foram chamados de primavera/verão/outono/inverno. Como em cada um destes períodos predominou um tipo de estágio de desenvolvimento da planta, cada coleta foi agrupada de acordo com o diagrama abaixo:

meses:	--J---A	S---O---N	D---J---F	M---A---M	J---J--
estação:	inverno	primavera	verão	outono	inverno
ano:	-----			-----	
	1989			1990	

2.9. Classes de biomassa de plantas

Para verificar o efeito do tamanho e da diversidade dos recursos para os fitófagos e entomófagos as plantas foram agrupadas em classes de biomassa. Como medida da diversidade de recurso foi usada a presença ou não de órgãos reprodutivos. Desta forma, foi possível verificar a diferença no número de artrópodes entre plantas com mesma diversidade de recursos, mas com tamanhos (biomassa) diferentes e entre plantas com mesmo tamanho, mas com diversidade de recursos diferente.

Para a definição das classes de biomassa foi calculado o \log_2 de biomassa total (n=498) de todas as plantas coletadas. Esta transformação foi a única que permitiu um número razoável de plantas em todas as classes. A partir dos valores obtidos, foram divididos em 10 classes sendo que foi desprezado o valor extremo superior, por ser uma planta com peso muito discrepante, representando “outlier” na distribuição dos dados, e o inferior, por ter ficado como único representante da primeira classe. Os valores que aparecem nas figuras e tabelas são o limite superior do intervalo de classe e estão expressos em biomassa não transformada em log, em g, ou o código da classe, definido na Tabela 1.

Tabela 1. Código da classe de biomassa, intervalo em gramas, amplitude de altura em cm, número de plantas maduras, vegetativas e total em cada classe.

código	amplitude		madura	vegetativa	total
	biomassa	altura			
(1)	0,07-0,12	4-12	0	18	18
(2)	0,13-0,23	4,5-14	0	33	33
(3)	0,24-0,42	5-18	1	39	40
(4)	0,43-0,78	6-25	4	54	58
(5)	0,79-1,42	7-32	13	54	67
(6)	1,43-2,60	11-42	33	64	97
(7)	2,61-4,67	14-56	45	52	97
(8)	4,68-8,40	16-68	37	22	59
(9)	8,41-15,07	27-85	19	3	22
(10)	15,08-28,37	62-85	3	2	5

2.9. Análises estatísticas

O coeficiente de Sorensen, usado na verificação da similaridade das espécies presentes em plantas maduras e vegetativas, foi calculado de acordo com Brower e Zar (1984).

O teste G foi utilizado para as comparações entre as frequências de espécies e indivíduos presentes em plantas maduras e vegetativas. Para esta análise foi usado o programa Systat.

Para a análise da distribuição de frequência do número de espécies por planta, do ajuste à distribuição de Poisson ou Binomial Negativa foram utilizados os programas apresentados em Krebs (1989).

Devido ao número relativamente reduzido de plantas maduras nas primeiras classes de biomassa e o de maduras e vegetativas nas últimas, o teste t de Student e Mann-Whitney entre plantas maduras e vegetativas de mesma classe de biomassa, foram feitas apenas nas classes 5, 6, 7 e 8. Pelo mesmo motivo, as análises de variância para comparar plantas maduras de diferentes biomassas foram feitas entre as classes 5, 6, 7, 8 e 9.

Em todas as análises paramétricas os valores dos artrópodes foram transformados em $\log(n + 1)$ e os valores de biomassa transformados em log. Quando as exigências para estas análises (normalidade e homogeneidade de variância) não foram alcançadas com as transformações logarítmicas foram realizadas análises não paramétricas. O teste de Bartlett e o teste F, para homogeneidade de variâncias, e as análises de variância e regressão e Mann-Whitney foram calculados pelo programa Systat.

Nos casos em que na análise de variância as diferenças foram significativas, as comparações entre as médias foram feitas através do teste de Tukey, calculados pelo programa Systat.

As regressões logísticas foram baseadas em Hosmer e Lemeshow (1989) e calculadas pelo programa Systat. O teste G sugerido por Steinberg e Colla (1991) foi usado para escolha do melhor modelo destas regressões.

Tabela 2. Frequência total, frequência nas coletas, estágio coletado, hábito alimentar e órgão atacado pelos artrópodes coletados em *Sida cordifolia* L. (Malvaceae). (*- espécie que se alimenta e/ou se reproduz na planta).

TAXA	Estágio Coletado	Hábito Geral	Hábito Específico	Órgão Atacado	Frequência nas Coletas	Frequência Total
ARACHNIDA						
ACARI						
Tetranychidae						
* <i>Mononychellus planki</i> (McGregor)	A/I	Fi		F	-	-
ARANEIDA						
Araneidae						
Sp1	I	Pr		-	1	1
Sp2	I	Pr	-	-	1	1
Ctubionidae						
Spp	I	Pr	-	-	9	18
Gnaphosidae						
Sp	A	Pr	-	-	1	1
Oxyopidae						
Sp1	A/I	Pr	-	-	5	8
Sp2	I	Pr	-	-	2	2
Salticidae						
Sp1	A	Pr	-	-	1	1
Sp2	A	Pr	-	-	1	1
Sp3	I	Pr	-	-	2	2
Scytodidae						
Sp	A	Pr	-	-	1	2
Theridiidae						
Sp1	A	Pr	-	-	1	1
Sp2	A	Pr	-	-	1	1
Sp3	A/I	Pr	-	-	2	2
Não identificados	I	Pr	-	-	4	7
Thomisidae						
Sp	A/I	Pr	-	-	5	10
Família ?						
Sp	A/I	Pr	-	-	2	2
INSECTA						
COLEOPTERA						
Alleculidae						
Sp	A	?	-	-	1	1
Anthicidae						
Sp1	A	Pr	-	-	1	1
Sp2	A	Pr	-	-	3	3
Buprestidae						
* <i>Paragrilus</i> sp	A/I	Fi	B/C	R/F	9 (c)	41
Chrysomelidae						
Sp	A/I	Fi	C	R	2	2
Coccinellidae						
<i>Brachiacantha</i> sp	A	Pr	-	-	1	1
<i>Diomus</i> sp	A	Pr	-	-	1	1
<i>Niphus</i> sp	A	Pr	-	-	1	1
<i>Psyllobora</i> sp	I	Mi	-	-	1	1
<i>Scymnus</i> sp	A/I	Pr	-	-	7	21
Sp	I	Pr	-	-	1	1
NI	I	Pr	-	-	1	1

Legenda: Estágio coletado: A=adulto e I=imaturado

Hábito alimentar geral: Dt=detrítivo, Fi=fitófago, Mi=comedor de fungo, Pa=parasito e Pr=predador

Hábito alimentar específico: B=brocador, C=mastigador, M=minador e S=sugador

Órgão atacado pelo fitófago: F=folha, O=botão+flor+fruto e R=ramo

?=não identificado

(c)=comum, ocorreu em pelo menos 7 coletas

(o)=ocasional, ocorreu em 3 a 6 coletas

(r)=raro, ocorreu em 1 ou 2 coletas

Tabela 2. continuação.

TAXA	Estágio Coletado	Hábito Geral	Hábito Específico	Órgão Atacado	Frequência nas Coletas	Frequência Total
Curculionidae						
* <i>Anthonomus rubricosus</i> Boheman	A	Fi	C	O	3	10
* <i>Pheloconus</i> sp	A/I	Fi	C/B	O	4 (c)	9
<i>Anthonomus rubricosus</i> ou <i>Pheloconus</i> sp	I	Fi	B	O	11	71
* <i>Chelotonyx hirsutus</i>	I	Fi	B	O	3 (o)	6
Lagriidae						
<i>Lagria villosa</i> (Fabricius)	A/I	Dt	-	-	1	2
Lycidae						
Sp	A	?	-	-	1	1
Mordellidae						
Sp	A	Fi	C	O	1	1
Scolytidae						
* <i>Hypothenemus obscurus</i> (Fabricius)	A/I	Fi	B	R	8 (c)	56
Família ?						
Sp1	I	Fi	B	R	1	1
Sp2	A	Pr	-	-	1	3
Sp3	A	?	-	-	1	1
Não Identificados						
DIPTERA						
Agromyzidae						
* <i>Calycomyza sidae</i> Spencer	A/I	?/FI	M	F	12 (c)	71
Família ?						
Sp1	I	?	-	-	6	16
Sp2	I	Dt	-	-	2	10
Sp3	I	?	-	-	1	1
Sp4	I	?	-	-	1	1
Spp	A	?	-	-	4	10
HEMIPTERA						
Alydidae						
Sp	A	Pr	-	-	1	1
Anthocoridae						
Sp	A/I	Pr	-	-	5	18
Lygaeidae						
<i>Geocoris</i> sp	A/I	Pr	-	-	6	8
Sp	A/I	Fi	S	O	2	3
Miridae						
* <i>Ceratocapsus</i> sp	A/I	Fi	S	O	7 (c)	10
* <i>Cyrtopeltis</i> sp	I	Fi	S	F	1 (r)	3
<i>Garganus gracilentus</i> (Stål)	A	Fi	S	F	3	3
<i>Halticus pygmaeus</i> (Berg)	A	Fi	S	O	2	2
<i>Horcias nobillelus</i> (Berg)	A/I	Fi	S	F	2	7
<i>Horciasinus signoreti</i> (Stål)	A	Fi	S	O	1	1
<i>Ruteroscopus</i> sp	A	Fi	S	F	1	1
* <i>Rhinacloa antennalis</i> (Reuter)	A/I	Fi	S	O	3 (o)	7
<i>Rhinacloa basalis</i> (Reuter)	A	Fi	S	O	1	1
<i>Rhinacloa</i> sp	A	Fi	S	O	1	1
* <i>Taedia stigmosa</i> (Berg)	A/I	Fj	S	F	3 (o)	5
<i>Taylorilygus pallidulus</i> (Blanchard)	A	Fi	S	F	1	1
* Sp	I	Fi	S	F	3 (o)	4
Pentatomidae						
<i>Dichelops (Neodichelops) furcatus</i> (Fabricius)	A	Fi	S	?	1	1
<i>Piezodorus guildinii</i> (Westwood)	A	Fi	S	F	1	1
Sp	I	Fi	S	R	1	1
Pyrrhocoridae						
* <i>Dysdercus</i> sp	A/I	Fi	S	O	8 (c)	37

Legenda: Estágio coletado: A=adulto e I=imaturado

Hábito alimentar geral: Dt=detritívoro, Fi=fitófago, Mi=comedor de fungo, Pa=parasito e Pr=predador

Hábito alimentar específico: B=brocador, C=mastigador, M=minador e S=sugador

Órgão atacado pelo fitófago: F=folha, O=botão+flor+fruto e R=ramo

?=não identificado

(c)=comum, ocorreu em pelo menos 7 coletas

(o)=ocasional, ocorreu em 3 a 6 coletas

(r)=raro, ocorreu em 1 ou 2 coletas

Tabela 2. continuação.

TAXA	Estágio Coletado	Hábito Geral	Hábito Específico	Órgão Atacado	Frequência nas Coletas	Frequência Total
Rhopalidae						
* <i>Niesthrea pictipes</i> (Stål)	A/I	Fi	S	O	6 (c)	24
Tingidae						
* <i>Corythaica monacha</i> (Stål)	A/I	Fi	S	F	8 (c)	79
Familia ?						
Sp	I	Fi	S	?	2	3
HOMOPTERA						
Aleyrodidae						
Sp	A	Fi	S	F	8	11
Aphididae						
* <i>Aphis gossypii</i> (Glover)	A/I	Fi	S	F	13 (c)	4183
Cicadellidae						
<i>Agalliana ensigera</i> Oman	A/I	Fi	S	F	4	4
* <i>Bucephalagonia xanthophis</i> (Berg)	A/I	Fi	S	F	11 (c)	38
<i>Diedrocephala variegata</i> (Fabricius)	A	Fi	S	F	2	2
* <i>Empoasca</i> sp	A/I	Fi	S	F	13 (c)	209
<i>Frequenamia sparsa</i> (Osborn)	A	Fi	S	F	1	1
<i>Hortensia similis</i> (WK.)	A	Fi	S	F	1	1
<i>Nacugonalla leucomelas</i> (Walker)	A	Fi	S	F	3	4
* <i>Parallaxis</i> sp	A	Fi	S	F	9 (c)	25
<i>Planicephalus flavicosta</i> (Stål)	A	Fi	S	F	2	2
<i>Protalebrella brasiliensis</i> (Baker)	A	Fi	S	F	4	11
* <i>Scaphytopius</i> sp	A/I	Fi	S	F	8 (c)	16
<i>Umerus colonus</i> (Uhler)	A	Fi	S	F	1	1
<i>Xerophoea viridis</i> (Fabricius)	A/I	Fi	S	F	4	4
* Sp	I	Fi	S	F	5 (o)	7
Coccidae						
* Spp	I	Fi	S	F/R	9 (c)	17
Delphacidae						
Sp	A	Fi	S	F	1	1
Membracidae						
<i>Ceresa ustulata</i> Fairmaire	A	Fi	S	F	1	1
* <i>Melusinella nervosa</i> (Fairmaire)	A/I	Fi	S	R	10 (c)	59
* <i>Paraceresa bifasciata</i> (Fairmaire)	A	Fi	S	R	3 (o)	6
Não Identificados	A/I	Fi	S	?	7	10
HYMENOPTERA						
Aphidiidae						
Sp	I	Pa	-	-	1	3
Braconidae						
Sp1	I	Pa	-	-	2	3
Sp2	I	Pa	-	-	2	2
Sp3	I	Pa	-	-	1	1
Encyrtidae						
Sp	I	Pa	-	-	1	3
Eucharitidae						
Sp	A	?	-	-	1	1
Eucoilidae						
Sp	I	Pa	-	-	2	3
Eulophidae						
<i>Euplectrus</i> sp	I	Pa	-	-	1	4
Sp1	A	?	-	-	1	2
Sp2	I	Pa	-	-	5	20
Sp3	I	Pa	-	-	1	2
Eupelmidae						
Sp	A	?	-	-	2	2
Eurytomidae						
Sp	I	Pa	-	-	2	2

Legenda: Estágio coletado: A=adulto e I=imaturado

Hábito alimentar geral: Dt=detritívoro, Fi=fitófago, Mi=comedor de fungo, Pa=parasito e Pr=predador

Hábito alimentar específico: B=brocador, C=mastigador, M=minador e S=sugador

Órgão atacado pelo fitófago: F=folha, O=botão+flor+fruto e R=ramo

?=não identificado

(c)=comum, ocorreu em pelo menos 7 coletas

(o)=ocasional, ocorreu em 3 a 6 coletas

(r)=raro, ocorreu em 1 ou 2 coletas

Tabela 2. continuação.

TAXA	Estágio Coletado	Hábito Geral	Hábito Específico	Órgão Atacado	Frequência nas Coletas	Frequência Total
Formicidae						
<i>Atta</i> sp	A	?	-	-	1	1
<i>Camponotus crassus</i>	A	Pr	-	-	5	8
<i>Camponotus letidigi</i>	A	Pr	-	-	1	1
<i>Camponotus rufipes</i>	A	Pr	-	-	1	2
<i>Camponotus</i> sp1	A	Pr	-	-	8	11
<i>Camponotus</i> sp2	A	Pr	-	-	2	4
<i>Camponotus</i> sp3	A	Pr	-	-	1	1
<i>Crematogaster</i> sp1	A	Pr	-	-	3	4
<i>Crematogaster</i> sp2	A	Pr	-	-	1	2
<i>Mycocepurus goeldii</i>	A	Pr	-	-	1	2
<i>Pseudomyrmex</i> sp1	A	Pr	-	-	2	2
Sp1	A	Pr	-	-	1	1
Sp2	A	Pr	-	-	1	1
Sp3	A	Pr	-	-	1	1
Sp4	A	Pr	-	-	2	4
Sp5	A	Pr	-	-	1	1
Sp6	A	Pr	-	-	1	1
Sp7	A	Pr	-	-	3	8
Sp8	A	Pr	-	-	11	13
Sp9	A	Pr	-	-	1	1
Liopteridae						
Sp	A	?	-	-	1	1
Pteromalidae						
Sp1	A	?	-	-	3	3
Sp2	I	Pa	-	-	1	1
Sp3	I	Pa	-	-	2	4
Sp4	I	Pa	-	-	1	1
Scelionidae						
Sp1	A	?	-	-	1	1
Sp2	I	Pa	-	-	1	1
Torymidae						
Sp1	A/I	?/Pa	-	-	4	7
Sp2	I	Pa	-	-	1	1
Trichogrammatidae?						
Sp	I	Pa	-	-	1	1
Família ?						
Sp1	I	Pa	-	-	1	2
Sp2	I	Pa	-	-	1	1
Não Identificados	I	Pa	-	-	2	2
LEPIDOPTERA						
Gelechiidae						
* <i>Chionodes</i> sp	I	Fi	C	F	5 (o)	7
* <i>Crociosema plebejana</i> Zeller	I	Fi	B	O	5 (o)	15
* <i>Stegasta</i> sp	I	Fi	B	O	1 (r)	1
Hesperiidae						
<i>Heliopetes arsalte arsalte</i> (Linnaeus)	I	Fi	C	F	2	2
* <i>Heliopetes domicella willei</i> (Ploetz)	I	Fi	C	F	1 (c)	1
Gênero <i>Heliopetes</i> ou <i>Pyrgus</i>	I	Fi	C	F	4	5
Noctuidae						
* <i>Bagisara repanda</i> (F.)	I	Fi	C	F	6 (c)	11
* <i>Hypena minualis</i> Guenée	I	Fi	C	F	2 (r)	2

Legenda: Estágio coletado: A=adulto e I=imaturado

Hábito alimentar geral: Dt=detrítivo, Fi=fitófago, Mi=comedor de fungo, Pa=parasito e Pr=predador

Hábito alimentar específico: B=brocador, C=mastigador, M=minador e S=sugador

Órgão atacado pelo fitófago: F=folha, O=botão+flor+fruto e R=ramo

?=não identificado

(c)=comum, ocorreu em pelo menos 7 coletas

(o)=ocasional, ocorreu em 3 a 6 coletas

(r)=raro, ocorreu em 1 ou 2 coletas

Tabela 2. continuação.

TAXA	Estágio Coletado	Hábito Geral	Hábito Específico	Órgão Atacado	Frequência nas Coletas	Frequência Total
Familia ?						
* Sp1	I	Fi	C	F	1 (r)	1
* Sp2	I	Fi	C	O	1 (r)	1
Sp3	I	Fi	?	?	1	1
Sp4 (comendo fruto seco?)	I	?	?	?	1	1
* Sp5	I	Fi	C	F	1 (r)	1
* Sp6	I	Fi	?	?	1 (r)	1
Não identificado	I	Fi	?	?	1	1
NEUROPTERA						
Chrysopidae						
Spp	I/A	Pr/?	-	-	6	9
ORTHOPTERA						
Acrididae						
Sp1	I	Fi	C	F	1	1
Sp2	I	Fi	C	F	1	1
Sp3	I	Fi	C	F	1	1
Sp4	I	Fi	C	F	2	2
Sp5	I	Fi	C	F	1	1
Não identificados	I	Fi	C	F	1	1
Tettigoniidae						
Sp	I	Fi	C	F	4	4
THYSANOPTERA						
Phloeothripidae						
Sp1	A	?	-	-	2	4
Sp2	A	?	-	-	1	1
Sp3	A	?	-	-	1	1
Não identificados	I	?	-	-	2	3

Legenda: Estágio coletado: A=adulto e I=imaturado

Hábito alimentar geral: Dt=detrítivo, Fi=fitófago, Mi=comedor de fungo, Pa=parasito e Pr=predador

Hábito alimentar específico: B=brocador, C=mastigador, M=minador e S=sugador

Órgão atacado pelo fitófago: F=folha, O=botão+flor+fruto e R=ramo

?=não identificado

(c)=comum, ocorreu em pelo menos 7 coletas

(o)=ocasional, ocorreu em 3 a 6 coletas

(r)=raro, ocorreu em 1 ou 2 coletas

12 indivíduos e uma espécie de comedor de fungos, com um único indivíduo.

Não foi possível identificar o hábito alimentar para 55 indivíduos de 17 espécies. Em duas espécies fitófagas e uma parasitóide o hábito alimentar foi identificado apenas na fase imatura.

A folha é o recurso da planta utilizado pelo maior número de espécies. Os Homoptera predominam nas folhas e os Coleoptera nos ramos. Já os botões, flores e frutos são mais utilizados pelos Hemiptera (Fig. 1).

3.2. Estrutura das guildas e riqueza de espécies

Entre as guildas coletadas em *S. cordifolia*, a de sugadores abriga o maior número de indivíduos (93,6%) e representa 56,9% das espécies fitófagas (Fig. 2). Esta grande dominância numérica de sugadores deve-se, em parte, a apenas uma espécie, *Aphis gossypii*, que representa 87% dos indivíduos fitófagos. O segundo grupo fitófago mais numeroso é o dos brocadores, seguido pelos grupos dos mastigadores e minadores de folhas, que, juntos, representam 19,5% das espécies e apenas 6,4% de todos os indivíduos fitófagos coletados. As espécies endófagas somam 11,6% dos fitófagos e representam 5% dos indivíduos.

As 68 espécies entomófagas representam quase a metade do total de espécies coletadas (44,2%) mas apenas 6% dos indivíduos, sendo a maioria predadores (Fig. 2). Predadores de hábitos mais generalistas como formigas, aranhas e hemípteros representam a grande maioria das espécies. O restante são Coccinellidae, predadores de pulgões, Anthicidae e Anthocoridae que predam pequenos insetos e ácaros que ficam entre os botões, flores e frutos. Os parasitóides representam 19,4% dos entomófagos, mas seu número pode estar subestimado porque as larvas muito pequenas não foram criadas.

O restante dos insetos, colocados na categoria “outros” (1,2% dos indivíduos e 14,9% das espécies) são insetos detritívoros e comedores de fungos, além de indivíduos que podem ter

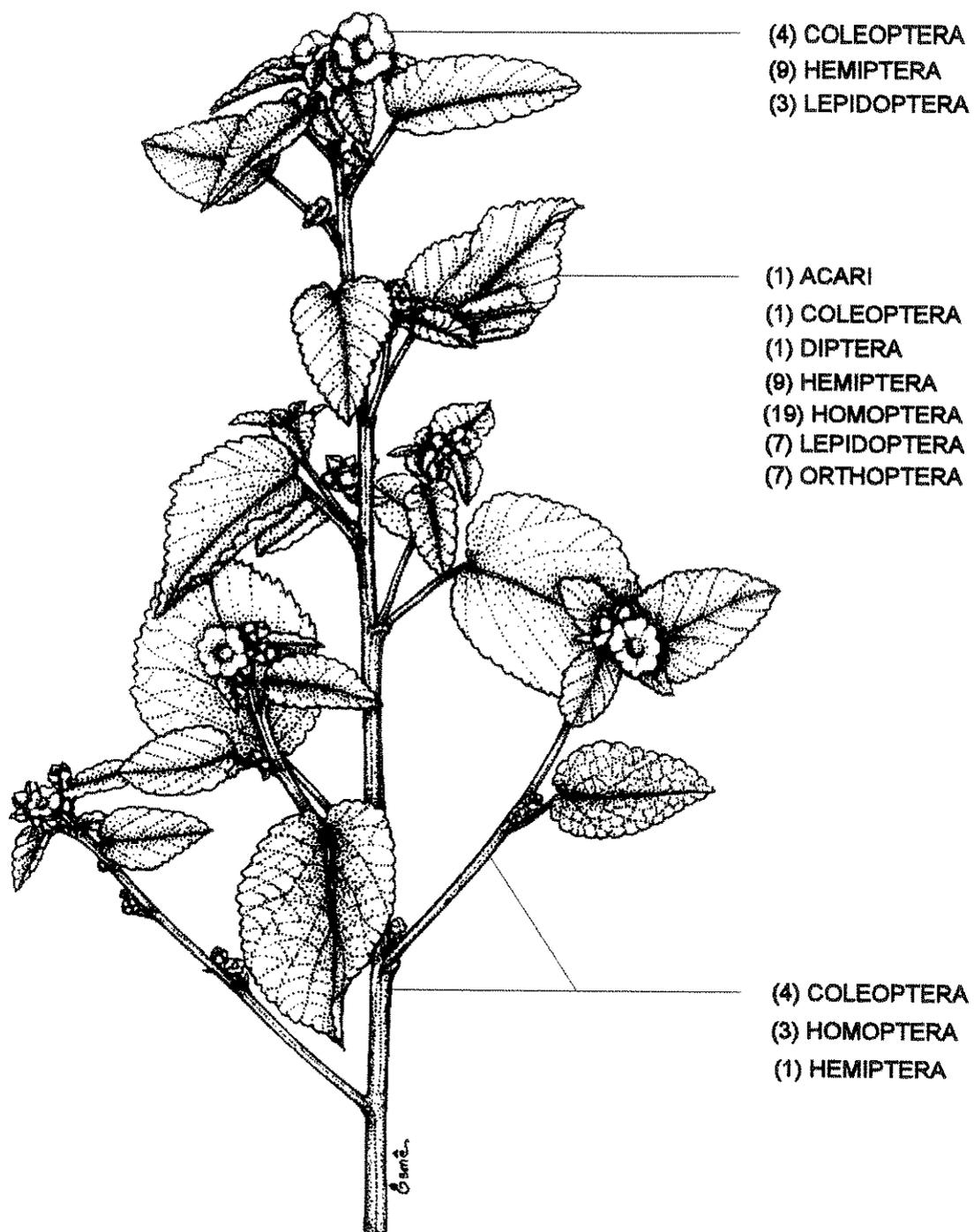


Figura 1. Número de espécies de fitófagos associados aos órgãos reprodutivos, folhas e ramos de *Sida cordifolia*. Algumas espécies estão associadas a mais de um órgão da planta.

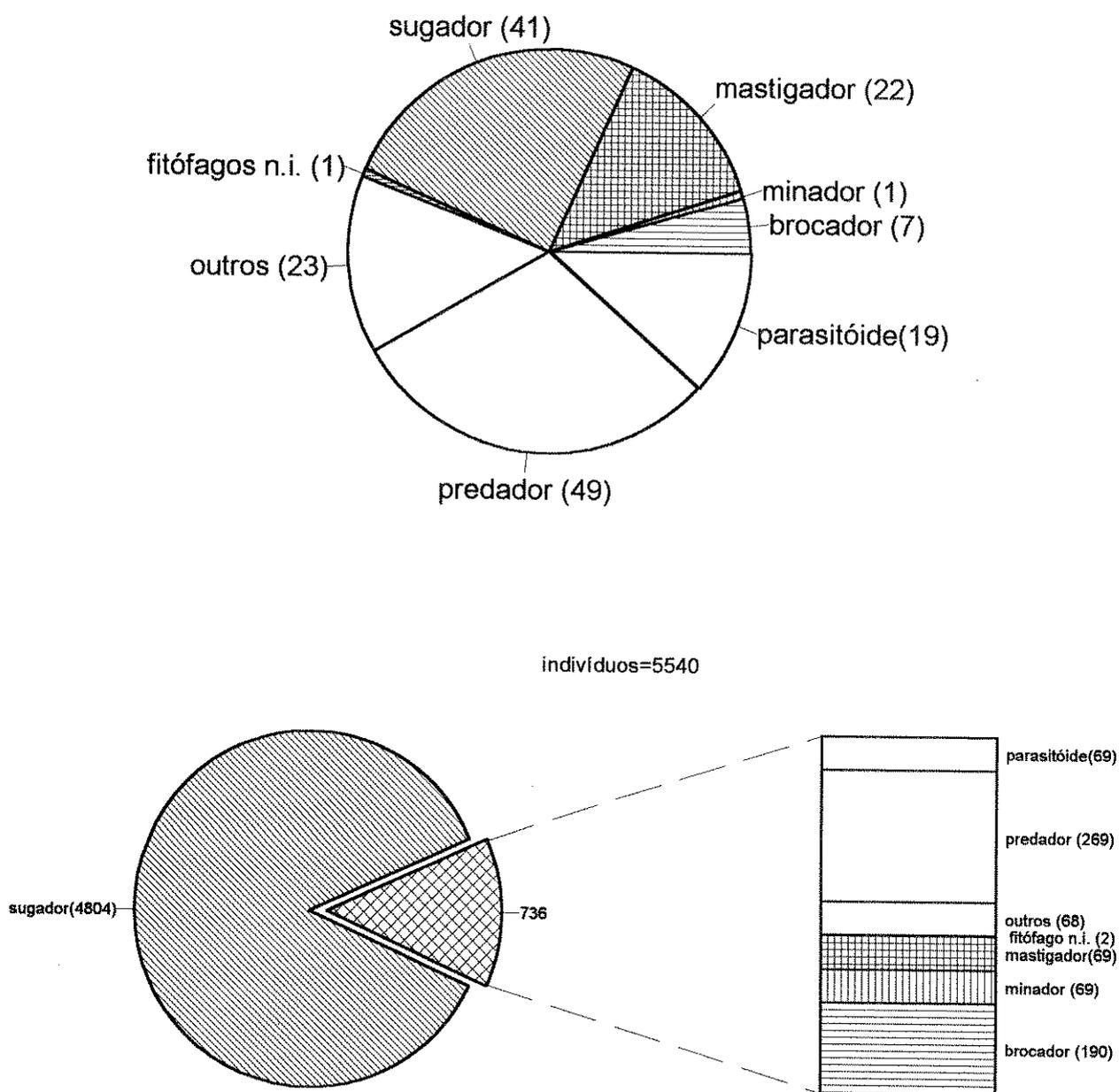


Figura 2. Participação das diferentes guildas que compõem a comunidade de artrópodes associados a *Sida cordifolia*. n.i.=artrópode não identificado. Na área hachurada estão os fitófagos.

pousado na planta por acaso, como certos dípteros. Nesta categoria também foram incluídos adultos de agromizídeos e crisopídeos, cujas larvas estão relacionadas com a planta, seja como fitófagas ou predadoras, mas nada se sabe sobre os seus adultos. Incluem-se também neste grupo os insetos que podem ter alguma relação com a planta, mas que não foi elucidada, como por exemplo Diptera sp1.

Quanto ao hábito das espécies fitófagas associadas, a estrutura das guildas observadas em *Sida cordifolia* é muito semelhante à das outras espécies do gênero, *S. glaziovii* e *S. rhombifolia*, estudadas na região de Campinas (Garcia *et al.* 1995, Seike 1993). Uma proporção muito maior de ectófagos do que de endófagos também foi observada para *S. acuta* e *S. cordifolia* no Território do Norte da Austrália (Wilson e Flanagan 1990). Em *S. acuta* e *S. rhombifolia*, no México, ao contrário, foi encontrado um maior número de endófagos (Gillett *et al.* 1991) mas, neste caso, a maior proporção de endófagos provavelmente reflete mais a metodologia de coleta, que visava encontrar agentes de controle biológico, do que algum fator ecológico que possa determinar esta relação. Os endófagos geralmente possuem maior especificidade de hospedeiro, condição básica para qualquer agente de controle biológico, podendo ser mais visados nestes estudos. Outros aspectos também podem ter contribuído para aumentar o número relativo de endófagos neste último trabalho. Por exemplo, existe um Curculionidae que come flor, *Microrhimus mutilus*, registrado como endófago. No presente estudo com *S. cordifolia*, todos os comedores de flor foram registrados como ectófagos. Também existem algumas espécies cuja larva é endófaga mas o adulto não, sendo que em *S. cordifolia* elas foram contados como endófagas e ectófagas e no trabalho de Gillett *et al.* (1991) todas as espécies estão registradas com apenas um hábito.

Houve diferença na frequência de espécies raras, ocasionais e frequentes em *S. cordifolia* neste trabalho e na Austrália (Wilson e Flanagan 1990). Neste trabalho, a maioria das espécies

(17) comprovadamente associadas são comuns e o restante se divide entre raras (7) e ocasionais (8) (Tabela 2). Na Austrália, a maioria das espécies estão divididas de forma equivalente entre raras, ocasionais e freqüentes. Esta diferença pode ser devido ao esforço de coleta, pois este trabalho foi realizado durante todo o ano em um único local, podendo assim coletar muito mais indivíduos das espécies presentes do que se tivesse sido coletado o mesmo número de plantas em vários locais. Neste caso, poderíamos ter coletado mais espécies, porém com menor número de indivíduos. Embora coletado por aproximadamente 4 anos e em vários locais na Austrália, o número total de espécies encontrado (23) foi menor do que o obtido em 1 ano de coleta realizado em um único local neste trabalho (34 espécies). A origem de *S. cordifolia* é um pouco incerta mas Parsons e Cuthbertson (1992) acreditam que seja nativa de todas as regiões tropicais, inclusive da Austrália. Portanto, este resultado provavelmente reflete a diferença no *pool* disponível para colonização nas duas regiões. Cornell e Lawton (1992) mostram como a diversidade regional pode influenciar a diversidade local em sistemas onde não haja saturação de espécies, como parece ocorrer na maioria das relações fitófago-planta (Cornell 1985a,b; Stevens 1986; Zwölfer 1987; Compton *et al.* 1989; Lawton 1990; Lewinsohn 1991). Se a riqueza local tem forte correlação com a regional, indicando que as plantas não estão saturadas de herbívoros, como mostram estes trabalhos, então podemos inferir, embora não tenhamos trabalhado em mais de um local, que a diferença no número de espécies associadas a *S. cordifolia* neste trabalho e na Austrália pode ser devido à diferença na riqueza regional existente nos dois locais. Provavelmente, existe um maior número de espécies disponíveis para colonizar as plantas na região de Campinas do que na região estudada da Austrália.

3.3. Guildas e fenologia da planta

As estruturas das guildas de espécies associadas às plantas maduras e vegetativas são extremamente semelhantes, não mostrando diferenças significativas em nenhuma guilda estudada (Fig. 3, Tabela 3). Quase todas as espécies associadas, que foram coletadas mais de uma vez, exceto as que se alimentam exclusivamente de órgãos reprodutivos, foram encontradas nas duas fenofases da planta. Somente uma espécie de Lepidoptera desfolhadora, *Chionodes* sp e duas espécies de Hemiptera sugadores de folhas, os mirídeos *Cyrtopeltis* sp e Miridae sp, foram coletadas apenas em plantas maduras.

Tabela 3. Teste G para comparação das frequências observadas nas guildas de fitófagos e entomófagos em plantas maduras e vegetativas de *Sida cordifolia*. Probabilidades, *P<0,05 e n.s. não significativo.

Guilda	Espécies		indivíduos		g.l.
	G	P	G	P	
total (b,c,m,,s,pr,pa)	2,400	n.s.	144,880	*	5
ectófagos x endófagos	1,431	n.s.	88,109	*	1
entre fitófagos (b,c,m,s)	2,089	n.s.	125,059	*	3
fitófago x entomófago	0,697	n.s.	19,710	*	1
entre entomófagos (pr,pa)	0,160	n.s.	0,110	n.s.	1

Legenda: b=brocador, c=mastigador ectófago, m=minador, s=sugador, pa=parasitóide, pr=predador

Embora as espécies ocorram em proporções semelhantes, a abundância dos artrópodes é diferente quando comparamos as plantas maduras e vegetativas. Apenas as frequências de parasitóides e predadores foi semelhante nas duas fenofases (Tabela 3). As mesmas espécies de predadores estão presentes nas plantas vegetativas e maduras, com exceção de Anthicidae sp1, Anthicidae sp2 e Coleoptera sp2, que ocorrem apenas em maduras e predam pequenos insetos e ácaros que ficam entre os botões, flores e frutos. Os parasitóides foram obtidos principalmente de espécies endófagas e sua proporção nas 2 fases da planta é muito semelhante (12,3% nas maduras e 10,3% nas vegetativas) (Fig. 4). Porém, nas maduras, são representados

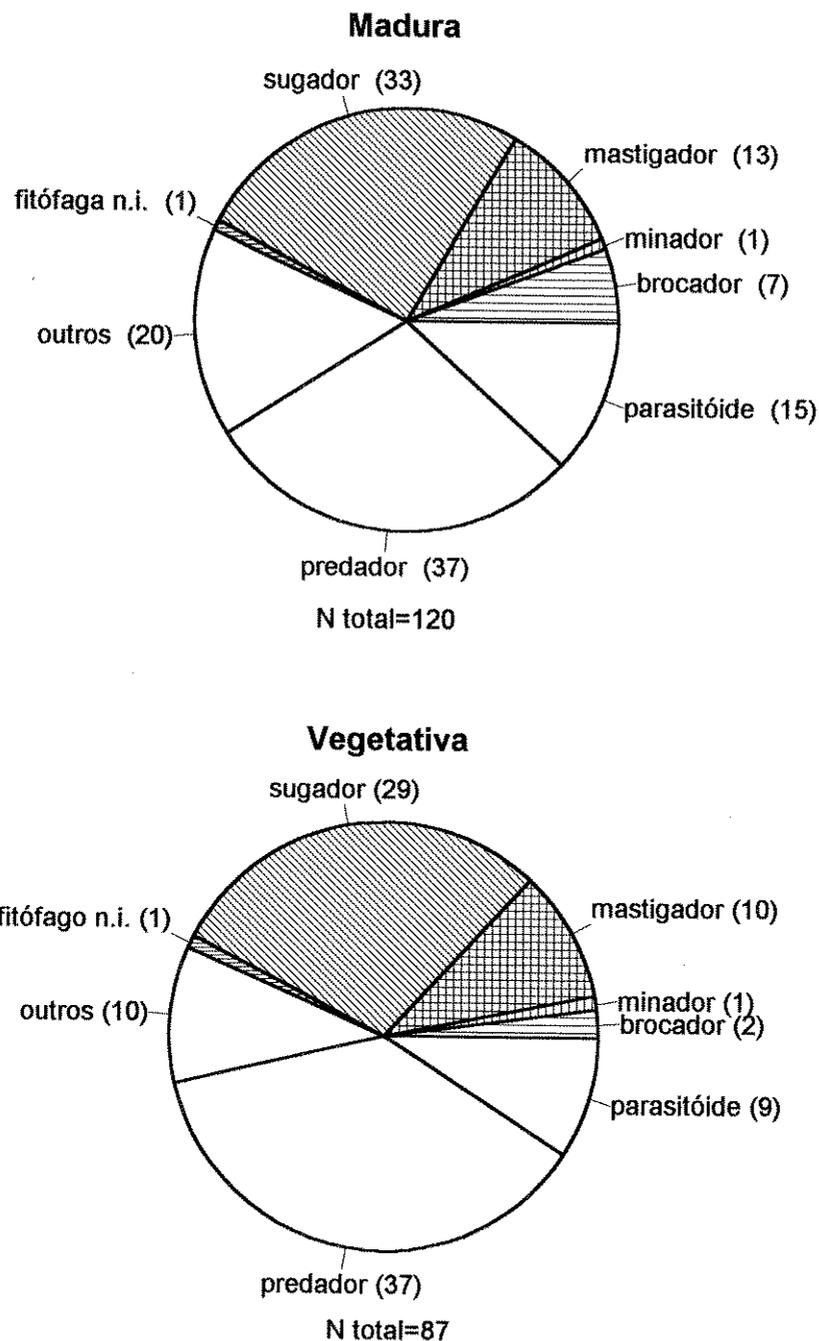


Figura 3. Número de espécies (n), das diferentes guildas de artrópodes, coletados em plantas maduras e vegetativas de *Sida cordifolia*. Na área hachurada estão os fitófagos. A soma dos (n) das guildas não corresponde ao N total porque há espécies cujo imaturo pertence a uma guilda e o adulto a outra.

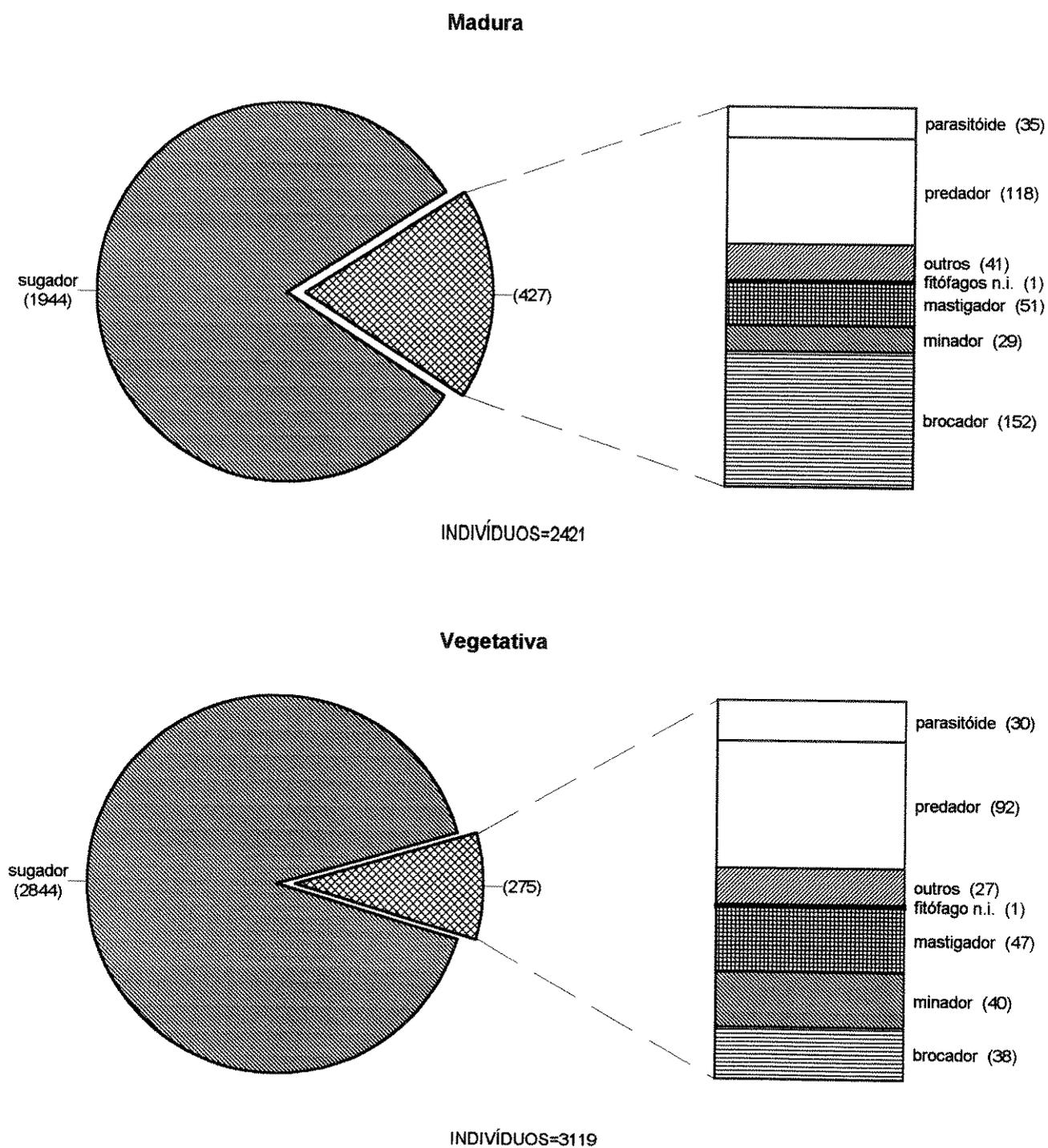


Figura 4. Número de indivíduos (n) das diferentes guildas de artrópodes coletados em plantas maduras e vegetativas de *Sida cordifolia*. Na área hachurada estão os fitófagos.

principalmente por parasitóides de fitófagos que atacam os órgãos reprodutivos e nas vegetativas por parasitóides de minadores de folhas.

Os indivíduos brocadores são mais freqüentes nas plantas maduras, e os sugadores nas vegetativas (Fig. 4, Tabela 3). Nas vegetativas existe apenas ocorrência de brocadores de ramo enquanto que nas maduras, além destes, encontramos também os brocadores de fruto. Mesmo considerando apenas os brocadores de ramo, as maduras ainda apresentam maior proporção (2,3%) de brocadores do que as vegetativas (1,6%). Portanto esta diferença não se deve exclusivamente ao acréscimo do recurso “fruto”. Os brocadores de ramo só colonizam plantas que tenham um diâmetro mínimo de ramo e uma boa porcentagem das plantas vegetativas não possuem este diâmetro. Isto provavelmente explica a maior proporção de brocadores de ramo também na porção vegetativas das plantas maduras.

Portanto, embora a estrutura das guildas de artrópodes encontrados em plantas maduras e vegetativas seja muito semelhante, com grande sobreposição de espécies (coeficiente de Sorensen = 0,71), há evidências de que a colonização de plantas vegetativas por algumas espécies pode ser limitada por características intrínsecas das plantas como recurso nesta fenofase.

3.4. A planta como recurso para os artrópodes

As plantas maduras são, em média, maiores do que as vegetativas tanto em altura quanto em diâmetro do ramo e biomassa total (Tabela 4). As plantas vegetativas apresentam uma maior variabilidade quanto a estas características, pois nesta categoria encontram-se plantas de 4 cm de altura até plantas que estão na iminência de entrar na fase reprodutiva, ou que já se reproduziram em anos anteriores, uma vez que *Sida cordifolia* é uma planta perene. A disponibilidade média de folhas é igual nas duas fenofases da planta ($t = 1,701$; $p=0,09$) e a de ramos é maior em plantas maduras ($t = 5,699$; $p<0,01$) (Fig. 5).

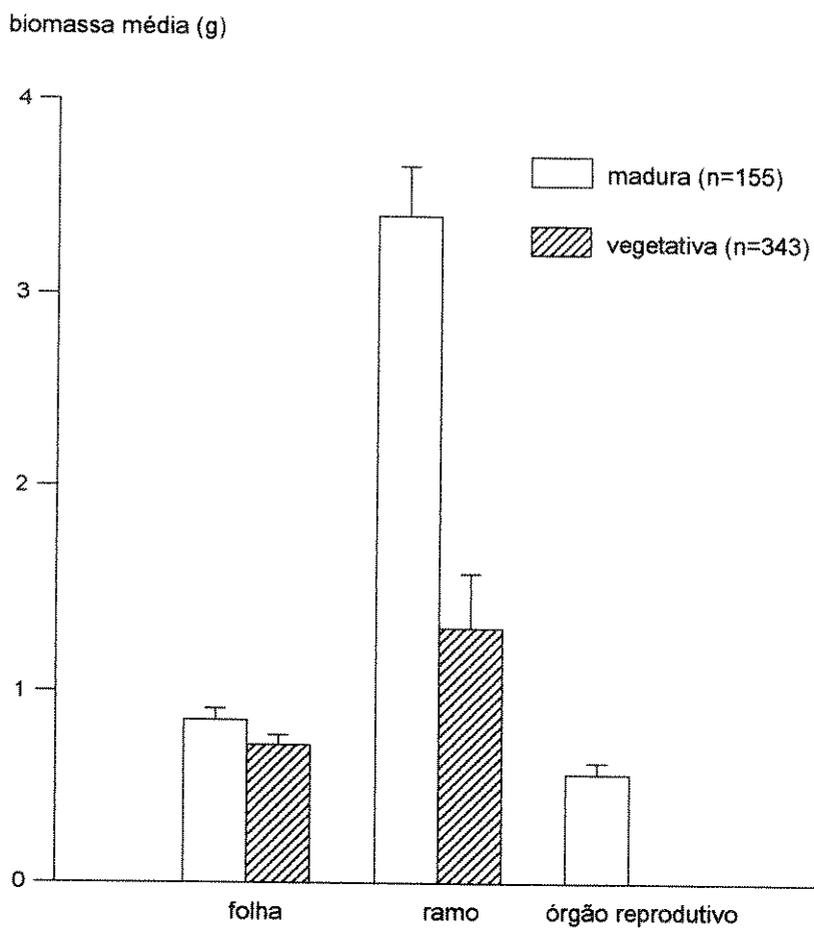


Figura 5. Distribuição da biomassa média, em g, dos diferentes órgãos das plantas vegetativas e maduras de *Sida cordifolia*. As barras representam o erro padrão.

Quando consideramos a distribuição do número de espécies de artrópodes nas plantas de *Sida cordifolia* observamos que a riqueza de espécies diferiu entre plantas maduras e vegetativas. Encontrei plantas maduras com um máximo de 8 espécies fitófagas coexistindo em uma única planta, enquanto que nas vegetativas encontrei no máximo 5 espécies. Esta diferença não se deve totalmente à adição de órgãos reprodutivos como novos nichos disponíveis pois, quando considerei apenas os insetos que utilizam a parte vegetativa das plantas maduras, encontrei até 7 espécies em uma única planta (Fig. 6).

Tabela 4. Teste t de Student para diferença média entre plantas maduras e vegetativas de *Sida cordifolia* quanto aos parâmetros: altura, diâmetro do ramo e biomassa total. Valores entre parênteses representam máximos e mínimos. Probabilidade: **P<0,01; 495 g.l.

Fenofases	altura (cm) média±EP	diâmetro (mm) média±EP	biomassa (g) média±EP
vegetativa	18,88±0,57 (4-80)	4,41±0,13 (0,4-12,7)	1,81±0,13 (0,04-28,37)
madura	38,30±1,25 (8-85)	6,31±0,17 (2-14,2)	4,83±0,31 (0,33-25,49)
valor de t	14,13**	9,05**	-10,47**

EP=erro padrão da média, g.l.=graus de liberdade.

A distribuição de freqüência das espécies de fitófagos encontradas por planta é aleatória tanto nas plantas maduras como nas vegetativas e na porção vegetativa das plantas maduras (Tabela 5). Porém, quando consideramos as plantas em conjunto, sem distinção de fenofase, a freqüência dos fitófagos deixa de ser aleatória, refletindo as diferenças entre fenofases quanto à concentração de fitófagos. A variância fica maior que a média quando consideramos todas as plantas. As plantas com cinco, seis, sete e oito espécies ocorrem com freqüência bem maior do que a esperada numa distribuição aleatória, e é provavelmente nas plantas maduras que as espécies estão mais agrupadas (Fig. 6).

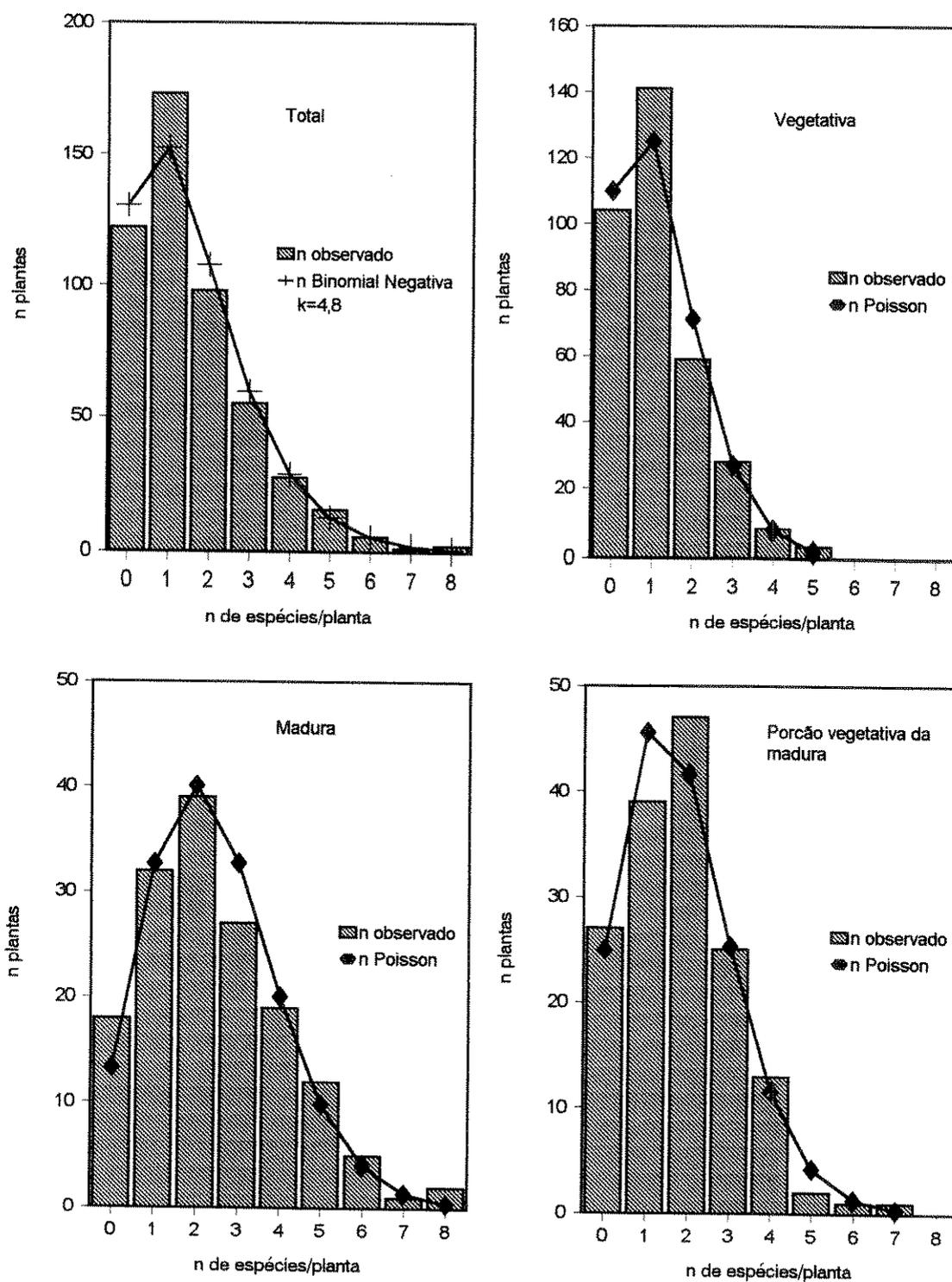


Figura 6. Distribuição de frequência do número de espécies fitófagas observado por planta e do número esperado pela distribuição de Poisson e Binomial Negativa. Apenas o Total não se ajustou à distribuição de Poisson.

Tabela 5. Teste de Qui-quadrado para avaliação do ajuste do número de espécies fitófagas/planta associadas às duas fenofases de *Sida cordifolia* à distribuição de Poisson e Binomial Negativa (entre parênteses, apenas para o total). Probabilidades, *P<0,05, NS não significativo.

Fenofase	χ^2	Graus de liberdade	Probabilidade
madura	4,18	6	NS
madura sem OR	3,25	5	NS
vegetativa	5,38	4	NS
total	29,50 (5,280)	5 (4)	* (NS)

OR=insetos de órgãos reprodutivos.

Da mesma forma que no caso dos fitófagos, as plantas maduras e com maior biomassa podem estar sustentando a maior frequência de entomófagos. Em 55% das plantas maduras e em 23,3% das vegetativas foi encontrado pelo menos uma espécie entomófaga. A frequência do número de espécies entomófagas por planta não é aleatória nas plantas maduras e nem no total. Nestes dois casos a distribuição se ajustou à Binomial Negativa, sendo que a frequência de plantas com mais de três espécies entomófagas é maior do que a esperada pela distribuição de Poisson (Fig. 7, Tabela 6).

Tabela 6. Teste de Qui-quadrado para avaliação do ajuste do número de espécies entomófagas/planta associadas às duas fenofases de *Sida cordifolia* à distribuição de Poisson e Binomial Negativa (apenas para madura e para o total, valores entre parênteses). Probabilidades, *P<0,05 e NS= não significativo.

Fenofase	χ^2	Graus de liberdade	Probabilidade
madura	8,304 (2,925)	3	* (NS)
vegetativa	4,963	2	NS
total	36,659 (1,524)	2	* (NS)

Há portanto uma tendência ao aumento do número de espécies fitófagas e entomófagas por planta à medida que as plantas se desenvolvem e passam da fase vegetativa para madura.

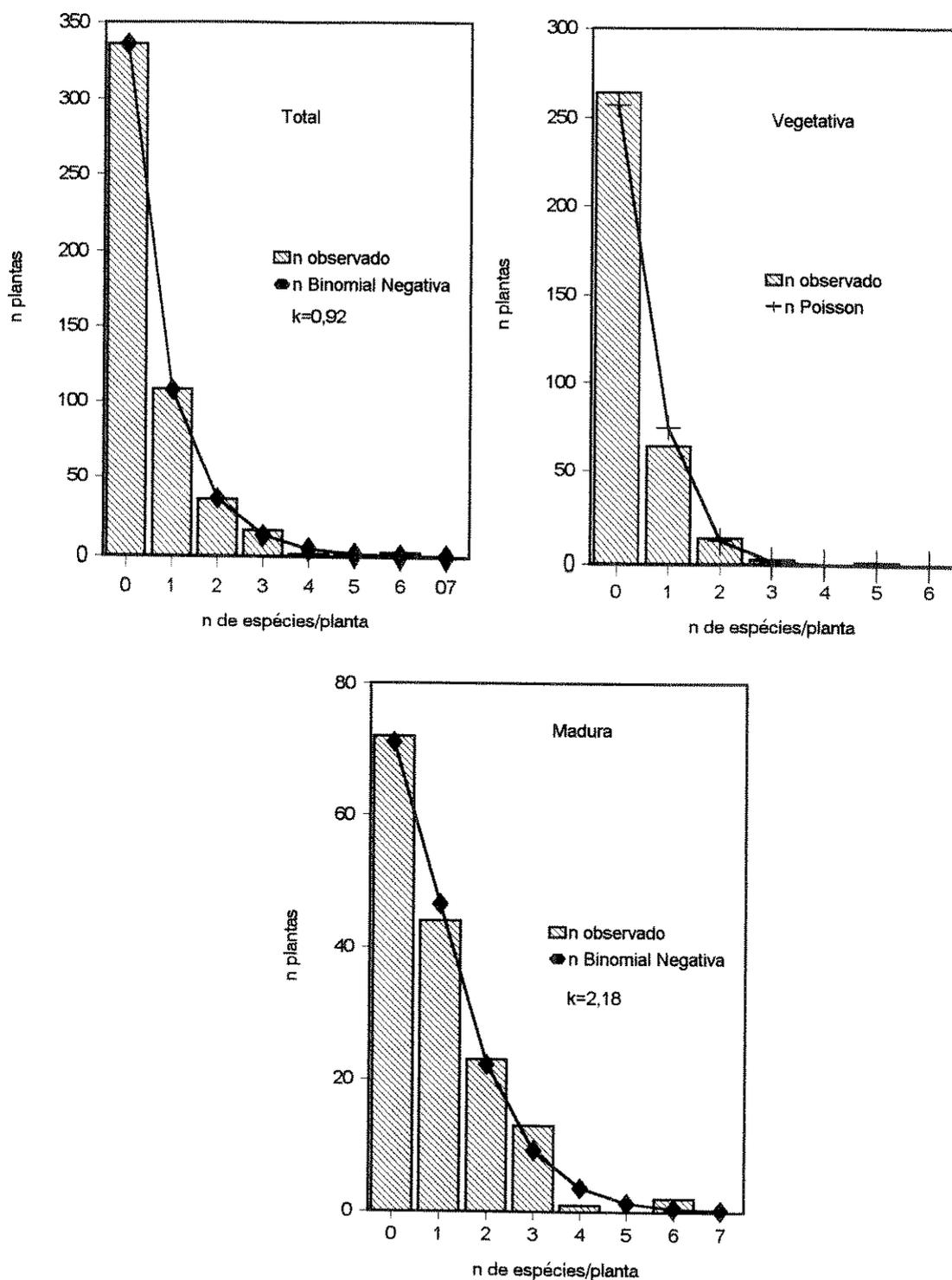


Figura 7. Distribuição de frequência do número de espécies entomófilas observado por planta de *Sida cordifolia* e do número esperado pela distribuição Binomial Negativa para o Total e plantas maduras e do número esperado pela distribuição de Poisson para plantas vegetativas.

3.5. Colonização das plantas em relação à biomassa e a fenofase

A medida que aumenta a biomassa das plantas, aumenta a proporção de plantas colonizadas tanto para os fitófagos como para os entomófagos (Figs. 8 e 9).

Quando consideramos apenas a presença ou ausência de qualquer fitófago, como resposta aos fatores biomassa e fenofase da planta observamos que, embora haja uma relação significativa explica apenas uma pequena porcentagem de variação observada na resposta dos artrópodes (Tabela 7). Espécies fitófagas muito abundantes como o afideo *Aphis gossypii* e o cicadellídeo *Empoasca* sp assim como a predominância de espécies ectófagas (Tabela 2), que não são específicos de *Sida cordifolia* e podem ocorrer em plantas de qualquer tamanho e fenofase, podem contribuir sensivelmente para este resultado. Grande parte desta variação explicada é certamente devido a presença de endófagos, pois se consideramos apenas as espécies ectófagas, a variação explicada é ainda menor. Nestes dois casos (fitófagos e ectófagos) a interação entre biomassa e fenofase foi significativa indicando que a medida que aumenta a biomassa da planta vai diminuindo a importância dela ser madura ou vegetativa, uma vez que o coeficiente da interação é negativo (Tabela 7).

No entanto, para as espécies endófagas, os fatores biomassa e fenofase explicam bem melhor as variações observadas nas plantas colonizadas e não colonizadas (Tabela 7). Neste caso, porém, não ocorre interação entre as duas variáveis. No caso dos endófagos é esperada uma relação muito mais estreita com a planta do que no caso dos ectófagos. Os primeiros, geralmente passam todo o seu desenvolvimento larval em uma única planta. Portanto, seu sucesso depende da escolha de um hospedeiro, pela fêmea, que possa sustentar este desenvolvimento. Além disto, para alguns endófagos brocadores de ramo o tamanho ou desenvolvimento da planta pode ser um fator limitante para sua presença.

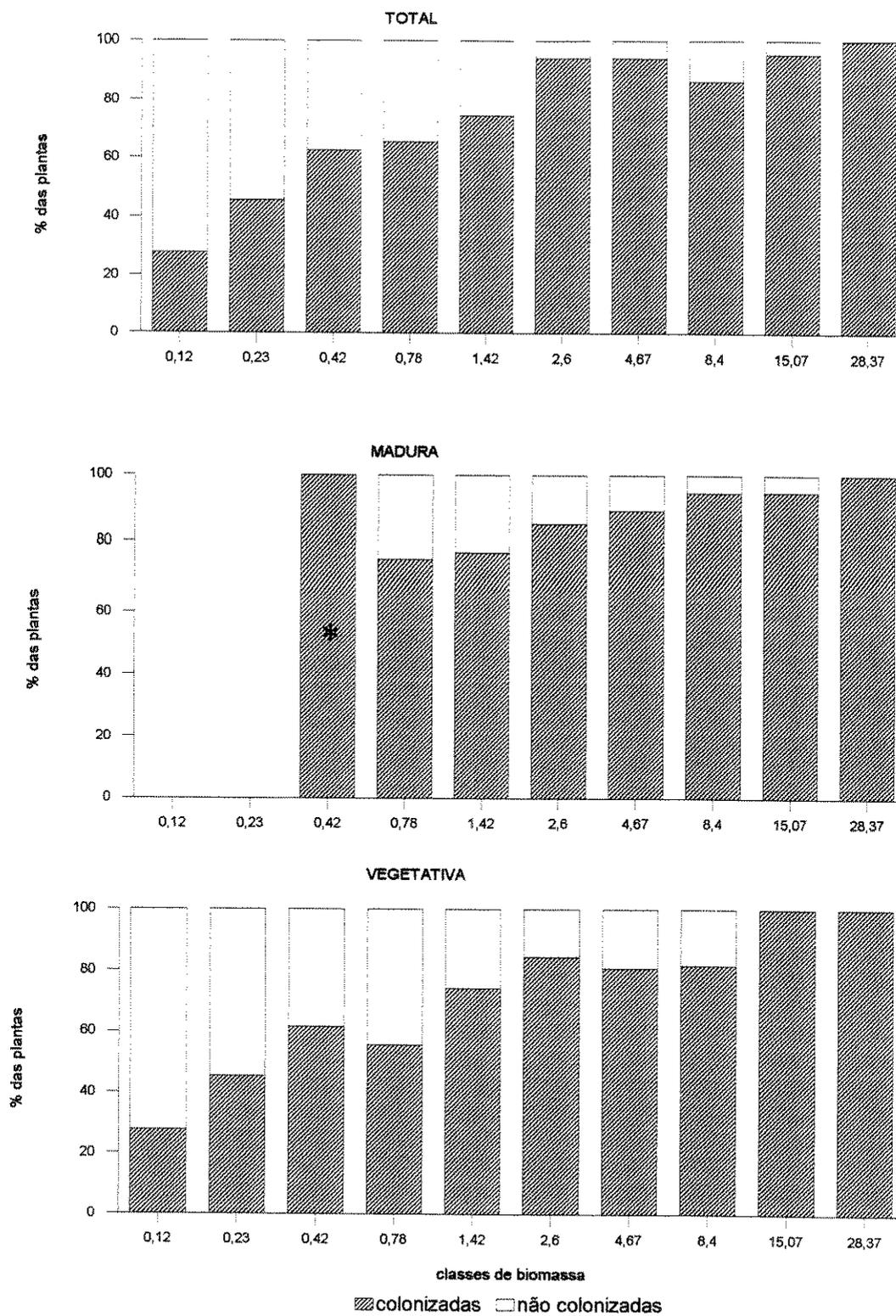


Figura 8. Porcentagem de plantas colonizadas (com pelo menos 1 espécie fitófaga) e não colonizadas do total das plantas, das maduras e das vegetativas em cada classe de biomassa.
* classe com uma única planta que estava colonizada.

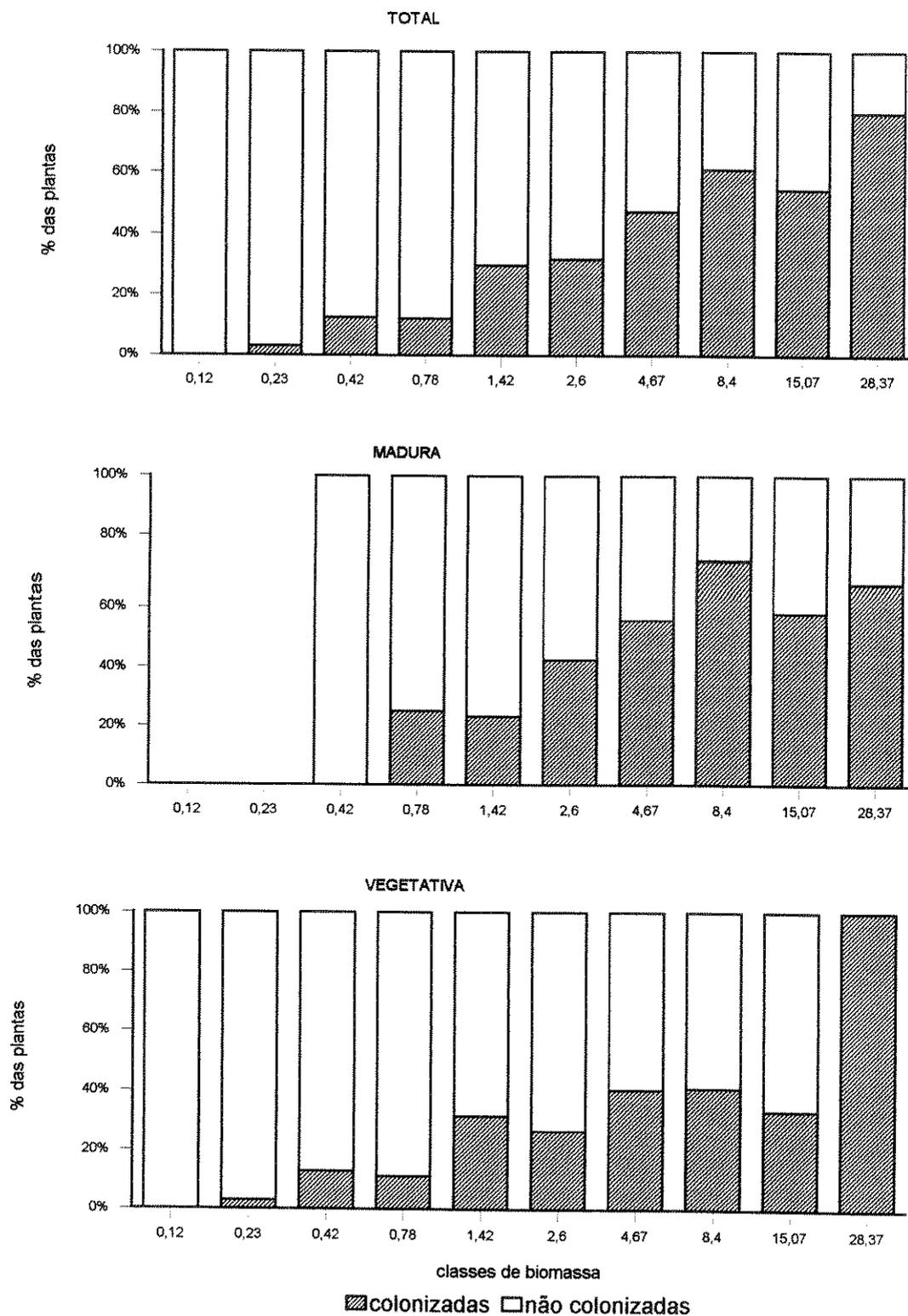


Figura 9. Porcentagem de plantas colonizadas (com pelo menos 1 espécie entomófaga) e não colonizadas do total das plantas, das maduras e das vegetativas em cada classe de biomassa.

Tabela 7. Coeficientes da Regressão Logística dos fitófagos e entomófagos sobre biomassa e fenofase das plantas, probabilidade, verossimilhança e rho-quadrado de MacFadden.

	constante	Biomassa	Fenofase	biomassa x fenofase	valor de p	máxima verossimilhança	rho-quadrado de McFadden
fitófago	0,225	0,413***	1,366**	-0,311**	0,000	-252,028	0,089
ectófago	0,175	0,306***	0,822**	-0,238**	0,000	-238,788	0,047
ectófago não af.	-0,880	0,182***	0,869***		0,000	-309,860	0,096
sugador	0,137	0,305***	0,767**	-0,265**	0,000	-299,172	0,038
afideo	-0,180	0,057#			0,044	-341,737	0,006
mastigador	-3,500		2,031***		0,000	-119,853	0,123
endófago	-2,372	0,249***	0,862**		0,000	-221,523	0,164
brocador	-3,744	0,201***	2,053***		0,000	-140,739	0,269
minador	-2,404	0,083**			0,025	-163,953	0,015
entomófago	-1,798	0,309***	1,530***	-0,222**	0,000	-277,668	0,116
predador	-2,069	0,301***	1,587***	-0,213**	0,000	-259,19	0,122
parasitóide	-2,966	0,184***			0,000	-138,442	0,082

= 0,05; * p < 0,05; ** p < 0,025; *** p < 0,001.

Pela análise separada dos dois grupos de endófagos, brocador e minador, verificamos que é justamente para os brocadores que a biomassa e fenofase explicam mais variação (Tabela 7).

Para os minadores de folha independe se a planta é madura ou vegetativa. Mesmo o efeito da biomassa parece ser bem pequeno. As larvas de *Calycomyza sidae* minam principalmente folhas novas. Estas folhas podem ser encontradas em plantas de qualquer tamanho e fenofase. O pequeno efeito da biomassa observado pode ser devido à maior probabilidade aleatória de encontro das plantas maiores.

A biomassa e fenofase da planta também explicam uma boa proporção da variação das espécies entomófagas, principalmente para os predadores (Tabela 7). Para estes grupos também existe uma interação negativa entre a fenofase e a biomassa da planta.

A importância das características da planta são menos evidentes para os parasitóides,

explicando menos variação do que para os predadores. A ocorrência ou não de parasitóides independe da fenofase da planta. Muitos parasitóides localizam indiretamente seus hospedeiros através de sinais odoríficos liberados pelo herbívoro enquanto se alimenta ou através de caimônios liberados pela planta atacada (Vinson 1976, Faeth 1985). Nestas duas situações, a presença do parasitóide na planta parece depender mais da presença do herbívoro do que das características físicas da planta.

Podemos evidenciar, portanto, que os endófagos brocadores e os predadores representam os grupos cuja associação com a biomassa e fenofase de *Sida cordifolia*, se manifestam de maneira mais clara. No entanto, antes de responderem a um sinal específico de uma planta específica colonizável, os artrópodes parecem responder a uma seqüência de sinais emanados inicialmente pelo habitat e seus aspectos físicos, pela comunidade de plantas em geral, que lhe dão a fisionomia e pelas características da população hospedeira (Stanton 1983). A variação na disponibilidade de *Sida cordifolia* presente nas fenofases ao longo do tempo deve ser também considerada na análise de respostas de artrópodes à sua planta hospedeira.

3.6. Disponibilidade temporal de *Sida cordifolia*

S. cordifolia é uma planta perene, cujo ciclo varia até dois ou mais anos. Entre outubro e novembro começa a emergência das novas plantas no campo e o desenvolvimento vegetativo das que já terminaram o período reprodutivo. Entre novembro e março, a biomassa disponível no campo é representada principalmente por plantas vegetativas (Fig. 10). De dezembro a fevereiro todas as plantas coletadas eram vegetativas (Fig. 11 e 12). A planta entra na fase reprodutiva em março, quando apresenta os primeiros botões, sendo que, entre abril e maio, praticamente todas as plantas estão maduras. A partir deste momento, os frutos vão amadurecendo e a planta vai entrando na fase senescente. O número de frutos vai diminuindo gradativamente e alguns ainda

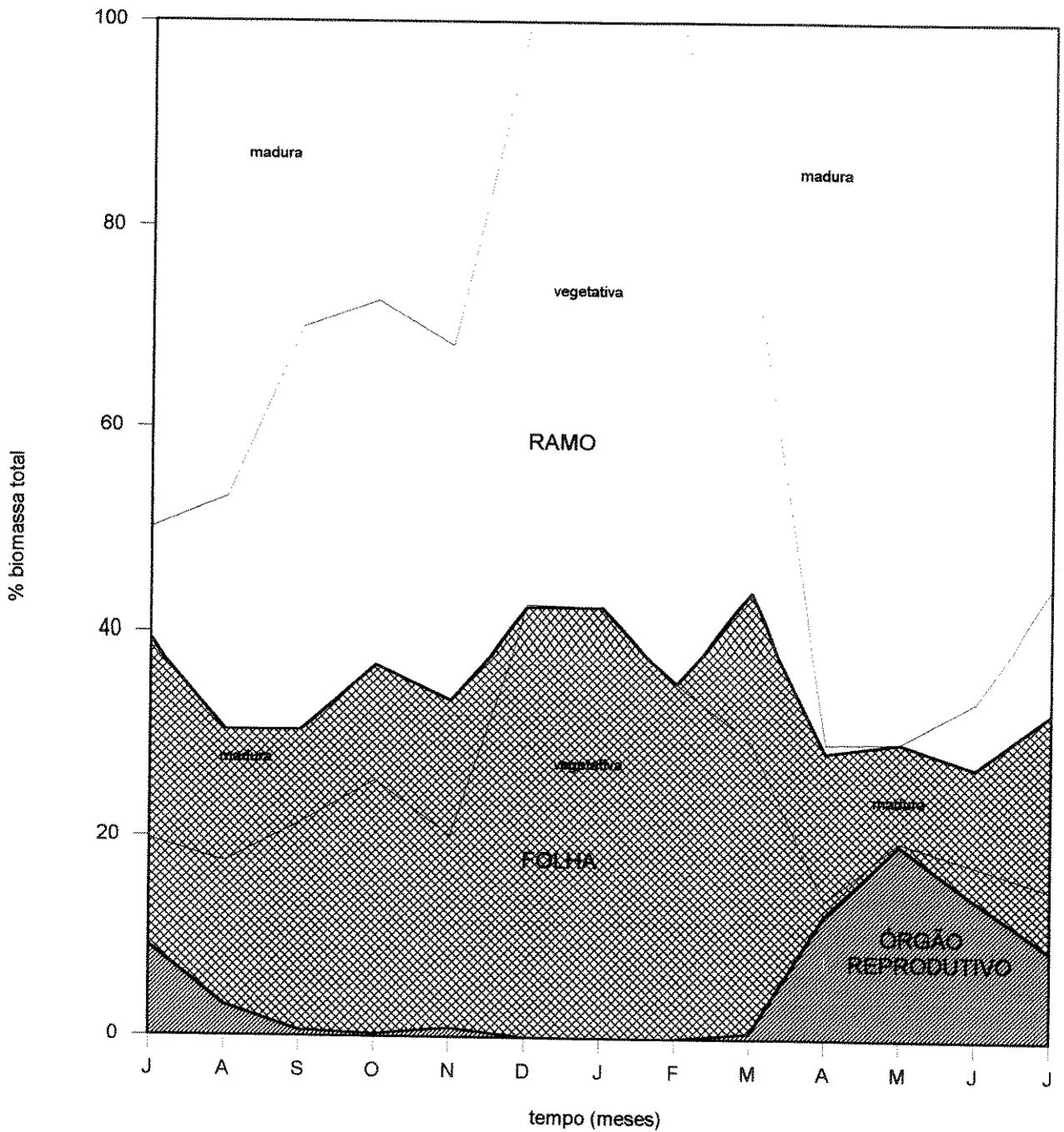


Figura 10. Proporção da biomassa total, em g, dos diferentes órgãos das plantas. Abaixo das linhas estão as plantas vegetativas e acima as maduras, tanto nas folhas quanto nos ramos.

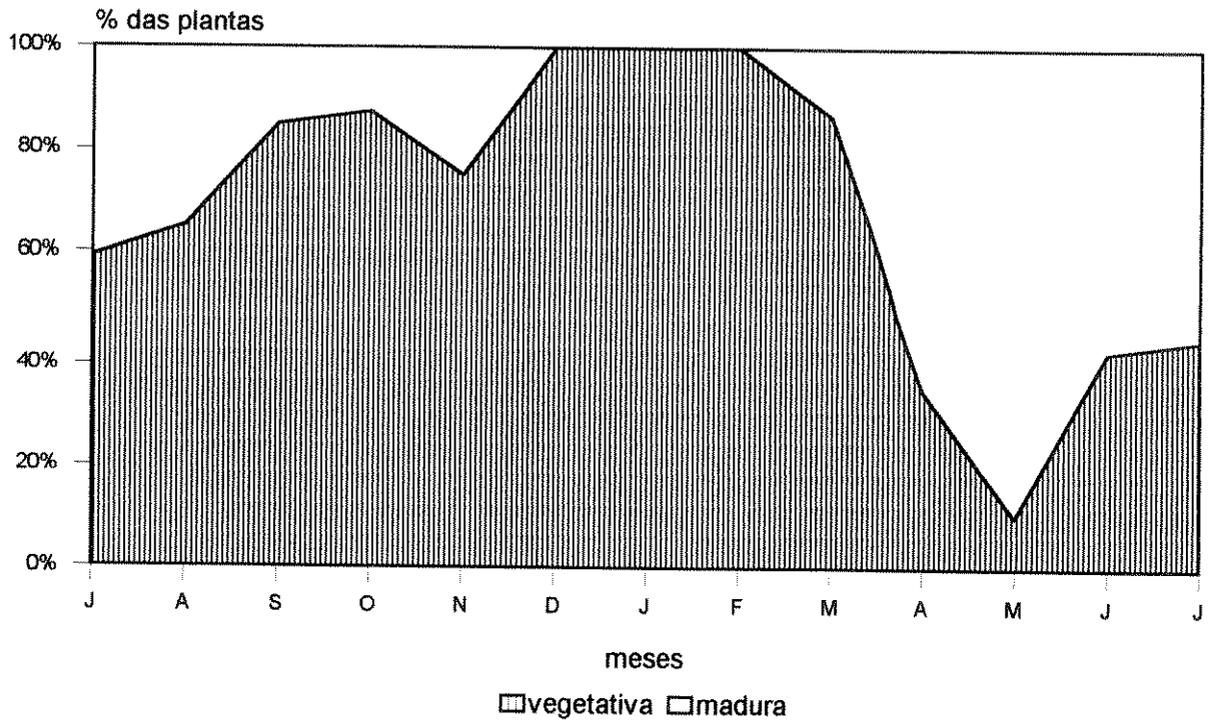


Figura 11. Frequência de plantas vegetativas e maduras em cada amostra.

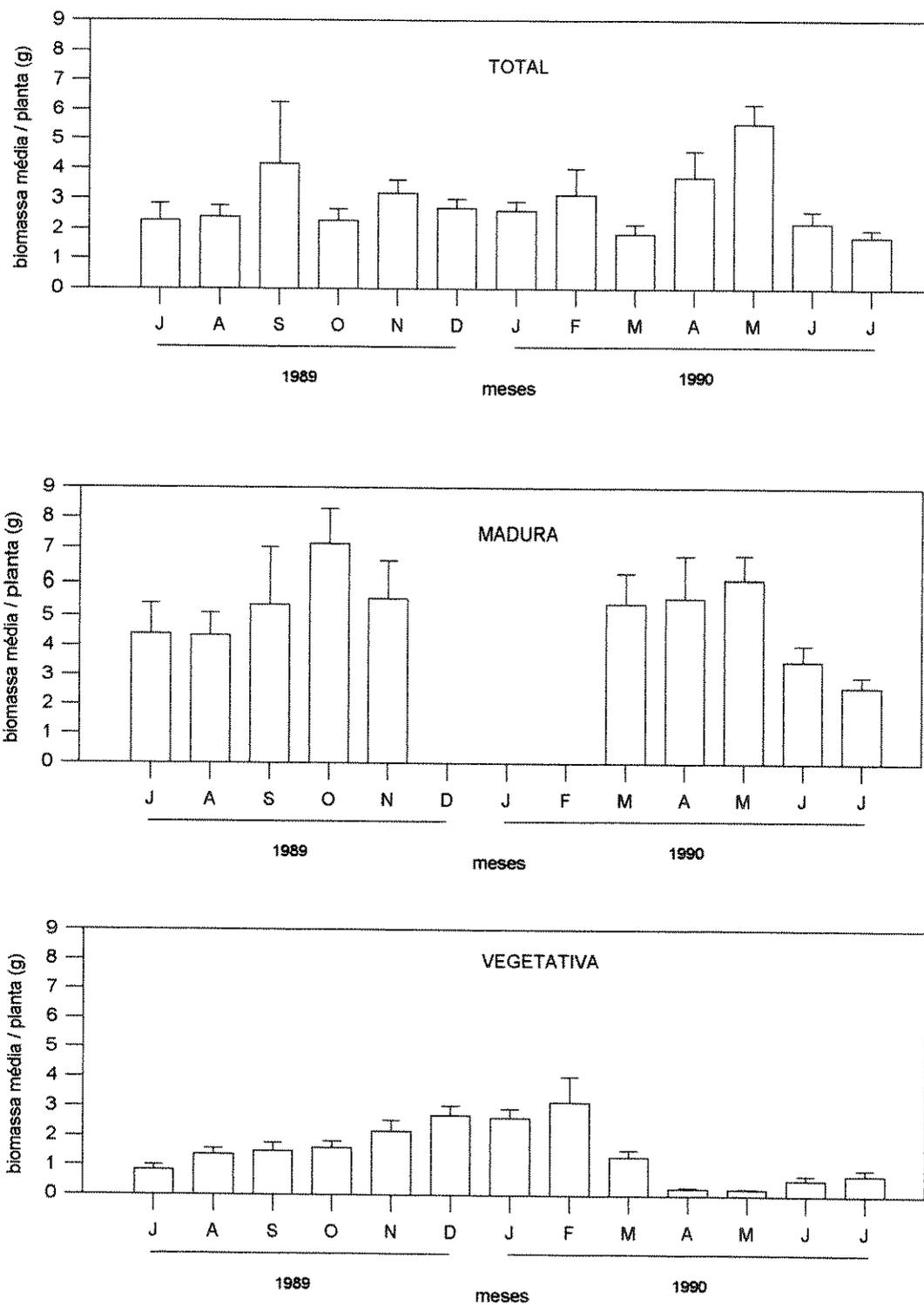


Figura 12. Biomassa média das plantas maduras, vegetativas e total ao longo do ano. As barras indicam o erro padrão.

permanecem na planta em estágio pós-reprodutivo até novembro. Durante a primavera e o verão praticamente não há frutos disponíveis (Fig. 10). Portanto, na população estudada, existem dois tipos de plantas maduras: as remanescentes do ano anterior e que apresentam ainda algum órgão reprodutivo e as que são do ano, resultado de germinação recente ou rebrota. Também existem dois tipos de plantas vegetativas: as que são resultado de germinação recente e as que são rebrota de anos anteriores e que possuem ramos mais desenvolvidos.

Os ramos representam sempre a maior proporção da biomassa disponível ao longo do ano (Fig. 10). Folhas também ocorrem o ano todo, mas representam apenas 10,5 % da biomassa total de *Sida cordifolia* no mês de maio, exatamente quando a planta apresenta o máximo de disponibilidade de recursos na forma de órgãos reprodutivos. Esta diminuição também é clara quando consideramos a biomassa média por planta ao longo do ano (Fig. 13).

O agrupamento das plantas por estações mostra que a biomassa média total disponível não varia muito ao longo do ano (Fig. 14). No entanto, em cada uma das estações a maioria das plantas se encontra em uma fase característica de seu desenvolvimento. Na primavera têm-se o início da rebrota e germinação de novas plantas e algumas plantas na fase pós-reprodutiva. No verão todas as plantas estão na fase vegetativa, no outono ocorre a fase reprodutiva, com a maioria dos frutos ainda verdes (não senescentes) e no inverno a maioria das plantas está na fase pós-reprodutiva. Este período é caracterizado também por uma baixa disponibilidade de folhas (Fig. 10 e 13).

3.7. Variação da ocorrência dos artrópodes no tempo

A planta está sendo utilizada por um maior número de indivíduos fitófagos na primavera, principalmente devido a ocorrência do afideo *Aphis gossypii*. Excluindo os afideos, o período de maior incidência de fitófagos na planta ocorre no outono (Fig. 15). Também é no outono que

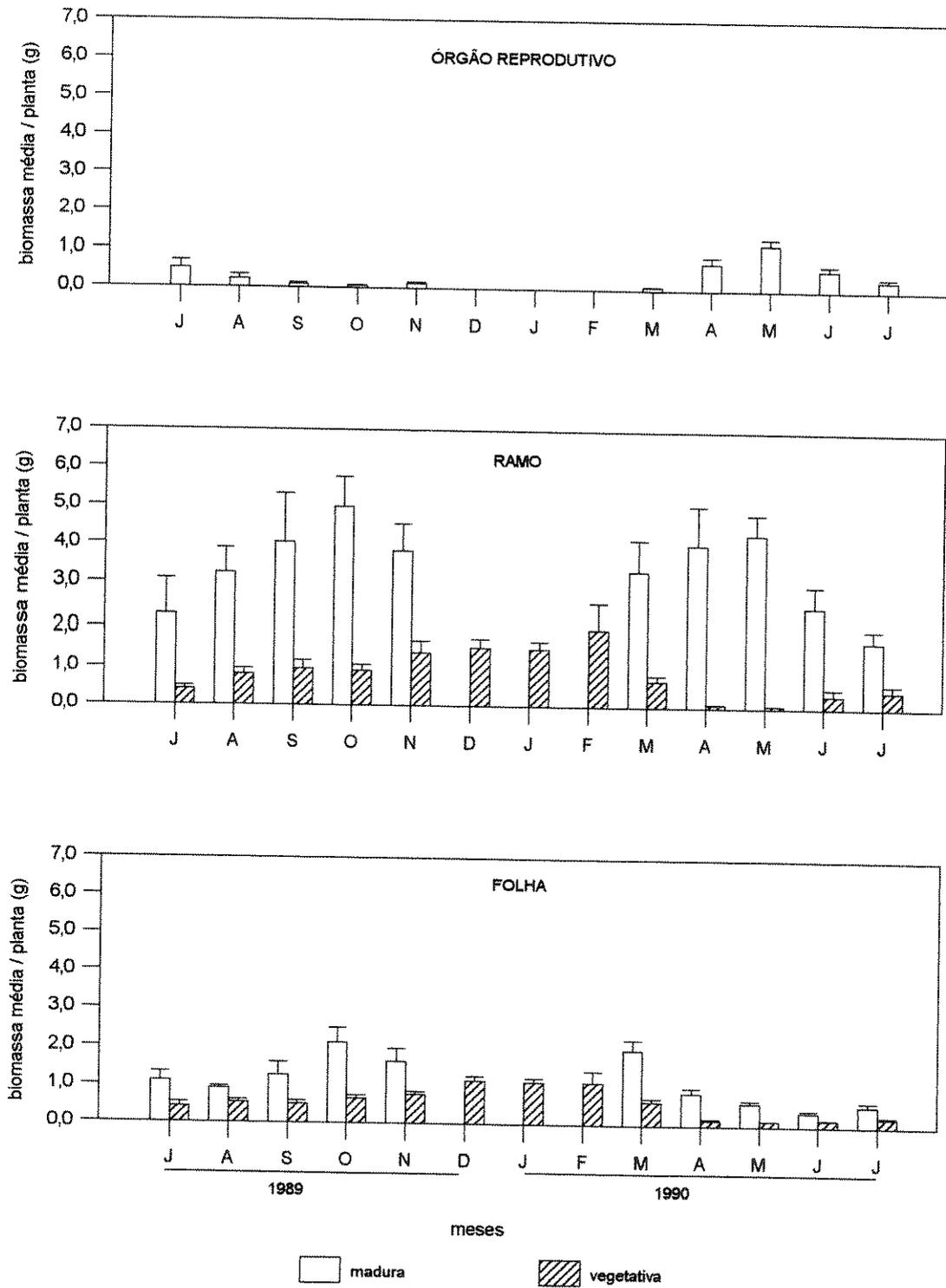


Figura 13. Biomassa média dos órgãos das plantas vegetativas e maduras. As barras indicam o erro padrão.

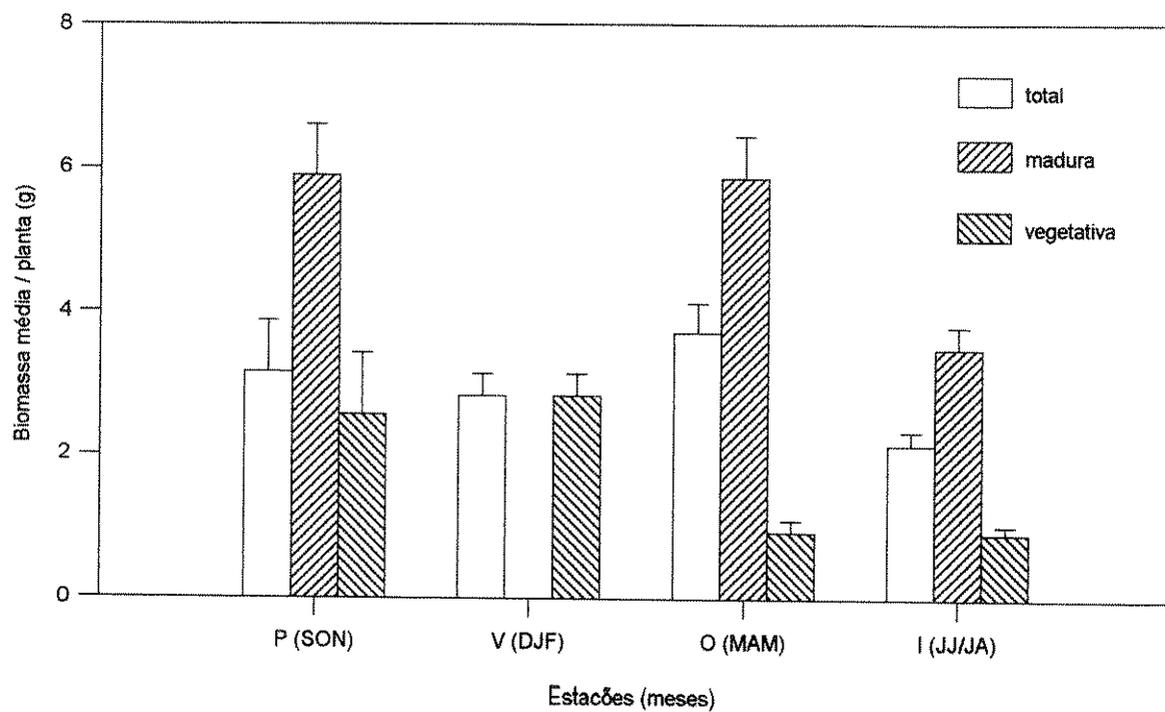


Figura 14. Biomassa média (g) por planta na primavera (P), verão (V), outono (O) e inverno (V).

As barras indicam o erro padrão.

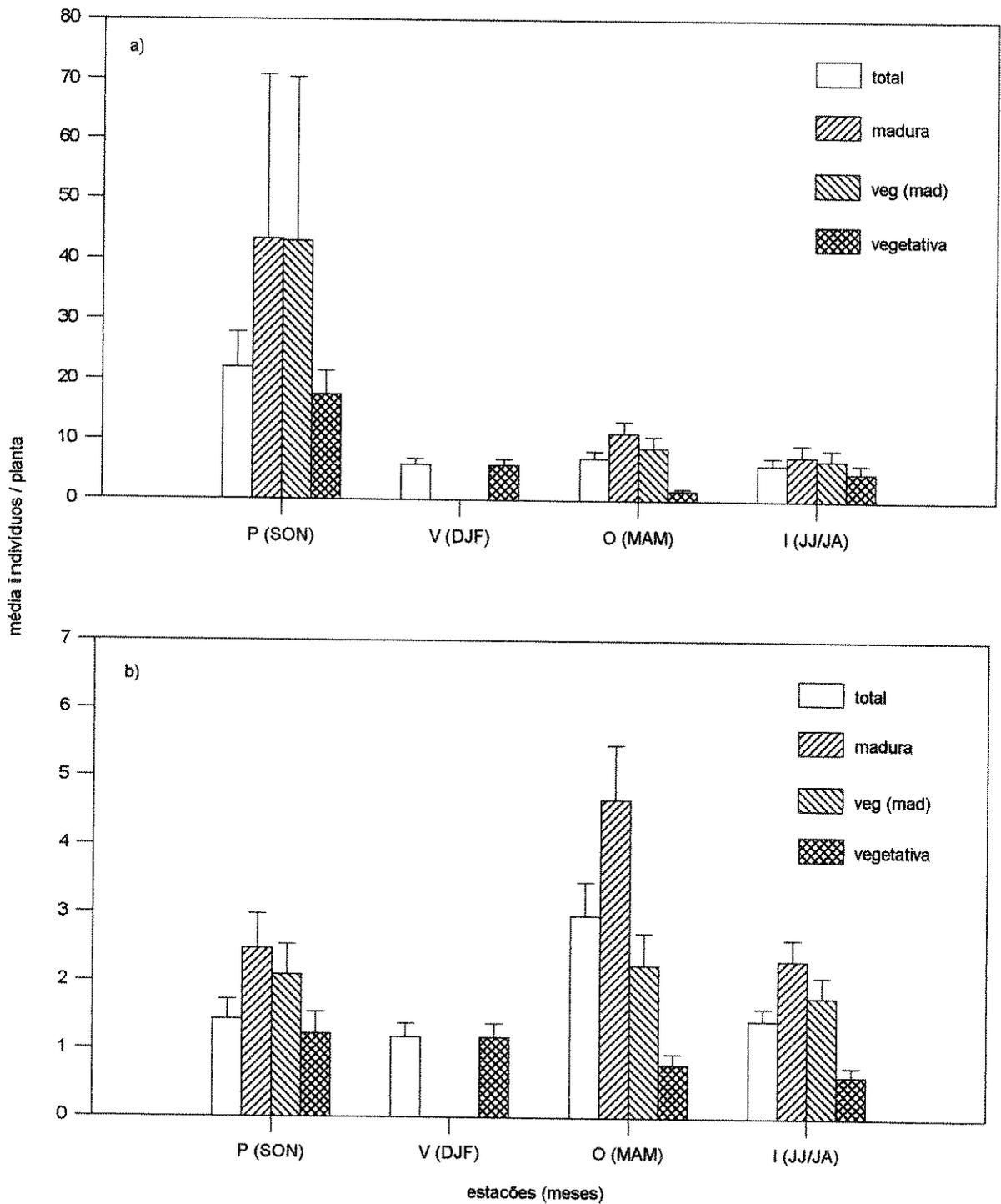


Figura 15. Número médio de indivíduos fitófagos total (a) e excluindo afídeos (b) por planta. As barras indicam o erro padrão. Veg (mad)=porção vegetativa das maduras.

encontramos o maior número de espécies por planta, principalmente nas maduras pois as vegetativas estão divididas em dois períodos: primavera-verão, com maior número de espécies e outono-inverno, com menor número de espécies por planta (Fig. 16). A presença de maior número de espécies por planta nas maduras, é devido à presença de mais uma categoria de recurso (órgão reprodutivo), somente no outono. As mesmas espécies também estão presentes no inverno mas, com exceção do pyrrhocorídeo *Dysdercus* sp, são menos abundantes neste período (Tabela 8).

Tabela 8. Frequência absoluta das espécies mais comuns (pelo menos 8 indivíduos) e órgão atacado durante os meses e as estações do ano. Cada mês corresponde a uma coleta.

órgão	estações e meses												espécies	
	primavera			verão			outono			inverno				
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	J		A
		1989			1990			1990			1989			
F	79	1286	1117	232	226	110	27	89	364	226	197	211	19	<i>Aphis gossypii</i>
F		1		1				1	3	1	4			<i>Bagisara repanda</i>
F		6	2	2	6	2	3	7	2	2	5		1	<i>Bucephalagonia xanthophis</i>
F	4	6	29	9	4	3	1		4	3	4		2	<i>Calycomyza sidae</i>
F		30	9	12	1					2	12	11	2	<i>Corythaica monacha</i>
F	4	10	16	16	18	16	25	18	49	20	14	1	1	<i>Empoasca</i> sp
F	1		4	1	1	1	8			4	4			<i>Parallaxis</i> sp
F		2	4		2	1	3	2				1	1	<i>Scaphytopius</i> sp
F				2			1	2	2		1			<i>Heliopetes</i> spp
F/R	3	1	3	4	3	1		4						Coccidae spp
F/R	4	3	2					3	3	7	2	7	10	<i>Paragrillus</i> sp
R	3		4	18		1		18	1	12	1			<i>Hypothenemus obscurus</i>
R		6	1	1	3	4		3	24	8	8	1		<i>Melusinella nervosa</i>
OR														(<i>Anthonomus rubricosus</i> +
OR	1							76	9	2	2			<i>Pheloconus</i> sp)
OR	1		1					5	4				1	<i>Crociosema plebejana</i>
OR			2				1	3	11	5	6	5	4	<i>Dysdercus</i> sp
OR					1	1	1	2	1	2	2			<i>Ceratocapsus</i> sp
OR				1				2	15	3	2	1		<i>Niesthrea pictipes</i>
	40	40	40	40	40	39	38	40	39	40	40	22	40	número de plantas

Legenda: OR=órgão reprodutivo, F=folha e R=ramo.

Tanto as espécies como os indivíduos (não afídeos) ectófagos apresentam uma variação muito pequena durante o ano. Apenas no outono é que se observa um número maior de fitófagos por planta (Fig. 17). No verão observa-se menor ocorrência de endófagos, por planta, provavelmente pela ausência de plantas maduras e presença de plantas vegetativas, com ramos em tamanho ou

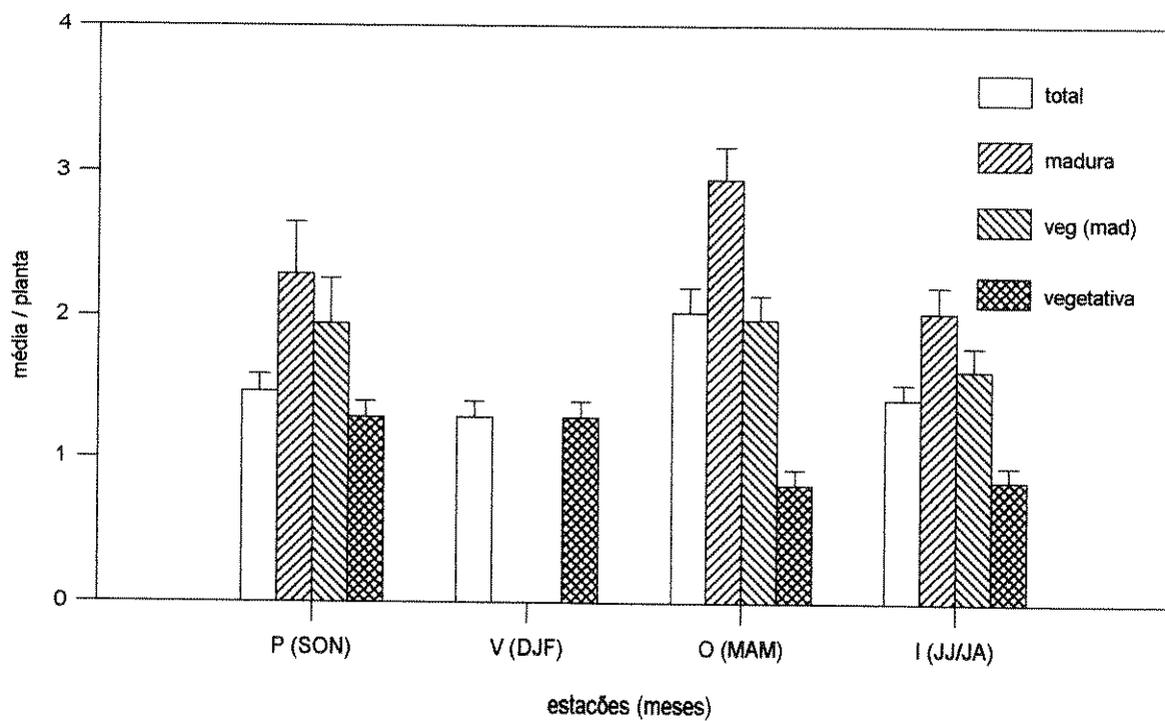


Figura 16. Número médio de espécies fitófagas, por planta, nas 4 estações do ano. P=primavera, V=verão, O=outono e I=inverno. As barras indicam o erro padrão. Veg (mad)=porção vegetativa das plantas maduras.

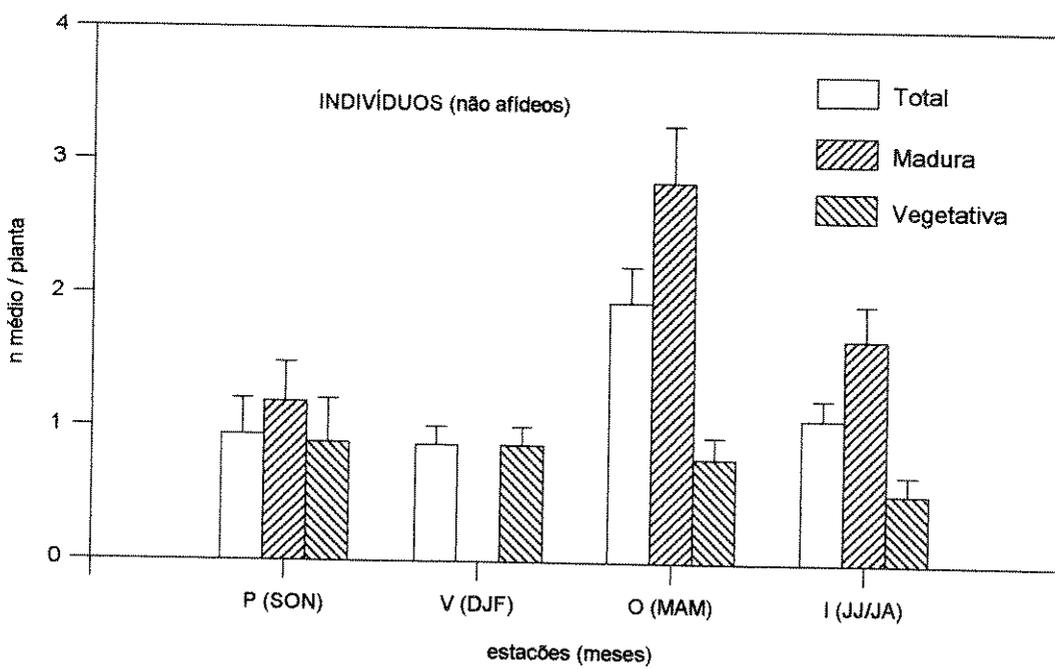
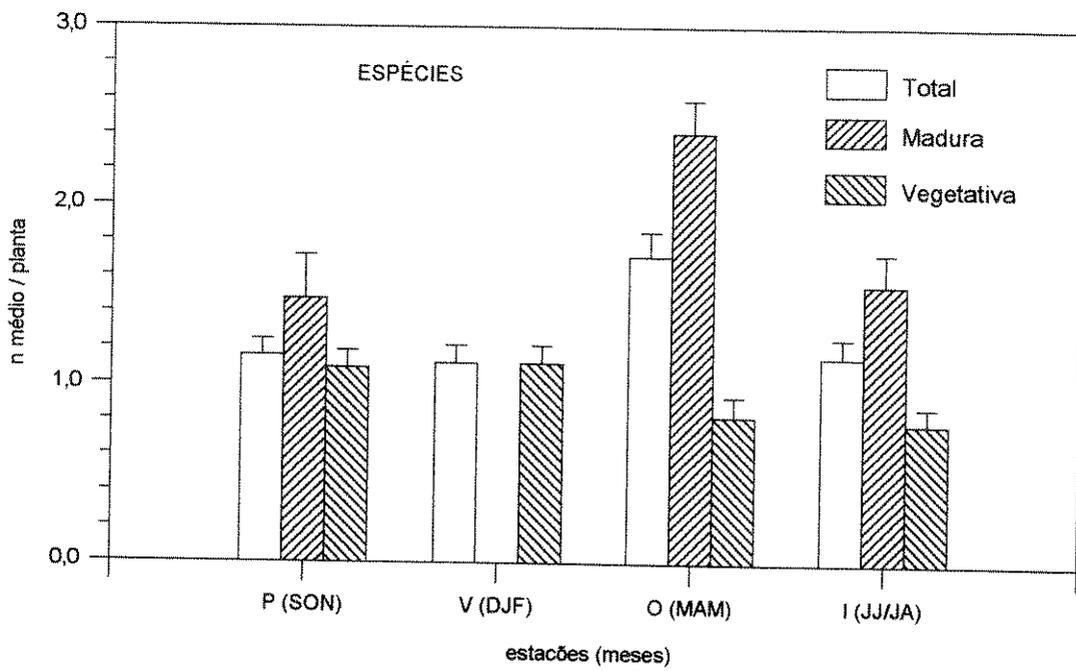


Figura 17. Numero médio, por planta, de espécies e indivíduos fitófagos ectófagos na primavera (P), verão (V), outono (O) e inverno (I). As barras indicam o erro padrão.

idade não utilizável pelos brocadores (Fig. 18). Neste período os únicos endófagos observados foram o minador de folha *Calycomyza sidae* (Agromyzidae), que ocorre praticamente o ano todo, e o brocador de ramo *Hypothenemus obscurus* (Scolytidae), observado em apenas duas plantas que provavelmente germinaram no ano anterior (Tabela 8). Esta espécie, apesar de possuir um tamanho diminuto, só utiliza ramos bem lenhosos, geralmente secundários, dentro dos quais passa todo seu desenvolvimento e aí permanece brocando o ramo mesmo quando adulto. Em uma única galeria foram encontrados 18 indivíduos, em diferentes estágios de desenvolvimento. Esta espécie nunca foi encontrada brocando ramos muito grossos.

Os indivíduos e principalmente as espécies fitófagas que se alimentam de folhas apresentam uma variação muito menor durante o ano do que os que se alimentam de ramos e órgãos reprodutivos (Fig. 19 e 20, Tabela 8). Apenas o tingídeo *Corythaica monacha*, apesar de comum, não foi observado de fevereiro a maio. As ninfas deste hemíptero formam pequenas colônias e vão sugando as folhas, deixando pequenas marcas cloróticas e pequenos pontos negros (fezes) por toda a superfície, preferencialmente a ventral.

O ramo apresenta um desenvolvimento muito mais lento quando comparado com folhas. Portanto, apesar de sempre presente no campo, até atingir um nível de desenvolvimento limite, o ramo não está disponível para ser explorado por certas espécies de fitófagos, como os brocadores *Hypothenemus obscurus*, que só utiliza ramos secundários lenhosos e *Paragrillus* sp, que apenas foi coletado em plantas com diâmetro de no mínimo quatro milímetros. Este buprestídeo, come a medula do ramo, geralmente de cima para baixo, até completar seu desenvolvimento larval. Foram encontradas no máximo duas larvas por planta. A pupa permanece dentro do ramo até a emergência do adulto, que faz um orifício para sua saída. O adulto também se alimenta de várias espécies de *Sida*, mas comendo folhas.

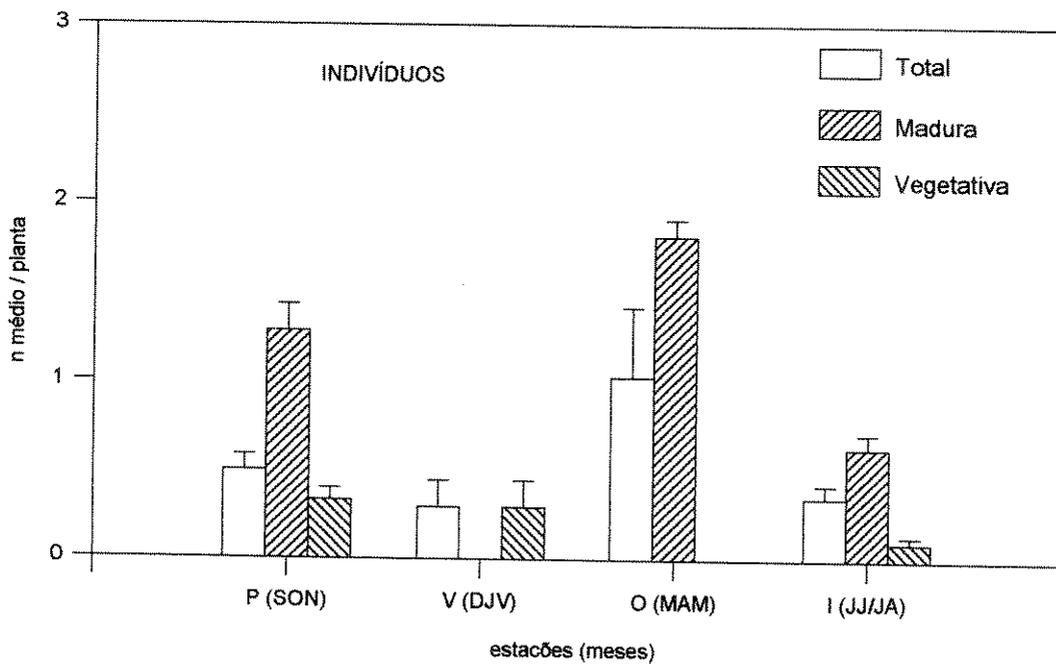
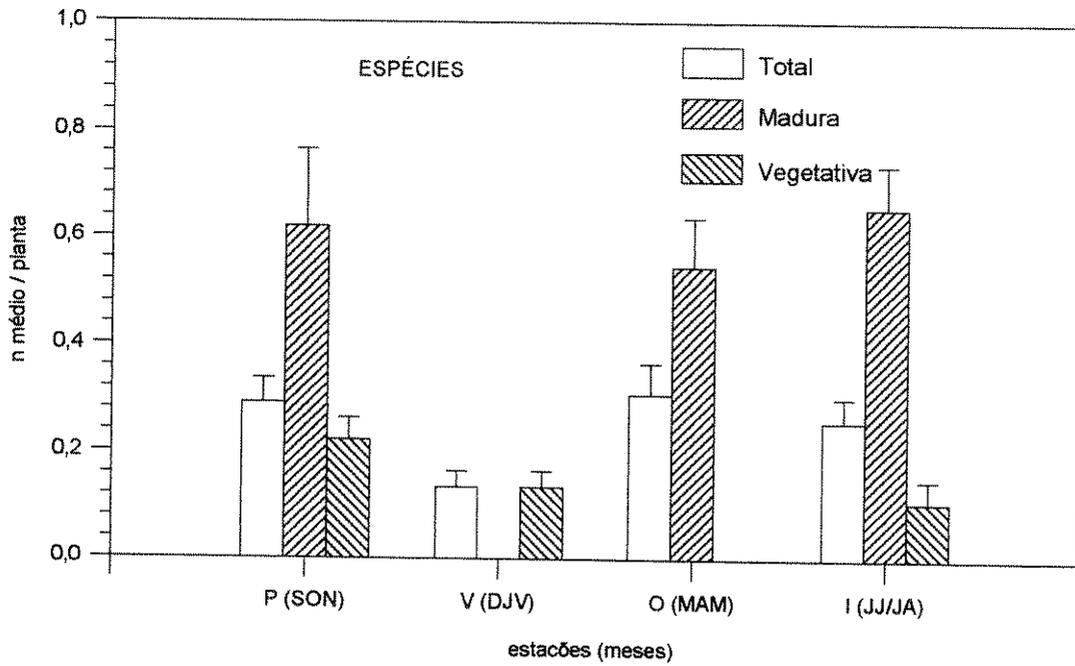


Figura 18. Numero médio, por planta, de espécies e indivíduos fitófagos endófagos na primavera (P), verão (V), outono (O) e inverno (I). As barras indicam o erro padrão.

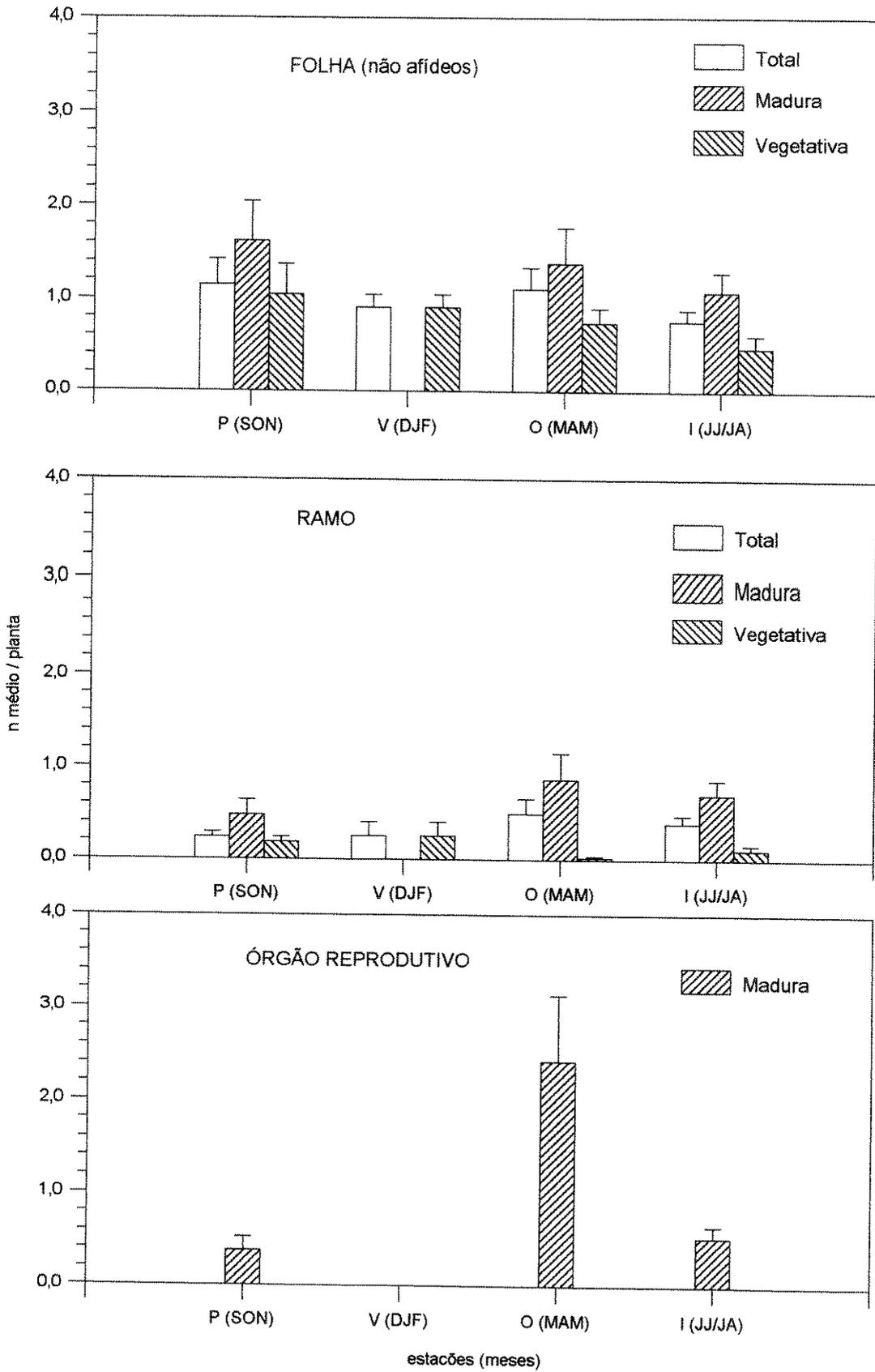


Figura 19. Numero médio, por planta, de indivíduos fitófagos associados aos órgãos das plantas na primavera (P), verão (V), outono (O) e inverno (I). As barras indicam o erro padrão.

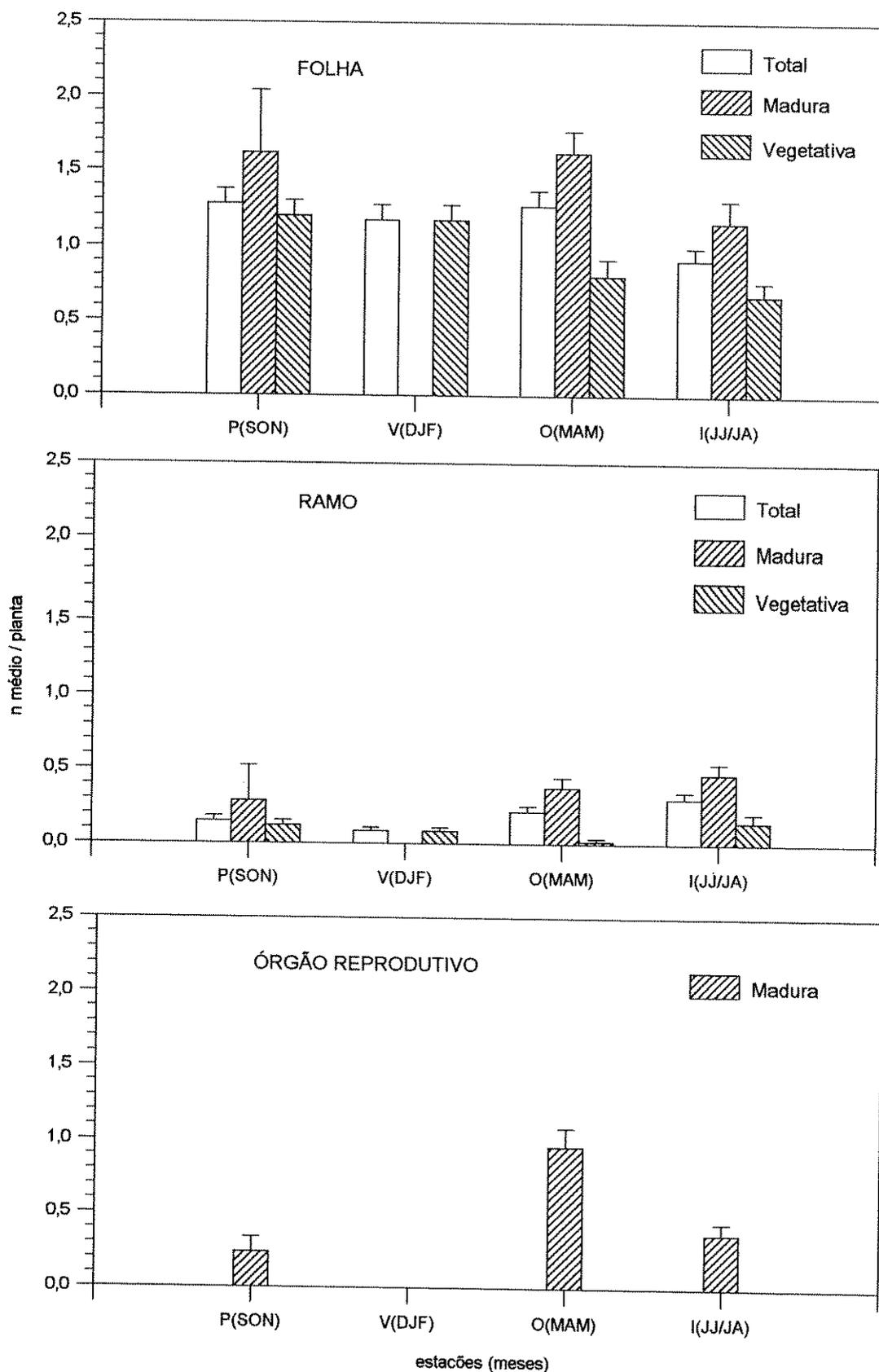


Figura 20. Numero médio, por planta, de espécies de fitófagos associados aos órgãos das plantas na primavera (P), verão (V), outono (O) e inverno (I). As barras indicam o erro padrão.

As mudanças climáticas decorrentes das mudanças de estação afetam profundamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente devem afetar o crescimento e o número de insetos (Strong *et.al.* 1984). O aumento sazonal do número de espécies associadas a uma planta, comum nas regiões temperadas, pode ser determinado pelas mudanças na química, no vigor e palatabilidade das diversas partes, mas também pela presença ou ausência dos diversos recursos (Lawton 1983, Strong *et.al.* 1984). Muitos fitófagos, por se especializarem em certos tipos de tecidos das plantas acabam ficando restritos a determinadas estações.

Mesmo em região subtropical, Cytrynowicz (1991), observou maior número de indivíduos fitófagos por planta no verão, na maioria das espécies de plantas estudadas.

Neste trabalho, não observamos um aumento progressivo das espécies associadas à planta ao longo do ano. Mas existe um período em que o número de espécies observado é claramente maior que nos demais. Este período, de abril a julho, coincide com o início e auge da fase reprodutiva da planta, onde ocorre a maior disponibilidade de órgãos reprodutivos. Portanto, neste caso, a presença de novos recursos parece estar mais associada à maior riqueza observada neste período. O fato de *Sida cordifolia* ser uma planta perene, possibilita a coexistência de plantas em diferentes fases de desenvolvimento na maior parte do ano, o que pode minimizar os efeitos das mudanças sazonais sobre a comunidade de artrópodes.

3.8. Relação entre riqueza de espécies, época do ano e biomassa da planta

A biomassa da planta explica uma parte significativa da variação do número de espécies total, ectófaga e endófaga associadas por planta de *S. cordifolia* (tabela 9).

Tabela 9. Coeficientes de determinação (r^2) das espécies fitófagas x biomassa das plantas no total e nas 4 estações do ano. Probabilidade (p): *= $p < 0,05$ e n.s.=não significativo.

Número de espécies por planta	(T)	Estações			
		P	V	O	I
Total x biomassa total	0,23*	0,20*	0,17*	0,51*	0,09*
Ectófagos x biomassa total	0,14*	0,04*	0,15*	0,28*	0,00n.s.
Endófagos x biomassa total	0,14*	0,09*	0,03n.s.	0,26*	0,22*

Legenda: (T)=total, sem distinção de estação, P=primavera, V=verão, O=outono e I=inverno.

Outros trabalhos que consideram o tamanho da planta no número de espécies associadas, apesar de considerarem a riqueza total de uma dada espécie de planta arbórea, encontram resultados semelhantes. Aproximadamente 35% da variação na diversidade de herbívoros entre as espécies de *Opuntia* é atribuída ao tamanho da planta (Moran 1980). Em estudo em que o tamanho médio da espécie de planta foi medido pelo número de folhas, esta característica explicou 36% da variação na riqueza de espécies associadas à plantas lenhosas em um cerrado do estado de São Paulo (Cytrynowicz 1991). No entanto, em 5 espécies de *Quercus* sp estudadas localmente, a altura da árvore explicou muita variação ($r^2=0,69$ para *Q. lobata*, por exemplo) na riqueza de espécies em alguns locais e pouca ($r^2=0,01$ para *Q. durata*) em outros (Cornell 1986).

No caso de *S. cordifolia*, fatores que variam com o tempo podem estar influenciando o número de fitófagos encontrados por planta. A porcentagem da variação no número de fitófagos explicada pela biomassa da planta varia muito quando consideramos as plantas dentro de cada um dos 4 períodos do ano (tabela 9). No outono é que encontramos a maior parte da variação no número de espécies explicada pela biomassa das plantas provavelmente devido ao recrutamento pelas plantas de espécies que utilizam os órgãos reprodutivos. Neste período a planta apresenta a máxima disponibilidade destes recursos (Fig. 10).

No caso dos ectófagos, além dos comedores existem os sugadores, que são maioria e

apresentam grande mobilidade, podendo mudar de hospedeiro se necessário. Portanto, a resposta destes fitófagos à biomassa da planta provavelmente é efeito da maior probabilidade de encontro com as plantas maiores. Cornell (1986) considera a importância do efeito aleatório de maior probabilidade de encontro de plantas maiores quando comparamos a fauna em diversos estágios de desenvolvimento de uma única espécie de planta hospedeira, sendo que, plantas maiores têm fauna mais rica porque têm mais chance de serem encontradas.

Somado a quantidade e diversidade de recursos disponíveis, pode estar havendo uma contribuição significativa da qualidade da planta, evidenciada indiretamente quando agrupamos as plantas nos 4 períodos. A qualidade nutricional da planta deve mudar com o desenvolvimento (Mattson 1980). A planta apresentaria qualidade nutricional mais adequada no outono e recrutaria os fitófagos disponíveis no local, uma vez que apenas uma espécie de endófago, o Curculionídeo *Chelotomys hirsutus* parece ser específico de *Sida cordifolia*, enquanto que as demais espécies são encontradas, no local estudado, em pelo menos mais duas espécies de plantas: *Sida glaziovii* (Garcia *et al.* 1995) e *Sida rhombifolia* (Seike 1993). A especificidade deste curculionídeo não foi testada, mas inferida devido a forma extremamente peculiar com que ataca a planta e como esta responde a presença da larva. A larva forma uma espécie de câmara entre os botões florais. Os botões desta planta, quando no início do desenvolvimento, ficam agrupados, não muito diferenciados. Uma única larva se desenvolve e forma a câmara por baixo das sépalas de vários botões, de maneira que estes cessam o crescimento, mas externamente ficam intactos. Quando a larva está em estágio mais avançado, os botões vão ficando com aspecto mais seco.

As espécies endófagas, com pequena capacidade de mudar de indivíduo ou cujo sucesso depende da escolha do indivíduo por sua mãe, estão mais sujeitas a serem afetadas pela qualidade do hospedeiro (Karban 1989, Zwölfer e Brandl 1989). No entanto, a biomassa da planta explica a mesma quantidade de variação no número de endófagos e de ectófagos (Tabela 9). Mas esta

variação está distribuída de forma diferente ao longo do ano. No inverno por exemplo, a biomassa da planta explica uma parte razoável da variação no número de espécies apenas para as endófagas. É neste período também que encontramos a menor disponibilidade de folhas, principal recurso utilizado pelos ectófagos, e nenhuma resposta dos ectófagos à biomassa da planta.

Seria esperado que a biomassa da planta, como medida fiel da quantidade de recurso disponível explicasse uma quantidade maior de variação no número de fitófagos. Portanto, existem outras características, da planta ou do ambiente, que devem estar influenciando os fitófagos. Outros indivíduos de *S. cordifolia* ou outras espécies de planta que circundam a planta coletada podem interferir na chegada e permanência dos fitófagos. Os Chrysomelidae *Acalymma vittatum* e *Diabrotica undecimpunctata*, por exemplo, são mais abundantes em manchas da planta hospedeira (Cucurbitaceae) não cercadas de tomateiros (Lawrence e Bach 1989). Agromizídeos minadores, que geralmente são mais específicos com relação ao hospedeiro e podem ser mais eficientes na sua localização, foram encontrados em maior número por planta de *Hyptis suaveolus* isoladas do que em plantas agrupadas independente da heterogeneidade do habitat (Queiroz 1996). A pequena densidade de fitófagos encontrados por planta também pode contribuir para esta pequena porcentagem de variação explicada. Apesar de existirem 34 espécies comprovadamente associadas à planta, encontrei uma média geral de 1,54 espécie, sendo 1,28 de ectófagos e 0,25 de endófagas, por planta e no máximo 8 espécies coexistindo em uma única planta (Fig. 6).

Além desta baixa densidade, a maioria das espécies encontradas por planta são representadas por taxa mais generalistas e ectófagos (Tabela 2, Fig. 2), o que também deve contribuir para a pequena proporção explicada.

A biomassa explica uma proporção relativamente pequena na variação do número de espécies encontrado por planta, mas a riqueza responde positivamente ao aumento no tamanho da planta.

A separação da planta em classes de biomassa pode evidenciar quais espécies ou guildas estão mais estreitamente relacionadas com a disponibilidade de recursos presentes na planta.

3.9. Relação entre artrópodes e biomassa da planta separada em classes de tamanho

À medida que aumenta a biomassa da planta há um aumento relativo do número de plantas colonizadas pelos fitófagos, tanto nas plantas maduras quanto nas vegetativas, até que, nas últimas classes de biomassa, praticamente todas as plantas estavam sendo utilizadas por pelo menos uma espécie (Fig. 8).

Entre as classes de biomassa, existe diferença significativa no número de indivíduos e espécies associadas sendo que plantas das maiores classes de biomassa sustentam maior riqueza de espécies ($F_{9,486}=17,75$; $p<0.001$), e maior número de indivíduos que as plantas nas classes menores, tanto para os fitófagos ($F_{9,486}=7,20$; $p<0.001$) e ectófagos ($F_{9,486}=4,89$; $p<0.001$), como para os endófagos ($F_{9,486}=15,92$; $p<0.001$) ou para os fitófagos ($F_{9,486}=18,18$; $p<0.001$) e ectófagos ($F_{9,486}=10,56$; $p<0.001$) sem considerar os afideos (Fig. 21 a,b,c,d,e,f).

Os afideos são responsáveis pela grande variância observada para o total de indivíduos fitófagos e ectófagos nas classes 2 e 9 (Fig. 21, a e c). Apesar da média de 8,4 indivíduos por planta e de terem sido coletadas apenas 6 plantas com mais de 100 indivíduos, na classe 2 está uma planta com 343 indivíduos e na classe 9 uma com 581 indivíduos.

Existem duas hipóteses que podem explicar porque plantas maiores sustentem uma fauna mais rica que plantas menores: o tamanho e a diversidade de recursos (Lawton 1983, 1986).

Plantas maiores são mais fáceis de serem encontradas e colonizadas pelos insetos que as menores, tanto em tempo ecológico como evolutivo. Além disso, plantas maiores sustentam maiores populações totais, de forma que é menor a perda de espécies por extinção. Como se trata de uma espécie herbácea estudada a nível local, no caso de *Sida cordifolia* não há possibilidade de

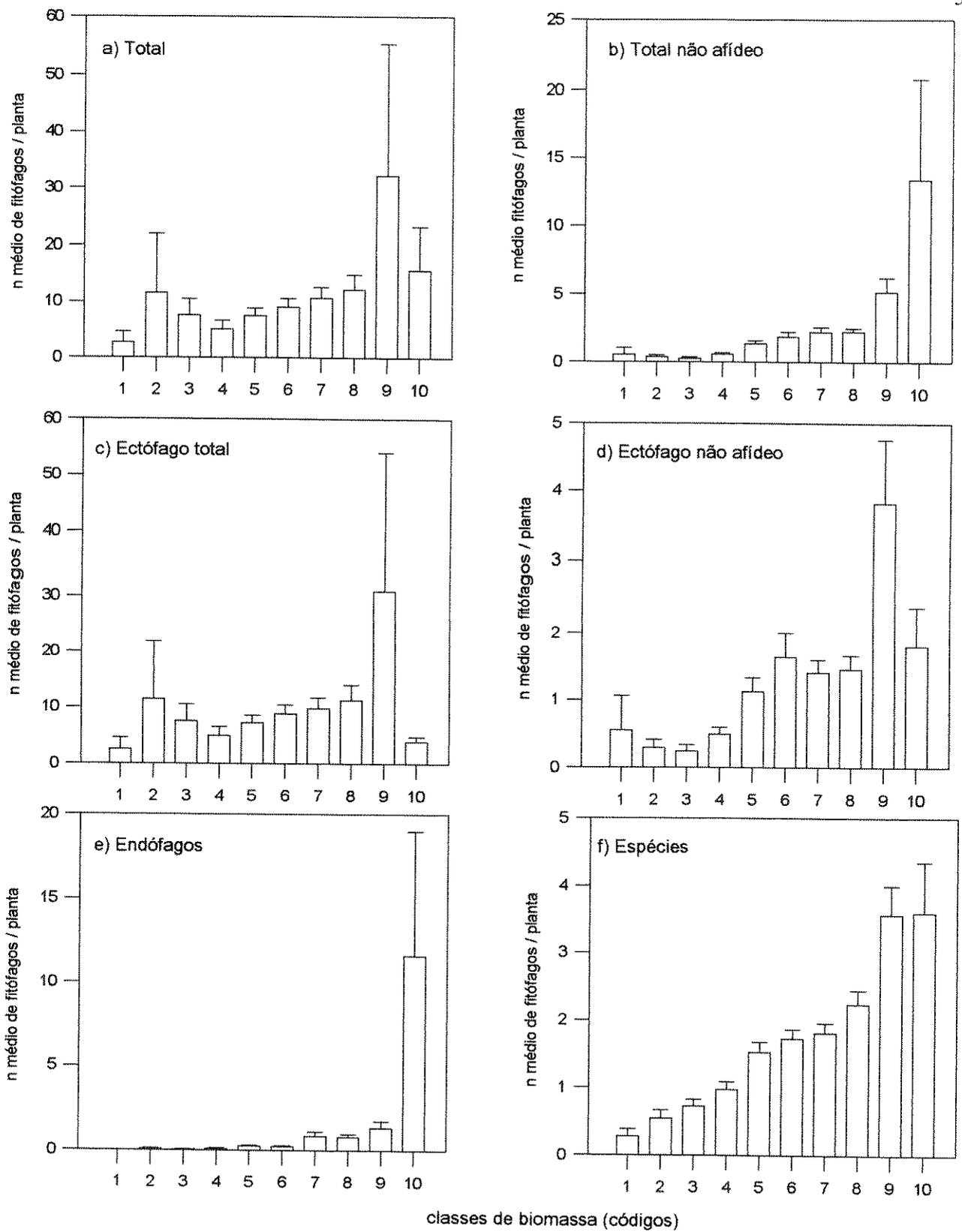


Figura 21. Número médio por planta de indivíduos (a,b,c,d,e) e espécies (f) fitófagos nas classes de biomassa. As barras indicam o erro padrão.

uma única planta sustentar uma população. O que pode ocorrer é que plantas muito pequenas não sustentem o desenvolvimento completo de um ou vários indivíduos com pequena ou nenhuma capacidade de mudar de hospedeiro durante seu desenvolvimento, tal como os endófagos. O tamanho das plantas herbáceas também pode interferir na colonização desta pelos fitófagos, devido a conspicuidade (Cornell 1986). Hospedeiros menores são mais difíceis de serem encontrados e colonizados em um dado período de tempo.

Plantas com uma maior diversidade de recursos suportam mais espécies de herbívoros que plantas com poucos recursos. Porém, geralmente um aumento do tamanho da planta é seguido por um aumento na diversidade de recursos, ficando difícil saber qual a contribuição de cada variável (Lawton 1983).

As diferenças verificadas em *Sida cordifolia*, podem ser devido tanto ao tamanho da planta como à diversidade de recursos.

Não existe uma espécie ou guilda de fitófago que só utilize plantas com biomassa muito alta. No entanto, o ramo começa a ser explorado, por ectófagos, apenas em plantas com biomassa mínima de pelo menos 0,58g (classe 4) e os endófagos apenas a partir da classe de 1,42g (classe 5). A partir desta classe observamos o scolítídeo brocador de ramos secundários *Hypothenemus obscurus*. Já o brocador de ramo principal *Paragrillus* sp aparece em plantas com ou acima de 2,60 g (classe 7). Com exceção do Mirídeo *Ceratocapsus* sp, que é uma espécie polífaga, todas as espécies associadas aos órgãos reprodutivos foram coletadas a partir da classe 1,42g (tabela 10).

Plantas pequenas tendem a ser pouco colonizadas, apenas 3 espécies de sugadores de folha, os Homópteros *Aphis gossypii* e *Empoasca* sp e o Tingídeo *Corythaica monacha*, foram coletados em plantas pequenas, com biomassa até 0,12g. Portanto, apenas espécies folívoras foram coletadas nas menores plantas (Tabela 10). Desta forma, o tamanho do ramo representa uma nova

categoria de recurso que é acrescentada, com o desenvolvimento da planta cuja ausência pode ser limitante para algumas espécies.

Tabela 10. Ocorrência das espécies mais comuns (pelo menos 8 indivíduos) e órgão atacado, nas classes de biomassa de *Sida cordifolia*.

Órgão	classes de biomassa										espécies
	0,12	0,23	0,42	0,78	1,42	2,60	4,67	8,40	15,07	28,37	
F	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Aphis gossypii</i>
F	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Corythaica monacha</i>
F	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Empoasca</i> sp
F		+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Calycomyza sidae</i>
F		+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Parallaxis</i> sp
F			+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Helioptes</i> spp
F			+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Bagisara repanda</i>
F				+	+	+	+	+	+	+	<i>Bucephalagonia xanthophis</i>
F				+	+	+	+	+	+	+	<i>Scaphytopius</i> sp
R				+	+	+	+	+	+	+	<i>Melusinella nervosa</i>
F/R				+	+	+	+	+	+	+	Coccidae spp
R					+	+	+	+	+	+	<i>Hypothenemus obscurus</i>
F/R						+	+	+	+	+	<i>Paragrillus</i> sp
OR					+	+	+	+	+	+	<i>Dysdercus</i> sp
OR					+	+	+	+	+	+	<i>Niesthrea pictipes</i>
OR						+	+	+	+	+	<i>Anthonomus rubricosus</i>
OR						+	+	+	+	+	<i>Pheloconus</i> sp
OR						+	+	+	+	+	<i>Ceratocapsus</i> sp
OR							+	+	+	+	<i>Crociosema plebejana</i>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Classe de biomassa(código)
	18	33	40	58	67	97	97	59	22	5	Número de plantas

Legenda: OR=órgão reprodutivo, F=folha e R=ramo.

Os órgãos reprodutivos representam a outra categoria importante de recurso para fitófagos que permite a instalação de no mínimo seis espécies com alta frequência de ocorrência (Tabela 10), sendo utilizados por três espécies de Lepidoptera, quatro espécies de Coleoptera e três espécies de Hemiptera (Fig 1). Outras seis espécies associadas podem não ser exclusivas dos órgãos reprodutivos.

3.9.1. Papel da diversidade de recursos

O efeito da diversidade de recurso pode ser avaliado analisando-se plantas maduras e vegetativas pertencentes às mesmas classes de biomassa, minimizando desta forma o efeito do tamanho (Fig. 22). Somente foi possível comparar as diferenças em quatro classes intermediárias

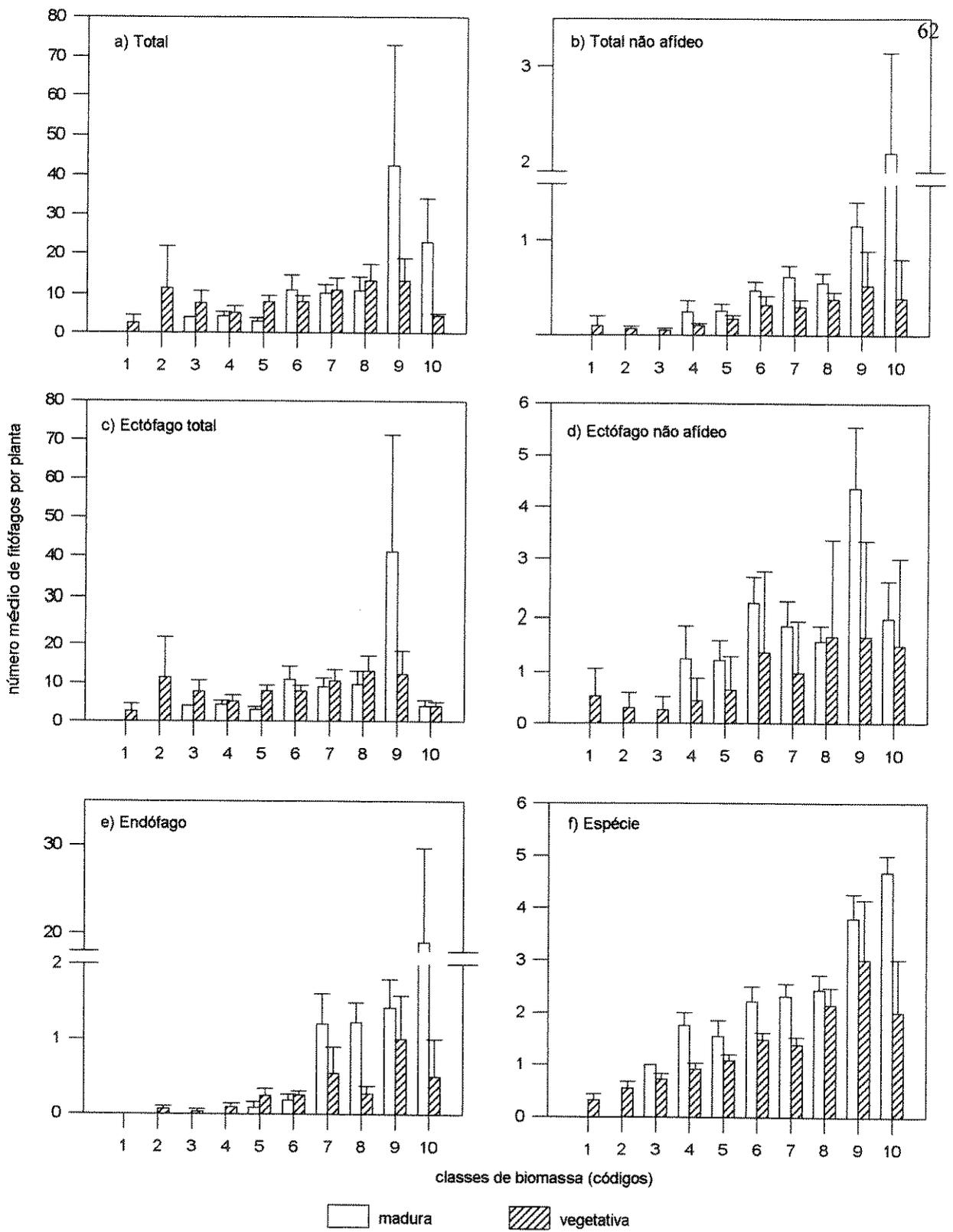


Figura 22. Número médio de indivíduos (a,b,c,d,e) e de espécies (f) fitófagos encontradas, por planta, nas classes de biomassa. As barras indicam o erro padrão.

de tamanho (classes 5, 6, 7 e 8), devido ao número reduzido de plantas maduras nas primeiras classes e de vegetativas nas últimas.

O número total de indivíduos fitófagos e o de ectófagos não apresentou diferença significativa entre plantas maduras e vegetativas em nenhuma classe de tamanho comparada. Porém, quando retiramos os afideos da análise encontramos diferença nas classes 6 e 7 entre os fitófagos e os ectófagos. O número de indivíduos endófagos apresentou diferença significativa entre plantas maduras e vegetativas apenas nas classes de plantas maiores (classes 7 e 8). A riqueza de espécies somente apresentou diferenças significativas nas classes intermediárias (classe 6 e 7) (Tabela 11).

As diferenças observadas para os endófagos nas classes de biomassa 7 e 8 são devidas a presença apenas dos brocadores (Mann-Whitney $U=1586,5$; $p<0,001$; 97 g.l.) para a classe 7 e ($U=540$; $p=0,009$; 59 g.l.) para a classe 8 uma vez que no outro grupo de endófagos, os minadores, não houve diferença significativa em nenhuma classe comparada (Fig. 23). No caso dos ectófagos apenas os mastigadores da classe 6 (Mann-Whitney $U=1296$; $p=0,000$; 97 g.l.) apresentam diferença significativa (na classe 7 a diferença é quase significativa com $U=1283$; $p=0,086$; 97 g.l.) enquanto que o grupo mais comum, os sugadores, estão em número semelhante tanto nas plantas maduras quanto nas vegetativas.

As plantas pertencentes às primeiras classes de biomassa não apresentam diferenças no número de fitófagos provavelmente porque as plantas maduras pequenas possuem poucos frutos, e a sua presença não é suficiente para atrair um número significativo de fitófagos que utilizam estes órgãos.

A diferença existente entre o número de espécies e o de indivíduos fitófagos (sem considerar os afideos) nas classes 6 e 7 não é significativa quando comparamos apenas a parte vegetativa das plantas maduras indicando que a diferença é devida, em parte, a presença dos órgãos reprodutivos (tabela 11).

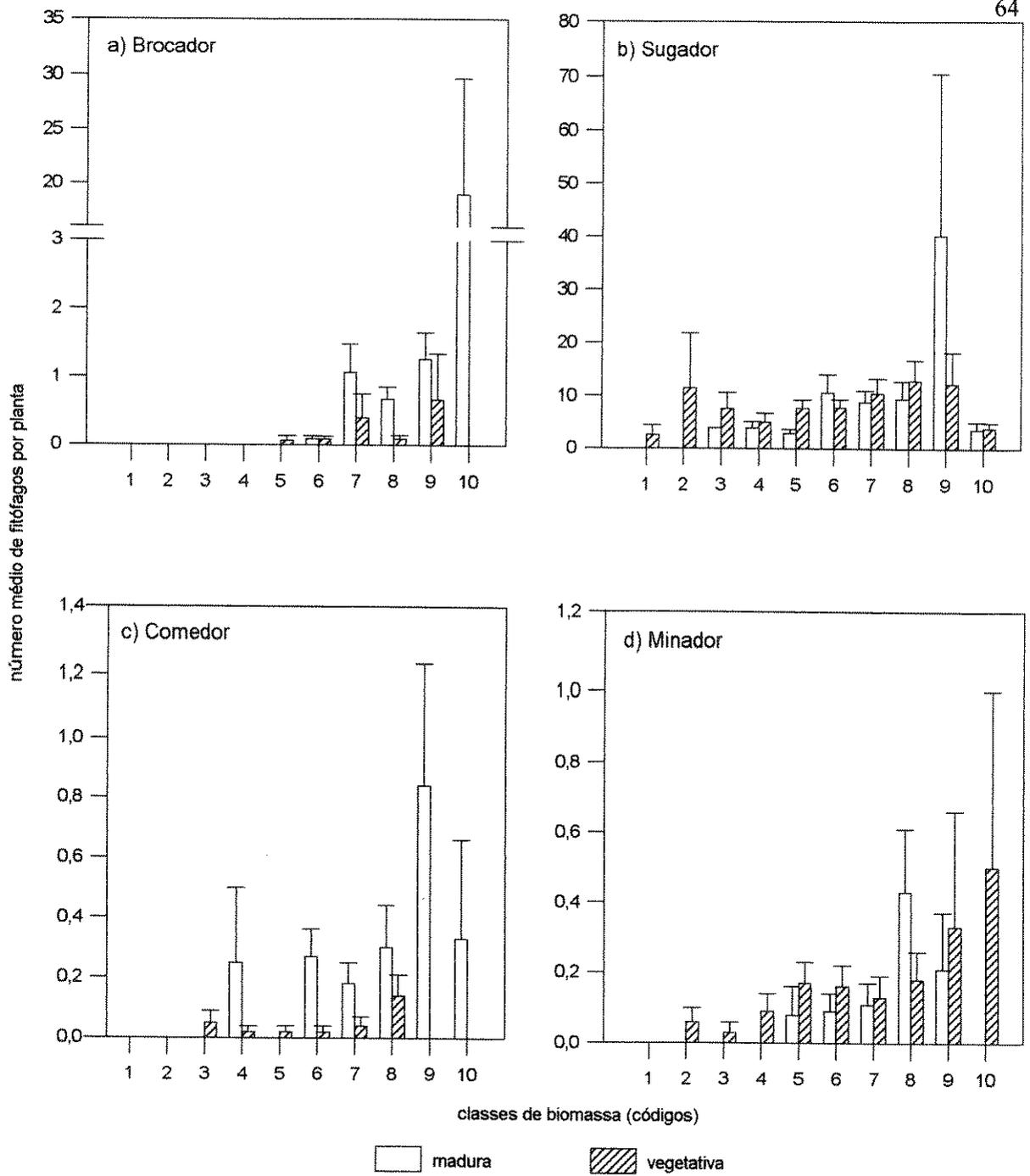


Figura 23. Número médio de indivíduos fitófagos, por planta, nas diferentes classes de biomassa. As barras indicam o erro padrão.

Tabela 11. Valores do teste t de Student comparando o número de fitófagos (log (n+1)) em plantas maduras e vegetativas nas classes de biomassa. Probabilidades *=P<0,05 e n.s.=não significativo. Graus de liberdade estão entre parênteses.

	Classes de Biomassa			
	5 (65)	6 (95)	7 (95)	8 (57)
total (indivíduos)	0,31n.s.	0,78n.s.	0,86n.s.	-0,57n.s.
total não afideo (ind.)	1,34n.s.	1,99*	3,24*	1,30n.s.
ectófagos total (ind.)	0,36n.s.	0,80n.s.	0,41n.s.	-1,27n.s.
ectófagos não afideo (ind.)	1,34n.s.	2,39*	2,45*	-0,25n.s.
endófagos (ind.)	-1,14n.s. (33,7)	-0,71n.s.	2,78*	3,18* (55,8)
espécies	1,28n.s.	2,04*	3,04*	0,72n.s.
<u>Porção vegetativa das maduras x vegetativas</u>				
total (indivíduos)	-1,28n.s.	0,52n.s.	-1,18n.s.	-0,98n.s.
espécies	0,60n.s.	1,06n.s.	0,67n.s.	-0,37n.s.

Obs.: apenas estas classes possuem plantas maduras e vegetativas em número razoável para comparação.

Comparando a riqueza total (todas as espécies coletadas durante o trabalho), plantas maduras possuem uma fauna mais rica que plantas vegetativas, corroborando a hipótese do efeito da diversidade de recursos. Esta maior riqueza das maduras é devida exclusivamente ao acréscimo dos órgãos reprodutivos como novo recurso alimentar pois, com exceção de algumas espécies raras a composição da fauna das maduras é a mesma das vegetativas somando-se as espécies associadas aos órgãos reprodutivos.

Aproximadamente 22% das espécies fitófagas comprovadamente associadas a *S. cordifolia*, já excluídas espécies que poderiam se alimentar de outras partes da planta, estão associados exclusivamente aos órgãos reprodutivos, em pelo menos uma fase de seu desenvolvimento. Este

total é superior ao observado em outros trabalhos que consideraram uma única espécie de hospedeiro. Apenas duas espécies que se alimentam de estruturas reprodutivas são específicas de *Solidago* sp, enquanto que as demais são polípagas e também se alimentam de outras partes da planta (Fontes, 1985). Em *Betula* sp, 90% das espécies são folívoras, recurso presente tanto em plântulas como em árvores (Fowler 1985). Nestes dois trabalhos o acréscimo de um novo nicho foi irrelevante para a maioria das espécies fitófagas.

No caso de árvores, existem pelo menos 3 aspectos que podem contribuir para o aumento da disponibilidade de nichos para os fitófagos (Lawton 1986). Primeiro são as variações microclimáticas presentes na copa das árvores que levam a variações na composição química das folhas. A zonação dos herbívoros é observada em resposta a estas variações (Lawton 1983, Strong *et al.* 1984). Segundo, são as variações decorrentes do desenvolvimento da planta e terceiro, são sítios de oviposição, abrigos contra inimigos, local para passar o inverno, ou seja, todos os demais recursos não alimentares requeridos pelos insetos.

Por se tratar de planta herbácea, *Sida cordifolia* apresenta complexidade menor do que árvores e conseqüentemente menor variedade de nichos para os insetos. Dificilmente encontraremos variações microclimáticas na planta, porém, como salienta Lawton (1986), os recursos citados acima não estão totalmente ausentes nas plantas herbáceas.

Em *S. cordifolia* certas espécies de fitófagos, como os brocadores de ramos e as espécies exclusivas de órgãos reprodutivos podem depender de recursos que vão aparecendo ao longo do desenvolvimento da planta. Este resultado é diferente do observado por Banerjee (1983) em arbustos cultivados de chá, *Camellia sinensis*, cuja fauna muda de predominantemente sugadores para mastigadores, depois para brocadores de ramos e raízes e finalmente para brocadores de troncos, indicando uma clara sucessão. Mas, no caso de *S. cordifolia* o que ocorre é um acréscimo e não uma mudança na composição da fauna associada, pois as espécies que utilizam as

plantas jovens, também utilizam as plantas mais velhas, o que reforça o papel da adição de órgãos reprodutivos, como novos nichos disponíveis, na determinação da riqueza de espécies associadas a esta planta.

3.9.2. Papel do tamanho da planta

O efeito do tamanho da planta para os fitófagos é muito difícil de ser desvinculado do efeito da diversidade de recursos porque geralmente variam em paralelo (Lawton 1983).

Alguns trabalhos apontam para o tamanho da planta como fator importante na determinação da diversidade de fitófagos (Moran 1980, Neuvonen e Niemela 1981). Fowler (1985) por exemplo, salienta a importância do tamanho das plantas em contraposição à diversidade de recursos no aumento do número de espécies associadas às plântulas, árvores jovens e adultas de *Betula pubescens* e *B. pendula*.

Em *S. cordifolia* há evidências de respostas qualitativas e quantitativas de artrópodes à variação no tamanho. Pela análise de variância das classes de biomassa de plantas maduras podemos avaliar o efeito do tamanho da planta, uma vez que a diversidade de recursos presente é a mesma. Porém, esta análise não permite contrastar tamanhos muito diferentes porque não existem plantas maduras muito pequenas, pois a planta lança seus órgãos reprodutivos a partir de um tamanho mínimo, aqui considerado a partir da classe 5 até a 9 (a classe 4 só possui cinco plantas maduras e a 10 apenas três).

O número de espécies na classe 9 foi significativamente diferente das classes 5 e 6 (Tabela 12). Também para o número total de indivíduos, pertencentes a estas espécies, houve diferença significativa. A diferença se acentua quando não consideramos os indivíduos da espécie *Aphis gossypii*. Mas ainda assim, apenas a classe 9 é diferente das classes 5, 6, 7 e 8, que são iguais entre si. A espécie mais abundante encontrada em *Sida cordifolia*, *Aphis gossypii*, não apresenta

diferenças significativas no número de indivíduos nas diferentes classes de biomassa. A quantidade de recurso disponível parece ser irrelevante para os insetos desta espécie. Também quando consideramos apenas os indivíduos ectófagos, somente existe diferença significativa quando retiramos os afideos da análise e a classe 9 é diferente da 5, 7 e 8 (iguais entre si e iguais a classe 6). Para os indivíduos endófagos, apenas foram analisadas as classes 7, 8 e 9 (as classes 5 e 6 apresentam heterogeneidade de variância). O grupo em que se esperava maior influência do tamanho da planta, os endófagos, não apresentou diferença significativa no número de indivíduos entre as classes de biomassa analisadas (nestas classes todas as espécies podem ocorrer).

O efeito do tamanho da planta só pôde ser notado nas classes extremas. O número de espécies não aumenta gradativamente com o aumento do tamanho da planta. Apenas duas classes extremas apresentam diferenças significativas das demais classes. Como se trata de uma planta herbácea a amplitude de tamanho entre as maiores e as menores plantas é muito menor do que no caso de árvores. Tanto a maior aparência das plantas quanto um efeito aleatório de probabilidade de encontro das maiores plantas pelos fitófagos podem explicar as diferenças significativas. Como vimos, a biomassa da planta não explica uma quantidade de variação muito grande quando consideramos todas as plantas coletadas durante o ano. Provavelmente este fato seja responsável pela escassez de diferenças significativas entre os vários tamanhos de plantas comparados acima.

Tabela 12. Análises de variância sobre o número de fitófagos nas classes de biomassa de plantas maduras. As comparações entre as médias foram feitas com teste de Tukey e as diferenças foram consideradas significativas com probabilidade $< 0,05$.

fonte de variação	soma de quadrados	graus de liberdade	quadrado médio	F	p	Comparações entre as médias
ESPÉCIES						
classe	0,697	4	0,174	3,137	0,017	classe 9 a
erro	7,891	142	0,056			classe 8 ab classe 7 ab classe 6 b classe 5 b
INDIVÍDUOS						
classe	2,471	4	0,617	2,442	0,049	classe 9 a
erro	35,899	142	0,253			classe 8 b classe 7 b classe 6 b classe 5 b
IND. NAO AFÍDEO						
classe	1,743	4	0,436	4,443	0,002	classe 9 a
erro	13,93	142	0,098			classe 8 b classe 7 b classe 6 b classe 5 b
ECTÓFAGO NÃO AFÍDEO						
classe	1,267	4	0,317	3,301	0,013	classe 9 a
erro	13,628	142	0,096			classe 8 b classe 7 b classe 6 ab classe 5 b
ENDÓFAGO						
classe	0,125	2	0,062	0,846	0,432	classe 9 a
erro	7,229	98	0,074			classe 8 a classe 7 a
AFÍDEO						
classe	1,298	4	0,324	0,937	0,445	classe 9 a
erro	49,181	142	0,346			classe 8 a classe 7 a classe 6 a classe 5 a

3.10. Relação dos entomófagos com os fitófagos e com as plantas

Os parasitóides foram obtidos principalmente de espécies endófagas (minadores e brocadores).

Apenas duas espécies de ectófagos foram encontradas parasitadas, o afídeo *Aphis gossypii* e o noctuídeo desfolhador *Bagisara repanda* (Fig. 24).

O nicho de alimentação do fitófago hospedeiro foi identificado como sendo o principal fator na

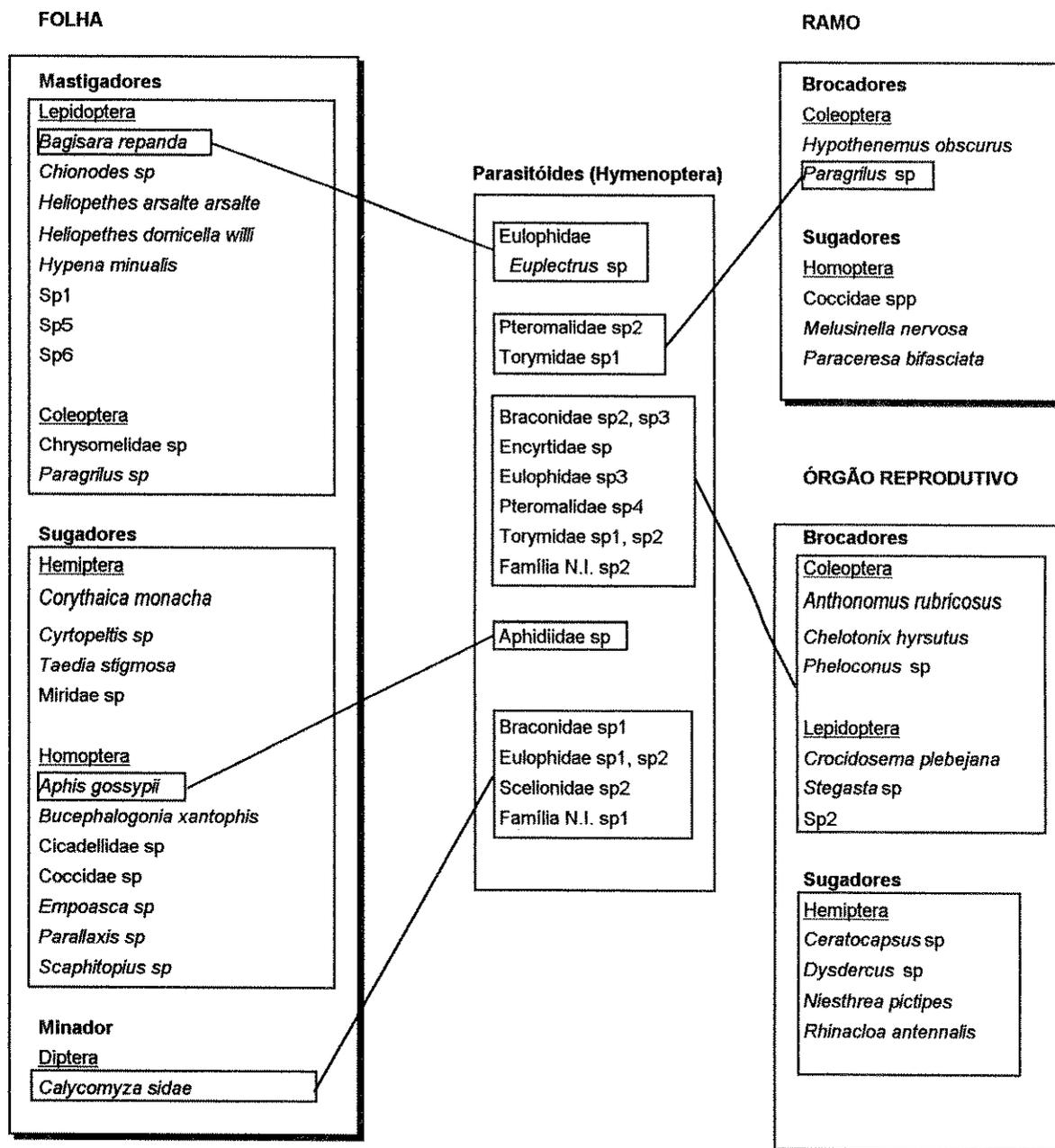


Figura 24. Espécies fitófagas, separadas por hábito alimentar, associadas aos diversos órgãos da planta e seus parasitóides.

determinação dos padrões de riqueza de espécies de parasitóides de fitófagos holometábolos (Hawkins 1988, Hawkins e Lawton 1987, Hawkins 1992, Mills 1994).

De acordo com Hawkins (1988), em relação ao nicho alimentar do hospedeiro, três forças simultâneas regulam a diversidade de parasitóides: mobilidade do herbívoro, grau de ocultação dentro da planta e grau de proteção física oferecida pelos tecidos da planta. A riqueza de parasitóides aumenta a medida que diminui a mobilidade do hospedeiro. Folívoros externos tendem a ser menos parasitados do que minadores e mais parasitados do que os demais endófagos. Para estes (brocadores de ramos, frutos, raízes, galhadores), a riqueza diminui a medida que aumenta o grau de ocultação na planta. Muitos parasitóides localizam indiretamente seus hospedeiros através de sinais odoríficos liberados pelo herbívoro, enquanto se alimenta, ou através de caimônios liberados pela planta atacada (Vinson 1976, Faeth 1985). Desta forma, herbívoros que podem fugir destes sinais devem ser mais difíceis de serem localizados e conseqüentemente são menos parasitados. No entanto, Mills (1994) observou uma riqueza de parasitóides muito maior para herbívoros ectófagos Tortricioidea do que para Curculionioidea. Neste último, a riqueza em hospedeiros endófagos é maior. Porém, o hábito alimentar típico de larvas de tortricídeos é ectófago e o das larvas de curculionídeos é brocar ramos. Mills (1994) argumenta que não devemos assumir que comunidades de parasitóides sejam equivalentes entre taxas muito distintos.

A riqueza de parasitóides obtidos dos fitófagos de *Sida cordifolia* está em parte de acordo com estas hipóteses, pois a grande maioria dos parasitóides foram obtidos de espécies endófagas. O minador de folha, *Calycomyza sidae* foi a espécie que apresentou maior número de parasitóides (cinco espécies). Além da larva ficar restrita a uma única folha durante seu desenvolvimento, é praticamente imóvel e facilmente visível através da epiderme da folha. As duas espécies de

ectófagos que foram encontradas parasitadas, *Aphis gossypii* e *Bagisara repanda*, apresentam um grau de mobilidade menor quando comparados aos demais ectófagos.

A ocorrência dos entomófagos durante o ano segue uma tendência muito semelhante à dos fitófagos (Fig. 25). A biomassa da planta também explica mais variação no número de espécies e indivíduos entomófagos no outono (Tabela 13).

Este resultado é devido principalmente aos predadores, pois a biomassa da planta explicou uma quantidade de viação muito pequena para os parasitóides (Tabela 13).

Tabela 13. Coeficientes de determinação (r^2) dos entomófagos nas 4 estações do ano. Probabilidade (p): *= $p < 0,05$ e n.s.=não significativo.

	Estações/meses				
	(T)	P	V	O	I
<u>Número de espécies por planta</u>					
Entomófago x biomassa total	0,19*	0,11*	0,13*	0,32*	0,18*
<u>Número de indivíduos por planta</u>					
Entomófago x biomassa total	0,18*	0,12*	0,13*	0,30*	0,16*
Parasitóide x biomassa total	0,05*	0,04*	0,04*	0,05*	0,08*
Predador x biomassa total	0,15*	0,11*	0,12*	0,26*	0,11*

Legenda: P=primavera, V=verão, O=outono, I= inverno e T=total.

Os predadores coletados em *Sida cordifolia* são na maioria mais generalistas (aranhas e formigas). Os parasitóides foram obtidos principalmente de espécies endófagas, mais difíceis de serem localizadas. Portanto, pode ser esperada uma relação muito mais estreita dos parasitóides com seus hospedeiros e com sinais que estes ou as plantas atacadas possam emitir do que com a

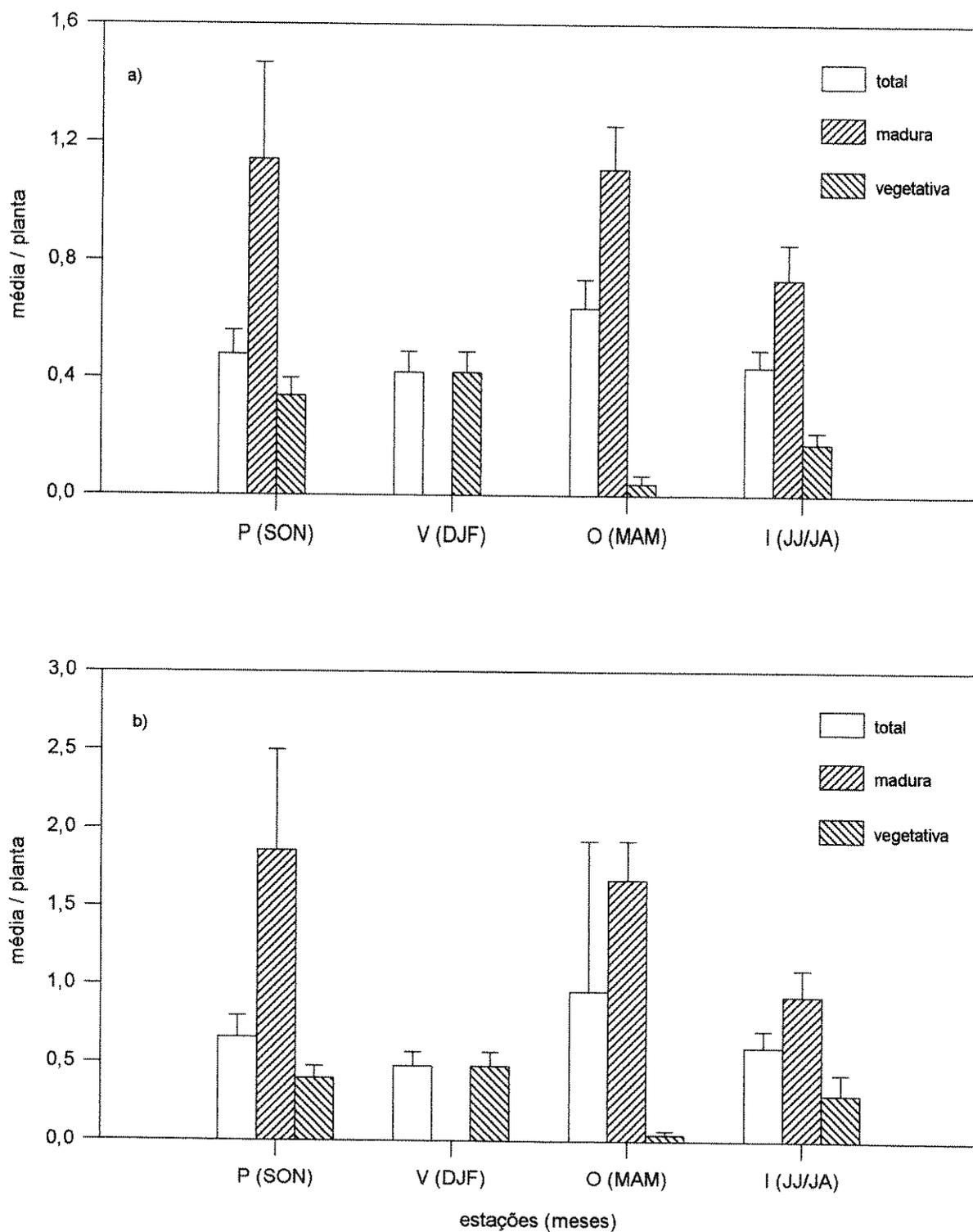


Figura 25. Número médio de espécies (a) e indivíduos (b) entomófagos, por planta, nas 4 estações do ano.

P=primavera, V=verão, O=outono, I=inverno. As barras indicam o erro padrão.

biomassa da planta. Para os predadores no entanto, muito mais generalistas, o forrageamento em uma planta maior pode aumentar a chance de captura de presas.

As plantas maduras possuem uma riqueza de parasitóides maior que as vegetativas justamente porque existem seis espécies de parasitóides em brocadores dos órgãos reprodutivos (Fig. 24). Todas as espécies que parasitam fitófagos que se utilizam das partes vegetativas da planta, e que não foram coletadas apenas uma vez, estão presentes tanto em plantas maduras como vegetativas.

A riqueza de espécies de parasitóides, associada a um hospedeiro, em plantas estruturalmente mais complexas, depende da resposta dos fitófagos a esta diversidade de recursos. Se o aumento da complexidade da planta é seguido por um aumento na diversidade dos fitófagos, então é esperado que também haja um aumento na diversidade de parasitóides. Pelo menos dois mecanismos podem explicar esta relação, competição interespecífica e fragmentação dos recursos (Hawkins 1988). Askew (1980) estudando parasitóides de cinípídeos galhadores e gracilariídeos minadores, encontrou herbívoros de árvores com um complexo de parasitóides maior do que os de arbustos e ervas. Ele atribui esta diferença à presença em árvores de maior número de parasitóides oligófagos como resultado de competição interespecífica menos intensa devido a maior disponibilidade de hospedeiros. Os parasitóides especialistas não seriam afetados pelo aumento na diversidade de fitófagos.

O segundo mecanismo apresentado por Hawkins (1988) sugere que herbívoros associados à árvores possuem populações maiores do que os associados a ervas e se os herbívoros são escassos, torna-se difícil para parasitóides especialistas manterem populações viáveis. Esta hipótese somente é válida quando comparamos duas espécies diferentes de plantas, onde a espécie maior poderia abrigar maiores populações totais de determinado herbívoro. Os generalistas poderiam ser menos afetados porque não dependem de uma única espécie de hospedeiro. Assim, com o aumento da tamanho da espécie de planta poderia haver um aumento na riqueza de

parasitóides especialistas. Mesmo assim, uma planta menor, porém mais abundante, poderia abrigar uma população de herbívoros maior do que uma planta maior porém menos abundante. Portanto, este mecanismo pode funcionar apenas se os herbívoros de ervas tiverem populações menores que os de árvores. Como este estudo é local, não há como verificar o efeito do tamanho da população total dos fitófagos.

Não havia nenhum entomófago na maioria das plantas. Através da análise das duas fenofases estudadas verificamos que as plantas maduras apresentaram sempre maior porcentagem de plantas com pelo menos 1 espécie que as vegetativas (Fig. 9).

Nas primeiras classes de biomassa praticamente não foram coletadas espécies entomófagas, apenas um indivíduo parasitóide de minador de folha na classe 2 e 6 indivíduos predadores na classe 3, embora estas três classes sejam representadas por 91 plantas nas quais foram coletados 733 indivíduos fitófagos. Apenas a partir da classe 4 é que são coletados maior número de parasitóides e predadores. Isto sugere que os fitófagos que utilizam estas plantas estão muito menos sujeitos à predação e parasitismo do que os que utilizam as plantas maiores.

Comparando plantas vegetativas e maduras de mesmo tamanho (nas mesmas classes de biomassa) podemos verificar se o acréscimo de mais uma categoria de recurso é relevante para os artrópodes entomófagos (Fig. 26). As diferenças no número de indivíduos entre plantas vegetativas e maduras são significativas apenas nas classes de plantas maiores (Tabela 14). A diferença na riqueza de espécies entre plantas maduras e vegetativas é significativa apenas na classe 8 mas mostra uma tendência também nas classes 6 e 7. Estas diferenças são devido principalmente aos predadores, pois para os parasitóides não houve diferença significativa em nenhuma classe analisada.

Embora haja diferença entre os endófagos de plantas maduras e vegetativas (tabela 11), não encontrei diferenças significativas na frequência dos parasitóides para estas duas categorias de

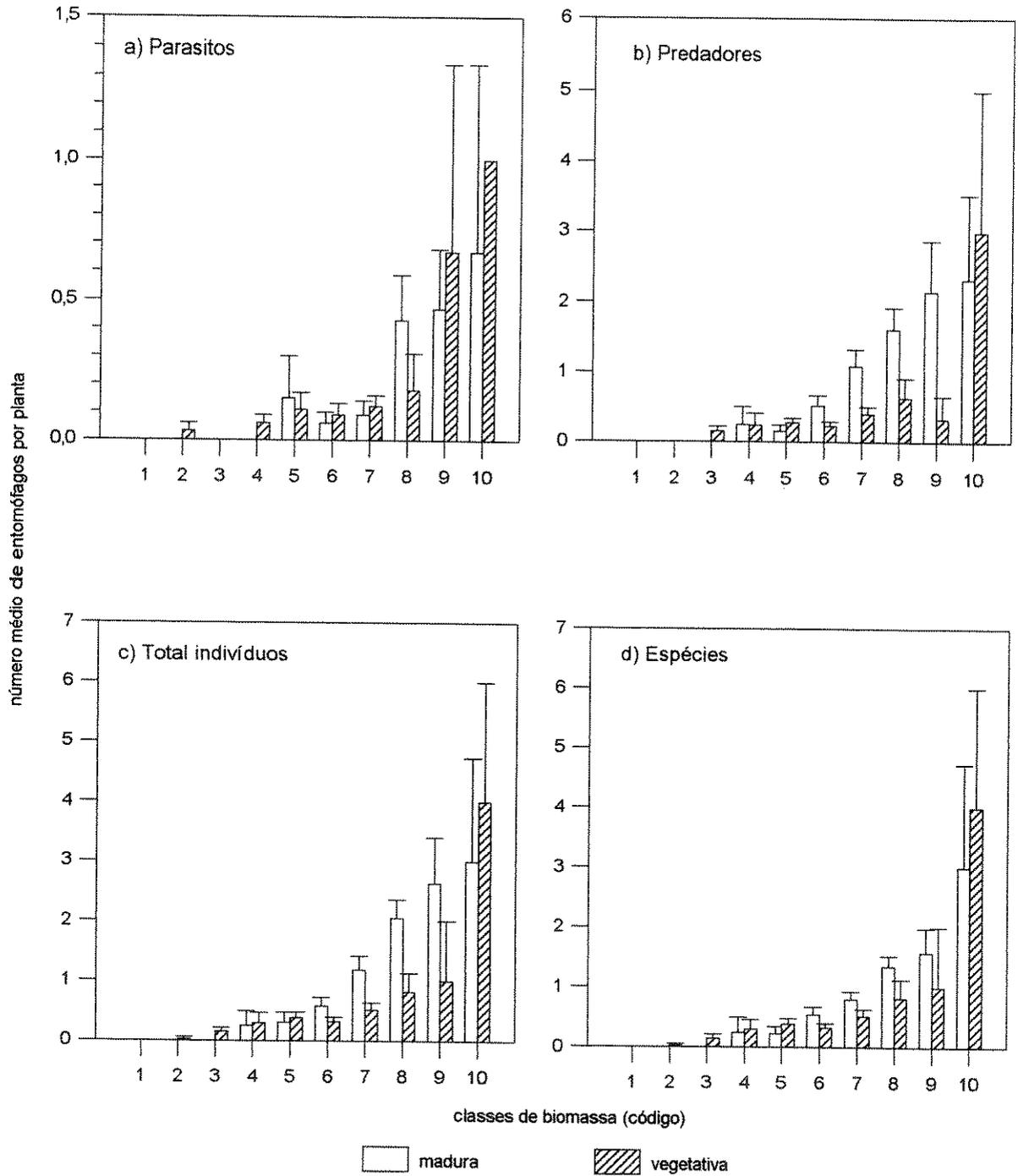


Figura 26. Número médio de indivíduos (a,b,c) e espécies (d) entomófagas encontradas, por planta, em cada classe de biomassa. As barras indicam o erro padrão.

plantas. Além dos parasitóides dos fitófagos que atacam os partes vegetativas, nas plantas maduras temos ainda as espécies cujo hospedeiro utiliza os órgãos reprodutivos. A ausência de diferenças indica que as plantas maduras apresentam menor número de fitófagos endófagos de partes vegetativas ou os fitófagos das plantas vegetativas são mais parasitados que os das partes vegetativas das maduras. Isto anularia qualquer efeito decorrente do acréscimo de parasitóides em plantas maduras.

Tabela 14. Valores de do teste t de Student comparando o número de entomófagos em plantas maduras e vegetativas nas classes de biomassa. Probabilidades * $P < 0,05$; # $P = 0,07$; ## $P = 0,06$ e n.s. não significativo. Graus de liberdade estão entre parênteses.

	Classes de Biomassa			
	5 (65)	6 (95)	7 (95)	8 (57)
total (indivíduos)	-0,446n.s.	1,63n.s.	2,488* (77)	2,97*
parasitóides (ind.)	0,23n.s.	-0,431n.s.	-0,554n.s.	1,174n.s.
predadores (ind.)	-0,914n.s.	2,093*	2,727* (74,2)	2,414*
espécies	-0,685n.s.	1,805#	1,937##	2,908*

Obs.: apenas estas classes possuem plantas maduras e vegetativas em número razoável para comparação.

A ocorrência de maior diversidade e quantidade de presas pode explicar porque as plantas maduras possuem mais predadores do que as vegetativas. Em pelo menos 2 das classes de biomassa onde se anotou diferença entre número de predadores também apresentam diferenças entre número de espécies e indivíduos (não afídeos) fitófagos (6 e 7, tabela 8). Na classe 8 porém não existe diferença entre os fitófagos. A presença de refúgios, néctar e pólen também podem ser relevantes para os predadores. Estas são algumas das características propostas também para explicar porque habitats com maior diversidade de plantas (policultivos) possuem controle mais efetivo, dos fitófagos, por inimigos naturais do que monocultivos (Root, 1973).

3.11. Potencial para controle biológico

Em nenhuma ocasião foram observados sinais muito conspícuos de depauperação de plantas por herbivoria. Porém, como a grande maioria das espécies coletadas são sugadores e brocadores de ramo e órgão reprodutivo, não deixam sinais visíveis externamente. Pode ser que a comunidade de fitófagos tenha impacto sobre a planta, apesar de aparentemente não percebermos danos. Para *Lantana tiliaefolia* e *L. glutinosa* crescendo naturalmente no Paraná, por exemplo, maior número de flores e frutos geralmente coincidem com pequena abundância de insetos fitófagos em três locais estudados (Winder 1982). Este autor relacionou a diminuição no número de flores e frutos ao ataque de diversas espécies de fitófagos sugerindo que geralmente existe uma relação inversa entre abundância de fitófagos e crescimento da planta. Apesar da planta ser muito comum na região, talvez, com a ausência dos fitófagos ela fosse muito mais abundante.

Todo tipo de inseto tem sido considerado em programas de controle biológico, sendo que, a maior restrição diz respeito a especificidade do hospedeiro (Crawley 1989). Sob este aspecto o Curculionidae *Chelotonyx hirsutus* é a única espécie que pode ser específica de *S. cordifolia*, por nunca ter sido coletada nas outras espécies do gênero *Sida* estudadas na região (Garcia *et al.* 1995, Seike 1993) e por sua forma peculiar de desenvolvimento. Além disso, os Curculionidae são potencialmente interessantes porque, junto com os Dacylopiidae são as únicas famílias cuja introdução como agente de controle biológico resultou em controle da planta, após o estabelecimento do fitófago, em mais de 50% dos casos (Crawley 1989). Uma vez que não se sabe o hospedeiro das oito espécies parasitóides obtidas dos órgãos reprodutivos, esta pode ser uma das espécies hospedeiras dos parasitóides coletados. Foram coletados apenas seis indivíduos, sendo portanto uma espécie rara na região, talvez por efeito dos inimigos naturais. Este é o caso, por exemplo, do crisomelídeo *Calygrapha polypila*, comum em outras regiões, mas quando

introduzido na região de Campinas, sofreu mortalidade de até 100% devido ao parasitoidismo de seus ovos por *Erixestus* sp (Hymenoptera, Pteromalidae) (Garcia 1991).

Espécies raras e sujeitas a controle por inimigos naturais em seu local de origem podem ser bons candidatos para controle biológico em outras regiões (Myers 1987). Estas espécies podem sobreviver em seu local de origem por sua habilidade de por muitos ovos, podendo, quando livre de inimigos e competidores, atingir grandes populações.

Existem duas espécies muito comuns de brocadores de frutos: *Pheloconus* sp e *Anthonomus rubricosus* que também podem atacar algodão, limitando sua possibilidade de utilização.

Uma outra espécie, também endófaga e não polífaga é o Buprestidae *Paragrillus* sp, cujo adulto come folhas. Ele também foi encontrado nas outras duas espécies do gênero *Sida* estudadas na região (Garcia *et al.*, 1995 e Seike, 1993). Esta característica é interessante pois poderia ser usado para controle de várias espécies invasoras do gênero *Sida*. Porém, esta espécie apenas ocorre em plantas grandes, e sua presença não impede que a planta frutifique. Na região estudada, este coleóptero é encontrado parasitado por duas espécies de microhimenópteros.

Também é interessante que o controle de uma planta ocorra no início de seu desenvolvimento, antes da produção de sementes. O controle da população das plantas invasoras, seja ele químico, cultural ou biológico será mais rápido e eficiente se suprimir a produção de sementes das plantas existentes. Desta forma, a emergência de novas plantas estará sujeita apenas à germinação das sementes já existentes no solo. Existem duas espécies, não polípagas que ocorrem em plantas pequenas, o Tingidae *Corythaica monacha* e o Agromyzidae *Calycomyza sidae*. Porém, *Corythaica monacha* foi criado, em laboratório, sobre folhas de algodão, impedindo portanto sua utilização em regiões onde se cultive esta planta. O minador de folha *Calycomyza sidae*, também é fortemente parasitado por seis espécies de microhimenópteros podendo, no entanto, ser utilizado em outras regiões onde estivesse livre dos parasitóides.

O que realmente interessa no controle biológico é que o inseto interfira na dinâmica da população, diminuindo a densidade da planta (Lonsdale *et al.* 1995). Nem sempre um herbívoro que afeta a performance da planta afeta sua dinâmica populacional (Crawley 1989). Portanto, qualquer fitófago, não polífago, que possa desempenhar este papel seria um bom agente de controle.

4. CONCLUSÃO

Os herbívoros não estão distribuídos aleatoriamente pela população de plantas. Plantas maiores e/ou maduras possuem maior riqueza de espécies e são relativamente mais colonizadas.

Existe uma tendência de colonização das plantas primeiro por folívoros, depois por espécies de ramo e finalmente pelas de órgãos reprodutivos. Não há substituições, mas apenas acréscimo de espécies, muitas das quais estão associadas a recursos que surgem com o desenvolvimento da planta (Fig. 27). Portanto, a diversidade de recursos influencia diretamente a composição e riqueza da comunidade de fitófagos.

Quando analisamos a relação por planta, alguns grupos e espécies, parecem responder de maneira mais direta à disponibilidade de recursos do que outros. Apesar de ser esperada uma relação mais estreita dos endófagos com a planta apenas a presença ou não de brocadores, de ramos e órgãos reprodutivos, apresentou uma resposta mais significativa em relação a biomassa. Isto salienta a importância de características intrínsecas das espécies na forma de utilização dos recursos. Os brocadores ocorrem apenas em plantas mais desenvolvidas e em maduras, enquanto que o outro grupo endófago, os minadores, utilizam um recurso que está presente em plantas de qualquer idade ou tamanho. Quando analisamos os fitófagos em conjunto, estas diferenças ficam diluídas.

Apenas uma pequena proporção da variação no número de insetos fitófagos é explicada pela

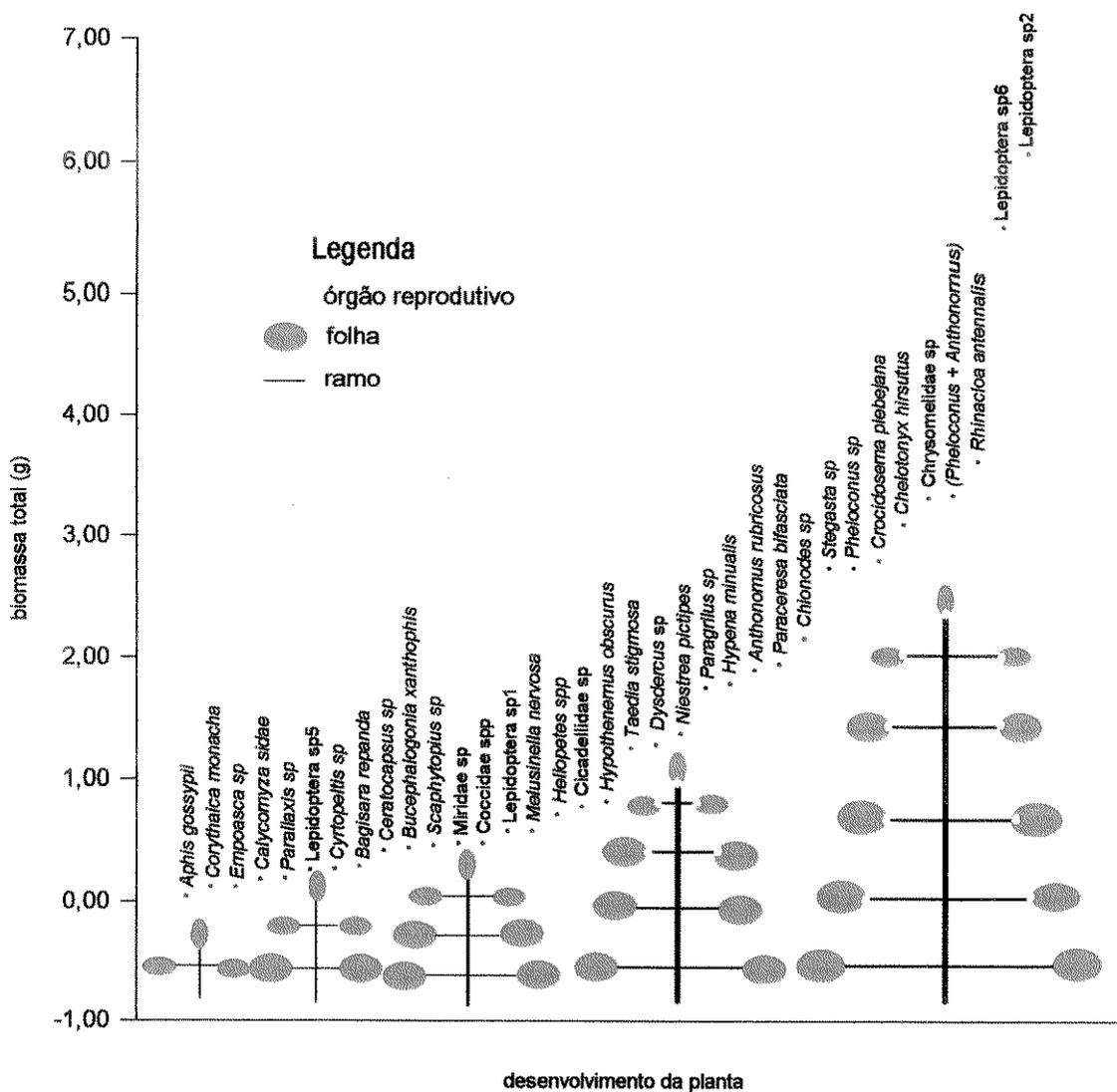


Figura 27. Biomassa mínima observada e estágio de desenvolvimento da planta requerido pelas espécies de fitófagos associados a *Sida cordifolia*.

biomassa da planta. Mas, o período do ano em que a proporção explicada aumenta sensivelmente é justamente quando a maioria das plantas apresentam maior diversidade de recursos. Isto indica a presença de interação entre tamanho e diversidade de recurso. Mesmo que a ocorrência de um fitófago esteja sujeita apenas à presença de seu alimento e não à quantidade, a probabilidade de encontrá-lo em uma planta maior é mais alta. Esta pequena proporção explicada é resultado da predominância de espécies que possuem uma resposta direta pequena em relação a disponibilidade dos recursos e de espécies ectófagas e não especialistas, que podem responder não ao indivíduo planta, mas ao ambiente como um todo.

Os resultados obtidos na comparação de plantas maduras de tamanhos diferentes e de maduras e vegetativas de mesmo tamanho não segue uma tendência clara, mas mostra um efeito relativamente pequeno do tamanho da planta sobre a densidade e riqueza de herbívoros. As diferenças encontradas entre plantas maduras e vegetativas desaparecem quando não consideramos os insetos de órgão reprodutivo evidenciando a importância do acréscimo de um novo nicho.

Para o terceiro nível trófico, a resposta ao tamanho da planta e a diversidade de recursos foi mais forte para os predadores do que para os parasitóides. Isto se deve à diferença na especificidade dos dois grupos. Os parasitóides foram obtidos principalmente de espécies fitófagas endófagas, que requerem certa especialização para serem localizadas, e usam sinais emitidos pelos herbívoros ou pelas plantas atacadas, independente de seu tamanho. Os predadores ao contrário, na sua maioria generalistas, forrageiam principalmente nas plantas maiores e mais complexas.

O potencial para controle biológico do curculionídeo *Chelotonyx hirsutus* deve ser analisado em estudos mais detalhados sobre especificidade de hospedeiro, impacto sobre a planta e dinâmica populacional.

5. LITERATURA CITADA

- Altieri, M.A. 1983. Agroecology - The scientific bases of alternative agriculture. Cleo's Duplication Services, Berkeley, California.
- Altieri, M. A. 1984. The entomological role of weeds in agroecosystems: implications in biological control of weeds and insects. Abstracts of The VI International Symposium on Biological Control of Weeds. 19-25 August 1984, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Altieri, M.A.; D.K. Letourneau & J.R. Davis. 1983. Developing sustainable agroecosystems. *Bioscience* **33**:45-49.
- Askew, R. R. 1980. The diversity of insect communities in leaf-mines and plant galls. *Journal of Animal Ecology* **49**:817-829.
- Andow, D. A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* **36**:561-586.
- Banerjee, B. 1883. Arthropod accumulation on tea in young and old habitats. *Ecological Entomology* **8**:117-123.
- Brower, J. E. & J. H. Zar. 1984. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*, second edition. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque.
- Chew, F. S. & S. P. Courtney. 1991. Plant appearance and evolutionary escape from insect herbivory. *American Naturalist* **138**:729-750.
- Compton, S. G., J. H. Lawton & V. K. Rashbrook. 1989. Regional diversity, local community structure and vacant niches: the herbivorous arthropods of bracken in South Africa. *Ecological Entomology* **14**:365-373.

- Cornell, H. V. 1985a. Local and regional richness of cynipine gall wasps on California oaks. *Ecology* **14**:365-373.
- Cornell, H. V. 1985b. Species assemblages of cynipine gall wasps are not saturated. *American Naturalist* **126**:565-569.
- Cornell, H. V. 1986. Oak species attributes and host size influence cynipine wasp species richness. *Ecology* **67**:1582-1592.
- Cornell, H. V. & J. H. Lawton. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *Journal of Animal Ecology* **61**:1-12.
- Craig, T. P., P. W. Price & J. K. Itami. 1986. Resource regulation by a stem-galling sawfly on the arroyo willow. *Ecology* **67**:419-425.
- Crawley, M. J. 1983. *Herbivory: The dynamics of animal-plant interactions*. Blackwell Publications, Oxford.
- Crawley, M. J. 1989. Insect herbivores and plant population dynamics. *Annual Review of Entomology* **34**:531-564.
- Crawley, M. J. 1989. The successes and failures of weed biocontrol using insects. *Biocontrol News and Information* **10**:213-223
- Crawley, M. J. & M. Akhteruzzaman. 1988. Individual variation in the phenology of oak trees and its consequences for herbivorous insects. *Functional Ecology* **2**:409-415.

- Cytrynowicz, M. 1991. Resource size and predictability, and local herbivore richness in a subtropical brazilian cerrado community. Pages 561-589 in P. W. Price, T. M. Lewinsohn, G. M. Fernandes and W. W. Benson, editors. Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions, 1st edition. Wiley & Sons, New York.
- Faeth, S. H. 1985. Host leaf selection by leaf miners: Interactions among three trophic levels. *Ecology* **66**:870-875
- Feeny, P. 1976. Plant appearance and chemical defense. Recent Advances in *Phytochemistry* **10**:1-40.
- Fontes, E. M.G. 1985. The diversity of the insect fauna of four species of *Solidago* (goldenrods) in Gainesville and its relationship to the plant architecture. Dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
- Fowler, S. V. 1985. Differences in insect species richness and faunal composition of birch seedlings, saplings and trees: the importance of plant architecture. *Ecological Entomology* **10**:159-169.
- Fox, L. R. & P. A. Morrow. 1981. Specialization: Species property or local phenomenon? *Science* **211**:887-893.
- Fritz, R. S., W. S. Gaud, C. F. Sacchi & P. W. Price. 1987a. Variation in herbivore density among host plants and its consequences for community structure: willow sawflies. *Oecologia* **72**:577-588.
- Fritz, R. S., W. S. Gaud, C. F. Sacchi & P. W. Price. 1987b. Patterns of intra- and interspecific association of gall-forming sawflies in relation to shoot size on their willow host plant. *Oecologia* **73**:159-169.

- Garcia, M. A. 1991. Arthropods in a tropical corn field: effects of weeds and insecticides on community composition. Pages 619-634 in P. W. Price, T. M. Lewinsohn, G. M. Fernandes and W. W. Benson, editors. Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions, 1st edition. Wiley & Sons, New York.
- Garcia, M. A., I. Boselli & S. H. Seike. 1995. Basic data on the biological control of tropical weeds in the genus *Sida* (Malvaceae): I. *Sida glaziovii*. Proceedings of the Eighth International Symposium on Biological Control of Weeds. Pages 501-512 in Delfosse, E. S. and R. R. Scott, editors. DSIR/CSIRO, Melbourne.
- Gillett, J.D., K. L. S. Harley, R.C. Kassulke & H. J. Miranda. 1991. Natural enemies of *Sida acuta* and *Sida rhombifolia* (Malvaceae) in Mexico and their potential for biological control of these weeds in Australia. *Environmental Entomology* 20:882-888.
- Hawkins, B. A. 1988. Species diversity in the third and fourth trophic levels: patterns and mechanisms. *Journal of Animal Ecology* 57:137-162.
- Hawkins, B. A. 1992. Parasitoid-host food webs and donor control. *Oikos* 65:159-162.
- Hawkins, B. A. & J. Lawton. 1987. Species richness for the parasitoids of British phytophagous insects. *Nature* 326:788-790.
- Hawkins, B. A. & S. G. Compton. 1992. African fig wasp communities: vacant niches and latitudinal gradients in species richness. *Journal of Animal Ecology* 61:361-372.
- Hosmer, D. W. Jr. & S. Lemeshow. 1989. Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons, New York.

- Huffaker, C. B. 1958. Principles of biological control of weeds. Proceedings 10th International Congress of Entomology 4 (1956, 1958), 101-157.
- Huffaker, C. B. 1959. Biological control of weeds with insects. Annual Review of Entomology 4:251-276.
- Huffaker, C.B. & P.S. Messenger. 1976. Theory and practice of biological control. Academic Press, New York.
- Karban, R. 1989. Community organization of *Erigeron glaucus* folivores: effect of competition, predation, and host plant. Ecology 70:1028-1039.
- Kennedy, C. E. J. & T. R. E. Southwood. 1984. The number of species of insects associated with british trees: a re-analysis. Journal of Animal Ecology 53:455-478.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, New York.
- Lawrence, W. S. & C. E. Bach. 1989. Chrysomelid beetle movements in relation to host-plant size and surrounding non-host vegetation. Ecology 70:1679-1690.
- Lawton, J. H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. Annual Review of Entomology 28:23-39.
- Lawton, J. H. 1986. Surface availability and insect community structure: the effects of architecture and fractal dimension of plants. Pages 317-331 in B. Juniper and T. R. E. Southwood, editors. Insect and the plant surface. Edward Arnold Publishers.
- Lawton, J. H. 1990. Species richness and population dynamics of animal assemblages. Patterns in body size, abundance, space. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B. 330:283-291.

- Lawton, J. H. & D. Schröder. 1977. Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insects associated with British plants. *Nature* **265**:137-140.
- Leather, S. R. 1986. Insect species richness of the British Rosaceae: the importance of host range, plant architecture, age of establishment, taxonomic isolation and species-area relationships. *Journal of Animal Ecology* **55**:841-860.
- Lewinsohn, T. M. 1991. Insects in flower heads of Asteraceae in southeast Brazil: a case on tropical species richness. Pages 525-559 *in* P. W. Price, T. M. Lewinsohn, G. M. Fernandes and W. W. Benson, editors. *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*, 1st edition. Wiley & Sons, New York.
- Liss, W. J., L. J. Gut, P.H. Westigard & C. E. Warren. 1986. Perspectives on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. *Annual Review of Entomology* **31**:455-478.
- Lonsdale, W. M., G. Farrell & C. G. Wilson. 1995. Biological control of a tropical weed: a population model and experiment for *Sida acuta*. *Journal of Applied Ecology* **32**:391-399.
- Mattson, W. J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**:185-193.
- Mills, N. J. 1994. Parasitoid guilds: a comparative analyses of parasitoid communities of tortricids and weevils. Pages 30-46 *in* B. A. Hawkins & W. Sheehan editors. *Parasitoid Community Ecology*. Oxford University Press, New York.

- Myers, J. H. 1987. Population outbreaks of introduced insects: lessons from the biological control of weeds. Pages 173-193 in P. Barbosa & J. C. Schultz, editors. *Insect Outbreaks*. Academic Press, San Diego.
- Mopper S., T. G. Whitham & P. W. Price. 1990. Plant phenotype and interspecific competition determine sawfly performance and density. *Ecology* **71**:2135-2144.
- Mopper S. & D. Simberloff. 1995. Differential herbivory in oak population: the role of plant phenology and insect performance. *Ecology* **76**:1233-1241.
- Moran, V. C. 1980. Interactions between phytophagous insects and their *Opuntia* hosts. *Ecological Entomology* **5**:153-164.
- Neuvonem, S. & P. Niemelä. 1981. Species richness of macrolepidoptera on Finnish deciduous trees and shrubs. *Oecologia* **51**:364-360.
- Ng, D. 1988. A novel level of interactions in plant-insect systems. *Nature* **334**:611-613.
- Parsons, W. T. & E. G. Cuthbertson. 1992. *Noxious weeds of Australia*. Inkata Press, Melbourne.
- Pimentel, D. 1973. Extent of pesticides use, food supply and pollution. *Proceedings of the New York Entomological Society* **81**:13-33.
- Pimentel, D. & L. Levitan. 1986. Pesticides: amounts applied and amounts reaching pests. *Bioscience* **36**:277-283.
- Pimentel, D.; J. Allen; A. Beers; R. Guinand; R. Linder; P. McLaughlin; B. Meer; D. Musonda. D. Perdue; S. Poisson; S. Siebert; K. Stoner; R. Salazar & A. Hawkins. 1987. World agriculture and soil erosion. *Bioscience* **37**:277-283.

- Prins, A. H., H. W. Nell & P. G. L. Klinkhamer. 1992. Size-dependent root herbivory on *Cynoglossum officinale*. *Oikos* **65**:409-413.
- Price, P. W. 1977. General concepts on the evolutionary biology of parasites. *Evolution* **31**:504-420.
- Price, P. W. 1988. Inversely density-dependent parasitism: the role of plant refuges for hosts. *Journal of Animal Ecology* **57**:89-96.
- Price, P. W. 1992. The resource-based organization of communities. *Biotropica* **24**:273-282.
- Queiroz, J. M. 1996. Interações tritróficas de insetos e plantas: efeitos do tamanho de mancha de *Hyptis suaveoleus* Poit. (Lamiaceae) e da complexidade ambiental sobre agromizídeos minadores de folhas e seus parasitóides. Tese de Mestrado em Ciências Biológicas (Ecologia) apresentada ao Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, SP.
- Root, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitat: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* **43**:95-124.
- Seike, S. H. 1993. Estudo comparativo da fauna de Artrópodes associada a plantas de *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae) sadias e infectadas naturalmente pelo vírus da clorose infecciosa das Malvaceas. Tese de Mestrado em Ciências Biológicas (Ecologia) apresentada ao Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, SP.
- Senn, J., S. Hanhimäki & E. Haukioja. 1992. Among-tree variation in leaf phenology and morphology and its correlation with insect performance in the mountain birch. *Oikos* **62**:215-222.

- Solomon, B. P. 1981. Response of a host-specific herbivore to resource density, relative abundance, and phenology. *Ecology* **62**:1205-1214.
- Southwood, T. R. E., V. K. Brown & P. M. Reader. 1979. The relationships of plant and insect diversities in succession. *Biological Journal of Linnean Society* **12**:327-348.
- Stadler, B. 1995. Adaptive allocation of resources and life-history trade-offs in aphids relative to plant quality. *Oecologia* **102**:246-254.
- Stanton, M. L. 1983. Spatial patterns in the plant community and their effects upon insect search. Pages 125-157 *in* S. Ahmad, editor. *Herbivorous insects: host-seeking behavior and mechanisms*. Academic Press, New York.
- Steinberg, D. & P. Colla. 1991. Logit: A supplementary module for Systat. Systat Inc, Evanston.
- Stevens, G. C. 1986. Dissection of the species-area relationship among wood-boring insects and their host plants. *American Naturalist* **128**:35-46.
- Strong, D. R. & D. A. Levin. 1979. Species richness of plant parasites and growth form of their hosts. *American Naturalist* **114**:1-22.
- Strong, D. R., J. H. Lawton & T. R. E. Southwood. 1984. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Tahvanainen J. & P. Niemelä. 1987. Biogeographical and evolutionary aspects of insect herbivory. *Ann. Zool. Fennici* **24**:239-247.
- Vinson, S. B. 1976. Host selection by insect parasitoids. *Annual Review of Entomology* **21**:109-133.

- Walde, S. J. 1995. How quality of host plant affects a predator-prey interaction in biological control. *Ecology* **76**:1206-1219.
- Wilson, C. G. & G. Flanagan. 1990. The phytophagous insect fauna of the introduced shrubs *Sida acuta* Burm.F. and *Sida cordifolia* L. in the Northern Territory, Australia. *Australian Entomological Magazine* **17**:7-15.
- Winder, J. A. 1982. The effects of natural enemies on growth of *Lantana* in Brazil. *Bulletin of Entomological Research* **27**:599-616
- Zwölfer, H. 1985. Insects and thistle heads: resource utilization and guild structure. *Proceedings of the VI Symposium on Biological Control of Weeds*. Pages 407-416. Vancouver, Canada.
- Zwölfer, H. 1987. Species richness, species packing, and evolution in insect-plant systems. Pages 301-319 *in* E. D. Schulze e H. Zwölfer, editors. *Ecological Studies* n°61, Springer-verlag, New York, New York, USA.
- Zwölfer, H. & P. Harris. 1971. Host specificity determination of insects for biological control of weeds. *Annual Review of Entomology* **16**:159-178.
- Zwölfer H. & R. Brandl. 1989. Niches and size relationships in Coleoptera associated with 01 Cardueae host plant: adaptations to resource gradients. *Oecologia* **78**:60-68.