

este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo (s) candidato (a)  
SERGIO HAYATO SEIKE  
e aprovada pela Comissão Julgadora.



Sérgio Hayato Seike 42

Garcia  
15/10/93.

ESTUDO COMPARATIVO DA FAUNA DE ARTROPODES ASSOCIADA A PLANTAS DE  
*Sida rhombifolia* L. (MALVACEAE) SADIAS E INFECTADAS NATURALMENTE  
PELO VIRUS DA CLOROSE INFECCIOSA DAS MALVACEAS

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da  
Universidade Estadual de Campinas para obtenção do  
título de Mestre em Ciências Biológicas (Ecologia).

Orientadora:

Profª Drª Maria Alice Garcia

Campinas

1993

Se42e

19994/BC

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

---

*A meus pais Taci e Uta Seike, por tudo.*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que de alguma forma ajudaram-me a terminar o mestrado, mas como a lista é demasiadamente longa, cito nominalmente apenas aqueles que tiveram uma contribuição direta. Porém, fica aqui o meu reconhecimento a todos.

Agradeço aos componentes da pré-banca, Dr. Alvaro Santos Costa, da seção de virologia do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Dr. Thomas M. Lewinsohn e Dr. Mohamed E. M. Habib pela valiosa contribuição na revisão da tese. Suas sugestões foram essenciais para o aperfeiçoamento do trabalho.

Meus agradecimentos ao Dr. Aquiles E. Piedrabuena pela essencial ajuda nas análises estatísticas e por sua contribuição na revisão da tese na qualidade de componente da banca examinadora. Também muito me ajudaram nas análises matemáticas os meus colegas Edison Sujii, Paulo Prado e, principalmente, Paulo "Planária" De Marco.

Pela identificação dos insetos, agradecimentos aos Drs. Woodruff W. Benson (formigas), Sérgio Vanin (curculionídeos) e J.C.M. de Carvalho (hemípteros).

Yo estoy muy grato con mi amigas Myriam Daza e Claudia Rodriguez por las discusiones y contribuciones en las analisis multivariadas y sobre los índices de similitud y diversidad. Por las criticas, sugerencias y revisiones de portugues, agradecimientos a mi amiga Malva Hernandez.

Agradecimentos à administração do IAC pela sua postura, sempre cooperativa, permitindo a utilização de suas áreas para

pesquisa. Também sou grato a André Lourenção, da Seção de Entomologia dessa Instituição, pelas inúmeras discussões.

Pelas separatas recebidas do exterior, agradeço a Ana Rita (EUA), Celso Benedetti (Inglaterra) e Irene Petzold (Alemanha).

Sou grato a Armando Castello Branco Jr. pela ajuda na produção do "summary" e a Cláudia Magalhães pela revisão.

Um agradecimento especial à minha colega e amiga Icléia Boselli, que muito contribuiu, principalmente nas fases iniciais da tese, com sua amizade, discussões, sugestões e ajuda nas identificações de alguns insetos.

Finalmente, agradeço à minha orientadora e amiga, Maria Alice Garcia, pela efetiva e essencial contribuição em todos os níveis. Sua participação foi de extrema importância para a realização deste trabalho.

## íNDICE

- Dedicatória .....	i
- Agradecimentos .....	ii
I. Introdução .....	1
. objetivo específico .....	8
II. Materiais e Métodos .....	9
1. Local de coleta .....	9
2. Fenologia das plantas e ocorrência da virose .....	9
2.1. caracterização fenológica .....	10
2.2. coleta dos dados .....	10
3. Artrópodes associados a plantas sadias e com virose ....	10
3.1. amostragem das plantas .....	11
3.2. inspeção e coleta das plantas e artrópodes .....	11
3.3. etiquetagem das plantas .....	11
3.4. inspeção e dissecação das plantas em laboratório ....	12
3.5. etiquetagem dos artrópodes .....	12
3.6. protocolos .....	12
3.7. fixação, armazenagem e pesagem .....	12
3.7.1. das plantas .....	12
3.7.2. dos artrópodes .....	15
3.8. identificação dos artrópodes .....	15
4. Análise dos dados .....	16
4.1. índice de complexidade das plantas .....	16
4.2. análises multivariadas .....	16
4.2.1. análise de aglomerados .....	16
4.2.2. análise de componentes principais .....	16
4.3. índices de diversidade e similaridade .....	17

4.4. análises estatísticas .....	17
III. Resultados .....	19
1. A população de <i>Sida rhombifolia</i> e a ocorrência da virose .....	19
2. Entomofauna associada a <i>S. rhombifolia</i> e sua interação com a virose .....	24
IV. Discussão .....	44
1. Interação planta-patógeno .....	44
2. Entomofauna associada e perspectivas para controle biológico .....	49
3. Interação planta-patógeno-artrópode .....	54
. os afídios .....	55
. o escolitideo <i>Hypothenemus obscurus</i> .....	59
. as aranhas .....	59
. as cochonilhas .....	61
. os desfolhadores e o minador .....	62
. a mosca branca .....	64
. considerações finais .....	66
V. Conclusões .....	70
VI. Resumo .....	72
VII. Summary .....	74
Literatura Citada .....	75

## INTRODUÇÃO E REVISÃO HISTÓRICA

Uma boa parte da produção vegetal em comunidades naturais é consumida anualmente por herbívoros (Nielsen 1978) envolvendo, muitas vezes, interações de extrema complexidade. Todos os insetos herbívoros são associados com uma gama específica e variável de plantas hospedeiras (Dethier 1983) e a aceitação de uma delas para alimentação pode envolver uma série de etapas, necessárias para o reconhecimento de suas características (Scriber 1984).

---

Substâncias voláteis emanadas de plantas formam plumas de odores (Stanton 1983), que são utilizadas por insetos fitófagos para localização da espécie hospedeira (Judd & Borden 1989, Landolt 1989, Mitchell *et al.* 1991, Nottingham *et al.* 1991, Pivnick *et al.* 1990, 1991, Tingle & Mitchell 1991, Roseland *et al.* 1992, veja também Visser 1986 para uma revisão), podendo apresentar comportamentos específicos na procura dessa pluma olfativa (Dusenbery 1990). A visão também pode ser usada no processo de reconhecimento (Prokopy & Owens 1983), tendo as cores um papel importante (Wiener & Norris 1982, Walters *et al.* 1990), podendo influir inclusive no processo de iniciação de alimentação (Pelletier 1990). Uma vez na planta, o inseto pode também fazer uso de uma série de referências químicas como indicadores para alimentação (Nielsen *et al.* 1989, Montllor *et al.* 1990, Bernays *et al.* 1991) ou oviposição (Reed *et al.* 1989, Traynier & Truscott 1991). A qualidade nutricional da planta, como níveis de carboidratos e nitrogênio totais, pode também ter influência sobre o comportamento alimentar do inseto (Schiff *et al.* 1989,

Brodbeck *et al.* 1990, Chyb & Simpson 1990, Furutani & Arita 1990, Simpson *et al.* 1990).

Deste modo, mudanças bioquímicas e estruturais na planta podem interferir no seu reconhecimento e utilização pelo inseto fitófago. As três principais propriedades individuais de uma planta, que podem servir como parâmetros visuais para os insetos são: qualidade espectral, dimensão e padrão (Prokopy & Owens 1983). Dessas, as duas últimas características, dimensão e padrão, compõem a arquitetura de uma planta, que pode influir tanto na riqueza quanto na diversidade da fauna de fitófagos (Lawton 1983). Essas características podem ser alteradas por viroses, que podem causar clorose, atarracamento e hiperbrotação, o que pode, conseqüentemente, afetar a fauna de artrópodes associados.

Além disso, tanto mudanças quantitativas quanto qualitativas dos constituintes voláteis exalados por uma planta, alteram a capacidade atrativa desse coquetel aromático (Roseland *et al.* 1992). Afídios normalmente atraídos pela planta hospedeira intacta, mostram indiferença por plantas danificadas, possivelmente devido à incapacidade de reconhecerem os voláteis, alterados pelo dano, como sendo da planta hospedeira (Nottingham *et al.* 1991). Tais mudanças podem ocorrer também em uma planta infectada por vírus. Mudanças na qualidade nutricional e outras alterações químicas decorrem de viroses (Matthews 1970).

Estas alterações variam segundo o vírus causador da doença, a planta infectada e as condições ambientais e fisiológicas. Quanto aos níveis de nitrogênio, por exemplo, foi encontrado

tanto aumento (Hare & Dodds 1987), que pode variar com a idade (Pandey & Joshi 1988), quanto diminuição (Culliney 1990).

Fenômeno semelhante foi constatado quando foram medidos apenas os níveis de proteínas. Embora os níveis de nitrogênio possam ser simples reflexos dos níveis de proteínas, isso não acontece necessariamente, uma vez que as proteínas não são as únicas fontes de nitrogênio. Pandey & Joshi 1988, verificaram comportamento dos níveis de proteínas idêntico ao apresentado pelos níveis de nitrogênio: plantas infectadas sempre apresentaram níveis de proteínas mais altas que plantas saudáveis, com gradativo aumento com a idade. Porém, também foi encontrado diminuição (Khan & Saxena 1985) ou indiferença (Kant et al. 1985), com o resultado variando, mais uma vez, segundo a planta infectada e o vírus causador da doença.

Os insetos herbívoros respondem de formas diversas aos diferentes níveis das substâncias químicas de seus alimentos. Os níveis nitrogênio foliar podem ser altamente prejudiciais quando baixos (Ohmart 1991) e benéficos quando mais elevados (Minkenberg & Fredix 1989 e Minkenberg & Ottenhein 1990). Níveis de proteínas mais elevados também podem ter efeitos benéficos (Lindroth & Bloomer 1991) e plantas com concentração elevada de aminoácidos podem ser preferidas (Brodbeck et al 1990). Outros insetos ainda, parecem capazes de selecionar sua dieta em conformidade com suas necessidades (Chyb & Simpson 1990 e Simpson et al. 1990).

A interação herbívoro-planta hospedeira, saudável ou infectada por vírus, pode ainda ser afetada pelos mecanismos de defesa da planta. Acredita-se que existam dois tipos distintos de

resistência: a constitutiva, geralmente contra herbívoros, e a induzida, mais típica contra patógenos (Levin 1971). Essas defesas, porém, nem sempre são específicas (Gianinazzi 1984) e, nesse caso, uma planta infectada por vírus estaria com níveis de defesa química elevados, desfavorecendo o ataque de herbívoros. Fitoalexinas da soja como a gliceolina, uma conhecida substância de defesa induzida contra patógenos, podem representar fator de defesa também contra insetos herbívoros (Fischer *et al.* 1990). Poderia então ocorrer uma competição entre reinos (Hochberg e Lawton 1990), uma competição indireta, intermediada pelas substâncias de defesa.

Em outros casos, no entanto, a defesa cruzada manifesta-se apenas entre patógenos. Apriyanto e Potter (1990), trabalhando com a cucurbitácea *Cucumis sativus*, verificaram que plantas previamente infectadas com o Vírus da Necrose do Tabaco apresentaram alto grau de proteção contra o fungo *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ell. and Halst., mas não contra artrópodes. Quando esta espécie de cucurbitácea foi previamente infectada com o fungo *C. lagenarium*, apresentou proteção contra o fungo mas não contra artrópodes (Ajlan & Potter 1991). Em experimento recíproco, *C. sativus* previamente danificadas por fitófagos não apresentaram proteção contra o fungo (Ajlan & Potter 1991). Esses trabalhos sugerem a existência de defesa induzida distinta para patógenos e artrópodes nesta planta. Nesses casos, em que as defesas manifestam-se como independentes, uma possível debilitação das defesas químicas da planta contra herbívoros,

causada por uma virose, poderia facilitar o ataque destes insetos.

Alguns trabalhos foram realizados procurando determinar como a virose em uma planta afeta o inseto que dela se alimenta, sendo que os resultados foram variados. A maioria dos experimentos foi realizada com pulgões, mas outros artrópodes, como besouros, trips, gafanhotos, cigarrinhas e ácaros também foram utilizados. Geralmente a virose resultou em efeito benéfico ao inseto (Hare & Dodds 1987, Culliney 1990, Hunt & Nault 1990) mas, em alguns casos, o resultado foi detrimental (Khan & Saxena 1985). Entretanto, houve também casos de indiferença, como o da lagarta *Manduca sexta*, alimentada com folhas de tabaco infectadas com o Vírus do Mosaico do Tabaco (Wan e Barbosa 1990). Fica evidente, assim, a resposta diferenciada, peculiar para cada espécie. Esta constatação é mais clara no experimento de Montllor e Gildow (1986), em que o afídio da espécie *Schizaphis graminum* (Rondani) tem a taxa reprodutiva aumentada quando se alimenta em plantas de aveia (*Avena sativa* (L.)) infectadas pelo "Barley Yellow Dwarf Virus", enquanto o pulgão *Ropalosiphum padi* (L.), sob as mesmas condições, mostra-se indiferente.

Pode ser citado ainda um caso experimental distinto, em que foram utilizados dois patógenos. Ellsbury e colaboradores (1985), estudando plantas de *Trifolium vesiculosum* Savi sadias e infectadas com vírus e/ou o fungo *Phytophthora cf erythroseptica* Pethyb, constataram que ambos os patógenos estão associados a efeitos deletérios em pulgões, sendo o impacto do fungo maior que o do vírus.

Deste modo, pode-se esperar diferenças tanto qualitativas quanto quantitativas na fauna de artrópodes associada a plantas sadias e com virose. O primeiro passo para verificar tais expectativas seria determinar se, realmente, ocorrem diferenças significativas na fauna associada a plantas nos dois estados (com e sem vírus), em condições naturais. Vários trabalhos, como os citados acima, visaram detectar as influências que viroses na planta hospedeira podem ter sobre determinados insetos fitófagos, mas nenhum se preocupou com os efeitos sobre a comunidade de artrópodes no campo, sendo esse o objetivo principal deste trabalho.

A planta escolhida para a pesquisa foi *Sida rhombifolia* L. (figura 1a), uma Malvacea invasora que freqüentemente é encontrada com virose (figura 1b) na região de Campinas - SP. *S. rhombifolia* é comum em solos cultivados, infestando principalmente lavouras anuais e perenes, pomares, jardins, pastagens e terrenos baldios (Lorenzi 1982) constituindo, certamente, um reservatório natural da doença (veja Costa & Yuki 1991). O vírus, conhecido como Vírus da Clorose Infecciosa das Malváceas (ou "Abutilon Virus 1"), infecta muitas espécies vegetais de diferentes famílias, incluindo plantas cultivadas, como o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), onde é conhecido como Mosaico Anão do Feijoeiro, e o algodoeiro (*Gossypium* spp), onde é conhecido como Mosaico Comum do Algodoeiro (Costa 1955).

Vários são os grupos de insetos fitófagos já descritos como transmissores de viroses de plantas (Smith 1976), sendo os insetos sugadores o principal (Barnes 1968, Matthews 1970, da

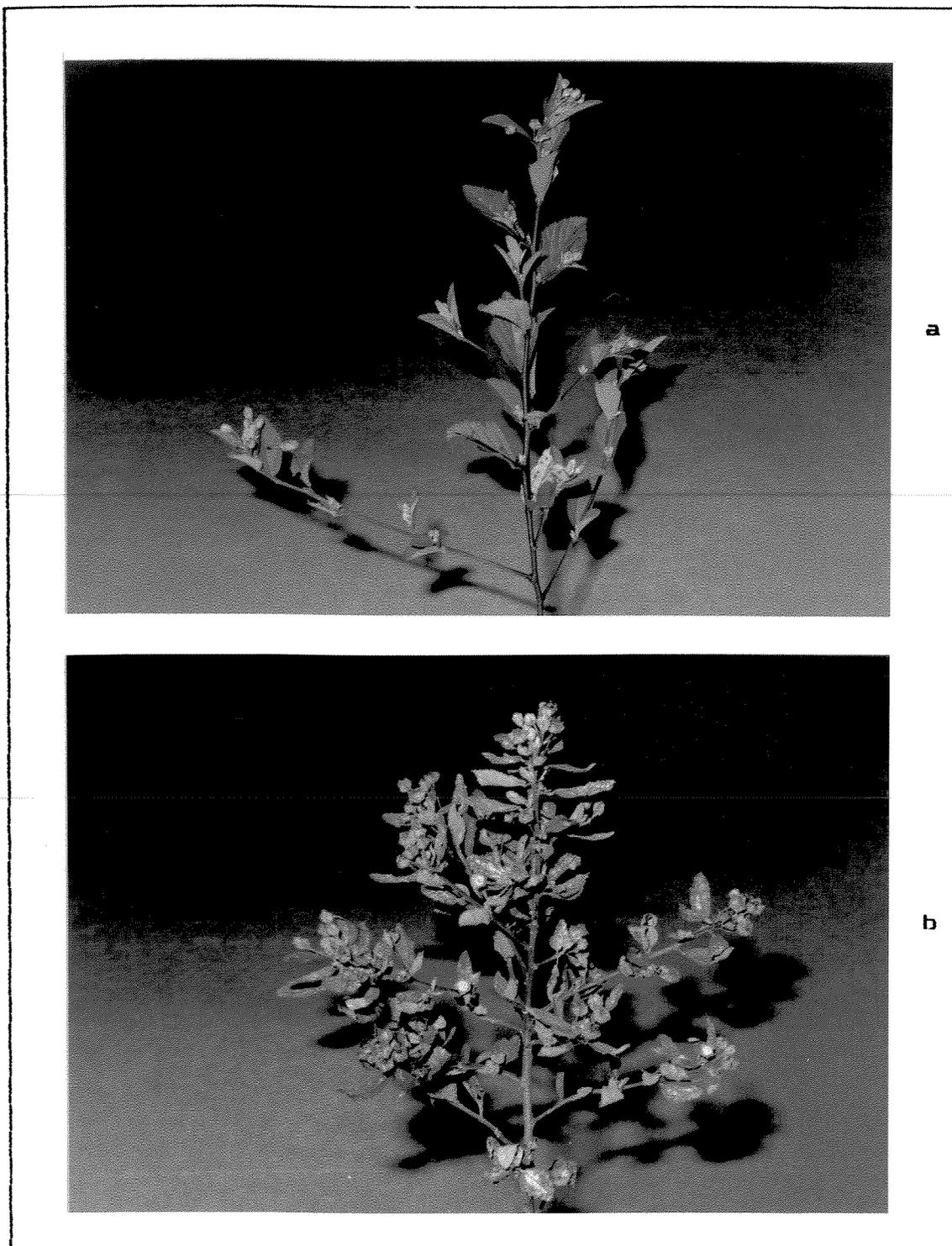


Figura 1. *Sida rhombifolia* com aspecto sadio (a) e apresentando alterações devido à infecção pelo vírus da clorose infecciosa das malváceas (b).

Ponte 1975). Entretanto, a única espécie descrita como transmissora do Virus da Clorose Infecciosa das Malváceas é a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Alleyrodidae) (veja Orlando e Silberschmidt 1946, Kimati 1980a, b).

Paralelamente, este trabalho permitirá também conhecer melhor a fauna de artrópodes associada a *S. rhombifolia* na região de estudo, o que é básico para o desenvolvimento de um programa de controle biológico dessa planta invasora.

---

#### Objetivo específico

Avaliar os efeitos do Virus da Clorose Infecciosa das Malváceas sobre a composição e a estrutura da comunidade de artrópodes associados a *Sida rhombifolia*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O termo "doente" recebe variadas definições na literatura: enquanto alguns autores incluem causas de qualquer origem, outros excluem danos físicos. Porém, de uma forma geral, o estado doente denota a perda do estado sadio (Steinhaus 1963).

Ao longo do texto será comum o uso dos termos "COM VIROSE" e "SADIA", que estarão designando o estado em que se encontram plantas de *Sida rhombifolia*, apresentando ou não, respectivamente, os sintomas de infecção pelo Vírus da Clorose Infecciosa das Malváceas.

### 1. Local de Coleta

As coletas foram realizadas em uma área de pastagem, na Fazenda Santa Elisa, pertencente ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), no município de Campinas, SP (22°54' S, 47°05' W e altitude de 674m). O pasto é delimitado em um dos lados por uma cerca com mourões adjacentes a uma estrada e nos outros por mata e córrego, constituindo uma área de aproximadamente 16200 metros quadrados (180m x 90m). Várias espécies de malváceas eram encontradas neste local, sendo *S. rhombifolia* uma das predominantes. Indivíduos infectados pelo vírus eram frequentes.

### 2. Fenologia das Plantas e Ocorrência da Virose na População

Durante período de 7 meses, de dezembro de 1989 a junho de 1990, foram registrados dados mensais sobre fenologia e estado (sadia ou com virose) de 50 plantas tomadas ao acaso.

## 2.1. Caracterização fenológica

Foram estabelecidas três fenofases para caracterização dos indivíduos de *S. rhombifolia* na população: plântula, vegetativa e madura. Plântulas eram aquelas que não possuíam gemas laterais desenvolvidas; maduras, as que apresentavam órgãos reprodutivos (botões florais, flores ou frutos) e; vegetativas, as intermediárias (com ramos laterais desenvolvidos, mas ainda sem órgãos reprodutivos).

## 2.2. Coleta dos dados

A partir de números aleatórios, obtidos em calculadora, foram sorteados cinco mourões como referência, de onde foi estendida uma trena perpendicular à cerca. O ponto a partir de onde a trena seria estendida foi estabelecido também com o uso de números aleatórios obtidos em calculadora, que determinava o número de passos. P.e. se fossem sorteados os números 15 e 32, eram contados 32 passos perpendiculares à cerca a partir do mourão 15. A partir deste ponto era então deitada a trena.

Uma vez estendida a trena, foram coletados os dados da primeira planta localizada a cada metro. Em cada linha desta foram computadas 10 plantas, perfazendo assim o total de 50 observações por mês. Foram anotados a altura, fenofase e estado (sadia ou com virose).

## 3. Artrópodes Associados a *Sida rhombifolia* Sadia e Com Virose

As coletas foram realizadas quinzenalmente durante o período de um ano, de julho de 1989 a junho de 1990.

### 3.1. Amostragem das plantas

Durante a coleta procurou-se amostrar plantas que obedecessem a determinadas características. Deu-se preferência a plantas maduras (com órgãos reprodutivos) e plantas com virose e sadias com porte semelhante. Este método foi escolhido visando diminuir ao máximo o número de variáveis que pudessem interferir na análise comparativa da fauna de artrópodes associada a plantas com e sem vírus, que é o objetivo principal. Partindo de um ponto qualquer da área de pastagem, amostrava-se a primeira planta que se enquadrasse nestas características, sempre alternando plantas sadias e com virose. Aquelas localizadas muito próximas à planta inspecionada (num raio de 1m) foram ignoradas devido à perturbação provocada pelo pesquisador. Procurou-se evitar, também, repetir as áreas já amostradas em coletas anteriores.

### 3.2. Inspeção e coleta das plantas e artrópodes

Quinzenalmente foram inspecionadas 10 plantas com virose e 10 plantas sadias. Os artrópodes encontrados foram coletados com o uso de um frasco de plástico transparente com tampa de rosca (Coletor Universal LEC).

Seguiu-se então a medição da altura tomando-se o ramo principal ou, na inexistência deste, o ramo mais longo.

Estas plantas foram coletadas a seguir, cortando-as rente ao solo, com a utilização de uma tesoura de poda. Posteriormente foram levadas ao laboratório em sacos plásticos fechados.

### 3.3. Etiquetagem das plantas

A numeração das plantas seguiu o seguinte código: o primeiro número (com dois dígitos) representou o número da coleta e o

segundo (também com dois dígitos) o número da planta naquela coleta. Entre estes dois números, foi inserida uma letra, que representava o estado da planta ("s" para sadia e "v" para plantas com virose) (veja figura 2).

### **3.4. Inspeção e dissecação das plantas em laboratório**

As plantas coletadas no campo foram levadas ao Laboratório de Interações Inseto-Planta (LIIP) no Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), onde passaram por uma segunda inspeção para coleta dos artrópodes restantes.

Os órgãos reprodutivos foram separados do resto da planta e os ramos foram dissecados na procura dos insetos endófagos.

### **3.5. Etiquetagem dos artrópodes**

Os artrópodes foram etiquetados levando o número código da planta em que foram coletados, seguido de outro número, referente ao artrópode. Os insetos da mesma espécie coletados na mesma planta levaram um único número (veja figura 3).

### **3.6. Protocolo**

Tanto os dados obtidos no campo como os obtidos posteriormente no laboratório, foram anotados em protocolos distintos para plantas (figura 2) e artrópodes (figura 3).

### **3.7. Fixação, armazenagem e pesagem**

#### **3.7.1. Das plantas**

Após dissecadas, as plantas foram colocadas em sacos de papel-manteiga e mantidas em temperatura ambiente por pelo menos 30 dias para secagem prévia. Os órgãos reprodutivos foram colocados nos frascos coletores LEC fechados com espuma e mantidos assim por pelo menos 60 dias, aguardando a eventual

"PROJ. VIROSE" - Prot. Plantas - Data: 12/ III/ 1950 Local: FAZ. STA ELISA (PASTO)

PLANTA	ALT.(cm)	!--- PESO SECO (g) ---!			TOTAL (P.S.)	!---- Nº de INSETOS ----!			OBSERVAÇÕES
		Folha	Ramo	O.R.		Fitófagos	?????	Outros	
18V01	24	0,95	0,03	0,04		3		-	
18V02	32	1,25	2,05	0,03		2	2	-	
18V03	27	0,88	1,14	0,12		1		1	GALHA VAZIA
18V04									
.									
.									
.									
18601	17	0,39	0,34	0,03		-		-	
18502	24	0,25	0,26	0,08		-	1	-	
.									
.									
.									

Figura 2. Protocolo utilizado para anotar os dados referentes às plantas amostradas.

"PROJ. VIROSE" - Prot. Artrópodes - Data: 12/III/1990 Local: Faz. STA ELISA (PASTO)

PLANTA	Nº INS.	TAXON	MORFO/ESPÉCIE	ESTAGIO	Nº IND.	OBS./ATIV./ORGAO	PESO SECO
18 V 03	1	HOMOPT./	CIGARRINHA ROBUSTA ESCURA	N	1		12
	2	HOMOPT./CIC	CIGARRINHA VERDE-MUSGO	A	1	Doletutha fedo MICROPSTEINI	43
	3	HOMOPT./APHID.		?	1		3
18 V 02	1	COLEO./SCOLY.		A	1	Brocando ramo	10
	2	HOMOPT./CIC.	CIGARRINHA VERDE ESCURA "LOBANGO"	A	1	Typhlocyba	23
	3	HOMOPT./MIRID?	QUASE PRETA - PORTE MEDIO	A	1		57
	4	DIPT.	ASAS + LONGAS BOM CORPO	A	1		4

Figura 3. Protocolo utilizado para anotar os dados referentes aos artrópodes coletados.

emergência de fitófagos e parasitos. Antes de serem pesados, tanto os órgãos reprodutivos como as demais partes da planta, foram colocados em estufa a aproximadamente 80°C por pelo menos 3 dias. Os ramos e as folhas foram pesados separadamente. A separação das folhas dos ramos foi feita sobre uma peneira após a secagem, eliminando grãos de areia e terra.

### 3.7.2. Dos artrópodes

Os artrópodes foram sacrificados por congelamento. Posteriormente foram colocados em vidros limpos de penicilina (47mm X 22mm) e tampados com algodão, sendo desidratados por pelo menos 3 dias em estufa, a aproximadamente 60°C. Uma vez secos, foram pesados em balança analítica.

Após a pesagem, os insetos adultos foram montados em triângulo ou montagens duplas, enquanto os insetos jovens, afídios e aranhas foram mantidos armazenados nos próprios vidros.

### 3.8. Identificação dos artrópodes

Inicialmente foi realizada uma separação por taxon e depois uma classificação por morfoespécie. A seguir, os diferentes grupos taxonômicos foram enviados a sistematas especialistas para identificação.

O esforço de identificação se concentrou nos adultos. As formas jovens, com raras exceções, não puderam ser identificadas. Isto se deveu à necessidade de dessecação dos animais para pesagem, não podendo ser, deste modo, conservados adequadamente para identificação posterior.

## 4. Análise dos Dados

### 4.1. índice de complexidade das plantas

Partindo-se do pressuposto de que a biomassa das plantas é direta e a altura inversamente proporcional à complexidade estrutural das mesmas, elaborou-se uma fórmula a partir da qual se obtém um índice, assim chamado de índice de complexidade:

$$C = \frac{b}{h} * 100;$$

onde: b = biomassa (peso seco em gramas) e

h = altura em centímetros.

---

### 4.2. Análises multivariadas

#### 4.2.1. Análise de aglomerados

Esta análise foi realizada com uma matriz de dados de abundância. As colunas foram formadas pelas coletas realizadas ao longo do ano (distinguindo-se as realizadas em plantas com e sem vírus para cada coleta) e, as linhas, pelas espécies de insetos fitófagos que realmente alimentam-se de *S. rhombifolia*.

A análise foi realizada utilizando o módulo "Cluster" do programa estatístico "Systat". Foram usadas as opções "join", "distance=euclidean" e "linkage=single".

#### 4.2.2. Análise de componentes principais

Nesta análise foi utilizada a mesma matriz de dados da análise de aglomerados. Foi utilizado o módulo factor do programa estatístico "Systat", usando as opções "correlation/listwise" e "rotate=varimax".

### 4.3. índices de diversidade e similaridade

Para averiguar a diversidade foi utilizado o índice de Shannon ( $H'$ ) com log base 2 (Zar 1984) e, para a similaridade entre as comunidades de insetos encontradas em plantas com e sem vírus, foram utilizados os coeficientes de similaridade taxonômica de Jaccard (Sáiz 1980),

$$S_j = \frac{c}{a+b+c}$$

onde: a=número de espécies exclusivas da comunidade "a", b=número de espécies exclusivas da comunidade "b" e c=número de espécies comuns às duas comunidades ("a" e "b");

e de similaridade biocenótica de Winer (Sáiz 1980),

$$S_w = \frac{\sum x_i * y_i}{\sqrt{\sum x_i^2 * \sum y_i^2}}$$

onde:  $x_i$ =número de indivíduos da espécie "i" da comunidade "x" e  $y_i$ =número de indivíduos da espécie "i" da comunidade "y".

### 4.4. Análises estatísticas

Para as análises estatísticas comparando duas médias foi utilizado o teste "t" de Student quando a distribuição dos dados permitia o uso de análise paramétrica e, caso contrário, foi utilizado o teste "U" de Mann-Whitney. Para valores absolutos foi usado teste de qui-quadrado. Para o teste de homogeneidade de variâncias, foi utilizado o teste de Bartlett.

Na análise de regressão, os valores de biomassa das plantas foram linearizados com a altura tirando-se a raiz cúbica.

Para a comparação de dois índices de diversidade, foi utilizado o método proposto por Hutcheson em 1970 (Zar 1984).

Nos testes "t" e "U", regressão linear e análise de covariância, foi utilizado o programa estatístico "Systat".

---

## RESULTADOS

### **A População de *Sida rhombifolia* e a Ocorrência da Virose**

Plantas sadias e com vírus foram abundantes na área de estudo durante todo o período. A distribuição das frequências relativas das três fases de desenvolvimento de *S. rhombifolia*: plântula, vegetativa e madura; ao longo do tempo, mostra que todas as fenofases estiveram presentes durante o período de amostragem (figura 4a). A análise em separado das plantas sadias e com virose, demonstra haver mais plântulas sadias do que com virose (figura 4b), enquanto a incidência da virose predomina entre as plantas vegetativas e maduras (figura 4c). A frequência de plantas infectadas e não infectadas é semelhante para as fases vegetativa e madura ( $\chi^2=0,73$ ;  $p=0,41$ ;  $n=235$ ;  $gl=1$  -figura 5). A menor incidência da virose em plântulas, quando comparada ao observado para as demais fenofases, manifesta-se como um padrão ao longo do tempo (figura 5).

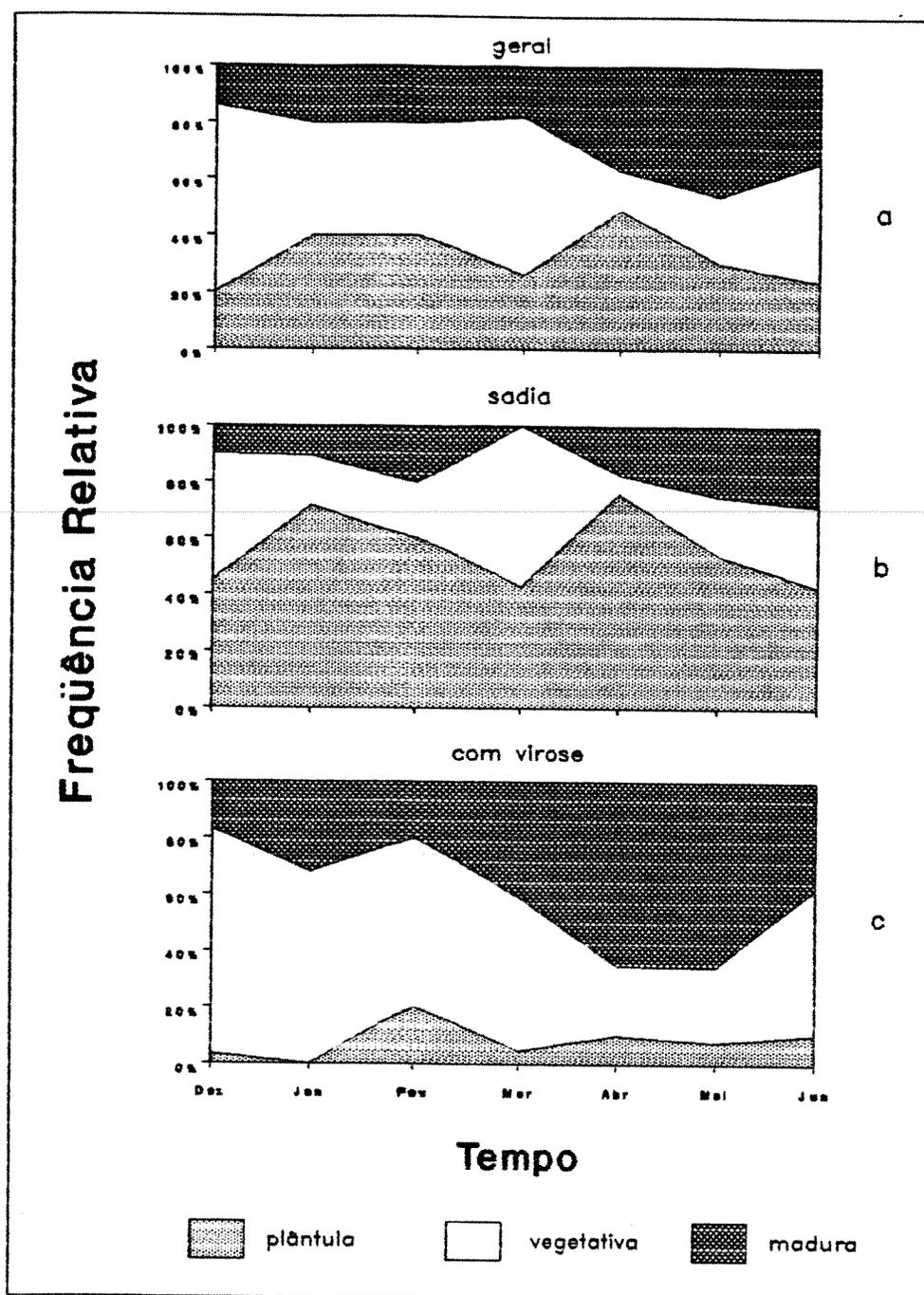


Figura 4. Flutuação das fenofases (frequência relativa) na população total de *Sida rhombifolia* (a) e em duas subpopulações distintas: sadia (b) e com virose (c)

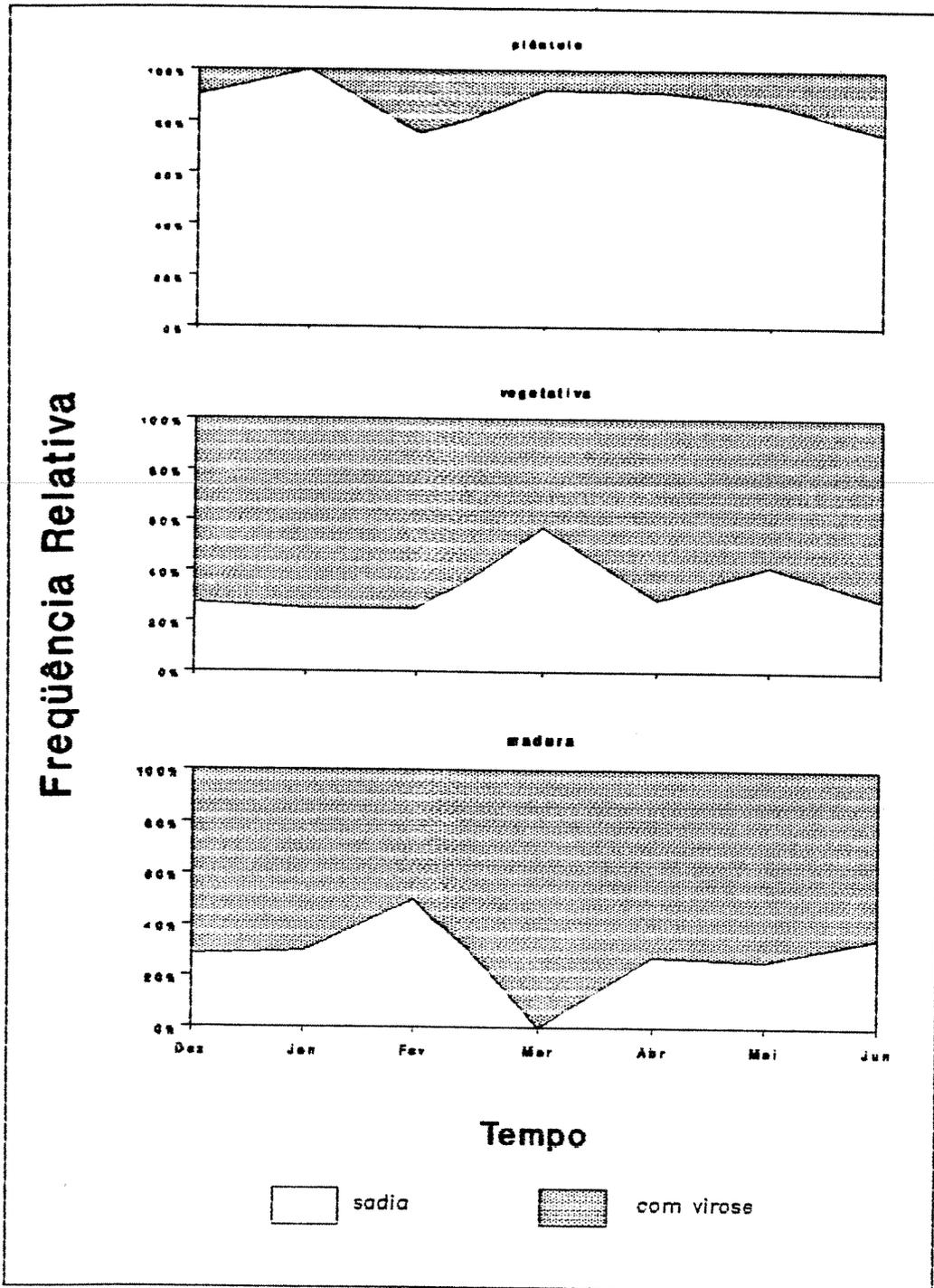


Figura 5. Ocorrência da virose nas diferentes fenofases de *Sida rhombifolia* ao longo do tempo.

A Clorose Infecciosa das Malváceas causa mudanças morfológicas em *Sida rhombifolia*. As plantas infectadas apresentam um aumento na biomassa média, reflexo da maior biomassa de ramos destas plantas (tabela 1). A confirmação destes dados vem com a análise de covariância. A biomassa da planta varia linearmente com sua altura ( $p < 0,001$ ;  $r = 0,769$ ;  $r^2 = 0,591$ ), não tendo sido constatada diferença significativa na inclinação das retas de plantas com e sem vírus ( $p = 0,811$ ), mas sim no seu intercepto ( $p = 0,001$ ), com menor valor para plantas sadias (figura 6). Este resultado mostra que para plantas de mesma altura, qualquer que seja esta altura, aquelas com virose apresentam maior biomassa que plantas sem vírus.

Tabela 1. Características gerais das plantas de *Sida rhombifolia*. Testes estatísticos: "t" para altura e "U" de Mann-Whitney para biomassas.

CARACTERE	SADIA (n=229)		C/VIROSE (n=230)		p
	média	EP	média	EP	
Altura (cm)	20,61	0,52	21,04	0,55	0,578 (ns)
Biomassa total (g)	1,17	0,09	1,46	0,15	0,001 (**)
Biomassa ramos (g)	0,67	0,05	0,96	0,12	0,001 (**)
Biomassa folhas (g)	0,37	0,02	0,41	0,03	0,215 (ns)
Biomassa (g) órgãos reprodutivos	0,12	0,03	0,08	0,01	0,655 (ns)

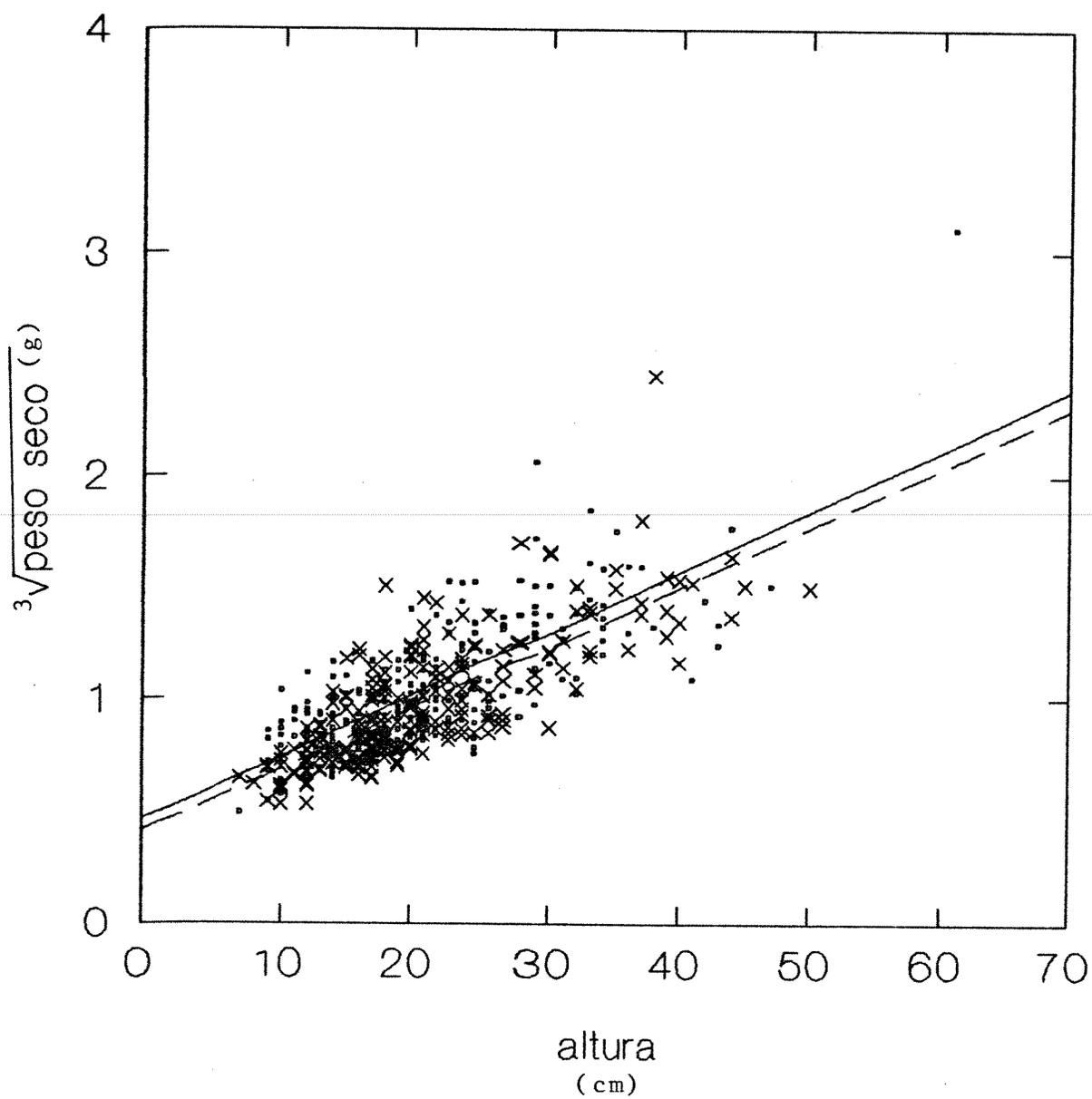


Figura 6. Regressão linear da raiz cúbica do peso seco (g) contra a altura de plantas com e sem vírus.

(x), (---) = sadia

(·), (—) = com virose

## Entomofauna Associada a *Sida rhombifolia* e sua Interação com a Virose

Os artrópodes associados a *Sida rhombifolia* com e sem virose, coletados durante o período de um ano, perfazem um total de 1878 indivíduos, pertencentes a 70 espécies, de 26 famílias, distribuídas em 11 ordens (tabela 2). Destas, 33 espécies são fitófagas, explorando todas as partes da planta (figura 7).

Tabela 2. Lista das espécies de artrópodes que ocorrem em *Sida rhombifolia* saudável e infectada pelo Virus da Clorose Infecciosa das Malváceas, indicando o estágio quando coletado, parte da planta que ataca, hábito alimentar, número de indivíduos (nº) e biomassa total (biom. = peso seco em  $g \times 10^{-3}$ ).

TAXON	ESTAGIO COLETADO	PARTE QUE ATACA	HABITO ALIMENTAR			SADIA		C/ VIROSE	
			herbívoro	carnívoro	n.i.	nº	biom.	nº	biom.
AKANEIDA									
Spp	n/a			pr		17	786	46	2409
COLEOPTERA									
Scolytidae									
* <i>Hypothenemus obscurus</i> (Fabricius)	l/a	s	b			8	65	19	94
Chrysomelidae									
Sp1	a				?	1	536	-	-
Sp2	a				?	-	-	1	219
Coccinellidae									
n.i.	l			pr		1	21	2	6
Sp1	l			pr		2	34	5	42
Sp2	l			pr		1	97	-	-
Curculionidae									
* Sp1	l	s	b			2	210	-	-
* Sp2	a	ro	c			1	23	1	35
Sp3	a	?	c			-	-	1	60
<i>Centrinaspis</i> sp	a	?	c			-	-	1	82
* <i>Euthinobothrus</i> sp	l	s	b			-	-	2	191
<i>Chelotonyx bralisiensis</i>	a	?	c			-	-	2	760
Elateridae									
Sp	a				?	1	640	-	-
Não identificados									
Sp1	l				?	2	1155	-	-
* Sp2	l	ro	b			2	179	-	-

Tabela 2. cont.

TAXON	ESTABIO COLETADO	PARTE QUE ATACA	HABITO ALIMENTAR			SADIA		C/ VIROSE	
			herbivoro	carnivoro	n.i.	nº	biom.	nº	biom.
‡ Sp3	l	l	a			3	38	-	-
‡ Sp4	l	s	b			-	-	3	98
Sp5	a				?	1	6	1	9
Sp6	a				?	-	-	1	35
Sp7	a				?	1	27	-	-
Sp8	a				?	-	-	1	17
DIPTERA									
n.i.	a				?	19	499	10	208
‡ Sp	p	s	g			1	34	4	174
Tephritidae									
Sp	a				?	1	26	2	62
HEMIPTERA									
n.i.	n/a	?	s	pr	?	15	421	13	279
Sp	a			pr		1	15	-	-
Anthocoridae									
Sp	a/n			pr		4	23	1	8
Miridae									
<i>Ceratocapsus</i> sp	a				?	-	-	1	57
<i>Rhinacloa antennalis</i>	a				?	1	23	-	-
<i>Taedia stigmosa</i> Berg	a				?	1	143	1	171
Pentatomidae									
n.i.	n				?	1	163	-	-
Sp	n			pr		-	-	2	58
Pyrrhocoridae									
‡ <i>Dysdercus</i> sp	n/a	ro	s			17	5733	13	2693
Tingidae									
‡ <i>Corythaica monacha</i> Stål	n/a	l	s			36	292	45	330
HOMOPTERA									
n.i.	n/a	?	s			17	533	26	1099
Alleyrodidae									
‡ Sp	n/a	l	s			9	31	5	13
Aphididae									
‡ Spp	n/a	l/s	s			276	494	604	1062
Cicadellidae									
‡ Sp	a	l/s	s			8	176	7	139
‡ <i>Balclutha hebe</i>	a	l/s	s			3	92	2	65
<i>Bucephalagonia xanthophis</i> (Berg)	a	?	s			-	-	1	131
‡ <i>Empoasca</i> sp	n/a	l	s			19	115	3	15
<i>Exitianus obscurinervis</i> (Stål)	a	?	s			-	-	1	81
<i>Macuqonia leucomelas</i>	a	?	s			-	-	1	196
<i>Protalebrella brasiliensis</i> Baker	a	?	s			-	-	5	100
‡ <i>Scaphytopius</i> sp	n/a	l/s	s			3	74	12	305
<i>Vrenus colonus</i>	a	?	s			1	85	-	-
<i>Xerophloea viridis</i>	a	?	s			1	289	1	283
Coccidae									
n.i.	n/a	l/s	s			37	69	102	227
‡ Sp	n	l/s	s			156	851	71	346
Membracidae									
<i>Paraceresa bifasciata</i> (Fairmaire)	a	?	s			-	-	1	246

Tabela 2. cont.

TAXON	ESTAGIO COLETADO	PARTE QUE ATACA	HABITO ALIMENTAR			SADIA		C/ VIROSE	
			herbivoro	carnivoro	n.i.	nº	biom.	nº	biom.
HYMENOPTERA									
Spp	l/a			pa		7	66	5	38
Sp	a				?	-	-	1	219
Formicidae									
<i>Atta cf. sexdens</i>	a	l/s				1	243	1	236
<i>Brachymyrmex spp</i>	a			pr		6	53	11	73
<i>Camponotus sp1</i>	a			pr		1	88	1	88
<i>Camponotus sp2</i>	a			pr		2	108	4	208
<i>Camponotus sp3</i>	a			pr		1	99	1	131
<i>Camponotus sp4</i>	a			pr		1	56	-	-
<i>Camponotus sp5</i>	a			pr		4	468	3	266
<i>Conomyrma sp</i>	a			pr		1	28	2	35
<i>Crematogaster sp</i>	a			pr		4	141	10	329
<i>Pheidole sp1</i>	a			pr		6	57	5	43
<i>Pheidole sp2</i>	a			pr		4	115	6	159
<i>Solenopsis sp</i>	a			pr		7	409	3	58
<i>cf. Solenopsis sp2</i>	a			pr		2	4	8	23
<i>Wasmannia auropunctata</i>	a			pr		3	20	2	13
LEPIDOPTERA									
‡ n.i.	l	l	c			3	54	2	248
Sp	a	ro	np			1	65	-	-
Belechiidae									
‡ <i>Stegasta sp</i>	l	ro	?			5	126	7	160
Noctuidae									
‡ <i>Bagisara repanda (F.)</i>	l	l	c			13	1227	5	216
Hesperidae									
‡ Sp	l	l	c			3	184	-	-
MANTODEA									
Sp	n			pr		-	-	1	85
NEUROPTERA									
Sp	l			pr		-	-	2	237
ORTHOPTERA									
‡ Spp	n	l	c			1	189	2	229
PSOCOPTERA									
n.i	n/a	?			?	1	11	1	2

‡ espécies usadas nas análises multivariadas (análise de aglomerados e de componentes principais)

ESTAGIO COLETADO: l=larva, n=ninfa, p=pupa, a=adulto.

PARTE DA PLANTA ATACADA: l=folha, s=ramo, ro=órgão reprodutivo (botão floral, flor e fruto).

HABITO ALIMENTAR: c=comedor de bocados, b=brocador, g=galhador, m=minador, s=sugador, np=nectarívoro/polinívoro,

pa=parasitóide, pr=predador. n.i.=indeterminado.

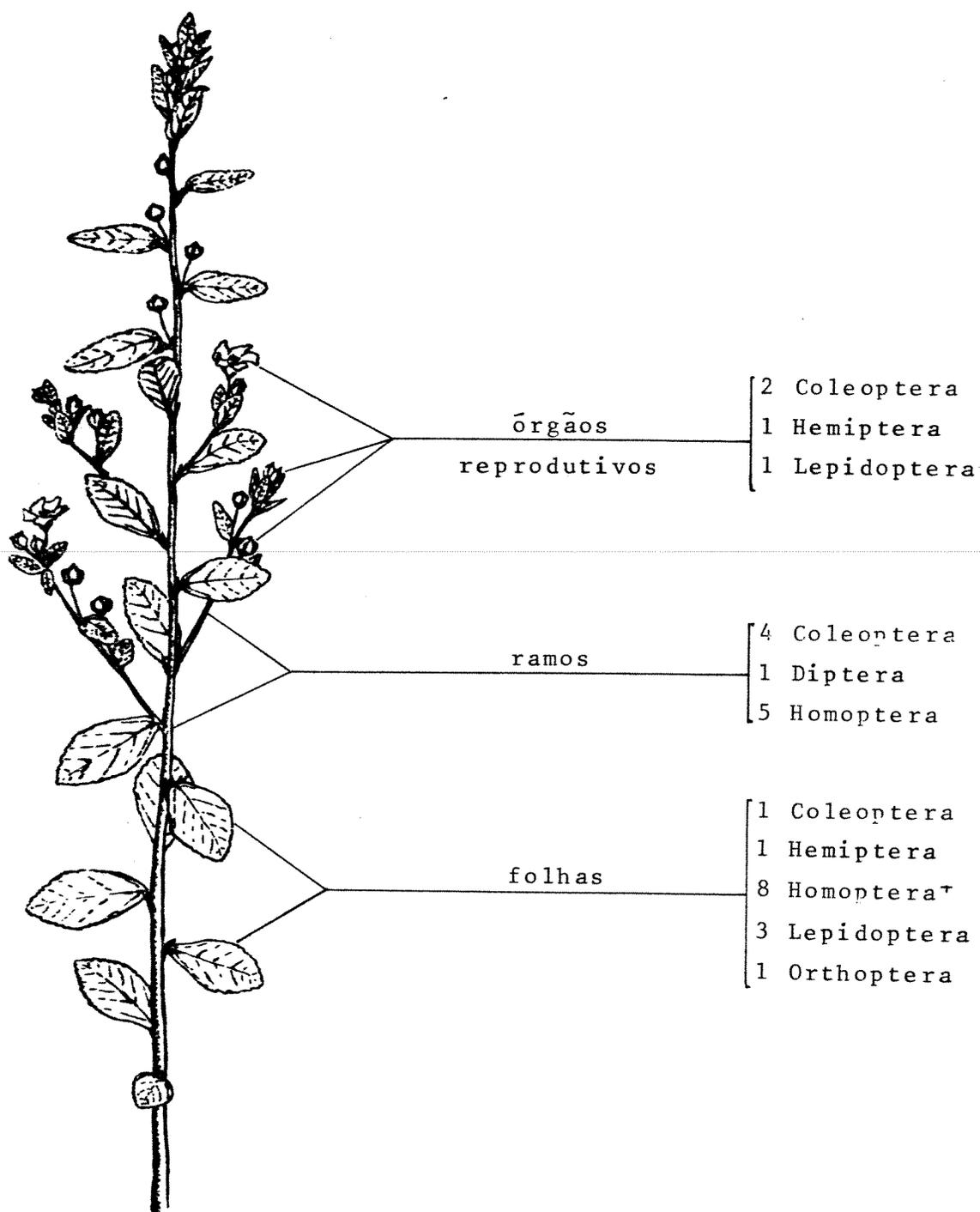


Figura 7. Número de espécies de artrópodes fitófagos por Ordem, segundo a parte da planta da qual se alimentam.

(+) inclui as cinco espécies de homópteros que se alimentam de ramos.

A medição do peso seco dos artrópodes associados demonstrou que, por vezes, as informações obtidas através do número de indivíduos, difere consideravelmente das observadas pela representação em biomassa desses mesmos artrópodes. Os afídios, por exemplo, são muito numerosos mas de pouco peso. Assim, têm grande participação no número total de indivíduos, porém, representam parcela pequena da biomassa total de artrópodes. Por outro lado, a guilda dos comedores de bocados, que englobam certos coleópteros, lepidópteros e ortópteros, compõe o extremo oposto (figura 8).

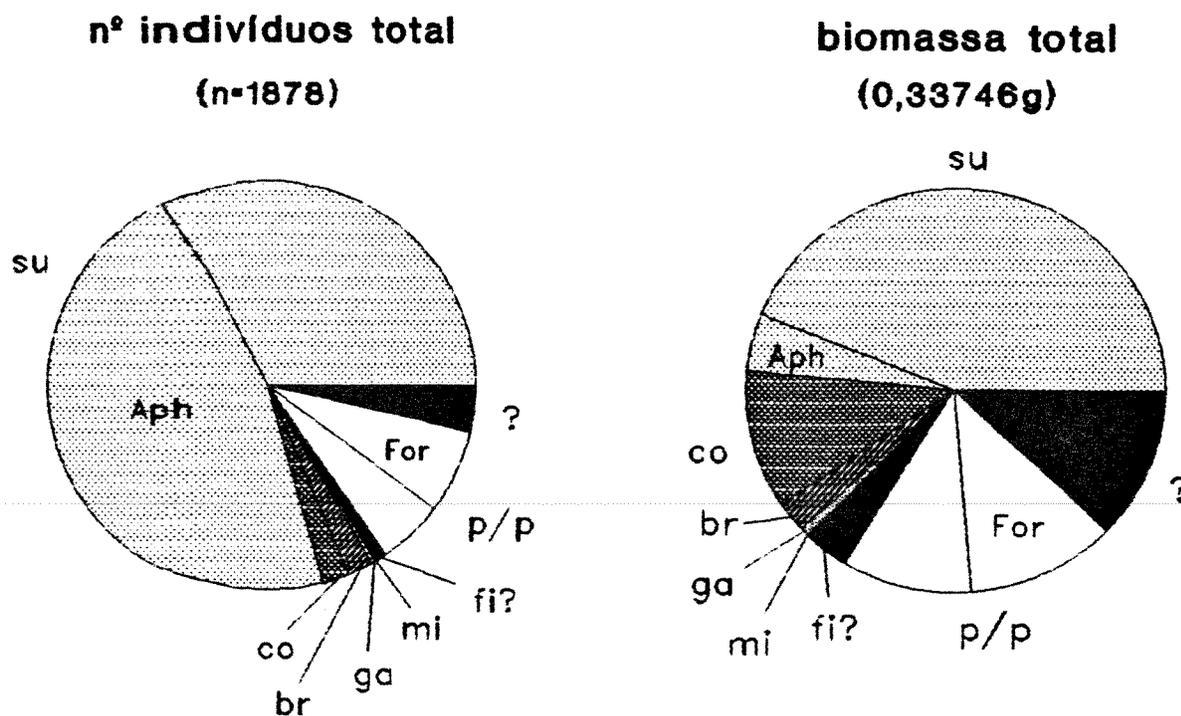


Figura 8. Proporção das guildas de hábito alimentar dos artrópodes coletados em *Sida rhombifolia* expressas em número de indivíduos e biomassa.

Hábito Alimentar: su=sugadores, co=comedores de bocados, br=brocadores, ga=galhadores, mi=minadores, fi?=fitófagos com hábito específico desconhecido, p/p=predadores e parasitóides, ?=hábito geral desconhecido.

Grupos Específicos: Aph=afídios (dentro de su), For=formigas (dentro de p/p).

A composição das comunidades de artrópodes associadas a plantas com e sem virose, não apresentou diferenças relevantes. A análise de aglomerados, realizada com as coletas contendo os artrópodes segundo o período do ano e estado da planta em que foram coletados, não revelou qualquer padrão (figura 9). Esse resultado reflete a ausência de destaque dessas duas variáveis a nível global. A análise de componentes principais realizada com esses mesmos dados, confirma o resultado da análise de aglomerados. Não houve separação das coletas realizadas em plantas com ou sem vírus ou nas diferentes épocas do ano (figura 10). O agrupamento de pontos destacado à direita do eixo 1, contém igual número de coletas (15) em plantas sadias e com vírus e não apresenta padrão temporal.

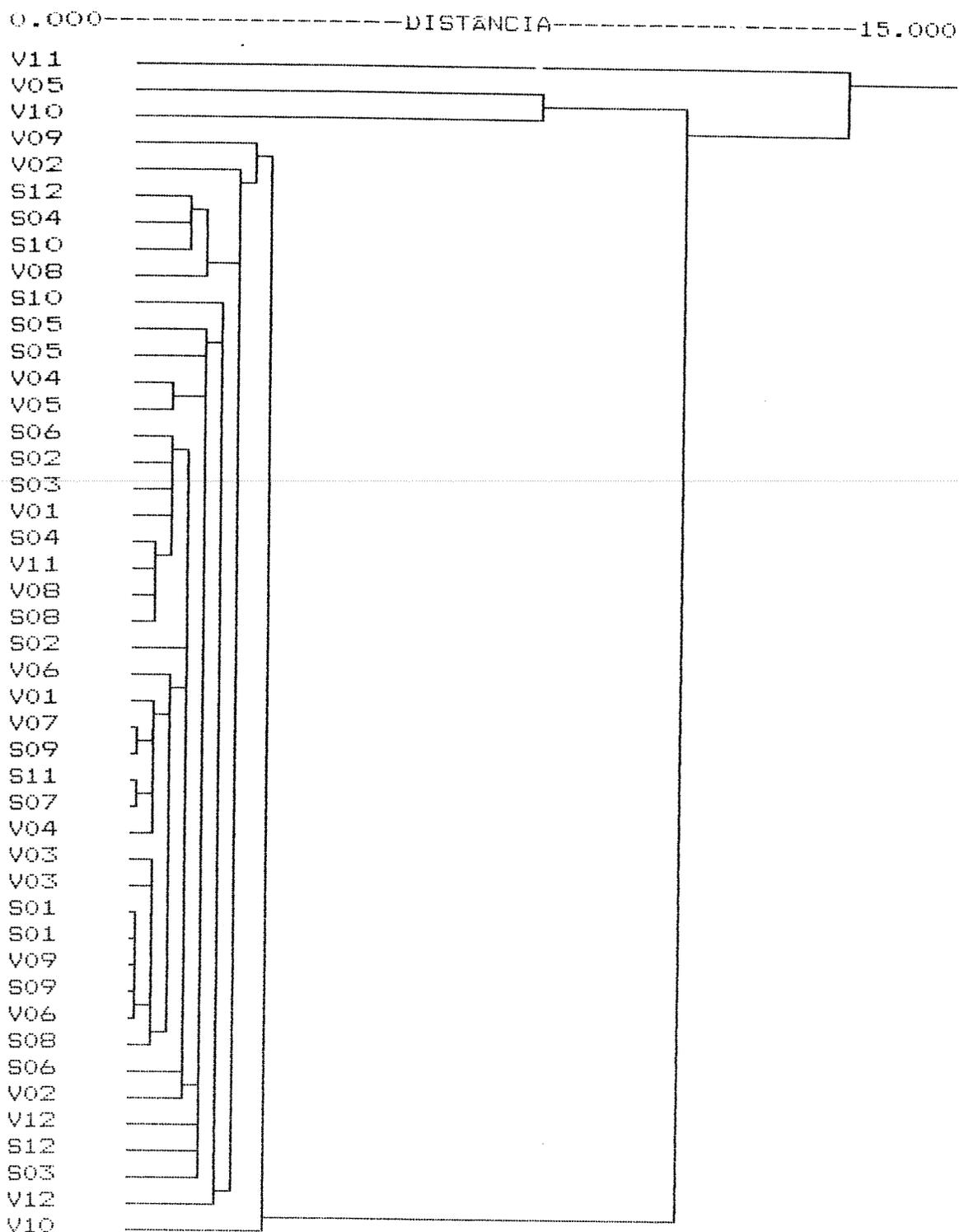
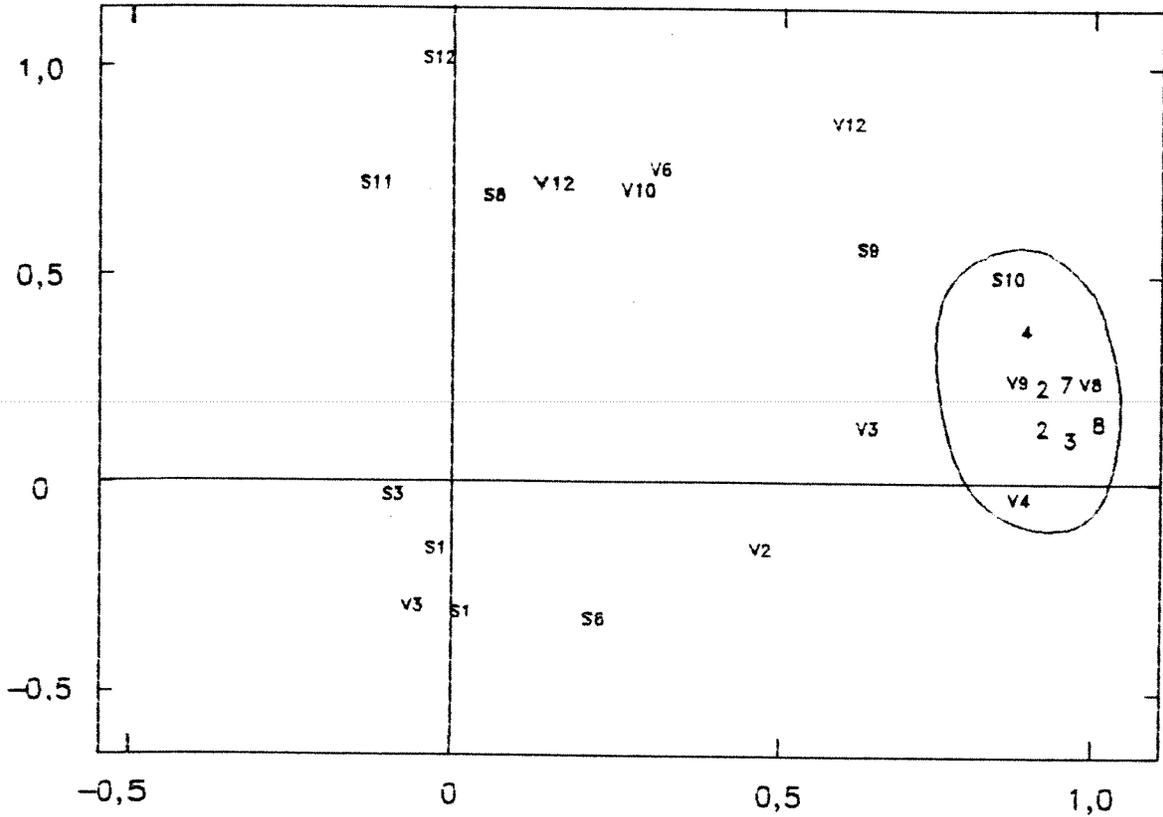


Figura 9. Análise de Aglomerados utilizando método hierárquico para comunidade de insetos amostrados em plantas com ou sem vírus ao longo do tempo. Os números representam o mês das coletas e as letras ("V" ou "S"), se elas foram efetuadas, respectivamente, em plantas com ou sem virose. Uma coleta (S11), que se apresentou muito distante das demais, foi excluída dos cálculos para melhorar a visualização das diferenças menores.

FATOR 2



FATOR 1

Figura 10. Análise de Componentes Principais, utilizando o método de correlação entre as coletas de artrópodes realizadas em plantas com ou sem virose, ao longo de um ano. Os números dentro da elipse indicam a quantidade de pontos sobrepostos. Esses pontos são relacionados a seguir:

V1	S2	S4	V5	S5	V7	V8	S10	V11
V1	S2	S4	S5	S6	S7	V9	V10	S12
V2	S3	V4	V5	V6	S8	S9	V11	

V=coleta em planta com virose; S=coleta em planta sadia; números indicam mês do ano em que a coleta foi realizada.

Não são encontradas diferenças relevantes nas comunidades de artrópodes em plantas com e sem virose. A maior frequência de alguns grupos taxonômicos e espécies de insetos em plantas em um dos dois estados (com ou sem virose), parece ser compensada pela frequência menor de outras espécies. As maiores diferenças estão nas guildas de comedores de bocados, maior nas plantas sadias e de predadores, maior nas plantas com virose, além dos minadores, exclusivo nas plantas sadias (figura 11).

---

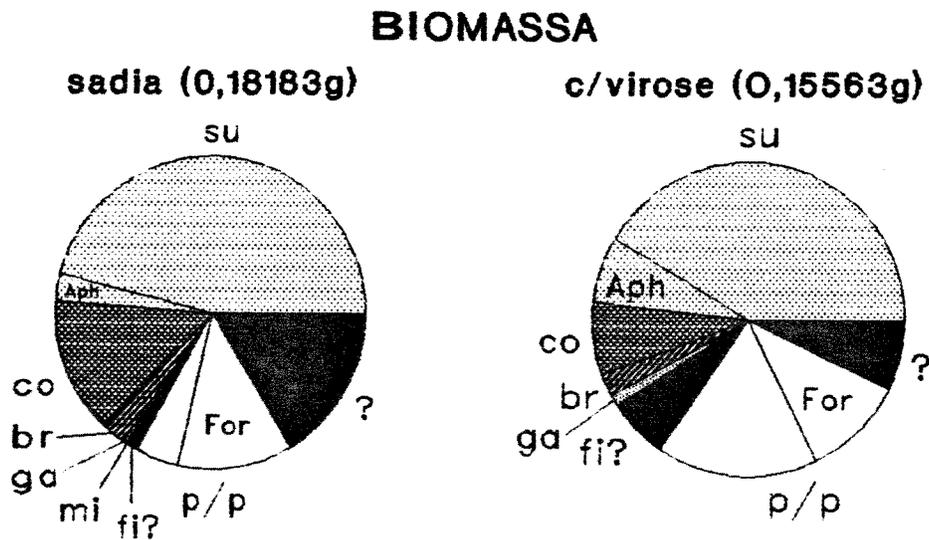
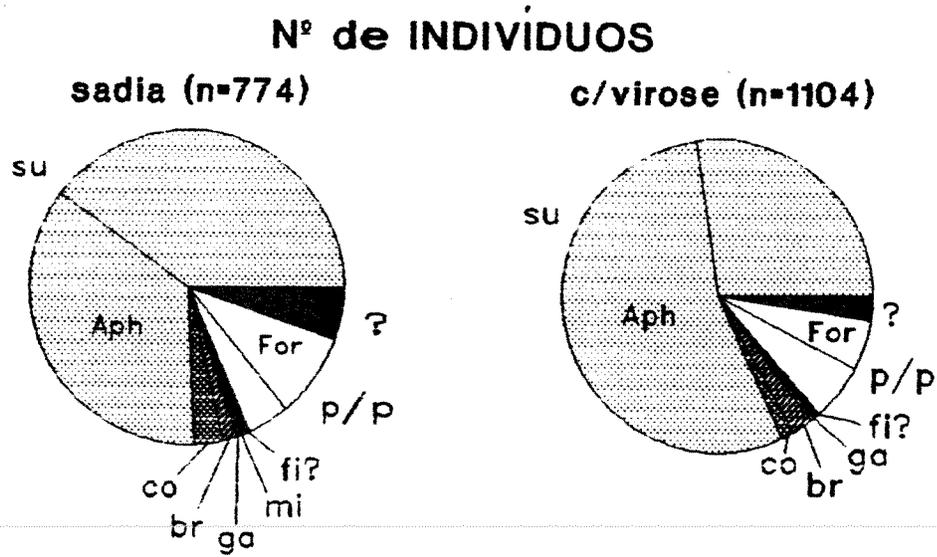


Figura 11. Proporção das guildas de hábito alimentar expressas em número de indivíduos e biomassa dos artrópodes coletados em *Sida rhombifolia* com e sem virose.

Hábito Alimentar: su=sugadores, co=comedores de bocados, br=brocadores, ga=galhadores, mi=minadores, fi?=fitófagos com hábito específico desconhecido, p/p=predadores e parasitoides, ?=hábito geral desconhecido.

Grupos Específicos: Aph=afídios (dentro de su), For=formigas (dentro de p/p).

Não obstante, o índice de diversidade de Shannon foi significativamente maior ( $t=5,694$ ;  $p<0,001$ ) para os artrópodes associados às plantas sadias ( $H'=2,62$ ) que às plantas com vírus ( $H'=1,90$ ). O grande número de pulgões nas plantas com vírus, foi responsável pelo índice de diversidade menor nessas plantas. Excluindo os afídios o resultado se inverteu ( $H'=3,73$  para plantas com virose e  $H'=3,05$  para plantas sadias), diferença também significativa ( $t=3,629$ ;  $p<0,001$ ).

Na região de estudo, tanto as curvas de abundância de espécies da comunidade de fitófagos associados a plantas de *S. rhombifolia* com virose quanto a plantas sadias, mostraram-se próximas a uma distribuição "log linear" (figura 12). Entretanto, a curva da comunidade associada a plantas com virose esteve relativamente mais distante da curva "log normal". Isto se deve, novamente, à grande proporção de pulgões na comunidade de insetos associados a plantas com virose.

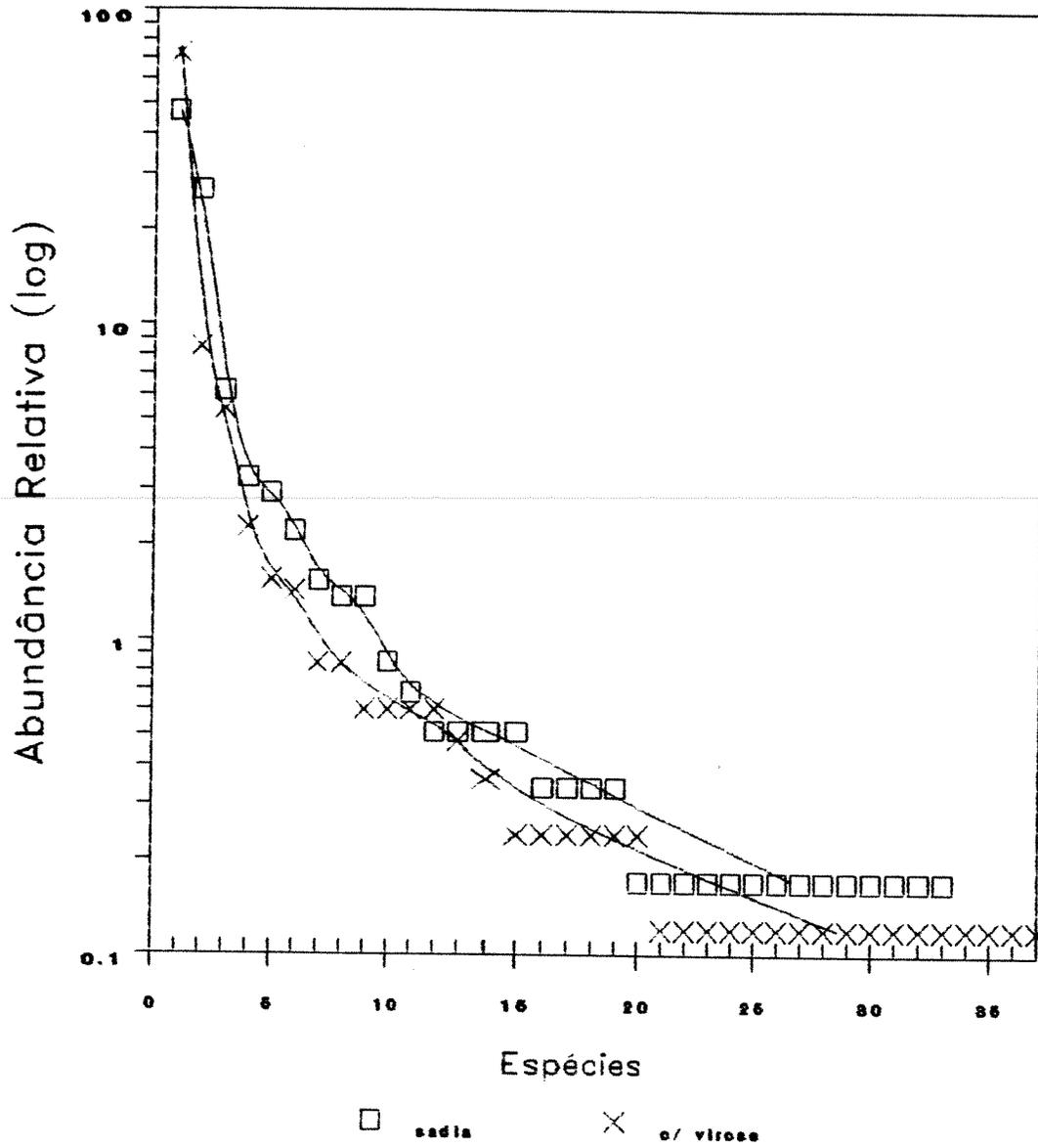


Figura 12. Abundância de espécies em ordem decrescente. Dados referentes à distribuição de espécies de fitófagos associados a plantas de *Sida rhombifolia* sadias e infectadas por vírus.

Foi constatada uma grande similaridade biocenótica ( $S_w=0,92$ ), fato que se deve às espécies mais representativas, como pulgões e cochonilhas, serem comuns nas duas comunidades. Em contraste, foi encontrada baixa similaridade taxonômica ( $S_j=0,44$ ), devido a presença de grande número de espécies raras, presentes apenas em uma das comunidades (tabela 2).

Apesar dos números de espécies, famílias e ordens não diferirem significativamente entre as plantas com e sem vírus (tabela 3), as plantas com virose apresentaram número de artrópodes significativamente maior que plantas sadias e, quando considerados apenas os fitófagos, a diferença se manteve (tabela 4). Curiosamente, a biomassa dos artrópodes apresentou valores absolutos inversos aos do número de indivíduos, com as plantas sem virose apresentando maior biomassa de artrópodes que plantas com virose, mas sem diferença estatística. Uma análise dos pulgões em separado, mostra que estes insetos são os responsáveis pelos resultados da análise a nível global (tabela 5). Estes insetos têm uma grande influência no número total de artrópodes, mas não na biomassa (figura 8). O maior número de pulgões coletados em plantas com virose deve-se não à maior frequência de infestação, mas a um maior número de pulgões nas plantas com vírus em que estes insetos estão presentes (tabela 5).

Tabela 3. Dados gerais dos artrópodes coletados em *Sida rhombifolia* com e sem virose. Teste estatístico: qui-quadrado.

	total			fitófagos		
	SADIA	C/VIROSE	p	SADIA	C/VIROSE	p
nº espécies	51	55	0,698	23	27	0,588
nº famílias	21	24	0,666	13	13	-
nº ordens	9	11	0,666	6	6	-

Tabela 4. Valores totais do número de indivíduos e biomassa dos artrópodes coletados em *Sida rhombifolia* com e sem virose. Teste estatístico: t de Student pareado por coleta; n=23. Entre parênteses, média  $\pm$  erro padrão.

	total			fitófagos		
	SADIA	C/VIROSE	p	SADIA	C/VIROSE	p
nº artrópodes	774 (3,4 $\pm$ 0,7)	1104 (4,8 $\pm$ 1,0)	0,127	633 (2,7 $\pm$ 0,7)	957 (4,2 $\pm$ 1,0)	0,224
biomassa gx10 <sup>-5</sup>	18164 (79,3 $\pm$ 15,2)	15598 (67,8 $\pm$ 9,8)	0,049	12333 (53,8 $\pm$ 13,0)	10401 (45,2 $\pm$ 8,8)	0,201

Tabela 5. Número de pulgões em plantas de *Sida rhombifolia* com e sem virose e influência dos pulgões nos dados gerais do número de artrópodes. Teste estatístico: chi-quadrado.

	SADIA	C/VIROSE	p
nº de pulgões	276	604	<0,01
nº artrópodes excluindo pulgões	498	500	>0,05
nº fitófagos excluindo pulgões	355	354	>0,05
nº plantas com pulgões	48	56	>0,05
nº médio de pulgões por planta*	5,75	10,79	-

\* não estão incluídas todas as plantas amostradas, mas apenas aquelas em que os pulgões estiveram presentes (plantas com pulgões, da linha acima).

O número de fitófagos que têm o hábito de alimentarem-se de folhas e ramos foi significativamente maior em plantas com virose que em plantas sadias (tabela 6), novamente em decorrência do número de pulgões. O número de fitófagos que se alimentam exclusivamente de ramos também foi significativamente maior em plantas com virose, o inverso do que ocorreu com os fitófagos que alimentam-se exclusivamente de folhas, enquanto o número dos que utilizam órgãos reprodutivos não diferiu estatisticamente (tabela 6).

Tabela 6. Análise comparativa de fitófagos de *Sida rhombifolia* com e sem virose, segundo o órgão da planta que utilizam como recurso alimentar. O peso é dado em  $gx10^{-5}$ . Valores de "p" referem-se à comparação do número de indivíduos (nº) através de qui-quadrado.

	SADIA		C/ VIROSE		p
	nº	peso	nº	peso	
órgão reprodutivo	25	6061	21	3240	0,57
ramo exclusiva/	11	309	28	557	<0,01
folha exclusiva/	87	2130	62	1051	0,04
folha e ramo	483	1756	798	2144	<0,01

As aranhas foram o único grupo não fitófago analisado em detalhe. Elas foram significativamente mais abundantes em plantas com vírus que em plantas sadias (tabela 7). Estas plantas apresentam arquitetura mais complexa que as sadias, sendo as plantas nas quais as aranhas estiveram presentes, aquelas que apresentaram estrutura ainda mais complexa (tabela 8).

Uma análise adicional foi realizada apenas com as espécies e grupos taxonômicos mais abundantes. Destes, as aranhas, os pulgões, o escolitídeo *Hypothenemus obscurus* (Fabricius) e o cicadelídeo *Scaphitopius* sp, estiveram presentes em maior número em plantas com virose. Duas espécies foram mais abundantes em plantas sadias: uma cochonilha, Sp e um cicadelídeo, *Empoasca* sp. Cinco espécies mostraram-se indiferentes, não apresentando diferença significativa: o pirrocorídeo *Dysdercus* sp, o tingídeo *Corythaica monacha* Stål, a mosca branca, provavelmente *Bemisia tabaci* (Gennadius), o cicadelídeo Sp e o lepidóptero *Bagisara repanda* (F.) (tabela 7).

Tabela 7. Análise comparativa do número de indivíduos para aranhas, pulgões e espécies mais abundantes em plantas de *Sida rhombifolia* sadias e infectadas por vírus. O peso é dado em  $gx10^{-5}$  e a frequência apresenta o número de plantas em que os artrópodes estiveram presentes. Teste estatístico: qui-quadrado.

*		SADIA			C/VIROSE			p	
		nº	peso	freq.	nº	peso	freq.	nº	freq.
V	aranhas	17	786	17	46	2409	39	<0,01	<0,01
	pulgão	276	494	48	604	1062	55	<0,01	0,49
	<i>H. obscurus</i>	8	65	5	19	94	8	0,04	0,42
	<i>Scaphytopius</i> sp	3	74	3	12	305	9	-	-
S	cochonilha Sp	156	851	16	71	346	15	<0,01	0,87
	<i>Empoasca</i> sp	19	115	15	3	15	3	-	-
	<i>Dysdercus</i> sp	17	5733	11	13	2693	9	0,47	0,67
I	<i>Corythaica monacha</i>	36	292	15	45	330	19	0,32	0,49
	mosca branca	9	31	6	5	13	5	0,29	-
	Cicadellidae Sp	8	176	8	7	139	7	0,80	0,80
	<i>Bagisara repanda</i>	13	1227	13	5	216	5	0,06	0,06

\* Estado da planta em que a espécie ou grupo de artrópode foi mais abundante.

V = em plantas com virose; S = em plantas sadias; I = indiferente.

Tabela 8. Complexidade média das plantas de *Sida rhombifolia* nas diferentes categorias. Teste estatístico: U de Mann-Whitney.

PLANTA (CATEGORIA)	COMPLEXIDADE MÉDIA*	ERRO PADRÃO	n	P
sadia	50,65	2,47	229	
com virose	61,40	2,97	230	<0,001
aranha ausente	51,60	1,46	404	
aranha presente	88,62	11,32	55	<0,001

\* índice de complexidade =  $(b/h)*100$ ; onde b=biomassa (peso seco em gramas) e h=altura da planta (cm).

## DISCUSSÃO

A discussão é feita em três seções. Inicialmente é considerada a interação planta-patógeno, onde são descritas as alterações induzidas pela virose na planta, tanto a nível individual como a nível populacional. Em seguida, é apresentada a fauna de artrópodes associada a *Sida rhombifolia*, com algumas considerações sobre perspectivas de controle biológico dessa invasora. Na terceira e última seção, é enfocada a interação planta-patógeno-artrópode, onde é realizada a análise comparativa da fauna associada a *S. rhombifolia* com e sem o Vírus da Clorose Infecciosa das Malváceas.

### **INTERAÇÃO PLANTA-PATÓGENO**

É possível notar que *Sida rhombifolia* é afetada pela virose, visualmente, de muitas formas. Além da característica clorose, em diversos graus, a doença pode afetar também o porte e a arquitetura da planta (figura 1). A manifestação dessas alterações também varia, sendo possível encontrar desde plantas com aspecto aparentemente normal, apresentando apenas a clorose, até plantas muito deformadas, com ramos numerosos e relativamente grossos para a sua altura e folhas pequenas e relativamente numerosas.

Estas alterações têm reflexo na biomassa das plantas com virose, que apresentam peso seco médio significativamente maior que plantas sadias, embora não exista diferença estatística na altura média (tabela 1).

A análise de covariância reforça as constatações acima mencionadas. A ausência de diferença significativa entre as inclinações nas retas de regressão de plantas com e sem vírus, indica que o peso aumenta igualmente com a altura nos dois grupos. Esse resultado, associado à diferença significativa nos interceptos mostra que, para plantas de mesma altura (qualquer que seja esta), as com virose tendem a ser mais pesadas que as sem virose (figura 6). Esta diferença se deve exclusivamente à maior biomassa de ramo das plantas com virose, não existindo diferença significativa nas biomassas de órgãos reprodutivos ou de folhas (tabela 1). A maior biomassa média de ramos em plantas com vírus, é resultado do atarracamento e da maior ramificação que essas plantas tendem a sofrer.

A maior biomassa que as plantas de *S. rhombifolia* infectadas com o Vírus da Clorose Infecciosa da Malváceas tendem a possuir, quando comparadas a plantas sadias de mesma altura, não implica necessariamente em benefício à planta com vírus. Normalmente plantas infectadas têm o seu crescimento retardado, sendo assim possível que elas sejam em média mais velhas que as plantas sadias de mesma altura. Essa demora no crescimento pode ser uma desvantagem importante, por exemplo, quando existe competição por luz.

Vários fatores, como a quantidade de luz, temperatura, linhagem do vírus, resistência da planta, estado nutricional e idade, podem interferir na infectividade do vírus (Goodman *et al.* 1986). Desses, é provável que sejam os fatores bióticos, os responsáveis pelos diferentes graus de alterações encontrados nas

plantas com vírus amostradas. As condições ambientais em um campo aberto e de área relativamente pequena, como o local das coletas, podem ser consideradas como iguais para todas as plantas.

Com base nos dados obtidos, é possível tecer algumas considerações sobre o período de desenvolvimento, ou idade, em que a planta é infectada. Observando as fenofases de *S. rhombifolia* ao longo do tempo (figura 4a), é possível notar que, embora haja uma considerável flutuação existe um certo equilíbrio das proporções de cada uma das fenofases (diferenças globais não significativas pelo teste de Kruskal-Wallis:  $p=0,211$ ;  $n=7$ ). Porém, quando as subpopulações de plantas infectadas e não infectadas pela virose são consideradas separadamente (figura 4b, c), é notável a predominância de plântulas no quadro das plantas sadias. Por outro lado, no quadro das plantas com virose, há maior proporção de plantas maduras e vegetativas, sendo raras as plântulas. Outro aspecto relevante é a pequena diferença na proporção de plantas infectadas e não infectadas entre a fase vegetativa e madura (figura 5). Esses dados sugerem que *S. rhombifolia* deva ser infectada principalmente após a fase de plântula e nos períodos iniciais da fase vegetativa, não devendo ocorrer infecções de forma freqüente no período tardio da fase vegetativa ou na fase madura.

Isto pode ser devido a duas causas principais: 1. a existência de plantas resistentes e susceptíveis à virose ou ao transmissor ou, 2. a mudança na susceptividade da planta ao vírus ou ao transmissor durante o seu desenvolvimento.

De acordo com a primeira hipótese, as plantas susceptíveis seriam infectadas ainda jovens e as resistentes, embora igualmente expostas, não contrairiam ou apresentariam os sintomas da virose. Essa possível resistência seria provavelmente constitutiva e, se assim for, plantas maduras que não apresentam sintomas da virose são plantas originalmente resistentes a ela ou ao seu vetor. Entretanto, existe uma evidência contra esta hipótese. Caso as plantas sadias, encontradas no campo, constituíssem realmente uma linhagem de *S. rhombifolia* com resistência constitutiva determinada geneticamente (ver Agrios 1988), descendentes dessas plantas deveriam ser menos infectadas que descendentes de plantas com virose, supostamente pertencentes à linhagem susceptível. No entanto, Orlando e Silberschmidt (1946), em cultivo experimental de plantas de *S. rhombifolia* no campo, não obtiveram diferença na proporção de infecção de plantas originadas de sementes de plantas com ou sem virose.

Consideremos então a segunda alternativa. As plantas normalmente sofrem uma série de mudanças durante o seu desenvolvimento, como na concentração de certas substâncias químicas (e.g. Lehman & Rice 1972), o que pode interferir na fauna associada. Curculionídeos adultos de *Cylindrocopturus adpersus* LeConte, por exemplo, mostram preferência por plantas de girassol mais jovens (Barker 1992). Pode ser este o caso da mosca branca *Bemisia tabaci* (transmissora do Vírus da Clorose Infecciosa das Malváceas), que pode preferir plantas jovens de *S. rhombifolia*, sendo essa a principal fase em que a virose é contraída. A pequena proporção de plântulas infectadas, pode ser

devido à sua baixa aparência e tempo de exposição (veja Feeny 1975, 1976, Rhoades e Cates 1976, Rhoades 1979), resultando em pequeno ataque por parte dos fitófagos nessa fase. A fase mais susceptível das plantas ao ataque dos fitófagos, seria então o início da fase vegetativa, quando embora ainda jovens, apresentam aparência maior. Somado a esse fator, outro que pode estar atuando é uma maior resistência ao vírus que pode ser apresentada pelas plantas mais velhas, conhecida como resistência de planta madura.

Existe ainda uma terceira possibilidade, que seria a transmissão do vírus ocorrendo principalmente por via das sementes. Nesse caso, uma possível demora na aparição dos sintomas explicaria a baixa frequência de plântulas com clorose. Porém, essa hipótese pode ser descartada, uma vez que o Vírus da Clorose Infecciosa da Malváceas não é transmitido por sementes em *S. rhombifolia* (Silberschmidt 1943, Orlando e Silberschmidt 1946, Costa 1955).

Quanto à aptidão de *S. rhombifolia*, não se pode afirmar se ela é ou não afetada pela virose. Para responder a essa questão, seria preciso realizar coletas específicas, medindo a quantidade de sementes produzidas e, posteriormente, a viabilidade dessas sementes.

Não tendo sido encontrada diferença significativa na biomassa de órgãos reprodutivos de plantas com e sem vírus (tabela 1), pode-se deduzir que, aparentemente, as plantas com virose continuam a produzir sementes normalmente. Entretanto, as plantas com vírus tendem a possuir menor biomassa de órgãos

reprodutivos, embora tenham biomassa total maior que plantas sadias de mesma altura (tabela 1). O Vírus da Clorose Infecciosa da Malváceas parece causar, assim, um esforço reprodutivo relativo menor em plantas de *S. rhombifolia*, em comparação às plantas sadias, o que pode ser indicio de diminuição da aptidão.

Quanto à viabilidade das sementes, esta poderia sofrer alterações pela ação direta da virose ou uma influência indireta, através de um ataque diferenciado dos artrópodes. Entretanto, não foi constatada diferença significativa no número de fitófagos que utilizam os órgãos reprodutivos de *S. rhombifolia* sadia e com virose como recurso alimentar (tabela 5). Assim sendo, os artrópodes não devem afetar de forma diferenciada a viabilidade das sementes dessa malvacea quando com ou sem virose. Orlando e Silberschmidt (1946) também aventaram a possibilidade da ação direta da virose sobre a viabilidade das sementes, porém seu teste não foi conclusivo, apenas sugerindo existir uma tendência para a diminuição da taxa de germinação das sementes.

#### ENTOMOFAUNA ASSOCIADA E PERSPECTIVAS PARA CONTROLE BIOLÓGICO

Dentre as 33 espécies de fitófagos coletadas, encontram-se organismos dos mais diversos hábitos (tabela 2), explorando todas as partes aéreas da planta (figura 6) (não há informações sobre a raiz, que não foi inspecionada). A diversificada frente de exploração da planta existindo, nos frutos, insetos brocadores, sugadores e mastigadores externos; nas folhas, minadores, sugadores e mastigadores externos e; nos ramos, brocadores, galhadores e sugadores; parece não ser suficiente para causar um

grande impacto sobre a população local de *S. rhombifolia*. Essa afirmação pode ser feita mediante o sucesso que tem essa invasora na região de estudo. Assim, os fitófagos listados na tabela 2, provavelmente teriam pouco sucesso em um programa de controle biológico nesta região. É provável que esse insucesso seja devido à ação de inimigos naturais (predadores, parasitos e patógenos). Porém, estes mesmos fitófagos poderiam ter melhor desempenho em outras regiões ou países onde, por não serem nativos, os seus inimigos naturais podem estar ausentes. Desta forma, a pequena coincidência das espécies levantadas no presente trabalho com as ocorrentes no México, por exemplo (Gillett *et al.* 1991), potencializa as possibilidades de intercâmbio entre os dois países.

Em levantamento de fauna associada a *S. rhombifolia* em diversas regiões do México, cobrindo parte representativa de seu território, Gillett e colaboradores (1991) encontraram 27 espécies de fitófagos, contra as 33 espécies encontradas na área aqui estudada. Essa diferença provavelmente é mais pronunciada, pois no presente trabalho foram realizadas coletas apenas em um local, sendo provável uma riqueza ainda maior associada a essa planta, se incluídas outras áreas de sua distribuição no Estado ou no território brasileiro. Houveram apenas três gêneros coincidentes: o tingídeo *Corythaica*, o pirrocorídeo *Dysdercus* e o curculionídeo *Euthinobothrus*. Destes, o último é listado como sendo uma espécie em potencial para uso em controle biológico, com especificidade não confirmada mas restrita a malváceas

(Gillett *et al.* 1991). Entretanto não se sabe se a espécie brasileira é a mesma que a mexicana.

Embora nenhum teste tenha sido realizado neste sentido, pelo menos uma das espécies amostradas se destaca devido a sua frequência e, principalmente, ao tipo de dano impingido em *S. rhombifolia*: *Hypothenemus obscurus* (Fabricius). Apesar desse escolitídeo ter sido encontrado em ramos de *Pinus* (Pedrosa-Macedo & Schönherr 1985), esta espécie não é citada como praga. Tanto a larva quanto o adulto de *H. obscurus*, um coleóptero de pequenas dimensões, foram coletados no presente trabalho brocando ramos de *S. rhombifolia* (tabela 2), ocorrendo também em outras espécies do gênero, como *S. glaziovii* (Garcia, Boselli e Seike; dados não publicados) e *S. cordifolia* (Boselli; dados não publicados). Algumas vezes esse inseto foi encontrado brocando um ramo exatamente na zona de transição entre tecido vivo e morto e é provável que a morte do ramo tenha sido provocada pelo brocador. Caso essa observação se confirme, é provável que *H. obscurus* só não exerça um impacto maior sobre *S. rhombifolia*, devido a sua frequência não ser alta na região de estudo. Em outras localidades, onde sua população tenha condições de atingir níveis mais elevados, este inseto poderia se configurar em importante elemento de pressão sobre *S. rhombifolia*.

De forma recíproca, espécies inexistentes no Brasil poderiam ter maior eficiência que as nativas. Nesse sentido, duas espécies de crisomelídeos encontrados no México, *Calligrapha felina* Stal e *C. pantherina* Stal, que possuem características de especificidade e exigências climáticas adequadas (Gillett *et al.* 1991), são

promissoras. Em teste realizado com 80 espécies de 28 famílias diferentes de plantas, *C. pantherina* atacou de forma expressiva apenas três espécies, todas pertencentes ao gênero *Sida* (*S. acuta*, *S. rhombifolia* e *S. spinosa*), sendo essas as únicas espécies a sustentarem este crisomelideo por gerações sucessivas (Forno *et al.* 1992). Após aprovada nos testes, *C. pantherina* foi liberada na Austrália e se estabeleceu em *S. acuta* com sucesso em algumas regiões, mas com resultados menos animadores em *S. rhombifolia* (Forno *et al.* 1992).

Este inseto poderia ser testado no Brasil, entretanto, já com uma ressalva inicial. Uma espécie nativa, taxonomicamente próxima, *Calligrapha (Polyspila) polyspila* (Germar), foi estudada quanto ao seu potencial na região de Campinas e, devido ao maciço parasitoidismo de seus ovos por *Erixestus pachyneuron* Gissell and De Santis (Hymenoptera: Pteromalidae), o estabelecimento de sua população na área foi inviabilizado (Garcia 1991). *E. pachyneuron* pode usar outras espécies como hospedeiras (Garcia 1991), sendo oligófago e preferindo a tribo Chrysomelinae. Dessa forma, esse microimenóptero é um inimigo natural em potencial para *C. pantherina*.

A metodologia utilizada no presente trabalho mostrou-se inconveniente em relação à identificação dos insetos. Para obtenção do peso seco, os artrópodes não puderam ser armazenados em álcool, pois este solubiliza lipídios, alterando a biomassa. Esse fato impediu a conservação adequada dos grupos mais sensíveis e das formas imaturas, que não puderam ser identificados. Outra técnica comumente utilizada, que é a

manutenção em laboratório de formas jovens coletadas no campo para obtenção dos adultos, que são mais propícios à identificação, também não pôde ser utilizada. Com a manutenção dos imaturos até a fase adulta, ocorre alteração da biomassa do inseto, não permitindo ter-se uma "imagem instantânea" da biomassa dos artrópodes sustentada pela planta no momento da coleta. Esta restrição também foi responsável pelo baixo número de parasitóides, pois estes são normalmente obtidos dos insetos hospedeiros imaturos mantidos em laboratório.

---

A este problema, somou-se ainda o parco conhecimento que se tem da fauna, principalmente de artrópodes, das regiões tropicais. Desta forma, apenas os insetos coletados já adultos no campo puderam ser identificados, ficando muitos taxa separados apenas como morfoespécies (tabela 2).

Entretanto, a medição da biomassa dos artrópodes é um procedimento que deve ser adotado sempre que possível. O perfil obtido pela biomassa dos artrópodes coletados foi diferente do apresentado pelo número destes (figura 8), proporcionando um acréscimo de informações.

Em trabalhos futuros será importante a realização de coletas paralelas, com o objetivo de obtenção de espécimes para identificação. Com esse procedimento adicional, estes artrópodes poderão ser fixados adequadamente. As formas jovens mantidas em laboratório até a obtenção dos adultos, permitirão que larvas e ninfas também possam ser identificadas.

## INTERAÇÃO PLANTA-PATÓGENO-ARTRÓPODE

As análises multivariadas não detectaram diferenças na comunidade de artrópodes associadas a plantas de *S. rhombifolia* infectadas e não infectadas pelo Vírus da Clorose Infecciosa das Malváceas. A análise de aglomerados não apresentou nenhum padrão (figura 9), evidência de que não é grande a relevância do estado da planta (com ou sem vírus) ou da época do ano em que a coleta foi realizada, para a caracterização geral da comunidade.

A análise de componentes principais apenas confirma o resultado da análise de aglomerados. Caso existisse influência relevante do estado da planta ou da época do ano em que a coleta foi realizada, seriam formados grupos distintos de coletas em plantas dos diferentes estados ("v" ou "s") ou de épocas de coletas diferentes, mas este padrão não foi encontrado. O conjunto de pontos destacado pela elipse na figura 10, por exemplo, que é o maior responsável pela definição do componente principal 1, é composto por igual número de coletas realizadas em plantas com e sem virose, efetuados ao longo de todo o ano.

Entretanto, foi constatada uma diversidade de artrópodes significativamente maior em plantas sadias, comparada com plantas com virose, apesar da ausência de diferença significativa na riqueza (tabela 3). Os afídios tiveram papel importante na determinação dos índices encontrados. Sendo os pulgões o grupo destacadamente mais numeroso encontrado em *S. rhombifolia* (tabela 2), eles tendem a diminuir qualquer índice de diversidade. Como estes insetos foram mais abundantes em plantas com vírus, eles foram responsáveis pelo índice menor nessas plantas. A retirada

dos afídios dos cálculos confirma esta afirmativa, ocorrendo o aumento do índice de Shannon das plantas dos dois estados, mas com o aumento maior ocorrendo nas plantas com virose, a ponto de ocorrer a inversão dos valores.

A diversidade maior em plantas com vírus, quando excluídos os pulgões, deve-se principalmente ao segundo grupo mais numeroso, o das cochonilhas (tabela 2), uma vez que esses insetos ocorrem com maior frequência nas plantas sadias.

A análise dos valores totais mostra pequena tendência a um número de artrópodes maior em plantas com vírus, em relação às plantas sadias. Porém, essa tendência não tem reflexo na biomassa, onde ocorre exatamente o oposto, com maior biomassa de artrópodes nas plantas sadias (tabela 4). São duas as possíveis explicações para esse fenômeno: 1. plantas sadias propiciando maior biomassa aos artrópodes que delas se alimentam, em relação aos que se alimentam de plantas com vírus, ou 2. a predominância de alguma ou algumas espécies de artrópodes de menor biomassa em plantas com vírus e/ou de maior biomassa em plantas sadias.

A resposta também desta questão, é encontrada nos pulgões. Sendo insetos pequenos e numerosos, eles podem ter grande influência no número de indivíduos, sem reflexos relevantes na biomassa total. No presente trabalho eles representam 46,9% do número total de artrópodes, mas participam com apenas 4,6% da biomassa total (figura 8). Uma vez que eles aparecem em número muito maior em plantas com virose (tabela 2), estes insetos acabam por tornar o número de artrópodes nessas plantas maior que em plantas sem virose, sem que a biomassa acompanhe essa

diferença de forma proporcional. A evidência de que são os afídios os responsáveis pela tendência a um maior do número de artrópodes totais em plantas com virose, vem com a retirada desses pulgões das somas, quando a diferença desaparece (tabela 5).

O maior número de afídios em plantas com virose pode ser devido a dois fatores principais: a uma maior atração e/ou a condições mais favoráveis ao estabelecimento dos pulgões, apresentada pelas plantas infectadas pelo vírus. É bem conhecida a atração exercida pela cor amarela a muitas espécies de insetos (veja Prokopy e Owens 1983), especialmente de afídios (e.g. Walters *et al.* 1990, Campbell 1991), exatamente a cor que a clorose confere a *S. rhombifolia*. Por outro lado, existem também trabalhos que descrevem o maior crescimento populacional de pulgões em plantas com virose, como foi constatado por Kennedy (1951) com o pulgão *Aphis fabae* Scopols em plantas de beterraba.

A análise do número de plantas atacadas por pulgões, pode tornar possível inferir a resposta desta questão. Caso o fator determinante do padrão encontrado seja a maior atração exercida pelas plantas com virose, é de se esperar que um maior número de plantas com vírus seja colonizado por pulgões. Entretanto, caso o fator determinante sejam as melhores condições ao crescimento populacional dos pulgões, proporcionado pela virose, esperar-se-á uma diferença no número de pulgões nas plantas em que estes estejam presentes e não no número de plantas atacadas.

No presente trabalho, foi verificado um número significativamente maior de pulgões em plantas com vírus, mas não

foi constatada diferença estatística entre a frequência de plantas sadias e doentes com pulgões (tabela 5). Assim, o que se observa é que, entre as plantas com pulgões, aquelas com virose apresentam maior número de indivíduos que plantas sem vírus. Esses dados sugerem que a virose confere a *S. rhombifolia*, melhores condições ao estabelecimento e colonização pelos afídios, em comparação com plantas não infectadas.

Pulgões da espécie *Macrosiphum avenae* (F.), quando alimentando-se em plantas de trigo infectadas pelo "Barley Yellow Dwarf Virus", tiveram tempo de desenvolvimento menor e fecundidade e taxa intrínseca de crescimento populacional maior do que afídios em plantas não infectadas (Ferrerres *et al.* 1989). Este aumento geral no desempenho de *M. avenae* é creditado por Ferreres e colaboradores (1989) a uma possível melhora na qualidade nutritiva das plantas infectadas.

Entretanto uma relação linear positiva nem sempre ocorre. Em plantas de aveia (*Avena sativa*), por exemplo, ocorre aumento da concentração de aminoácidos quando estas são infectadas por vírus. Nessas condições, a fecundidade do pulgão *Rhopalosiphum padi* (L.) diminui quando a infecção se dá pelo "Oat Sterile Dwarf Virus" (OSDV), ou pelo "European Wheat Striate Mosaic Virus" (EWSMV) (Laurema *et al.* 1966), enquanto aumenta em plantas de aveia infectadas pelo "Barley Yellow Dwarf Virus" (BYDV) (Markkula e Laurema 1964). Estas respostas diferenciadas podem ser devidas à existência de uma concentração ótima de aminoácidos, como reporta Auclair (1965) para o pulgão *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Este fato explica satisfatoriamente

o aumento da fecundidade apresentado por *M. avenae* quando em plantas de aveia infectadas pelo OSDV e diminuição, quando a infecção se dá pelo EWSMV. Embora haja aumento da concentração de aminoácidos, tanto nas plantas de aveia infectadas por OSDV quanto por EWSMV, o segundo vírus causa um aumento maior que o primeiro, aumento este, possivelmente acima do ótimo para essa espécie de pulgão (Laurema *et al.* 1966).

Contudo, embora haja relação entre nutrientes e desempenho dos afídios, é difícil afirmar que são as alterações nutritivas, as únicas razões que favorecem o estabelecimento de colônias maiores de pulgões em *S. rhombifolia* infectada por vírus. Este favorecimento poderia estar ocorrendo não por mudanças na qualidade nutritiva da planta infectada pelo vírus, mas por alterações no seu sistema de defesa. Caso esta planta tenha um sistema de defesa independente contra patógenos e artrópodes, como parece ocorrer com a cucurbitácea *Cucumis sativus* L. (Apriyanto e Potter 1990, Ajlan e Potter 1991) e com a planta do tabaco, *Nicotiana tabacum* L. (Ajlan e Potter 1992), o fitófago poderia, teoricamente, ser favorecido se ocorresse uma debilitação do sistema de defesa contra artrópodes, causada pela virose. Entretanto, poucos são os trabalhos que pesquisam esse aspecto e, mesmo nos casos em que os fitófagos são desfavorecidos pela virose na planta hospedeira, a possibilidade deste resultado ser causado por um efeito cruzado de substâncias de defesa contra patógenos, agindo também contra artrópodes (veja Fischer *et al.* 1990), raramente é levantada. Deste modo, seriam necessários testes bioquímicos específicos e ensaios em laboratório para

determinar quais fatores estão interferindo na proliferação dos pulgões.

Outra espécie que também é mais abundante em plantas com virose, é o escolitídeo brocador de ramo *Hypothenemus obscurus* (tabela 7). No caso dessa espécie, é difícil inferir qual o fator responsável por este padrão. O mais provável é que se deva ao acaso, uma vez que, apesar do teste de qui-quadrado ser significativo, o número de plantas atacadas por esses insetos é pequeno (tabela 7). Em acréscimo, não se pode afirmar que plantas com virose sustentem maior número desses escolitídeos pois, apesar do número médio desses insetos por planta atacada ser maior para plantas com virose (2,4; contra 1,6 insetos por planta sadia), um grande número desses insetos se concentrou em uma única planta. Foi encontrado em uma galeria de uma planta com virose, um grupo de 10 larvas jovens, provavelmente pertencentes a uma única ninhada, e um adulto. Este é um caso único num universo amostral de 459 plantas, podendo assim ser desconsiderado para fins estatísticos.

Por outro lado, um fator a ser considerado é a maior biomassa de ramo apresentada pelas plantas com virose (tabela 1), que pode ter sido responsável não somente pelo maior número de *H. obscurus* nestas plantas, mas também pela tendência geral apresentada pelos fitófagos que utilizam esse órgão como recurso (tabela 6).

A diferença no número de indivíduos entre plantas com e sem virose não ocorreu, porém, apenas entre fitófagos. Um maior número de aranhas e plantas com aranhas foi observado para a

categoria com virose (tabela 7). Este pode ser o resultado da maior atração que as plantas com virose exercem nas aranhas. Entretanto, pode também ser reflexo das melhores condições oferecidas por essas plantas ao estabelecimento destes artrópodes. As aranhas poderiam chegar em igual proporção em plantas com e sem vírus, mas ao encontrarem melhores condições ao seu estabelecimento em plantas com virose, elas se tornariam mais frequentes nessas plantas do que nas sem virose.

A questão, neste caso, é responder que condições favorecem o estabelecimento das aranhas nas plantas com virose. A primeira possibilidade é a disponibilidade de presas. Porém, não existem evidências de que plantas com virose ofereçam melhores condições de caça do que plantas sadias. Os dados não mostram um maior número de presas em potencial em plantas com virose, que justifique a grande diferença no número de aranhas, uma vez que são os pulgões os responsáveis pelo maior número de insetos nessas plantas. Sob outra óptica, poder-se-ia argumentar que na realidade um maior número de insetos seriam atraídos pelas plantas com virose, mas que o maior índice de predação nessas plantas, devido ao maior número de aranhas, poderia estar diminuindo o número de insetos até os níveis registrados nos dados coletados. Essa hipótese pode ser verdadeira, pois embora as aranhas sejam numericamente pouco representativas, têm uma grande participação na biomassa total de artrópodes (figura 8 - as aranhas são a grande maioria da categoria "p/p"- ).

Entretanto, a maior adequação da planta como substrato é mais provável e a análise da complexidade arquitetônica das

plantas, traz a resposta desta questão. A maior biomassa de uma planta em relação a outra de mesma altura, resultado principalmente de uma ramificação maior, formando uma planta mais atarracada, caracteriza também uma planta com arquitetura mais complexa (figura 1). Assim sendo, calculando o índice de complexidade arquitetônica para as plantas de *S. rhombifolia*, obteve-se que a complexidade média das plantas em que as aranhas estiveram presentes, é significativamente maior do que a complexidade média das plantas que não tinham aranhas. Mais importante, a complexidade média das plantas com aranhas, foi também maior que a complexidade média das plantas com virose (tabela 8).

Estes dados mostram que as aranhas preferem plantas com estruturas arquitetônicas mais complexas, independente do estado da planta (com ou sem virose). A maior frequência desses artrópodes em plantas com virose, é apenas circunstancial, ou seja, é devido à maior complexidade dessas plantas em relação a plantas sem virose (tabela 8). No entanto, como a virose frequentemente confere maior complexidade a *S. rhombifolia*, pode-se dizer que as aranhas preferem plantas com virose. Essas plantas, com estrutura mais intrincada que plantas sadias, podem proporcionar maior proteção, além de oferecer, aparentemente, bases mais apropriadas para a fixação dos fios das teias.

Os artrópodes analisados até aqui ocorreram em maior número em plantas com virose, mas essa tendência não foi uma constante. Uma espécie de cochonilha foi mais abundante em plantas sem virose (tabela 7). Neste caso, assim como ocorreu com o

escolitídeo *H. obscurus*, a coleta de um grande número de cochonilhas em uma única planta, foi a responsável pela maior abundância desse inseto, desta vez, nas plantas sadias. Assim, este fato também pode ser creditado ao acaso. Embora exista a possibilidade das cochonilhas terem ocorrido em grande número na planta em questão, não por acaso, mas devido às qualidades superiores da mesma, pelos dados obtidos no presente trabalho não se pode realizar tal afirmação. Se as possíveis qualidades distintas dessa planta em particular são devidas à ausência da virose ou ao acaso, é uma questão a ser repondida.

Também uma espécie de lepidóptero, *Bagisara repanda*, ao contrário dos afídios, fitófagos de ramos e aranhas, ocorreu em maior número em plantas sem virose (tabela 7). Embora a diferença não seja significativa, existe uma forte tendência, uma vez que o número desses insetos em plantas sem virose supera em mais de duas vezes e meia o número de aparições em plantas com vírus. Essa diferença pode se dever a dois fatores principais: bioquímicos ou físicos.

Características físicas da planta, como a cor e o tamanho das folhas podem ser importantes. Sendo verdes, as larvas de *B. repanda* estariam menos camufladas em plantas com folhas amarelas. Adicionalmente, sendo desfolhadores e possuindo dimensões relativamente grandes, essas larvas estariam mais expostas aos inimigos naturais em folhas pequenas, como as que possuem as plantas com virose. Uma evidência para esse argumento é o tamanho das larvas encontradas em plantas com e sem vírus. A biomassa média das larvas encontradas nas plantas sadias foi de  $94 \times 10^{-5} \text{g}$ ,

enquanto nas plantas com virose foi de  $43 \times 10^{-5} \text{g}$ , sendo que a maior lagarta encontrada em plantas com virose pesou  $99 \times 10^{-5} \text{g}$ , enquanto que em plantas sem virose, foram encontradas três lagartas bem maiores, pesando  $165 \times 10^{-5}$ ,  $368 \times 10^{-5}$  e  $424 \times 10^{-5} \text{g}$ . É possível que nas plantas com virose, de folhas menores que as normais, as larvas maiores tenham menor chance de sobreviverem do que se estivessem em plantas sadias.

Para outra espécie de lepidóptero, um hesperídio, cuja larva enrola ou junta folhas formando um abrigo, o tamanho das folhas parece ser ainda mais importante. Além desse hábito, outro que pode ser seriamente afetado pelo tamanho da folha é aquele apresentado pelos minadores (veja Lawton 1983). Tanto o hesperídio, como o coleóptero minador Sp3, foram encontrados ocorrendo apenas em plantas sadias (tabela 2). Entretanto, devido à baixa frequência com que essas duas espécies ocorreram, não se pode assegurar se existe exclusividade de ocorrência em plantas sadias. Por outro lado, se os casos dos lepidópteros e do coleóptero minador de folhas, isoladamente, não possuem respaldo estatístico, juntos apresentam indícios da possível importância do tamanho das folhas para determinados fitófagos.

Porém, fatores bioquímicos, como a maior adequação nutricional das plantas sadias para esses insetos, é também uma possibilidade viável. Favorecidos por melhores condições nutritivas, lagartas podem crescer mais rápido e atingir tamanhos maiores, o que poderia explicar o tamanho maior das lagartas de *B. repanda* nas plantas sadias. Condições nutricionais favoráveis também podem diminuir a taxa de mortalidade, o que poderia

explicar tanto a maior frequência das lagartas de *B. repanda* nas plantas saudias, quanto a presença exclusiva do hesperideo e do minador nessas plantas.

Os adultos podem desempenhar importante papel na escolha da planta hospedeira (e.g. Firempong & Zalucki 1990), embora esse papel nem sempre seja claro (Valladares & Lawton 1991). A existência de plantas com características vantajosas para as larvas, favorece evolutivamente os adultos que preferem essas plantas para oviposição. Sendo assim, também pode existir preferência dos adultos das três espécies de insetos em questão, pelas plantas saudias.

Existe ainda a possibilidade de os adultos não reconhecerem, como sendo uma planta hospedeira, as plantas que tiveram suas características alteradas pelo vírus.

As hipóteses mencionadas não são mutuamente excludentes, podendo estar ocorrendo a interação dos fatores bioquímicos e físicos.

O maior número de fitófagos que utilizam folhas de plantas saudias, tendência geral constatada (tabela 6) é, em grande parte, reflexo da tendência apresentada pelas duas espécies de lepidóptero e pela espécie de coleóptero minador citadas.

A espécie de maior interesse para o estudo da dinâmica da virose, a mosca branca (provavelmente *Bemisia tabaci*, o vetor da virose estudada), apareceu em frequência relativamente baixa. Sendo esse inseto o único citado como transmissor da Clorose Infecciosa das Malváceas (veja Kimati 1980a, b), seria de se esperar um número maior deles, mediante a grande frequência com

que *S. rhombifolia* é encontrada infectada. Por outro lado, esse resultado aparentemente inesperado, pode ser explicado em parte, pela grande eficiência que possui *B. tabaci* na transmissão da Clorose Infecciosa das Malváceas em *S. rhombifolia*. Em experimento realizado por Orlando e Silberschmidt (1946), foi constatada uma porcentagem de transmissão de 43,5%, quando cada planta de *S. rhombifolia* foi exposta a uma fêmea infectiva de *B. tabaci*; índice que chegou a 100%, quando a proporção foi de 10 insetos (de ambos os sexos) para cada planta.

A eficiência das moscas brancas pode ter sido aumentada ainda mais pelas condições do local onde foram efetuadas as coletas. Em uma área como o pasto, onde os insetos são perturbados com relativa frequência, a mosca branca é induzida a mudar de planta, o que aumenta as chances de transmissão da virose.

Se estes dados ainda não são suficientes para explicar a grande frequência de plantas infectadas, mediante o baixo número de vetores, há de se considerar ainda uma possível subestimação da ocorrência de *B. tabaci* no campo. Os adultos dessa espécie são de difícil captura e as ninfas mais jovens, inconspícuas o suficiente para passarem despercebidas. A conjugação dos dois fatores, eficiência de transmissão da virose por parte do inseto transmissor e um possível artefato de coleta, podem explicar os dados obtidos, uma vez que nenhuma outra espécie, além de *B. tabaci*, parece transmitir este vírus (e.g. Orlando e Silberschmidt 1946).

A ausência de diferença significativa no número destes insetos presentes em plantas de diferentes estados (com e sem virose), pode favorecer a disseminação da doença. Em caso de preferência por um dos dois estados da planta, a probabilidade de um inseto infectar uma planta sadia, após ter-se alimentado de uma planta com virose, seria menor do que no caso de ausência de preferência. Não existindo preferência, um inseto após alimentar-se de uma planta sadia ou com virose, poderia passar para uma outra planta em estado diferente da anterior, sendo as chances determinadas pela proporção das plantas nos diferentes estados.

#### Considerações finais

De uma forma global, pode-se dizer que um maior número de espécies de artrópodes associados a *S. rhombifolia* "preferem-na" quando com virose, mas não é possível generalizar, pois as tendências variam segundo a espécie (tabela 7). Esta afirmação pode ser ilustrada por duas espécies de cicadelídeos, as quais mostraram tendências opostas. Enquanto *Empoasca* sp foi mais frequente em plantas sadias, *Scaphytopius* sp foi capturado em maior número em plantas com virose e, ainda, uma terceira espécie, o cicadelídeo Sp, não apresentou diferença significativa (tabela 7).

Esta ausência de padrão deve-se às características peculiares a cada espécie de artrópode. Além de exigências nutricionais particulares, cada espécie está submetida a fatores limitantes distintos, que possuem "pesos" diferentes. Enquanto para algumas espécies, por exemplo, fatores bioquímicos da planta

podem ser mais importantes, para outras as características físicas destas mesmas plantas parecem ser determinantes.

As plantas com vírus podem ser mais nutritivas para os afídios, mas para o lepidóptero *B. repanda*, plantas saudias podem estar suprindo melhor suas necessidades alimentares. Para isso, podem estar atuando as exigências nutricionais particulares de cada espécie, dependendo dos diferentes hábitos alimentares. Enquanto os afídios alimentam-se da seiva nos vasos, as lagartas consomem as folhas como um todo.

---

As diferenças constatadas a nível de populações não se refletem nas análises multivariadas, em grande parte devido à diversificada resposta apresentada pelas diferentes espécies de artrópodes. A alta similaridade biocenótica também contribui para esse aspecto. Embora o índice de diversidade dos artrópodes tenha sido maior em plantas saudias e o índice de similaridade taxonômico tenha sido baixo, as espécies mais relevantes são comuns nas plantas com e sem vírus.

A maior frequência de alguns grupos taxonômicos e espécies de insetos em plantas em um dos dois estados, é parcialmente compensada pela frequência menor de outras espécies. A guilda dos insetos sugadores, por exemplo, ilustra bem este aspecto. O maior número de afídios e do cicadelídeo *Scaphytopius* sp em plantas com virose, é compensada pela frequência maior de outro cicadelídeo, *Empoasca* sp e, principalmente das cochonilhas em plantas saudias (tabela 2). Isso torna a participação da guilda de sugadores na comunidade de artrópodes de plantas com e sem virose, muito

próxima, tanto numericamente, quanto no referente à biomassa (figura 11).

É provável que essa compensação ocorra casualmente, pela resposta direta dos artrópodes às alterações causadas pela virose em *S. rhombifolia*. Entretanto, ela pode também estar ocorrendo devido a processos interativos entre os insetos fitófagos.

Entretanto, interações horizontais implicam em competição, tornando a hipótese, embora possível, remota, uma vez que a competição entre insetos fitófagos é geralmente branda ou inexistente (Strong *et al.* 1984). Pelo gráfico da abundância de espécies (figura 12), pode-se verificar que a curva de distribuição dos artrópodes associados a plantas com vírus está mais próxima da curva "log série" do que a distribuição dos artrópodes associados a plantas sadias, relativamente mais próxima da curva "log normal". A distribuição "log normal" é típica de comunidades grandes e maduras, onde ocorrem vários níveis de interações. Em contraste, a distribuição "log série" é típica de comunidades insaturadas (Magurran 1988) onde é, assim, fraca a interação horizontal. É possível que a virose tenha causado uma perturbação na comunidade de artrópodes associada a *S. rhombifolia*. Isso teria levado a curva de abundância de espécies da comunidade de fitófagos de plantas com vírus relativamente mais próxima da curva "log série". Entretanto, se existe algum mecanismo interativo entre as populações de fitófagos associados a essa planta, ele deve ser brando, pois tanto a distribuição da comunidade de insetos associada a plantas

com virose quanto a plantas sadias, estão muito próximas da distribuição "log série" (figura 12).

Embora não se tenha detectado grandes diferenças entre as comunidades de artrópodes associadas a plantas com e sem vírus, muitas das espécies levantadas em *S. rhombifolia* ocorrem em maior frequência em um dos dois "tipos" ou subpopulações (com e sem virose) dessa planta (tabela 2). Esse fato indica a existência de duas populações de plantas funcionalmente distintas para esses artrópodes. A existência de uma maior variedade de plantas ocorrendo em uma mesma área pode diminuir o "efeito de monocultura", que favorece a herbivoria por especialistas (Root 1973). Esta situação, portanto, pode ser vantajosa para *S. rhombifolia*, caso os possíveis benefícios trazidos pela presença de duas formas, através da possibilidade de manutenção de uma população maior, sem o aumento proporcional da herbivoria, seja maior que a possível diminuição da aptidão que a virose possa conferir aos indivíduos infectados.

CONCLUSÕES

1. O Vírus da Clorose Infecciosa das Malváceas afeta a morfologia da malvacea invasora *Sida rhombifolia*, causando clorose, atarracamento e desenvolvimento relativamente maior de ramos, com conseqüente aumento da complexidade estrutural. As alterações tornam a biomassa das plantas com virose maior que das plantas sadias de mesma altura. Entretanto, as plantas com virose podem ser mais velhas que plantas sadias. Os sintomas costumam se manifestar em graus variados.
2. As espécies de artrópodes respondem de forma diferente às mudanças em *S. rhombifolia* causadas pelo Vírus da Clorose Infecciosa das Malváceas, não existindo um padrão. As diferentes respostas se devem provavelmente às características intrínsecas a cada espécie de artrópode.
3. Dentre os fitófagos, os afídios, *Hypothenemus obscurus* e *Scaphytopius* sp, foram mais abundantes em plantas com virose, enquanto uma espécie de cochonilha e *Empoasca* sp foram mais numerosas em plantas sadias.
4. As diferenças quantitativas nas populações de alguns grupos taxonômicos e espécies de insetos em plantas com e sem vírus, não tiveram reflexo proporcional a nível de comunidade. O maior número de insetos em plantas com virose, foi compensado pelo maior número de insetos em plantas sadias, atenuando as diferenças nas comunidades.
5. As aranhas estabeleceram-se com maior freqüência em plantas com estrutura mais complexa. Elas foram mais freqüentes em plantas com vírus, que possuem estrutura mais complexa que

plantas sadias. Essas plantas provavelmente oferecem maior proteção, bem como melhores bases para a fixação das teias. Não houve diferença no número de presas em potencial nas plantas com e sem vírus.

6. Pelo menos uma das espécies de fitófagos associados a *S. rhombifolia*, dentre as amostradas, possui características que a tornam um potencial agente de controle biológico desta invasora. Trata-se do escolitídeo *Hypothenemus obscurus*. Porém, são ainda necessários estudos específicos e seu uso, caso possível, terá maior chance de sucesso em um programa de controle biológico clássico.

## RESUMO

Os insetos orientam-se através de uma série de características das plantas para localizá-las, identificá-las e aceitá-las. As plantas podem sofrer grandes alterações pela infecção por certos vírus, o que pode interferir na fauna de artrópodes associados a essas plantas. No presente trabalho foi verificado como, em condições naturais, a composição e a estrutura da comunidade de artrópodes é afetada pela virose em sua planta hospedeira. A planta escolhida para a pesquisa foi *Sida rhombifolia*, uma malvacea invasora que frequentemente é encontrada infectada pelo vírus da clorose infecciosa das malváceas ("abutilon virus 1"). Ao longo de um ano, foram realizadas coletas quinzenais de plantas com e sem virose e dos artrópodes encontrados nessas plantas. As coletas foram realizadas em uma área de pasto de cerca de 16000m<sup>2</sup> na Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP. Foram medidas a altura e a biomassa (peso seco) das plantas e a biomassa dos artrópodes. Nas análises de aglomerados e de componentes principais, não foram encontradas diferenças relevantes entre as comunidades de fitófagos de plantas de *S. rhombifolia* com e sem vírus. Entretanto, foram detectadas diferenças significativas a níveis de populações. Os pulgões, grupo mais numeroso, foram mais abundantes em plantas com virose, sendo assim responsáveis pelo índice de diversidade de Shannon menor nessas plantas. Esses insetos também tiveram pronunciada influência no número total de artrópodes, sendo também responsáveis pela tendência das plantas com vírus possuírem mais artrópodes. Além dos pulgões, as aranhas e mais

duas espécies de insetos foram mais numerosas em plantas com virose. Em contraste, foram encontradas duas espécies de insetos mais abundantes em plantas saudias. A mosca branca, provavelmente *Bemisia tabaci* (Homoptera: Alleyrodidae), transmissora do vírus em questão, mostrou-se indiferente. A abundância dos artrópodes em plantas com e sem vírus variou segundo as características de cada espécie, não existindo um padrão. O maior número de indivíduos de algumas populações de artrópodes em plantas com vírus, foi parcialmente compensado pelo maior número de indivíduos de outras espécies em plantas saudias. Isso atenuou as diferenças a nível de comunidades nas plantas com e sem vírus. Essa compensação pode ser devido ao acaso, pela resposta diferenciada de cada espécie às mudanças ocorridas na planta infectada. Porém, mecanismos interativos entre as populações de artrópodes também podem estar atuando.

### SUMMARY

Phytophagous insects use many different plant characters as cues to locate and exploit suitable hosts. Some viruses may cause severe changes on plants, that may affect the associated insects. The aim of the present work is to analyse the influence of infection by abutilon virus 1. in *Sida rhombifolia* (Malvaceae) on the structure and composition of the arthropod communities associated with this weed in natural conditions. Samples of plants and their associated arthropods were taken every 2 weeks during a year. Data were collected in 16000m<sup>2</sup> area at Santa Elisa farm, Campinas, SP. Plant height and biomass (dry weight), and arthropod biomass were measured. Cluster and Principal Component Analyses did not show any relevant differences amongst plant phytophagous communities occurring on infected and non-infected *S. rhombifolia* plants. However, significant differences were detected at the population level. Aphids, the more abundant group, presented higher density in infected plants. These insects were responsible for lower Shannon diversity index detected in infected plants. Higher densities of spiders and 2 other insect species were also detected on these plants. On the other hand, 2 different insect species were more numerous in non-infected plants. The white fly, c.f. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Alleyrodidae), vector of this viruse, did not show significant numerical difference between infected and non-infected plants. The size of some insect populations on infected plants were compensated by size of other species populations on non-infected ones. This fact attenuated, at the community level, differences presented at the population level. This compensation may be a consequence of differential responses of insect populations to infected plants. In spite of that, interactive mechanisms amongst arthropod populations may be also occurring.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology. 3ª edição. Academic Press, London, England.
- Ajlan, A.M. & D.A. Potter. 1991. Does immunization of cucumber against anthracnose by *Colletotrichum lagenarium* affect host suitability for arthropods? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 58: 83-91.
- Ajlan, A.M. & D.A. Potter. 1992. Lack of effect of tobacco mosaic virus-induced systemic acquired resistance on arthropod herbivores in tobacco. *Phytopathology* 82: 647-651.
- Apriyanto, D. & D.A. Potter. 1990. Pathogen-activated induced resistance of cucumber: response of arthropod herbivores to systemically protected leaves. *Oecologia* 85: 25-31.
- Auclair, J.L. 1965. Feeding and nutrition of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphidae), on chemically defined diets of various pH and nutrient levels. *Annals of the Entomological Society of America* 58: 855-875.
- Barnes, E.H. 1968. Atlas and Manual of Plant Pathology. Plenum Press, New York, USA.
- Barker, J.F. 1992. Plant age as a factor in the feeding preference of the sunflower stem weevil, *Cylindrocopturus adspersus* LeConte (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 65: 453-455.
- Bernays, E.A.; J.J. Howard; D. Champagne e B.J. Estes. 1991. Rutin: a phagostimulant for the polyphagous acridid *Schistocerca americana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 60: 19-28.

- Brodbeck, B.V.; R.F. Mizell III; W.J. French; P.C. Andersen e J.H. Aldrich. 1990. Amino acids as determinants of host preference for the xylem feeding leafhopper, *Homalodisca coagulata* (Homoptera: Cicadellidae). *Oecologia* 83: 338-345.
- Campbell, C.A.M. 1991. Response of *Phorodon humuli* to yellow and to green hop foliar colours. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 60: 95-99.
- Chyb, S. & S.J. Simpson. 1990. Dietary selection in adult *Locusta migratoria*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 56: 47-60.
- Costa, A.S. 1955. Studies on abutilon mosaic in Brazil. *Phytopathologische Zeitschrift* 24: 97-112.
- Costa, A.S. & V.A. Yuki. 1991. Relação epidemiológica indireta entre pomares de citros e elevado índice de infecção de algodoads pelo vírus do mosaico comum. *Summa Phytopathologica*. 17: 39.
- Culliney, T.W. 1990. Population performance of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber infected with a mosaic virus. *Proceedings, Hawaiian Entomological Society* 30: 85-90.
- Da Ponte, J.J. 1975. *Fitopatologia - Princípios e aplicações*. Volume 1 Imp. Univ. UFC, Fortaleza, Brasil.
- Dethier, V.G. 1983. Introduction. In S. Ahmad, editor. *Herbivorous Insects. Host-seeking Behavior and Mechanisms*, Academic Press, London, England.
- Dusenbery, D.B. 1990. Upwind searching for an odor plume is sometimes optimal. *Journal of Chemical Ecology* 16: 1971-1976.

- Ellsbury, M.M.; R.G. Pratt e W.E. Night. 1985. Effects of single and combined infection of arrowleaf cover with bean yellow mosaic virus and a *Phytophthora* sp. on reproduction and colonization by pea aphids (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 14: 356-359.
- Feeny, P. 1975. Biochemical coevolution between plants and their insect herbivores. Páginas 3-19 in L.E. Gilbert & P.R. Raven, editores. *Coevolution of Animals and Plants*. University of Texas Press, Austin, USA.
- 
- Feeny, P. 1976. Plant apparency and chemical defence. *Recent Advances in Phytochemistry* 10: 1-40.
- Fereres, A; R.M. Lister; J.E. Araya; e J.E. Foster. 1989. Development and reproduction of the english grain aphid (Homoptera: Aphididae) on wheat cultivars infected with barley yellow dwarf virus. *Environmental Entomology* 18: 388-393.
- Firepong, S. & M.P. Zalucki. 1990. Host plant selection by *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae); role of certain plant attributes. *Australian Journal of Zoology*. 37: 756-683.
- Fischer, D.C.; M. Kogan e J. Paxton. 1990. Effect of glyceolin, a soybean phytoalexin, on feeding by three phytophagous beetles (Coleoptera: Coccinellidae and Chrysomelidae): dose versus response. *Environmental Entomology* 19: 1278-1282.

- Forno, I.W.; R.C. Kassulke; e K.L.S. Harley. 1992. Host specificity and aspects of the biology of *Calligrapha pantherina* (Col.: Chrysomelidae), a biological control agent of *Sida acuta* (Malvaceae) and *S. rhombifolia* in Australia. *Entomophaga* 37: 409-417.
- Furutani, S.C. & L.H. Arita. 1990. Effect of light exposure and carbohydrate content of snap bean leaves on Chinese rose beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) feeding. *Journal of Economic Entomology*. 83: 2022-2025.
- 
- Garcia, M.A. 1991. Arthropods in a tropical corn field: effects of weeds and insecticides on community composition. Páginas 619-634 in P.W. Price, T.M. Lewinsohn, G.W. Fernandes e W.W. Benson, editores. *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Gianinazzi, S. 1984. Genetic and molecular aspects of resistance induced by infections or chemicals. Páginas 321-342 in T. Kosuge & E.W. Nester, editores. *Plant-Microbe Interactions - Molecular and Genetic Perspectives*. Volume 1. Macmillina Publ. Co., New York, USA.
- Gillett, J.D.; K.L.S. Harley; R.C. Kassulke; e H.J. Miranda. 1991. Natural enemies of *Sida acuta* and *S. rhombifolia* (Malvaceae) in Mexico and their potential for biological control of these weeds in Australia. *Environmental Entomology* 20: 882-888.

- Goodman, R.N.; Z. Király; e K.R. Wood. 1986. The Biochemistry and Physiology of Plant Disease. University of Missouri Press, Columbia, USA.
- Guildow, F.E. 1983. Influence of barley yellow dwarf virus-infected oats and barley on morphology of aphid vectors. *Phytopathology* 73: 1196-1199.
- Hare, J.D. & J.A. Dodds. 1987. Survival of the Colorado potato beetle on virus-infected tomato in relation to plant nitrogen and alkaloid content. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 44: 31-36.
- Hunt, R.E. & L.R. Nault. 1990. Influence of life history of grasses and maize chlorotic dwarf virus on the biotic potential of the leafhopper *Graminella nigrifrons* (Homoptera: Cicadellidae). *Environmental Entomology* 19: 76-84.
- Judd, G.J.R. & J.H. Borden. 1989. Distant olfactory response of the onion fly, *Delia antiqua*, to host-plant odour in the field. *Physiological Entomology* 14: 429-441.
- Kant, K.; V.S. Verma e S. Singh. 1985. Effect on protein content by viral infections in seeds of wheat, bajra, and urid. *Zentralbl. Mikrobiol.* 140: 579-580.
- Kennedy, J.S. 1951. Benefits to aphids from feeding on galled and virus-infected leaves. *Nature* 168: 825-826.
- Khan, Z.R. & R.C. Saxena. 1985. Behavior and biology of *Nephotettix virescens* (Homoptera: Cicadellidae) on tungro virus-infected rice plants: epidemiology implications. *Environmental Entomology* 14: 297-304.

- Kimati, H. 1980a. Doenças do algodoeiro - *Gossypium* spp. Páginas 29-48 in F. Galli, editor. Manual de Fitopatologia - Doenças das Plantas Cultivadas. Volume 2. Ed. Agron. Ceres LTDA, São Paulo, Brasil.
- Kimati, H. 1980b. Doenças do feijoeiro - *Phaseolus vulgaris* L. Páginas 297-318 in F. Galli, editor. Manual de Fitopatologia - Doenças das Plantas Cultivadas. Volume 2. Ed. Agron. Ceres LTDA, São Paulo, Brasil.
- Landolt, P.J. 1989. Attraction of the cabbage looper to host plants and host plant odor in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 53: 117-123.
- Laurema, S.; M. Markkula; e M. Raatikainen. 1966. The effect of virus diseases transmitted by the leaf-hopper *Javesella pellucida* (F.) on the concentration of free amino acids in oats and on the reproduction of aphids. *Annales Agriculturae Fenniae* 5: 94-99.
- Lawton, J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*. 28: 23-39.
- Lehman, R.H. & E.L. Rice. 1972. Effect of deficiencies of nitrogen, potassium and sulfur on chlorogenic acids and scopolin in sunflower. *The American Midland Naturalist* 87: 71-80.
- Levin, D.A. 1971. Plant phenolics: an ecological perspective. *American Naturalist* 105: 157-181.
- Lindroth, R.L. & M.S. Bloomer. 1991. Biochemical ecology of the forest tent caterpillar: responses to dietary protein and phenolic glycosides. *Oecologia* 86: 408-413.

- Lorenzi, H. 1982. Plantas Danhinhas do Brasil. Ed. do autor, Nova Odessa, Brasil.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. University Press, Cambridge, England.
- Markkula, M. & S. Laurema. 1964. Changes in the concentration of free amino acids in plants induced by virus diseases and the reproduction of aphids. *Annales Agriculturae Fenniae* 3: 265-271.
- Matthews, R.E.F. 1970. Student Edition - Plant Virology. Academic Press INC., New York, USA.
- Minkenbergh, O.P.J.M. & M.J.J. Fredix. 1989. Preference and performance of an herbivorous fly, *Liriomyza trifolii* (Diptera - Agramyzidae), on tomato plants differing in leaf nitrogen. *Annals of the Entomological Society of America* 82: 350-354.
- Minkenbergh, O.P.J.M. & J.J.G.W. Ottenheim. 1990. Effect of leaf nitrogen content of tomato plants on preference and performance of a leafmining fly. *Oecologia* 83: 291-298.
- Mitchell, E.R.; F.C. Tingle e R.R. Heath. 1991. Flight activity of *Heliothis virescens* (F.) females (Lepidoptera: Noctuidae) with reference to host-plant volatiles. *Journal of Chemical Ecology* 17: 259-266.
- Montllor, C.B. & F.E. Gildow. 1986. Feeding responses of two grain aphids to barley yellow dwarf virus-infected oats. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 42: 63-69.

- Montllor, C.B.; E.A. Bernays e R.V. Barbehenn. 1990. Importance of quinolizidine alkaloids in the relationship between larvae of *Uresiphita reversalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and a host plant, *Genista monspessulana*. *Journal of Chemical Ecology* 16: 1853-1866.
- Nielsen, B.O. 1978. Above ground food resources and herbivory in a beech forest ecosystem. *Oikos* 31: 273-279.
- Nielsen, J.K.; A.H. Kirkeby-Thomsen e M.K. Petersen. 1989. Host plant recognition in monogamous weevils: specificity in feeding response of *Ceutorhynchus constrictus* and the variable effect of sinigrin. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 53: 157-166.
- Nottingham, S.F.; J. Hardie; G.W. Dawson; A.J. Hick; J.A. Pickett; L.J. Wadhams e C.M. Woodcock. 1991. Behavioral and electrophysiological responses of aphids to host and nonhost plant volatiles. *Journal of Chemical Ecology* 17: 1231-1243.
- Ohmart, C.P. 1991. Role of food quality in the population dynamics of chrysomelid beetles feeding on *Eucalyptus*. *Forest Ecology and Management* 39: 35-46.
- Orlando, A. & K. Silberschmidt. 1946. Estudos sobre a disseminação natural do vírus da "clorose infecciosa" das malváceas (abutilon virus 1. Baur) e a sua relação com o inseto-vetor *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera-Aleyrodidae). *Arquivos do Instituto Biológico* 17: 1-36.
- Pandey, S. & R.D. Joshi. 1988. Altered nitrogen and protein contents in bitter melon (*Momordica charantia* L.) due to cucumis virus 3 infection. *Current Science* 57: 1249-1250.

- Pedrosa-Macedo, J.H. & J. Schönherr. 1985. Manual dos Scolytidae nos Reflorestamentos Brasileiros. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Pelletier, Y. 1990. The role of the color of the substratum on the initiation of the probing behavior in *Myzus persicae* (Sulger) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Homoptera: Aphididae). Canadian Journal of Zoology 68: 694-698.
- Pivnick, K.A.; B.J. Jarvis; G.P. Slater; C. Gillott e E.W. Underhill. 1990. Attraction of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to volatiles of Oriental mustard: the influence of age, sex, and prior exposure to mates and host plants. Environmental Entomology. 19: 704-709.
- Pivnick, K.A.; D.W. Reed; J.G. Millar e E.W. Underhill. 1991. Attraction of northern false chinch bug *Nysius niger* (Heteroptera: Lygaeidae) to mustard oils. Journal of Chemical Ecology 17: 931-942.
- Prokopy, R.J. & E.D. Owens. 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. Annual Review of Entomology 28: 337-364.
- Reed, D.W.; K.A. Pivnick e E.W. Underhill. 1989. Identification of chemical oviposition stimulants for the diamondback moth, *Plutella xylostella*, present in three species of Brassicaceae. Entomologia Experimentalis et Applicata 53: 277-286.
- Rhoades, D.F. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores. Páginas 4-54 in G.A. Rosenthal & D.H. Janzen, editores. Herbivores. Their Interaction with Secondary Plant Metabolites. Academic Press, New York, USA.

- Rhoades, D.F. & R. Cates. 1976. Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Recent Advances in Phytochemistry* 10: 168-213.
- Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124.
- Roseland, C.R.; M.B. Bates; R.B. Carlson e C.Y. Oseto. 1992. Discrimination of sunflower volatiles by the red sunflower seed weevil. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 62: 99-106.
- Sáiz, F. 1980. Experiencia en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. *Archivos de Biología y Medicina Experimental* 13: 387-402.
- Schiff, N.M.; G.P. Waldbauer e S. Friedman. 1989. Response of last instar *Heliothis zea* larvae to carbohydrates: stimulation of biting, nutritional value. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 52: 29-38.
- Scriber, J.M. 1984. Host-plant suitability. Páginas 159-202 in W.J. Bell & R.T. Carde, editores. *Chemical Ecology of Insects*. Sinauer Ass., Inc. Publis., Massachusetts, USA.
- Silberschmidt, K. 1943. Estudos sobre a transmissão experimental da "clorose infecciosa" das malváceas. *Arquivos do Instituto Biológico*. 14: 105-156.

- Simpson, S.J.; M.S.J. Simmonds; W.M. Blaney e J.P. Jones. 1990. Compensatory dietary selection occurs in larval *Locusta migratoria* but not *Spodoptera littoralis* after a single deficient meal during ad libitum feeding. *Physiological Entomology* 15: 235-242.
- Smith, K.M. 1976. *Virus-Insect Relationships*. Longman Inc., New York, USA.
- Stanton, M.L. 1983. Spatial patterns in the plant community and their effects upon insect research. Páginas 125-157 in S. Ahmad, editor. *Herbivorous Insects. Host-seeking Behavior and Mechanisms*. Academic Press, London, England.
- Steinhaus, E.A. 1963. Introduction. Páginas 1-27 in E.A. Steinhaus, editor. *Insect Pathology. An Advanced Treatise. Volume 1*. Academic Press, New York, USA.
- Strong, D.R., Jr.; J.H. Lawton; e T.R.E. Southwood. 1984. *Insects on Plants. Community Patherns and Mechanisms*. Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Tingle, F.C. & E.R. Mitchell. 1991. Effect of oviposition deterrents from elderberry on behavioral responses by *Heliothis virescens* to host-plant volatiles in flight tunnel. *Journal of Chemical Ecology* 17: 1621-1632.
- Traynier, R.M.M. & R.J.W. Truscott. 1991. Potent natural egg-laying stimulant for cabbage butterfly *Pieris rapae*. *Journal of Chemical Ecology* 17: 1371-1380.
- Valladares, G. & J.H. Lawton. 1991. Host-plant selection in the holly leaf-miner: does mother know best? *Journal of Animal Ecology* 60: 227-240.

- Visser, J.H. 1986. Host odor perception in phytophagous insects. Annual Review of Entomology 31: 121-144.
- Walters, F.S.; C.A. Mullin; C. Donaghy e E.M. Reeves. 1990. Interactions of color, pH, buffer salts, and ionic strength in a simple feeding bioassay for the potato aphid (Homoptera: Aphididae). Annals of the Entomological Society of America 83: 246-250.
- Wan, X. & P. Barbosa. 1990. Growth, development, feeding preference, and food consumption and utilization by tobacco hornworm on tobacco mosaic virus-infected and non-infected tobacco leaves. Experientia 46: 521-524.
- Wiener, L.F. & D.M. Norris. 1982. Light and other stimuli in the location of feeding sites by lesser peach tree borer larvae. Environmental Entomology 11: 399-402.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. 2ª edição. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.