

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

SECRETARIA
DE
PÓS-GRADUAÇÃO
I. B.

MONITORAMENTO DA SUSCEPTIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE *Musca domestica* L. (DIPTERA: MUSCIDAE) A ALGUNS INSETICIDAS DE TERCEIRA GERAÇÃO E SEUS EFEITOS SUBLETAIS

ELIANA ANUNCIATO FRANCO DE CAMARGO

TESE APRESENTADA AO
INSTITUTO DE BIOLOGIA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS PARA OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE MESTRE EM
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS NA
ÁREA DE PARASITOLOGIA.

ORIENTADOR: PROF. DR. ANGELO PIRES DO PRADO

CAMPINAS - SP
1997

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)
ELIANA ANUNCIATO FRANCO DE CAMARGO
e aprovada pela Comissão Julgadora
05/12/97 Angelo Pires do Prado

CM-00112424-0

C14m

Monitoramento da susceptibilidade de populações de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) a alguns inseticidas de terceira geração e seus efeitos subletais / Eliana Anunciato Franco de Camargo. —Campinas, SP: [s.n.], 1997.
81f. ilus.

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

I. Mosca domestica. 2. Díptero. 3. Inseticidas. I. Prado, Angelo Pires do. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Campinas, 05 de Dezembro de 1997.

BANCA EXAMINADORA

TITULARES

Prof. Dr. Angelo Pires do Prado (orientador)


Assinatura

Prof. Dr. Muracy Bélo


Assinatura

Prof. Dr. Carlos Fernando Salgueirosa de Andrade


Assinatura

SUPLENTE

Prof. Dr. Arício Xavier Linhares

Assinatura

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Suzana e Argemiro por tudo.

Ao meu querido marido José Tarcísio, pelo apoio, pela compreensão, pela ajuda e, principalmente pelo carinho.

À minha filha Ana Carolina, por toda alegria e, também por estar me ensinando a ter paciência, a esperar...

Aos meus sogros, José e Therezinha por todo apoio e ajuda.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Angelo Pires do Prado, pela orientação, pela dedicação e pela amizade durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Parasitologia.

À Prof^a. Rita Maria Pereira Avancini, pela acolhida, pelos conselhos e sugestões.

À Prof^a. Marlene Tiduko Ueta, pelos puxões de orelha.

Aos professores Carlos Fernando Salgueirosa Andrade e Muracy Bélo, pelas sugestões.

Aos amigos e funcionários do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biologia e aos que estão espalhados pela Universidade.

Às funcionárias da Biblioteca do Instituto de Biologia, Norma e Zilda.

À Unicamp, por ter propiciado a realização do trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela Bolsa e pelos auxílios concedidos.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
1. INTRODUÇÃO.....	03
1.1 <i>MUSCA DOMESTICA</i>	03
1.2 RESISTÊNCIA X SUSCEPTIBILIDADE.....	04
1.3 INSETICIDAS DE TERCEIRA GERAÇÃO.....	05
1.3.1 INIBIDORES DE DESENVOLVIMENTO DE INSETOS.....	06
1.3.1.1 DIFLUBENZURON.....	06
1.3.1.2 CYROMAZINE.....	07
1.3.2 DERIVADOS DA AVERMECTINA.....	09
1.3.2.1 IVERMECTINA.....	11
1.3.2.2 DORAMECTINA.....	12
1.3.2.3 MOXIDECTINA.....	13
1.4 ASSIMETRIA FLUTUANTE.....	14
1.5 PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 POPULAÇÕES ESTUDADAS.....	18

3.2 MANUTENÇÃO DAS POPULAÇÕES EM LABORATÓRIO.....	18
3.3 LARVICIDAS UTILIZADOS.....	19
3.4 BIOENSAIOS.....	19
3.5 ASSIMETRIA FLUTUANTE.....	21
3.6 PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....	22
1.3.2 PERÍODO DE PRÉ-OVIPOSIÇÃO, LONGEVIDADE E FERTILIDADE.....	22
3.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	23
 4 RESULTADOS.....	 26
4.1 DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES LETAIS.....	26
4.1.1 TESTES COM OS LARVICIDAS.....	26
4.1.2 UTILIZAÇÃO DOS “PROBITS” PARA DETERMINAÇÃO DAS CL_{50} E CL_{95}	28
4.1.2.1 GRÁFICOS DE “PROBITS”.....	30
4.1.3 TAXA COMPARATIVA ENTRE LARVICIDAS.....	37
4.2 DETERMINAÇÃO DA ASSIMETRIA FLUTUANTE.....	39
4.2.1 DIFERENÇAS ENTRE OS LADOS DIREITO E ESQUERDO.....	39
4.2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ASSIMETRIA FLUTUANTE.....	45
4.3 DETERMINAÇÃO DE ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....	46
4.3.1 PERÍODO DE PRÉ-OVIPOSIÇÃO.....	46
4.3.2 LONGEVIDADE.....	47
4.3.2.1 ENTROPIA.....	47
4.3.2.2 “WEIBULL”.....	47
4.3.3 $M_x \times L_x$	54
4.3.4 FERTILIDADE.....	61
4.3.5 TEMPO DE DESENVOLVIMENTO.....	61
4.3.6 TAXA INTRÍNSECA DE INCREMENTO NATURAL (RM).....	61
 5 DISCUSSÃO.....	 63
 6 CONCLUSÕES.....	 70
 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1 - ESTRUTURA QUÍMICA DO DIFLUBENZURON	06
2 - ESTRUTURA QUÍMICA DO CYROMAZINE	08
3 - ESTRUTURA QUÍMICA DA IVERMECTINA	11
4 - ESTRUTURA QUÍMICA DA DORAMECTINA	12
5 - ESTRUTURA QUÍMICA DA MOXIDECTINA.....	13
6 - NERVURAS UTILIZADAS NAS MEDIÇÕES PARA ASSIMETRIA FLUTUANTE	21
7 - REPRESENTAÇÃO DA REGRESSÃO LOG X "PROBITS" POPULAÇÃO COLETADA EM BOTUCATU (SP) AOS SEGUINTE LARVICIDAS: (A) CYROMAZINE, (B) DIFLUBENZURON, (C) DORAMECTINA, (D) IVERMECTINA E (E) MOXIDECTINA.....	31
8 - REPRESENTAÇÃO DA REGRESSÃO LOG X "PROBITS" POPULAÇÃO COLETADA EM ITUPEVA (SP) AOS SEGUINTE LARVICIDAS: (A) CYROMAZINE, (B) DIFLUBENZURON, (C) DORAMECTINA, (D) IVERMECTINA E (E) MOXIDECTINA.....	32
9 - REPRESENTAÇÃO DA REGRESSÃO LOG X "PROBITS" POPULAÇÃO COLETADA EM MOJI DAS CRUZES (SP) AOS SEGUINTE LARVICIDAS: (A) CYROMAZINE, (B) DIFLUBENZURON, (C) DORAMECTINA, (D) IVERMECTINA E (E) MOXIDECTINA.....	33
10 - REPRESENTAÇÃO DA REGRESSÃO LOG X "PROBITS" POPULAÇÃO COLETADA EM MOJI GUAÇU (SP) AOS SEGUINTE LARVICIDAS: (A) CYROMAZINE, (B) DIFLUBENZURON, (C) DORAMECTINA, (D) IVERMECTINA E (E) MOXIDECTINA.....	34

11 - REPRESENTAÇÃO DA REGRESSÃO LOG X "PROBITS" POPULAÇÃO COLETADA EM MONTE MOR (SP) AOS SEGUINTE LARVICIDAS: (A) CYROMAZINE, (B) DIFLUBENZURON, (C) DORAMECTINA, (D) IVERMECTINA E (E) MOXIDECTINA.....	35
12 - REPRESENTAÇÃO DA REGRESSÃO LOG X "PROBITS" POPULAÇÃO COLETADA EM PIRASSUNUNGA (SP) AOS SEGUINTE LARVICIDAS: (A) CYROMAZINE, (B) DIFLUBENZURON, (C) DORAMECTINA, (D) IVERMECTINA E (E) MOXIDECTINA.....	36
13 - ASSIMETRIA MÉDIA DAS DIFERENÇAS $\pm$ ERRO PADRÃO PARA QUATRO MEDIDAS (A A D) EM ASAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM BOTUCATU (SP).....	39
14 - ASSIMETRIA MÉDIA DAS DIFERENÇAS $\pm$ ERRO PADRÃO PARA QUATRO MEDIDAS (A A D) EM ASAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM ITUPEVA (SP).	40
15 - ASSIMETRIA MÉDIA DAS DIFERENÇAS $\pm$ ERRO PADRÃO PARA QUATRO MEDIDAS (A A D) EM ASAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM MOJI DAS CRUZES (SP).....	41
16 - ASSIMETRIA MÉDIA DAS DIFERENÇAS $\pm$ ERRO PADRÃO PARA QUATRO MEDIDAS (A A D) EM ASAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM MOJI GUAÇU (SP).....	42
17 - ASSIMETRIA MÉDIA DAS DIFERENÇAS $\pm$ ERRO PADRÃO PARA QUATRO MEDIDAS (A A D) EM ASAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM MONTE MOR (SP).....	43
18 - ASSIMETRIA MÉDIA DAS DIFERENÇAS $\pm$ ERRO PADRÃO PARA QUATRO MEDIDAS (A A D) EM ASAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM PIRASSUNUNGA (SP).....	44
19 - DISTRIBUIÇÃO DE "WEIBULL" PARA LONGEVIDADE DE FÊMEAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM BOTUCATU (SP).....	48
20 - DISTRIBUIÇÃO DE "WEIBULL" PARA LONGEVIDADE DE FÊMEAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM ITUPEVA (SP)	49
21 - DISTRIBUIÇÃO DE "WEIBULL" PARA LONGEVIDADE DE FÊMEAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM MOJI DAS CRUZES (SP).....	50
22 - DISTRIBUIÇÃO DE "WEIBULL" PARA LONGEVIDADE DE FÊMEAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM MOJI GUAÇU (SP).	51
23 - DISTRIBUIÇÃO DE "WEIBULL" PARA LONGEVIDADE DE FÊMEAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM MONTE MOR (SP).	52
24 - DISTRIBUIÇÃO DE "WEIBULL" PARA LONGEVIDADE DE FÊMEAS DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADAS EM PIRASSUNUNGA (SP).	53

25-PROPORÇÃO DE SOBREVIVENTES NA IDADE X (LX) X PROGÊNIE FÊMEA POR FÊMEA DA POPULAÇÃO COLETADA EM BOTUCATU.	55
26-PROPORÇÃO DE SOBREVIVENTES NA IDADE X (LX) X PROGÊNIE FÊMEA POR FÊMEA DA POPULAÇÃO COLETADA EM ITUPEVA.	56
27-PROPORÇÃO DE SOBREVIVENTES NA IDADE X (LX) X PROGÊNIE FÊMEA POR FÊMEA DA POPULAÇÃO COLETADA EM MOJI DAS CRUZES.	57
28-PROPORÇÃO DE SOBREVIVENTES NA IDADE X (LX) X PROGÊNIE FÊMEA POR FÊMEA DA POPULAÇÃO COLETADA EM MOJI GUAÇU.	58
29-PROPORÇÃO DE SOBREVIVENTES NA IDADE X (LX) X PROGÊNIE FÊMEA POR FÊMEA DA POPULAÇÃO COLETADA EM MONTE MOR.	59
30-PROPORÇÃO DE SOBREVIVENTES NA IDADE X (LX) X PROGÊNIE FÊMEA POR FÊMEA DA POPULAÇÃO COLETADA EM PIRASSUNUNGA.	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabelas	Páginas
I - DESCRIÇÃO DOS LOCAIS DE COLETA	18
II - PERCENTUAL MÉDIO DE MORTALIDADE DE ADULTOS TRATADOS COM CYROMAZINE EM POPULAÇÕES DE <i>M. DOMESTICA</i>	26
III - PERCENTUAL MÉDIO DE MORTALIDADE DE ADULTOS TRATADOS COM DIFLUBENZURON EM POPULAÇÕES DE <i>M. DOMESTICA</i>	27
IV - PERCENTUAL MÉDIO DE MORTALIDADE DE ADULTOS TRATADOS COM DORAMECTINA EM POPULAÇÕES DE <i>M. DOMESTICA</i>	27
V - PERCENTUAL MÉDIO DE MORTALIDADE DE ADULTOS TRATADOS COM IVERMECTINA EM POPULAÇÕES DE <i>M. DOMESTICA</i>	27
VI - PERCENTUAL DE MORTALIDADE DE ADULTOS TRATADOS COM MOXIDECTINA EM POPULAÇÕES DE <i>M. DOMESTICA</i>	27
VII - CONCENTRAÇÕES LETAIS DE DIFERENTES LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM BOTUCATU (SP).....	28
VIII - CONCENTRAÇÕES LETAIS DE DIFERENTES LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM ITUPEVA (SP)	28
IX - CONCENTRAÇÕES LETAIS DE DIFERENTES LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM MOJI DAS CRUZES (SP).....	28
X - CONCENTRAÇÕES LETAIS DE DIFERENTES LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM MOJI GUAÇU (SP).....	29

XI - CONCENTRAÇÕES LETAIS DE DIFERENTES LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM MONTE MOR (SP)	29
XII - CONCENTRAÇÕES LETAIS DE DIFERENTES LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM PIRASSUNUNGA (SP)	29
XIII - TAXA COMPARATIVA DE RESISTÊNCIA ENTRE LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM BOTUCATU (SP).....	37
XIV - TAXA COMPARATIVA DE RESISTÊNCIA ENTRE LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM ITUPEVA (SP)	37
XV - TAXA COMPARATIVA DE RESISTÊNCIA ENTRE LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM MOJI DAS CRUZES (SP).....	37
XVI - TAXA COMPARATIVA DE RESISTÊNCIA ENTRE LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM MOJI GUAÇU (SP).....	38
XVII - TAXA COMPARATIVA DE RESISTÊNCIA ENTRE LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM MONTE MOR (SP)	38
XVIII - TAXA COMPARATIVA DE RESISTÊNCIA ENTRE LARVICIDAS PARA A POPULAÇÃO DE <i>M. DOMESTICA</i> COLETADA EM PIRASSUNUNGA (SP)	38
XIX - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ASSIMETRIA FLUTUANTE DA POPULAÇÃO COLETADA EM BOTUCATU.....	45
XX - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ASSIMETRIA FLUTUANTE DA POPULAÇÃO COLETADA EM ITUPEVA	45
XXI - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ASSIMETRIA FLUTUANTE DA POPULAÇÃO COLETADA EM MOJI DAS CRUZES.....	45
XXII - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ASSIMETRIA FLUTUANTE DA POPULAÇÃO COLETADA EM MOJI GUAÇU.....	46
XXIII - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ASSIMETRIA FLUTUANTE DA POPULAÇÃO COLETADA EM MONTE MOR.....	46
XXIV - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA ASSIMETRIA FLUTUANTE DA POPULAÇÃO COLETADA EM PIRASSUNUNGA	46
XXV - PERÍODO DE PRÉ-OVIPOSIÇÃO EM INTERVALOS DE 24 HORAS (MÉDIA DE 25 FÊMEAS).....	47

XXVI - ENTROPIA PARA AS TABELAS DE VIDA DE <i>M. DOMESTICA</i> TRATADAS COM LARVICIDAS.....	47
XXVII - ANÁLISE DAS LONGEVIDADES MÉDIAS DE <i>M. DOMESTICA</i> TRATADAS COM LARVICIDAS E SEUS RESPECTIVOS CONTROLES.....	54
XXVIII - FERTILIDADE PERCENTUAL DE POPULAÇÕES DE <i>M. DOMESTICA</i> TRATADAS COM LARVICIDAS.....	61
XXIX - TEMPO DE DESENVOLVIMENTO EM INTERVALOS DE 24 HORAS DE POPULAÇÕES DE <i>M. DOMESTICA</i> TRATADAS COM LARVICIDAS.....	61
XXX - TAXA INTRÍNSECA DE INCREMENTO NATURAL DE POPULAÇÕES <i>M. DOMESTICA</i> TRATADAS COM LARVICIDAS	62

RESUMO

No presente trabalho amostras de seis populações de *Musca domestica* foram coletadas em Botucatu, Itupeva, Moji das Cruzes, Moji Guaçu, Monte Mor e Pirassununga no Estado de São Paulo, mantendo-as em laboratório a fim de determinar a susceptibilidade e possíveis efeitos subletais a diferentes tipos de larvicidas: cyromazine, diflubenzuron, doramectina, ivermectina e moxidectina.

Os larvicidas foram estudados através de meios larvais tratados e os dados foram expressos com CL_{50} e CL_{95} .

Os resultados mostraram que as populações foram sensíveis aos compostos, demonstrando ligeiras diferenças na susceptibilidade. A CL_{50} foi usada para identificar efeitos subletais através da estimativa do valor adaptativo e da assimetria flutuante.

Análise da assimetria flutuante mostrou diferenças na população coletada em Botucatu para todos os larvicidas, na população coletada em Moji das Cruzes para o cyromazine e a moxidectina e, para a população coletada em Moji Guaçu para o cyromazine. A estimativa do valor adaptativo foi estudada através da construção de tabelas de vida e os resultados demonstraram diferenças significantes entre as populações.

ABSTRACT

Samples of six house fly (*Musca domestica* L.) populations were collected from areas (Botucatu, Itupeva, Moji das Cruzes, Moji Guaçu, Monte Mor and Pirassununga) of the state of São Paulo and kept in the laboratory to determine their susceptibility and sublethal effects to different types of larvicides: cyromazine, diflubenzuron, doramectin, ivermectin and moxidectin.

The larvicides were studied with treated larval medium and the data were expressed as LC_{50} and LC_{95} .

The results showed that all the populations were sensitive to the evaluated compounds although demonstrating slightly differences in susceptibility. The LC_{50} were used to identify sublethal effects through fitness estimation and fluctuating asymmetry.

Fluctuating asymmetry analysis showed differences among the populations collected at Botucatu for any larvicide, Moji das Cruzes for cyromazine and moxidectin and Moji Guaçu for cyromazine. The fitness estimation were studied through life tables construction and the results showed significant differences among the populations.

1 -INTRODUÇÃO

1.1 - *MUSCA DOMESTICA*

A *Musca domestica* L., 1758, (Diptera: Muscidae) constitui um problema grave em áreas de criação de animais domésticos, especialmente em granjas de aves poedeiras pois seus estágios larvais obtêm nas fezes e resíduos alimentares desses animais um excelente substrato para desenvolvimento (MILLER, 1970; AXTELL & EDWARDS, 1983; MULLA & AXELROD, 1983). Para se conhecer a amplitude do problema é apropriado citar que uma única ave em uma granja produz por volta de 45 kg de esterco em um ano (AXTELL & RUTZ, 1986). BARNARD & GEDEN (1993) afirmam que para cada grama de esterco uma mosca é produzida.

O material orgânico (fezes e restos de alimentos) que fica depositado nos estábulos e nos currais de gado bovino também constitui local adequado para desenvolvimento dos estágios larvais desses dípteros.

Considerando o potencial de vôo e dispersão, além da capacidade de veicular patógenos e a eussinantropia característicos nesta espécie (POVOLNÝ, 1971), o combate a este díptero em criadouros de animais confinados se torna imprescindível.

MILLER (1970) conclui que um dos melhores métodos para combate de *M. domestica* em criadouros é feito através da adição de larvicidas no material orgânico aí depositado. No entanto, outras técnicas para controle vêm sendo utilizadas, e dentre elas podemos citar o manejo da matéria orgânica depositada nos locais de criação através de remoções diárias ou semanais do esterco e restos de alimentos acumulados; alteração das características bióticas e abióticas do esterco acumulado; uso de parasitas, parasitóides, predadores, competidores e patógenos da *M. domestica* como tentativa de controle biológico

e, o uso de inseticidas seletivos (AXTELL & EDWARDS, 1983; BARNARD & HARMS, 1992).

No passado, o uso indiscriminado de inseticidas em programas de controle de doenças e na agricultura influenciou o desempenho de muitos compostos químicos, fazendo com que espécies resistentes surgissem rapidamente nas mais diversas regiões (METCALF, 1980).

No Brasil, a utilização de inseticidas para diversos fins, ainda é uma técnica amplamente empregada. Desta forma, o risco decorrente da resistência à inseticidas é amplo.

1.2 - RESISTÊNCIA X SUSCEPTIBILIDADE

A resistência é um termo amplamente utilizado na literatura científica e serve para designar uma redução na susceptibilidade de organismos a determinadas drogas. Ela constitui um fenômeno responsável pelo aumento do número de compostos químicos disponíveis no mercado para o controle de pragas, além da viabilidade ou inviabilidade de uso de muitos destes compostos (METCALF, 1980).

Em bases genéticas, a resistência é produto de uma microevolução acelerada das populações frequentemente atingidas por alguma dose de inseticida (doses subletais) e que irá acelerar o processo de seleção de alelos resistentes (R) numa população originariamente sensível (S). Estes alelos, como parte do material hereditário, são transmitidos desta forma às próximas gerações (GEORGHIOU & TAYLOR, 1977; METCALF, 1989; WILSON, 1993).

O monitoramento do surgimento da resistência em populações deve ser realizado através da verificação, no decorrer do tempo, da sensibilidade destas populações aos produtos químicos utilizados (ARRUDA, 1979).

No Brasil, o controle químico de populações de *M. domestica* e de outros dípteros é amplamente utilizado nas granjas, sendo mais intenso nestes locais quando comparamos com estábulos e currais, e por isso, a pressão seletiva deste meio é muito maior.

Atualmente, devido a estudos realizados em diversos países visando solucionar o problema da resistência, chegou-se à conclusão de que a melhor técnica de controle de dípteros em locais utilizados para criação de

animais consiste em um manejo integrado das pragas, onde são utilizados não apenas o controle biológico mas também os inseticidas seletivos, além do controle cultural (AXTELL & EDWARDS, 1983).

Com o surgimento dos inseticidas conhecidos como de terceira geração, observou-se um certo entusiasmo entre os pesquisadores, pois alguns acreditavam que o problema da resistência estivesse resolvido (WILLIAMS, 1967), o que, infelizmente, não foi confirmado.

1.3 - INSETICIDAS DE TERCEIRA GERAÇÃO

Os compostos incluídos na chamada terceira geração são atualmente conhecidos como “inibidores de desenvolvimento” pois atuam em diversos sistemas dos estágios larvais dos insetos, como por exemplo, o sistema nervoso e o sistema endócrino.

Quanto à atividade específica, estes inseticidas demonstraram alta especificidade por insetos em geral, sendo considerados de baixa toxicidade para uma variedade de vertebrados, moluscos e plantas, representando uma taxa de comprometimento menor das espécies atingidas “acidentalmente” por alguma dose (HORN, 1988).

Historicamente, temos o termo inseticidas de terceira geração primeiramente designando um grupo de compostos químicos que atuavam no sistema endócrino dos estágios larvais dos insetos e pareciam não interferir no desenvolvimento de resistência em insetos (WILLIAMS, 1967; SPARKS & HAMMOCK, 1983).

Desta forma, foram chamados de “desruptores de desenvolvimento”, designação que foi abandonada quando outros compostos químicos, que atuavam em outros sistemas foram sendo incluídos neste grupo.

Com a definição inseticidas de terceira geração para tais compostos, outros produtos utilizados anteriormente, foram classificados em primeira e segunda gerações de inseticidas.

Na primeira geração de inseticidas foram incluídos os compostos cujo uso se fez durante muito tempo, tais como os óleos minerais, arsenicais e inseticidas botânicos, e, na segunda geração, os organoclorados, organofosforados e carbamatos (HORN, 1988).

1.3.1 - INIBIDORES DE DESENVOLVIMENTO DE INSETOS

Inibidores de desenvolvimento são também conhecidos como inseticidas de terceira geração e se caracterizam por apresentar compostos químicos que alteram o crescimento e desenvolvimento normal de insetos (HORN, 1988), sendo tipicamente ativos contra estágios imaturos onde produzem mortalidade larval e aberrações pupais (HALL & FOEHSE, 1980).

Estes compostos incluem várias classes químicas com diferentes modos de ação e podem ser divididos em três categorias principais:

- * Análogos do hormônio juvenil
- * Inibidores da síntese de quitina
- * Outros inibidores

O diflubenzuron está incluído na categoria dos inibidores da síntese de quitina, enquanto o cyromazine se enquadra na categoria dos outros inibidores de desenvolvimento (GRAF, 1993).

1.3.1.1 - DIFLUBENZURON

O diflubenzuron (1-(4-cloro-fenil)-3-(2,6-difluorobenzoil)-uréia) foi o primeiro produto comercial da classe da benzoil-fenil-uréia indicado para controle de insetos (GRAF, 1993). Esta classe de inseticidas foi descoberta por acaso pelos pesquisadores da Philips-Duphar no início dos anos 70 e exibiu pouca atividade herbicida, mas com elevada ação em larvas de insetos que demonstravam dificuldades na ecdise após poucos dias de tratamento (GRAF, 1993). Sua estrutura química está mostrada na Figura 1.

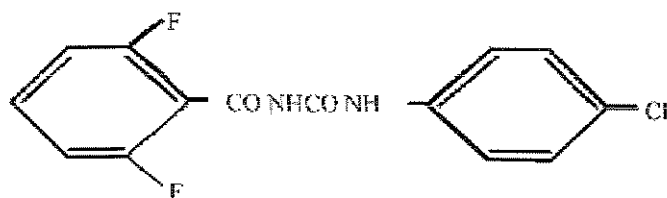


Figura 1 - Estrutura química do diflubenzuron (GRAF, 1993)

O modo de ação deste composto químico está relacionado com o mecanismo de formação e deposição da quitina, que é uma substância essencial aos insetos (REYNOLDS, 1987). Por isso, torna-se relativamente seguro a outros organismos associados à espécie alvo, desde que estes não possuam quitina (MIURA *et al.*, 1976).

Os compostos da classe das benzoil-fenil-uréia agem nos estágios larvais, impedindo a muda. No entanto, apresentam também atividade ovicida devido à inibição da deposição de quitina (GRAF, 1993). O inseto morre provavelmente por dessecação, inanição ou predação (HORN, 1988).

O diflubenzuron, um dos representantes desta classe, foi inicialmente desenvolvido para controle de pragas da agricultura, no entanto, tem sido utilizado também no controle de insetos que se desenvolvem em fezes, tais como espécies de *Musca*, *Stomoxys* e *Haematobia* (GRAF, 1993). HORN (1988) cita que o diflubenzuron é um inseticida persistente no campo e que possui amplo espectro contra artrópodos.

O controle do desenvolvimento de insetos nas fezes do gado pode ser feito através de aplicação tópica (Dimilin®), juntamente com o alimento ("feed-through") (Duphacid®) ou como "bolus" (Vigilante®) (GRAF, 1993). MILLER *et al.* (1981) relatam o alto grau de atividade no controle de moscas quando administrado juntamente com a alimentação em gado bovino. SHEN & PLAPP (1990), por sua vez, relatam resistência cruzada entre cyromazine e diflubenzuron em populações de *Musca domestica*.

RUP & CHOPRA (1985) concluem, no entanto, que a susceptibilidade para este composto depende de diversos fatores, dentre eles a idade do inseto, concentração do composto e método de aplicação do mesmo.

1.3.1.2 - CYROMAZINE

Cyromazine (N-ciclopropil-1,3,5-triazina-2,4,6-triamina) (Ciba-Geigy) é um inibidor de desenvolvimento de insetos derivado das triazinas, tipicamente efetivo contra estágios imaturos de dípteros, especialmente de *Musca domestica*, que causa morte através de indução de anormalidades durante o desenvolvimento larval e pupal (HALL & FOEHSE, 1980; EL-OSCHAR *et al.*, 1985). A estrutura química do cyromazine pode ser visualizada na Figura 2.

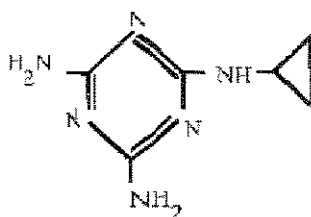


Figura 2 - Estrutura química do cyromazine (GRAF, 1993)

Embora mais efetivo contra os estágios larvais iniciais (VIÑUELA *et al.*, 1993; FRIEDEL & MCDONELL, 1985), insetos adultos emergentes de meios tratados manifestam seus efeitos através de alterações na fecundidade e fertilidade da fêmea (FRIEDEL & MCDONELL, 1985).

O modo de ação deste composto químico, muito discutido e pouco conhecido, aparenta estar relacionado com alterações no sistema endócrino do inseto, onde atua interrompendo o processo de ecdise sem alterar diretamente a síntese de quitina, suprimindo o desenvolvimento (BINNINGTON, 1985; SHEPPARD *et al.*, 1992; GRAF, 1993). Tal ação só é demonstrada quando ocorre ingestão do composto químico, pois o cyromazine apresenta pouca ou nenhuma ação como inseticida de contato (FRIEDEL & MCDONELL, 1985; SHEN & PLAPP, 1990).

A comercialização deste composto químico foi iniciada a partir de 1982 pela Ciba-Geigy, sendo inicialmente, vendido sob a denominação de Larvadex[®] e administrado juntamente com a ração utilizada na alimentação de aves, o que produzia fezes já tratadas (SHEPPARD *et al.*, 1989; GRAF, 1993). Posteriormente, seu uso foi modificado, podendo também ser aspergido sobre as fezes que se acumulavam em criadouros (Neporex[®]) ou para proteção de culturas (Trigard[®]) (GRAF, 1993).

Em 1983, no entanto, o Larvadex[®] teve seu registro cancelado pela Agência de Proteção Ambiental (EUA) devido a resultados insatisfatórios demonstrados por estudos toxicológicos em mamíferos. Foi novamente liberado para uso comercial em 1985 (SHEPPARD *et al.*, 1989).

Os relatos da eficiência do cyromazine variam nos diversos países e também de acordo com a duração do uso. OLIVEIRA *et al.* (1993) relatam evidências de variações estacionais na susceptibilidade de populações de *M. domestica* iniciadas com larvas e que permaneceram menor tempo em contato com o inseticida, concordando com HALL & FOEHSE (1980) que citam o baixo valor do cyromazine como ovicida.

ISEKI & GEORGHIOU (1986) relatam a ocorrência de resistência moderada em uma linhagem de *Musca domestica* coletada na Pensilvânia

(EUA), enquanto, BLOOMCAMP *et al.* (1987) relatam tolerância ao cyromazine com um aumento da resistência em 69,8 vezes quando utilizada seleção laboratorial em moscas domésticas coletadas na Flórida (EUA).

Na Hungria, PAP & FARKAS (1994) relatam a susceptibilidade de *Musca domestica*. No Brasil, PINTO (1994) relata a susceptibilidade em Ibiúna(SP) e Monte Mor (SP) e a resistência em Petrópolis (RJ), Montes Claros (MG) e Promissão (SP).

AXTELL & EDWARDS (1983) citam a ausência de efeitos detrimenais do cyromazine para ácaros e besouros que se desenvolvem no esterco tratado, enquanto BRAKE *et al.* (1985), confirmam a não interferência no crescimento, reprodução e qualidade dos ovos produzidos por aves tratadas com doses limitadas a 250 ppm.

HALL & FOEHSE (1980) relataram a não ocorrência de inibição do desenvolvimento em *Megaselia scalaris* (Phoridae) e alguns Sphaeroceridae não identificados em esterco de aves tratado com cyromazine.

Estes autores, ao compararem também, a capacidade de desenvolvimento de *Musca domestica* em estercos de gado, aves e suínos, tratados com cyromazine, não conseguiram explicar a variabilidade observada (emergência média de insetos adultos variando com o passar do tempo de tratamento) no controle deste inseto no esterco de gado.

HALL & FOEHSE (1980) concluíram que a variação poderia estar relacionada com a estratégia digestiva entre os animais utilizados no experimento (gado, aves e suínos).

No entanto, o fato da variabilidade no desempenho parece estar relacionada com as vias de eliminação do inseticida nos diferentes animais utilizados no referido experimento. Para gado, a eliminação do cyromazine pela urina perfaz cerca de 90%. Desta forma, a quantidade do composto químico eliminado juntamente com as fezes estaria reduzida, o que estaria influenciando no controle e nos resultados do referido experimento (MILLER *et al.*, 1981; MILLER *et al.*, 1996).

1.3.2 - DERIVADOS DA AVERMECTINA

Segundo HERD (1995), as avermectinas são compostos endectocidas, ou seja, são efetivas contra endo e ectoparasitas e, representam uma nova classe de lactonas macrocíclicas que tem demonstrado atividade

contra helmintos, ácaros e insetos. São produzidas a partir da fermentação do actinomiceto *Streptomyces avermectilis* isolado de uma amostra de solo no Japão (LASOTA & DYBAS, 1991; CLARK *et al.*, 1995; HERD, 1995), que influenciou grandemente o arsenal de compostos químicos existentes para controle de pragas de animais domésticos e da agricultura, bem como de parasitas de mamíferos (LASOTA & DYBAS, 1991).

As avermectinas consistem de quatro componentes principais (A_{1a} , A_{2a} , B_{1a} e B_{2a}) e de quatro componentes homólogos menores (A_{1b} , A_{2b} , B_{1b} e B_{2b}), sendo padronizadas como A_1 , A_2 , B_1 e B_2 de acordo com as misturas, estando presente pelo menos 80% do componente *a* e menos que 20% do componente *b* (LASOTA & DYBAS, 1991). Destes produtos da fermentação, o mais importante é o B_{1a} , que possui alta eficiência contra pragas agrícolas e endo e ectoparasitas de animais domésticos (FISHER & MROZIK, 1989). A ingestão do composto químico não é necessária, sendo o contato efetivo em muitos casos. Os estágios imaturos demonstram maior susceptibilidade ao composto químico quando comparados aos insetos adultos (STRONG, 1993).

As avermectinas, cujos principais compostos produzidos são a ivermectina e a abamectina, demonstram ser tóxicas para a maioria dos insetos, embora a tolerância varie e a morte possa ocorrer em períodos variados de 24 horas a 30 dias (STRONG & BROWN, 1987). No entanto, a susceptibilidade diferencial de invertebrados e vertebrados provê um padrão aceitável para uso terapêutico na agricultura, veterinária e também na Medicina Humana.

O modo de ação destes compostos em invertebrados, apesar da dificuldade de definição específica por causa da atividade em diferentes locais e da baixa solubilidade em água, acredita-se estar relacionado com a interrupção dos receptores do ácido gama-aminobutírico (GABA) no sistema nervoso central e no sistema muscular, afetando a permeabilidade da membrana a íons de cloro (STRONG & BROWN, 1987; FISHER & MROZIK, 1989; LASOTA & DYBAS, 1991; CLARK *et al.*, 1995; ROHRER & SCHAEFFER, 1995).

Por consistirem de substâncias altamente lipofílicas, são solúveis em solventes orgânicos, tais como clorofórmio, acetona, álcoois, tolueno, etc. (FISHER & MROZIK, 1989).

Apesar dos ciclodienos afetarem os canais de cloro, tal como as avermectinas, os sintomas de intoxicação, no entanto, são diferentes. Enquanto doses letais dos ciclodienos causam hiper-atividade e hiper-excitabilidade, as avermectinas em altas doses causam perda gradual da mobilidade, levando à paralisia e à morte (STRONG & BROWN, 1987; STRONG, 1993; CLARK *et al.*, 1995). Apesar das coincidências, não foi observada resistência cruzada entre ciclodienos e avermectinas em *Musca domestica* (Diptera), *Tribolium*

castaneum (Coleoptera) e *Drosophila melanogaster* (Diptera) (CLARK *et al.*, 1995).

Em relação ainda aos sintomas de intoxicação das avermectinas, alguns insetos demonstram distúrbios no balanço de água, enquanto outros, a interrupção da muda e metamorfose, sendo que, em doses subletais é observada a inibição da alimentação. Com referência à reprodução, as avermectinas afetam o comportamento de acasalamento, eclosão e desenvolvimento de ovos, bem como, a oviposição (STRONG & BROWN, 1987; STRONG, 1993). Em dípteros, as doses subletais reduzem a fecundidade das fêmeas.

As avermectinas não demonstram atividade contra cestódeos e trematódeos, provavelmente pelo fato destes helmintos não apresentarem receptores GABA como neuro transmissores (FORBES, 1993).

1.3.2.1 - IVERMECTINA

A ivermectina é um derivado da avermectina e foi desenvolvida e comercializada primeiramente como composto injetável pela Merck Sharp & Dohme como agente antiparasitário a partir de 1981.

Sua formulação consistia de 80% de 22, 23-dihidroavermectina B_{1a} e menos que 20% de 22, 23-dihidroavermectina B_{1b} sendo aprovada para uso em animais domésticos contra endo e ectoparasitas e, em humanos, contra oncocercose (FORBES, 1993; STEEL, 1993). A Figura 3 mostra a estrutura química da ivermectina.

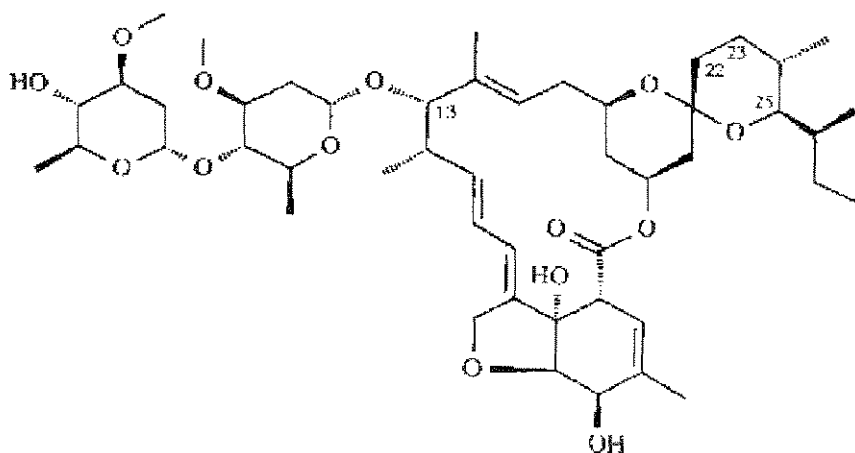


Figura 3 - Estrutura química da ivermectina (STEEL, 1993)

No gado, de acordo com doses terapêuticas injetáveis de 200µg/kg de peso, aproximadamente 90% da ivermectina é eliminada com as fezes durante um período de quatro semanas (SOMMER *et al.*, 1992). Esta ivermectina excretada é ativa contra muitos insetos que se alimentam e desenvolvem nas fezes.

Em fêmeas de *Neomyia cornicina* (Fabricius) (Diptera: Muscidae) tratadas com ivermectina foi relatada uma redução significativa na taxa de oviposição e de eclosão de ovos (GOVER & STRONG, 1995).

O modo de ação da ivermectina, não compartilhado por nenhum outro agente antiparasitário, envolve o ácido gama-aminobutírico (GABA), um neurotransmissor que emite sinais entre células nervosas ou entre estas e os músculos. Em artrópodos, o estímulo do GABA interrompe o impulso nervoso entre a terminação nervosa e o músculo, produzindo paralisia e morte (STRONG & BROWN, 1987).

1.3.2.2 - DORAMECTINA

A doramectina (25 - ciclohexil - 5 - O - dimetil - 25 - de (1 - metilpropil) avermectina A_{1a}) é uma avermectina inicialmente desenvolvida pela Pfizer como um agente antiparasitário e que difere da ivermectina pela substituição de um grupo ciclohexil na posição C.25 conforme demonstra a área assinalada pelo círculo na Figura 4 (STEEL, 1993; GOUDIE *et al.*, 1993)

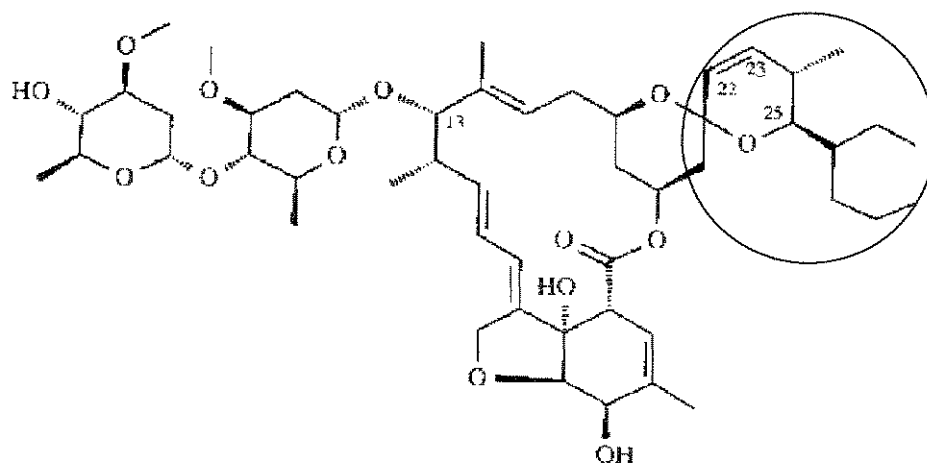


Figura 4 - Estrutura química da doramectina (STEEL, 1993)

Isolada da fermentação de uma linhagem de *Streptomyces avermitilis*, foi a avermectina mais promissora preparada através de biossíntese

mutacional e, que apresentou alta atividade e amplo espectro anti-parasitário contra nematódeos e artrópodos que comprometem a saúde e produtividade do gado (GOUDIE *et al.*, 1993; VERCRUYSSSE *et al.*, 1993; LOGAN *et al.*, 1993; MOYA-BORJA *et al.*, 1993a; MOYA-BORJA *et al.*, 1993b).

O modo de ação da doramectina é semelhante ao da ivermectina, consistindo em alterar a atividade de troca de íons cloro no sistema nervoso dos nematódeos e artrópodos. A doramectina bloqueia os receptores que aumentam a permeabilidade da membrana aos íons cloro, inibindo a atividade elétrica das células nervosas em nematódeos e de células musculares em artrópodos, causando paralisia e morte.

1.3.2.2 - MOXIDECTINA

A moxidectina inicialmente desenvolvida pela Cyanamid e lançada em 1989 na América do Sul e, em 1991 na África do Sul e Nova Zelândia, é um agente antiparasitário para gado bovino e ovino, apresentado como milbemecinas (compostos estruturalmente relacionados com as avermectinas) (STEEL, 1993). A Figura 5 mostra a estrutura química da moxidectina e permite comparar com a ivermectina e doramectina.

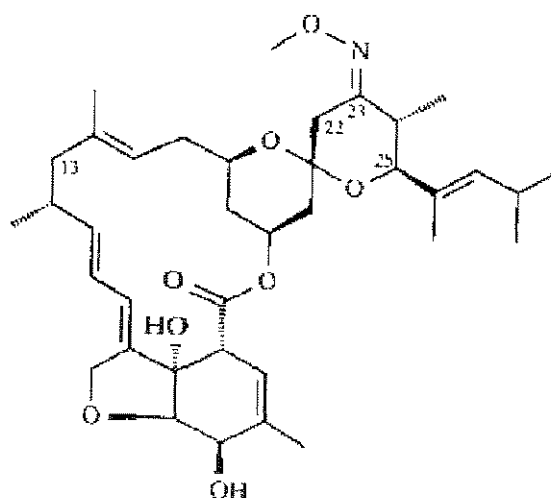


Figura 5 - Estrutura química da moxidectina (STEEL, 1993)

Moxidectina é uma lactona macrocíclica derivada da nemadectina, um produto da fermentação natural do actinomiceto *Streptomyces cyaneogriseus* subespécie *cyanogenus* que difere na estrutura química em relação a ivermectina, mas apresenta grande eficácia contra parasitas internos e externos de animais domésticos (FINCHER & WANG, 1992; CHICK *et al.*,

1993; STRONG & WALL, 1994). Como a ivermectina e a doramectina, a moxidectina é excretada juntamente com as fezes no gado. No entanto, FINCHER & WANG (1992) não relatam a interferência deste composto no desenvolvimento dos besouros *Euoniticellus intermedius* (Reiche) e *Onthophagus gazella* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae).

KIERAN (1994) relata diferenças entre a potencialidade da moxidectina comparada a ivermectina, afirmando que a moxidectina é mais potente contra os três principais gêneros de nematódeos que apresentam resistência à ivermectina: *Haemonchus*, *Ostertagia* e *Trichostrongylus*. Neste trabalho, o autor também relata a possibilidade da ocorrência de modos de ação diferentes entre a moxidectina e a ivermectina, devido a ação de controle exercida pela moxidectina em linhagens resistentes a ivermectina.

1.4 - ASSIMETRIA FLUTUANTE

O conceito de assimetria flutuante foi pesquisado desde a década de 1920 e é definido como uma pequena e aleatória diferença na simetria bilateral do organismo e que pode estar relacionada com a instabilidade no desenvolvimento, que indica que o organismo foi submetido a perturbações (genética, ambiental ou genético-ambiental) e não conseguiu defender-se delas (MARKOW, 1995).

A assimetria pode estar relacionada também ao valor adaptativo do organismo, pois de acordo com CLARKE & MCKENZIE (1992) e MCKENZIE & CLARKE (1988), um aumento nos níveis da assimetria pode estar relacionado com homozigose, o que interferiria no valor adaptativo ou "fitness" do referido organismo.

Para uma população com assimetria flutuante, os desvios referentes à diferença entre as medidas dos lados direito e esquerdo de cada organismo possuem média igual a zero e apresentam graficamente uma distribuição normal (PALMER & STROBECK, 1986; GRAHAM *et al.*, 1993). No entanto, outros dois tipos de assimetria podem ocorrer numa população: assimetria direcional e a antissimetria. A assimetria direcional aparece quando ocorre um desenvolvimento maior de um carácter de um plano da simetria do que de outro. Um exemplo de assimetria direcional é o coração dos mamíferos.

A antissimetria ocorre quando muitos indivíduos numa população são assimétricos, não sendo possível, porém, predizer de qual lado do organismo o desenvolvimento é maior. A antissimetria é caracterizada por uma distribuição bimodal de desvios para simetria bilateral. Um exemplo de

antissimetria pode ser verificado quando observamos as garras de caranguejos machos, as quais demonstram tamanhos diferentes e aleatórios entre os lados direito e esquerdo (PALMER & STROBECK, 1986).

A contribuição destes tipos de assimetria para a pesquisa de alterações na instabilidade do desenvolvimento de indivíduos ainda é questionada e discutida (GRAHAM *et al.*, 1993).

No entanto, a assimetria flutuante é uma medida largamente utilizada para avaliar as condições de indivíduos de uma determinada população (GRAHAM *et al.*, 1993), tendo como exemplo prático de sua utilização o controle de qualidade em criações massais de insetos (CLARKE & MCKENZIE, 1992).

Esta técnica permite, por sua vez, o monitoramento das condições gerais da criação em espaços de tempo muito reduzidos quando comparados com outros testes, como por exemplo, a análise de parâmetros biológicos (tempo de desenvolvimento, fertilidade, etc.).

1.5 - PARÂMETROS BIOLÓGICOS

Os parâmetros biológicos de uma população podem ser obtidos através da construção de tabelas de vida. Estas, por sua vez, consistem numa descrição detalhada das estatísticas vitais de uma população, que envolvem padrões de mortalidade, expectativa de vida, fecundidade, fertilidade, etc. (DEEVEY, 1947).

O período de pré-oviposição é um parâmetro biológico que compreende o tempo decorrido desde a emergência da fêmea adulta até a primeira oviposição. Trata-se de um período importante, pois além de interferir na taxa intrínseca de incremento natural, uma maior duração deste período pode implicar em morte do inseto sem a possibilidade de deixar descendentes, o que ocasionaria, provavelmente a extinção da espécie no local.

A longevidade é outro parâmetro importante quando se deseja pesquisar efeitos subletais, pois além de interferir na taxa de incremento natural, nos permite conhecer padrões de sobrevivência, número de mortes, expectativa de vida, etc.

É sempre bom lembrar que, hipoteticamente, existem três distribuições possíveis para a distribuição de sobrevivência em relação à idade. O tipo I demonstra indivíduos nascidos em mesma data e que virão a falecer

mais ou menos com a mesma idade depois de algum tempo de vida. Já o tipo II, implica numa mortalidade constante e gradativa com o passar do tempo, não favorecendo nenhuma idade em especial. Já o tipo III, demonstra alta mortalidade no início da vida, sendo exatamente o contrário do tipo I (DEEVEY, 1947).

A entropia, em geral, serve como uma caracterização quantitativa do padrão de sobrevivência da população (CAREY, 1993) e está desta forma, relacionada à longevidade da população. Quando observamos valores iguais a zero para a entropia significa que todas as mortes ocorreram no mesmo espaço de tempo, o que indicaria uma curva de sobrevivência do tipo I. Quando os valores para a entropia são iguais a um, temos indicação de uma curva de tipo III e, quando obtivermos um valor intermediário, ou seja, igual a 0,5, teremos a indicação de uma curva do tipo II (CAREY, 1993).

As curvas de sobrevivência obtidas com a análise de "Weibull" permitem-nos conhecer as possíveis diferenças entre a curva observada nos experimentos e a curva esperada, que seria a obtida caso não houvesse erros de observação durante a realização das tabelas de vida ou de erros de manutenção no da população estudada no laboratório durante o experimento (PINDER *et al.*, 1978; DELL *et al.*, 1983).

A taxa de fecundidade para entomologistas consiste no número de ovos deixados por fêmea, enquanto a taxa de fertilidade corresponde ao número de ovos férteis obtidos por fêmea (BIRCH, 1948).

A taxa intrínseca de incremento natural apesar de consistir numa medida de crescimento populacional e ser geneticamente pré-determinada, permite comparar o potencial de crescimento de populações (DEWITT, 1954).

2 - OBJETIVOS

Os principais objetivos deste trabalho foram:

- * Documentar a variação na sensibilidade das populações coletadas nos municípios de Itupeva, Moji das Cruzes, Moji Guaçu, Monte Mor e Pirassununga aos larvicidas cyromazine, diflubenzuron, doramectina, ivermectina e moxidectina, através da determinação das CL_{50} e CL_{99} (concentrações letais para 50% e 99% dos insetos tratados, respectivamente), relacionando o grau de susceptibilidade da população com a história do local de coleta;
- * Investigar possíveis correlações entre resistência e os larvicidas utilizados;
- * Comparar os parâmetros biológicos, tais como, tempo de desenvolvimento, período de pré-oviposição, fecundidade, fertilidade e longevidade entre exemplares tratados e não tratados das populações estudadas, utilizando os resultados para pesquisar possíveis efeitos subletais decorrentes de exposições aos larvicidas;
- * Pesquisar diferenças morfológicas nas populações através de comparação de valores obtidos com a análise para assimetria flutuante utilizando asas de insetos não tratados e tratados com os larvicidas descritos acima.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - POPULAÇÕES ESTUDADAS

Foram testadas amostras de populações de *Musca domestica* coletadas em municípios do Estado de São Paulo nos mais variados locais, desde área utilizada para recreação até granja de aves poedeiras. A Tabela I mostra as principais características dos locais de coleta.

Tabela I - Descrição dos locais de coleta

Município	Características do local	Tipo de Manejo ou Controle
Botucatu	Área de recreação	Nenhum controle
Itupeva	Chácara	Nenhum controle
Moji das Cruzes	Granja de aves poedeiras	Cyromazine
Moji Guaçu	Chácara	Nenhum controle
Monte Mor	Granja de aves poedeiras	Cyromazine
Pirassununga	Curral de gado bovino	Nenhum controle

3.2 - MANUTENÇÃO DAS POPULAÇÕES EM LABORATÓRIO

Os insetos coletados no campo eram levados ao laboratório e transferidos para gaiolas com armação de ferro e recobertas com tela de "nylon" sendo mantidos em sala apropriada para criação, com temperatura ($26,5 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$) e umidade (70%) controladas, disponível no Laboratório de Entomologia do

Departamento de Parasitologia do IB/Unicamp. A alimentação destes insetos consistia de uma mistura em partes iguais de açúcar refinado, leite em pó integral e levedura de cerveja. Água e alimento eram oferecidos e mantidos em abundância dentro das gaiolas.

Para manutenção das populações em laboratório era oferecido meio de oviposição e cultura de larvas proposto por PICKENS & LORENZEN (1983) com algumas modificações e que constituía por 4 partes de ração utilizada na alimentação de camundongos devidamente triturada e 6 partes de água. Devido à necessidade de bactérias no meio de cultura para *Musca domestica*, este meio só era utilizado 72 horas após o preparo para que o processo de fermentação do material ocorresse.

Este meio ficava disponível dentro das gaiolas por 24 horas e após este período o mesmo era transferido para câmara de germinação, modelo FANEN 347 CGD, com temperatura ($26,5 \pm 0,5^{\circ} \text{C}$) e umidade (70%) controladas, permanecendo neste local até o aparecimento dos primeiros insetos adultos. Após este período, eram novamente transferidos para sala de criação descrita acima.

3.3 - LARVICIDAS UTILIZADOS

As gerações obtidas em laboratório, foram tratadas com os seguintes larvicidas:

- * Cyromazine (grau de pureza = 96,2 %, gentilmente cedido pela Ciba-Geigy);
- * Diflubenzuron (formulação comercial como "Dimilin", Philips-Duphar, 25% i.a.)
- * Doramectina (formulação comercial como "Dectomax", Pfizer, 10% i.a.);
- * Ivermectina (formulação comercial como "Ivomec", MSD, 10% i.a.);
- * Moxidectina (formulação comercial como "Cydectin", Cyanamid, 10% i.a.).

3.4 - BIOENSAIOS

Os testes para a determinação das respectivas CL_{50} e CL_{95} (concentração letal para 50% e 95% dos insetos tratados, respectivamente) de cada uma das populações utilizadas consideravam a taxa de mortalidade nos meios tratados até a emergência dos adultos. O cálculo era realizado da seguinte maneira:

$$TMA = \frac{(LI - AE)}{LI} 100$$

onde:

TMA = taxa de mortalidade de adultos

LI = n°. inicial de larvas

AE = n°. de adultos emergentes

Para a obtenção dos meios tratados, foram realizadas diluições seriadas dos larvicidas nos meios de cultura das larvas, os quais eram utilizados para a determinação das concentrações letais de cada população. Os valores utilizados foram transformados em ppm (partes por milhão) a fim de uniformizar as concentrações e facilitar a análise estatística dos resultados. As especificações dos laboratórios fabricantes e responsáveis pela comercialização do composto químico foram importantes para as diluições, pois em sua maioria, foram utilizados larvicidas como formulação comercial. As especificações foram as seguintes:

- * Doramectina, Ivermectina e Moxidectina: 1 ml da formulação comercial correspondia a 10 mg do composto ativo.
- * Diflubenzuron: 1 mg da formulação comercial correspondia a 0,25 mg do composto ativo.
- * Cyromazine: Não houve necessidade de tais cálculos, pois o composto químico gentilmente cedido pela Ciba-Geigy apresentava grau de pureza = 96.2 %.

Para os meios de cultura tratados com cyromazine e diflubenzuron, os compostos químicos foram diluídos diretamente na água utilizada para o preparo do meio de cultura (KEIDING et al., 1992; OLIVEIRA et al., 1993). No entanto, para os derivados da avermectina (a doramectina, a ivermectina e a moxidectina), alguns trabalhos relatam a diluição dos mesmos em água (ROBERTSON et al., 1985; BEACH & TODD, 1985), porém outros classificam os derivados das avermectinas como pouco solúveis em água (TURNER & SCHAEFFER, 1989). Como os resultados obtidos com testes prévios onde os derivados da avermectina diluídos em água demonstraram que os compostos químicos não estavam diluídos de forma homogênea no meio de cultura, optou-se por diluí-los em 1 ml de acetona PA conforme sugere REED et al. (1985). Com este procedimento tornou-se necessária a utilização de meios não tratados (controle) preparados com e sem acetona, a fim de pesquisar a interferência ou não desta no desenvolvimento das larvas.

Os meios de cultura assim preparados, eram transferidos para copos plásticos com capacidade total de 50 ml, na quantidade de 25 g para

cada copo. As larvas (L_1) eram colocadas nos meios de cultura em número de 25, utilizando-se papel de filtro umedecido que evitava que as larvas morressem dessecadas e que facilitavam a migração destas para o meio de cultura. Tais papéis eram colocados invertidos no copo, ou seja, com a face contendo as larvas voltada para o meio, como sugere KEIDING et al. (1991). A relação larva/quantidade de meio que era 1:1 e, segundo BARNARD & GEDEN (1993) em temperaturas entre 23-32°C são adequadas.

Os copos plásticos contendo os meios de cultura e as larvas eram recobertos com organza e mantidos em câmara de germinação com temperatura ($26,5 \pm 0,5^\circ \text{C}$), umidade (70%) e fotoperíodo (12/12) controlados. Após 9 dias as pupas eram recolhidas pelo método de flutuação (SCHMIDT & KUNZ, 1980; BLOOMCAMP et al., 1987).

A contagem dos sobreviventes era realizada considerando os insetos que conseguiam emergir por completo do pupário. Insetos com emergência incompleta, por exemplo, com as pernas presas ao pupário, mesmo com alguma mobilidade eram descartados da contagem.

A mortalidade nos meios tratados foi corrigida pela mortalidade dos meios considerados controle (não tratados) pela fórmula de ABBOTT (1925).

3.5 - ASSIMETRIA FLUTUANTE

A assimetria flutuante dos insetos foi determinada utilizando medidas das asas de 60 insetos, dos quais 30 machos e 30 fêmeas de cada população, considerando insetos não tratados e tratados com cada um dos larvicidas. A Figura 6 apresenta as nervuras utilizadas nas medidas.

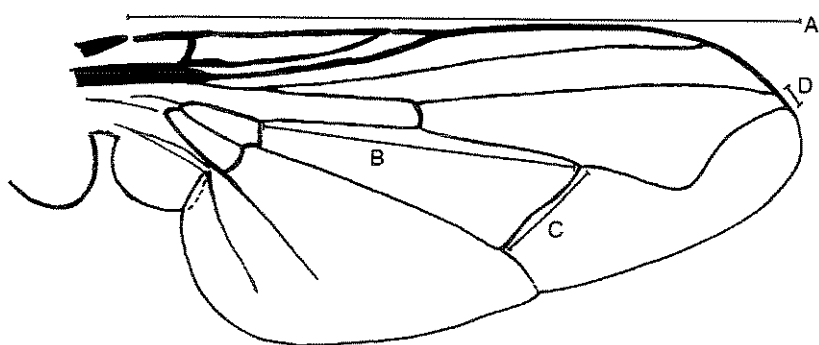


Figura 6 - Nervuras utilizadas nas medições para assimetria flutuante

Para a montagem das asas foram realizados os seguintes procedimentos:

- * As asas foram retiradas e deixadas em acetona por 5 minutos.
- * Após este período de tempo, as mesmas foram transferidas para lâmina e montadas em "Hoyer".
- * As medidas foram realizadas em microscópio estereoscópico com ocular micrométrica.

3.6 - PARÂMETROS BIOLÓGICOS

A obtenção de valores comumente usados na confecção de tabelas de vida das populações pesquisadas permitiram a comparação dos parâmetros biológicos das populações pesquisadas, bem como a observação de possíveis alterações decorrentes da utilização das CL_{50} para cada larvicida, possibilitando a pesquisa de possíveis efeitos subletais que podem estar relacionados ao processo de resistência a determinados compostos químicos.

3.6.1 - PERÍODO DE PRÉ-OVIPOSIÇÃO, LONGEVIDADE E FERTILIDADE

Foram identificados 25 insetos adultos do sexo masculino e 25 do sexo feminino, de 24 horas de idade, tratados com cada um dos larvicidas (utilizando a CL_{50}) e não tratados (controle). Estes insetos foram colocados em gaiolas apropriadas para criação e mantidos em temperatura $26,5 \pm 1,0^{\circ} C$ e umidade relativa igual a 70%. Água e alimento foram abundantes dentro das gaiolas.

A partir do segundo dia, ou seja, 48 horas após a emergência dos adultos foi oferecido meio de oviposição, que consistia em 4 partes de ração de camundongo triturada e 6 partes de água. Este meio era trocado a intervalos de 24 horas, sendo oferecido enquanto restasse fêmeas vivas dentro de cada gaiola.

Desta maneira, o período de pré-oviposição foi determinado observando-se o primeiro dia de oviposição de cada população.

Para determinação do tempo de desenvolvimento de ovo a adulto para as populações utilizadas, foi oferecido meio de oviposição por 1 hora.

Após este período os ovos obtidos foram separados e o tempo requerido em horas, até a emergência dos adultos, foi determinado.

A fertilidade foram observadas através da retirada do meio de oviposição, decorridas 24 horas após este ter sido oferecido. Os ovos obtidos eram contados e o número de adultos sobreviventes a cada intervalo era determinado.

3.7 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos com os testes utilizando os larvicidas e visando a determinação das concentrações letais foram corrigidos pela fórmula de ABBOTT (1925), a qual refere-se a índices de mortalidade natural ou acidental dos organismos analisados, alheias ao efeito do composto químico (FINNEY, 1971).

A fórmula utilizada para correção foi a seguinte:

$$P = \frac{P^* - C}{1 - C}$$

onde:

P* = percentual de insetos mortos nos meios tratados;

C = percentual de insetos mortos no meio controle.

Para a determinação das concentrações letais foi utilizado o programa "Probio", que consistia em uma análise por "probits" dos resultados, ou seja, a porcentagem de resposta do organismo é expressa em "probits" e as concentrações utilizadas em logaritmos. A curva da relação concentração/resposta geralmente é linear e, permite prever a atividade ou potência do composto químico utilizado (BATSON, 1956). O programa "Probio" foi desenvolvido pelo Prof. Dr. José Tarcísio Franco de Camargo.

A taxa comparativa entre larvicidas foi calculada dividindo a CL₅₀ da população testada pela CL₅₀ da população padrão de referência, onde foram consideradas resistentes as populações com taxas maiores que 1 (um).

Para a confecção das tabelas de vida das populações tratadas e não-tratadas foi utilizado o programa Life 48 em Basic, desenvolvido por ABOU-SETTA et al. (1986) e modificado pelo Prof. Dr. José Tarcísio Franco de Camargo, o qual permite o cálculo de parâmetros biológicos que proporcionam uma análise mais precisa entre as diferentes populações e as relações das

mesmas com os larvicidas utilizados. Os parâmetros biológicos foram comparados através de análise de variância.

Para as curvas de sobrevivência foi utilizada a “Distribuição de Weibull” que consiste na seguinte função:

$$N = N_0 \cdot e^{-\left[\left(\frac{t}{b}\right)^c\right]}$$

onde:

N = número de sobreviventes no instante “t”

N₀ = população inicial

t = instante de observação

b = amplitude da curva

c = forma da curva (aparência)

e = constante de Neper (2,71828182...)

Segundo DELL et al. (1983) e PINDER et al. (1978) esta distribuição permite discriminações mais fáceis entre grupos de indivíduos tratados com diversos compostos químicos. Foi realizada análise de variância entre os resultados observados e estimados para os diferentes tratamentos dentre as populações.

A taxa de desenvolvimento importante para a comparação das populações em relação à utilização dos larvicidas e as respectivas respostas é a taxa de incremento natural (rm). Desta forma, este parâmetro foi utilizado para comparar as respostas das populações tratadas com um determinado larvicida e também, as respostas de uma determinada população aos diferentes larvicidas utilizados no trabalho.

A análise para assimetria flutuante foi realizada utilizando regressão linear dos valores obtidos com as medidas das asas de insetos tratados com um determinado larvicida e sua respectiva testemunha sendo utilizada também, a análise de variância para comparar os valores obtidos entre os diferentes larvicidas. Todos os testes estatísticos foram efetuados com nível de significância a 5%.

Os gráficos contendo a média da assimetria flutuante possuem barras que representam o erro padrão. Este erro foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$E.P. = \sqrt{\frac{\sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n y_{is}^2}{(n_y - 1)(n_y)}}$$

onde:

s = número da sequência.

i = número de pontos na sequência **s**.

m = número de sequências para o ponto **y** no gráfico.

n = número de pontos em cada sequência.

y_{is} = valor de dados da sequência **s** do **i**-ésimo ponto.

n_y = número total de valores de dados em todas as sequências.

O programa "MINITAB for Windows" foi utilizado para a realização dos testes estatísticos.

4 - RESULTADOS

4.1 - DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES LETAIS

4.1.1 - TESTES COM OS LARVICIDAS

Nas tabelas II a VI estão expressos os resultados referentes à ação do cyromazine, diflubenzuron, doramectina, ivermectina e moxidectina nas populações coletadas em Botucatu, Itupeva, Moji das Cruzes, Moji Guaçu, Monte Mor e Pirassununga, respectivamente. As porcentagens de mortalidade correspondem às médias de quatro repetições de cada ensaio (N=25), realizadas para cada um dos larvicidas mencionados acima. Os valores descritos entre parênteses correspondem ao desvio padrão das porcentagens de mortalidade. As colunas identificadas com as mesmas letras não apresentam diferença significativa a 5%.

Tabela II - Percentual médio de mortalidade de adultos tratados com cyromazine em populações de *M. domestica*

População/Concentração	0,02 ppm i. a.	0,05 ppm i. a.	0,1 ppm i. a.	0,2 ppm i. a.
Botucatu	59 (14,00)a	77 (8,25)ab	85 (6,00)a	86 (9,52)b
Itupeva	30 (5,16)b	50 (5,16)c	73 (5,03)c	94 (2,31)ab
Moji das Cruzes	27 (6,83)b	37 (8,87)d	51 (3,83)d	56 (3,27)c
Moji Guaçu	72 (3,27)c	85 (3,83)b	91 (2,00)ab	98 (2,31)a
Monte Mor	52 (5,66)a	70 (5,16)a	89 (5,03)a	96 (3,27)a
Pirassununga	83 (2,00)c	85 (3,83)b	96 (3,27)b	96 (0,00)a

Os valores descritos entre parênteses correspondem ao desvio padrão das porcentagens de mortalidade; As colunas identificadas com as mesmas letras não apresentam diferença significativa a 5%.

Tabela III - Percentual médio de mortalidade de adultos tratados com diflubenzuron em populações de *M. domestica*

População/Concentração	0,02 ppm i. a.	0,05 ppm i. a.	0,1 ppm i. a.	0,2 ppm i. a.
Botucatu	47 (6,83)a	68 (3,27)a	84 (5,66)ab	97 (3,83)a
Itupeva	16 (3,27)b	43 (8,87)d	67 (3,83)d	85 (3,83)b
Moji das Cruzes	47 (6,83)a	67 (3,83)a	77 (3,83)a	89 (3,83)b
Moji Guaçu	54 (5,16)a	72 (8,64)ac	86 (6,93)b	96 (3,27)a
Monte Mor	68 (7,30)c	80 (3,27)bc	95 (2,00)c	99 (2,00)a
Pirassununga	75 (2,00)c	87 (2,00)b	90 (2,31)bc	89 (2,00)b

Os valores descritos entre parênteses correspondem ao desvio padrão das porcentagens de mortalidade; As colunas identificadas com as mesmas letras não apresentam diferença significativa a 5%.

Tabela IV - Percentual médio de mortalidade de adultos tratados com doramectina em populações de *M. domestica*

População/Concentração	0,02 ppm i. a.	0,05 ppm i. a.	0,1 ppm i. a.	0,2 ppm i. a.
Botucatu	67 (10,52)a	73 (6,00)ab	87 (5,03)ab	98 (2,31)a
Itupeva	20 (3,27)b	38 (5,16)c	55 (5,03)c	72 (5,66)b
Moji das Cruzes	9 (3,83)c	19 (6,83)d	34 (6,93)d	45 (5,03)c
Moji Guaçu	40 (3,27)d	65 (6,00)b	81 (3,83)b	90 (9,52)a
Monte Mor	64 (4,62)a	77 (3,83)a	88 (3,27)ab	93 (2,00)a
Pirassununga	70 (2,31)a	83 (5,03)a	89 (5,03)a	98 (4,00)a

Os valores descritos entre parênteses correspondem ao desvio padrão das porcentagens de mortalidade; As colunas identificadas com as mesmas letras não apresentam diferença significativa a 5%.

Tabela V - Percentual médio de mortalidade de adultos tratados com ivermectina em populações de *M. domestica*

População/Concentração	0,02 ppm i. a.	0,05 ppm i. a.	0,1 ppm i. a.	0,2 ppm i. a.
Botucatu	55 (6,83)c	63 (22,95)bc	86 (4,00)b	97 (3,83)a
Itupeva	31 (6,83)d	49 (5,03)c	73 (5,03)c	89 (3,83)b
Moji das Cruzes	59 (3,83)c	72 (4,62)ab	92 (3,27)ab	100 (0,00)a
Moji Guaçu	83 (3,83)a	87 (2,00)a	97 (2,00)a	100 (0,00)a
Monte Mor	74 (5,16)ab	87 (6,83)a	94 (4,00)a	98 (2,31)a
Pirassununga	73 (5,03)b	87 (6,00)a	92 (3,27)ab	99 (2,00)a

Os valores descritos entre parênteses correspondem ao desvio padrão das porcentagens de mortalidade; As colunas identificadas com as mesmas letras não apresentam diferença significativa a 5%.

Tabela VI - Percentual médio de mortalidade de adultos tratados com moxidectina em populações de *M. domestica*

População/Concentração	0,02 ppm i. a.	0,05 ppm i. a.	0,1 ppm i. a.	0,2 ppm i. a.
Botucatu	28 (8,64)b	46 (5,16)a	68 (7,30)b	84 (3,27)a
Itupeva	16 (3,27)c	35 (6,00)b	53 (7,57)c	68 (8,64)b
Moji das Cruzes	21 (5,03)bc	43 (3,83)a	73 (6,83)ab	74 (5,16)b
Moji Guaçu	44 (3,27)a	57 (8,87)c	74 (3,27)ab	88 (3,27)a
Monte Mor	49 (3,83)a	66 (2,31)d	81 (6,83)a	89 (3,83)a
Pirassununga	73 (3,83)d	86 (2,31)e	93 (2,00)d	98 (2,31)c

Os valores descritos entre parênteses correspondem ao desvio padrão das porcentagens de mortalidade; As colunas identificadas com as mesmas letras não apresentam diferença significativa a 5%.

4.1.2 - UTILIZAÇÃO DOS "PROBITS" PARA DETERMINAÇÃO DAS CL_{50} E CL_{95}

A partir das porcentagens de mortalidade dos estágios imaturos dos insetos tratados das várias populações foi possível calcular as CL_{50} e CL_{95} , isto é, as concentrações letais para 50% e 95% dos insetos tratados.

Os valores obtidos para os coeficientes angulares das retas (b) medem a variabilidade genética da população, sendo que, quanto menor o valor obtido, maior será a heterogeneidade da mesma. As concentrações letais e os coeficientes angulares das retas (b), encontram-se nas tabelas VII a XII.

Tabela VII - Concentrações letais de diferentes larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Botucatu (SP)

Larvicida	CL_{50} (ppm i. a.)	CL_{95} (ppm i. a.)	b
Cyromazine	0,008	0,656	-0,77
Diflubenzuron	0,025	0,180	-0,73
Doramectina	0,014	0,015	-0,73
Ivermectina	0,022	0,185	-0,76
Moxidectina	0,050	0,543	-0,75

CL_{50} = concentração letal para 50% dos insetos tratados.

CL_{95} = concentração letal para 95% dos insetos tratados.

b = coeficiente angular da reta obtida com a análise por regressão linear log x "probits".

Tabela VIII - Concentrações letais de diferentes larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Itupeva (SP)

Larvicida	CL_{50} (ppm i. a.)	CL_{95} (ppm i. a.)	b
Cyromazine	0,042	0,267	-0,73
Diflubenzuron	0,061	0,390	-0,75
Doramectina	0,079	1,144	-0,74
Ivermectina	0,043	0,380	-0,75
Moxidectina	0,092	1,217	-0,75

CL_{50} = concentração letal para 50% dos insetos tratados.

CL_{95} = concentração letal para 95% dos insetos tratados.

b = coeficiente angular da reta obtida com a análise por regressão linear log x "probits".

Tabela IX - Concentrações letais de diferentes larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Moji das Cruzes (SP)

Larvicida	CL_{50} (ppm i. a.)	CL_{95} (ppm i. a.)	b
Cyromazine	0,116	13,030	-0,78
Diflubenzuron	0,023	0,457	-0,73
Doramectina	0,239	5,011	-0,76
Ivermectina	0,026	0,061	-0,69
Moxidectina	0,060	0,678	-0,81

CL_{50} = concentração letal para 50% dos insetos tratados.

CL_{95} = concentração letal para 95% dos insetos tratados.

b = coeficiente angular da reta obtida com a análise por regressão linear log x "probits".

Tabela X - Concentrações letais de diferentes larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Moji Guaçu (SP)

Larvicida	CL ₅₀ (ppm i. a.)	CL ₉₅ (ppm i. a.)	b
Cyromazine	0,008	0,126	-0,72
Diflubenzuron	0,019	0,196	-0,74
Doramectina	0,028	0,329	-0,75
Ivermectina	0,017	0,046	-0,69
Moxidectina	0,029	0,490	-0,76

CL₅₀ = concentração letal para 50% dos insetos tratados.

CL₉₅ = concentração letal para 95% dos insetos tratados.

b = coeficiente angular da reta obtida com a análise por regressão linear log x "probits".

Tabela XI - Concentrações letais de diferentes larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Monte Mor (SP)

Larvicida	CL ₅₀ (ppm i. a.)	CL ₉₅ (ppm i. a.)	b
Cyromazine	0,020	0,181	-0,76
Diflubenzuron	0,013	0,099	-0,76
Doramectina	0,010	0,278	-0,76
Ivermectina	0,007	0,109	-0,74
Moxidectina	0,021	0,423	-0,76

CL₅₀ = concentração letal para 50% dos insetos tratados.

CL₉₅ = concentração letal para 95% dos insetos tratados.

b = coeficiente angular da reta obtida com a análise por regressão linear log x "probits".

Tabela XII - Concentrações letais de diferentes larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Pirassununga (SP)

Larvicida	CL ₅₀ (ppm i. a.)	CL ₉₅ (ppm i. a.)	b
Cyromazine	0,002	0,131	-0,87
Diflubenzuron	0,008	0,664	-0,70
Doramectina	0,010	0,137	-0,71
Ivermectina	0,009	0,099	-0,71
Moxidectina	0,008	0,115	-0,73

CL₅₀ = concentração letal para 50% dos insetos tratados.

CL₉₅ = concentração letal para 95% dos insetos tratados.

b = coeficiente angular da reta obtida com a análise por regressão linear log x "probits".

É importante verificar que os insetos tratados com cyromazine demonstraram a menor CL₅₀ nas seguintes populações: Botucatu, Itupeva, Moji Guaçu e Pirassununga. Para a população coletada em Moji das Cruzes, foram os insetos tratados com diflubenzuron e, em Monte Mor, os tratados com ivermectina. Outros resultados interessantes estão relacionados com baixos valores para o coeficiente angular da reta na população de Moji das Cruzes e Moji Guaçu tratadas com ivermectina.

4.1.2.1 - GRÁFICOS DE "PROBITS"

Nas figuras 07 a 12 temos determinadas graficamente, a regressão de log da concentração x "probit" do percentual de sobreviventes para os larvicidas, para cada uma das populações testadas.

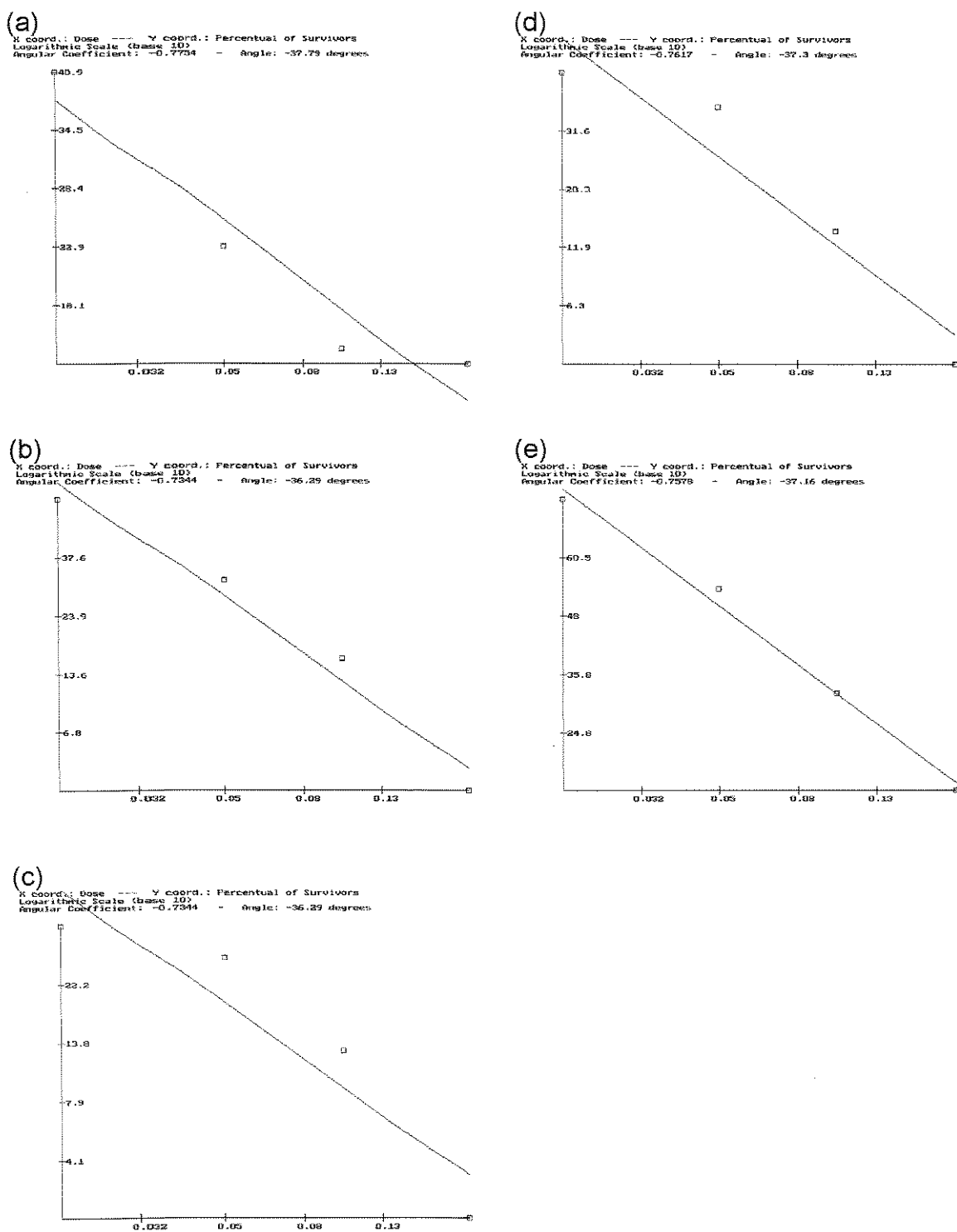


Figura 7- Representação da regressão log x "probits" da população coletada em Botucatu (SP) aos seguintes larvicidas: (a) cyromazine, (b) diflubenzuron, (c) doramectina, (d) ivermectina e (e) moxidectina

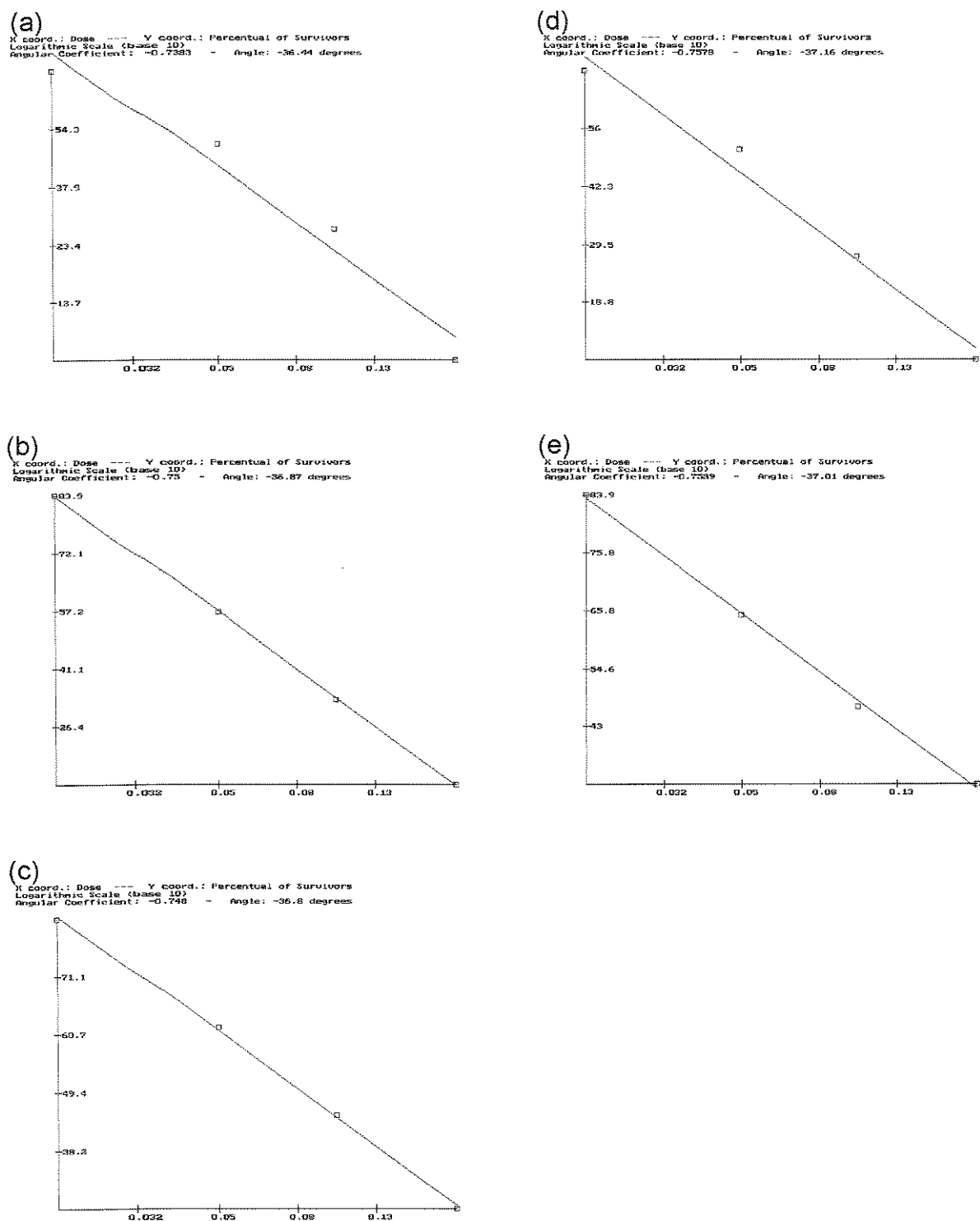


Figura 8 - Representação da regressão log x "probits" da população coletada em Itupeva (SP) aos seguintes larvicidas: (a) cyromazine, (b) diflubenzuron, (c) doramectina, (d) ivermectina e (e) moxidectina

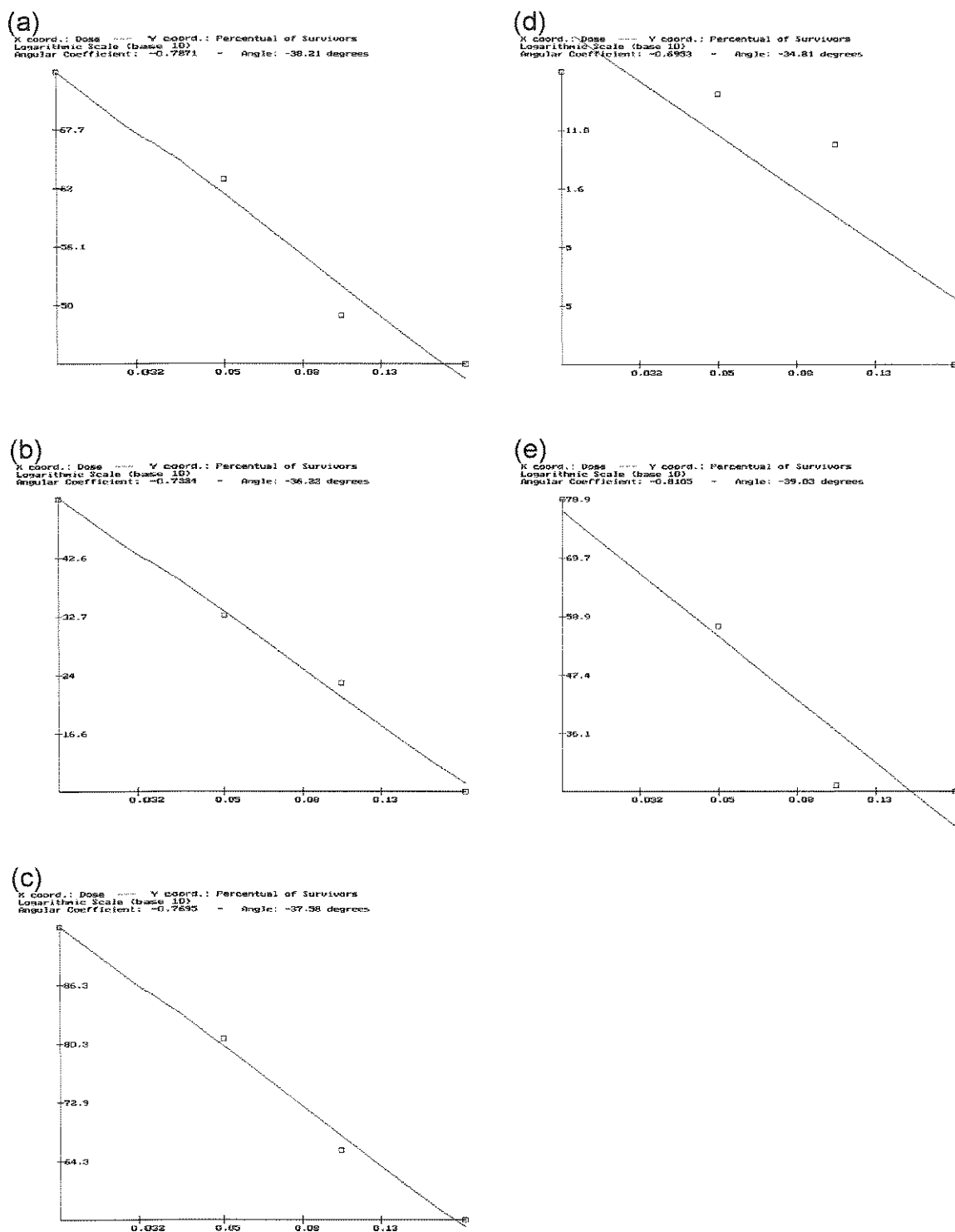


Figura 9 - Representação da regressão log x "probits" da população coletada em Moji das Cruzes aos seguintes larvicidas: (a) cyromazine, (b) diflubenzuron, (c) doramectina, (d) ivermectina e (e) moxidectina

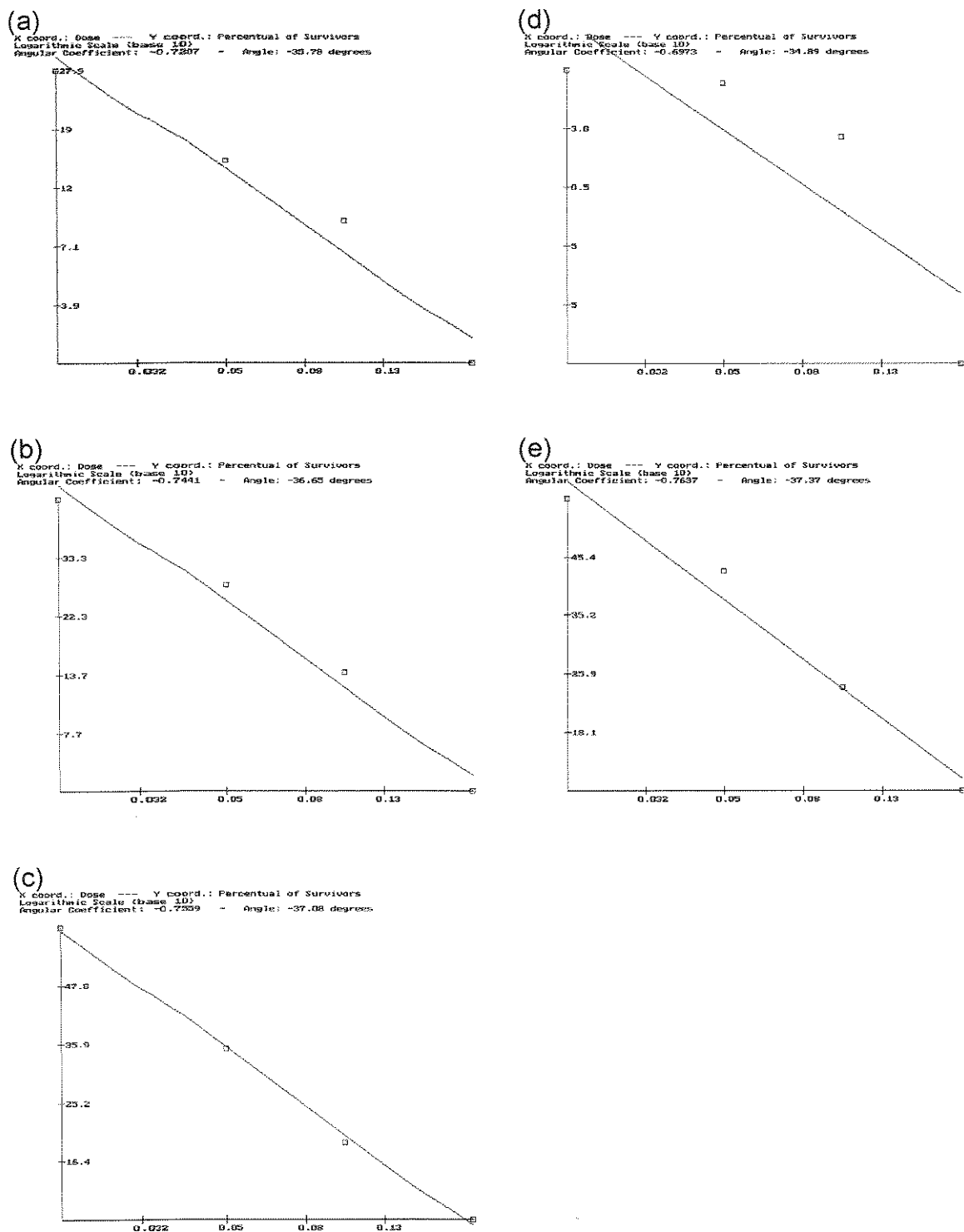


Figura 10 - Representação da regressão log x "probits" da população coletada em Moji Guaçu aos seguintes larvicidas: (a) cyromazine, (b) diflubenzuron, (c) doramectina, (d) ivermectina e (e) moxidectina

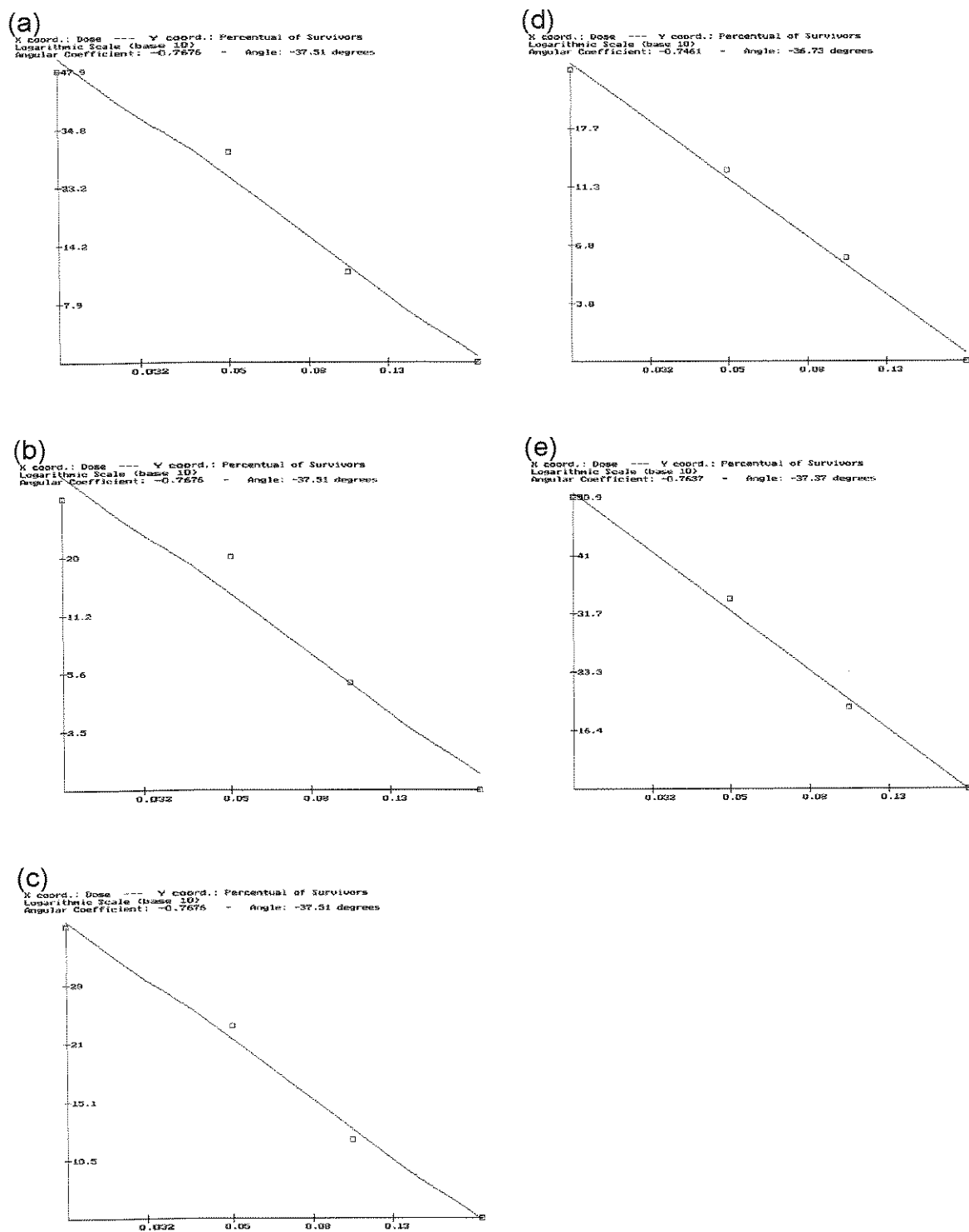


Figura 11 - Representação da regressão de log x "probits" da população coletada em Monte Mor aos seguintes larvicidas: (a) cyromazine, (b) diflubenzuron, (c) doramectina, (d) ivermectina e (e) moxidectina

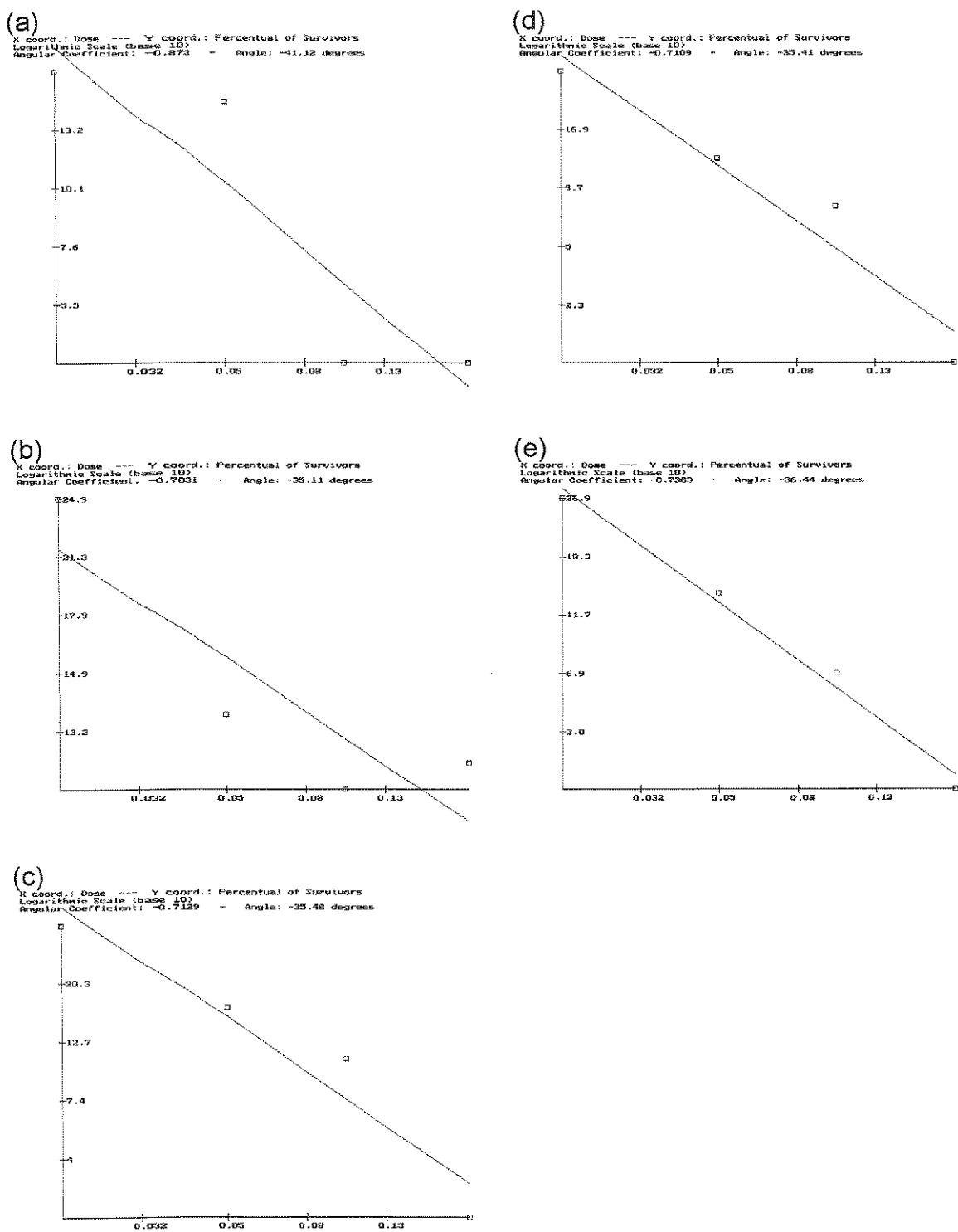


Figura 12 - Representação da regressão de log x "probits" da população coletada em Pirassununga aos seguintes larvicidas: (a) cyromazine, (b) diflubenzuron, (c) doramectina, (d) ivermectina e (e) moxidectina

4.1.3 - TAXA COMPARATIVA ENTRE LARVICIDAS

A taxa comparativa entre larvicidas foi conseguida através da divisão da CL_{50} obtida com os testes dos larvicidas pela menor CL_{50} obtida para cada uma das populações testadas para cada larvicida, sendo esta, considerada como padrão de referência, visando demonstrar quantas vezes uma população se mostrou mais resistente que outra para o mesmo larvicida.

Tabela XIII - Taxa comparativa de resistência entre larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Botucatu (SP)

Larvicida	CL_{50} (ppm)	T.C.
Cyromazine	0,008	1,0*
Diflubenzuron	0,025	3,1
Doramectina	0,014	1,7
Ivermectina	0,022	2,7
Moxidectina	0,050	6,2

CL_{50} = concentração letal para 50% dos insetos tratados

T.C. = taxa comparativa

* = as concentrações identificadas por este símbolo indicam a CL_{50} escolhida como padrão

Tabela XIV - Taxa comparativa de resistência entre larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Itupeva (SP)

Larvicida	CL_{50} (ppm)	T.C.
Cyromazine	0,042	1,0*
Diflubenzuron	0,061	1,4
Doramectina	0,079	1,8
Ivermectina	0,043	1,0
Moxidectina	0,092	2,1

CL_{50} = concentração letal para 50% dos insetos tratados

T.C. = taxa comparativa

* = as concentrações identificadas por este símbolo indicam a CL_{50} escolhida como padrão

Tabela XV - Taxa comparativa de resistência entre larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Moji das Cruzes (SP)

Larvicida	CL_{50} (ppm)	T.C.
Cyromazine	0,116	5,0
Diflubenzuron	0,023	1,0*
Doramectina	0,239	10,3
Ivermectina	0,026	1,1
Moxidectina	0,060	2,6

CL_{50} = concentração letal para 50% dos insetos tratados

T.C. = taxa comparativa

* = as concentrações identificadas por este símbolo indicam a CL_{50} escolhida como padrão

Tabela XVI - Taxa comparativa de resistência entre larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Moji Guaçu (SP)

Larvicida	CL ₅₀ (ppm)	T.C.
Cyromazine	0,008	1,0*
Diflubenzuron	0,019	2,3
Doramectina	0,028	3,5
Ivermectina	0,017	2,1
Moxidectina	0,029	3,6

CL₅₀ = concentração letal para 50% dos insetos tratados

T.C. = taxa comparativa

* = as concentrações identificadas por este símbolo indicam a CL₅₀ escolhida como padrão

Tabela XVII - Taxa comparativa de resistência entre larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Monte Mor (SP)

Larvicida	CL ₅₀ (ppm)	T.C.
Cyromazine	0,020	2,8
Diflubenzuron	0,013	1,8
Doramectina	0,010	1,4
Ivermectina	0,007	1,0*
Moxidectina	0,021	3,0

CL₅₀ = concentração letal para 50% dos insetos tratados

T.C. = taxa comparativa

* = as concentrações identificadas por este símbolo indicam a CL₅₀ escolhida como padrão

Tabela XVIII - Taxa comparativa de resistência entre larvicidas para a população de *M. domestica* coletada em Pirassununga (SP)

Larvicida	CL ₅₀ (ppm)	T.C.
Cyromazine	0,002	1,0*
Diflubenzuron	0,008	4,0
Doramectina	0,010	5,0
Ivermectina	0,009	4,5
Moxidectina	0,008	4,0

CL₅₀ = concentração letal para 50% dos insetos tratados

T.C. = taxa comparativa

* = as concentrações identificadas por este símbolo indicam a CL₅₀ escolhida como padrão

4.2 - DETERMINAÇÃO DA ASSIMETRIA FLUTUANTE

4.2.1 - DIFERENÇAS ENTRE OS LADOS DIREITO E ESQUERDO

As figuras 13 a 18 demonstram os gráficos com as médias das diferenças entre os lados direito e esquerdo dos insetos medidos. A barra de erro descrita em cada um deles refere-se ao erro padrão.

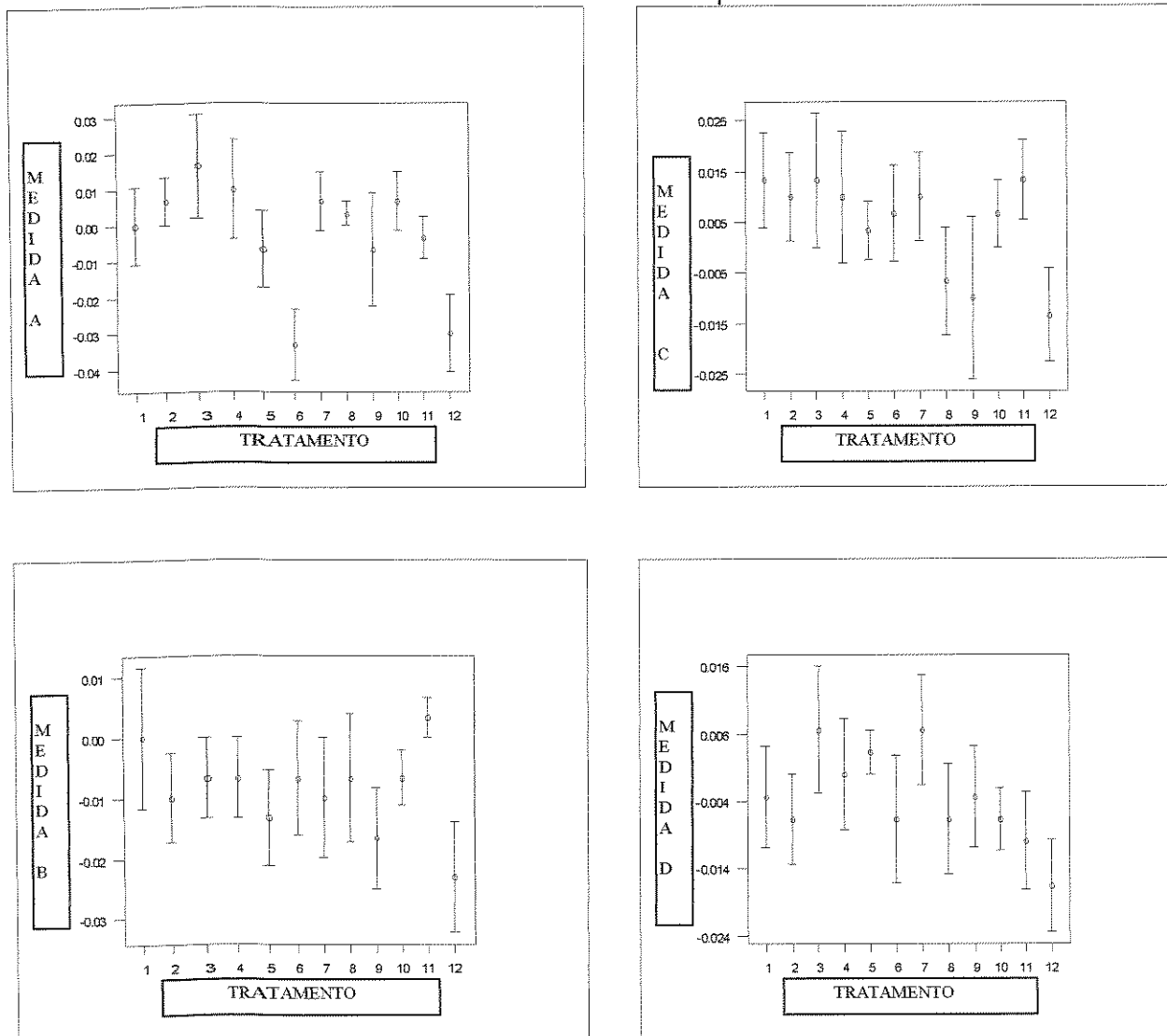


Figura 13 - Assimetria média das diferenças $\pm$ erro padrão para quatro medidas realizadas (A a D) em asas de *M. domestica* coletadas em Botucatu (SP).

Tratamento refere-se aos seguintes dados: 1)Fêmea, cyromazine; 2)Fêmea, diflubenzuron; 3)Fêmea, doramectina; 4)Fêmea, ivermectina; 5)Fêmea, moxidectina; 6)Fêmea, controle (testemunha); 7)Macho, cyromazine; 8)Macho, diflubenzuron; 9)Macho, doramectina; 10)Macho, ivermectina; 11)Macho, moxidectina; 12)Macho, controle (testemunha).

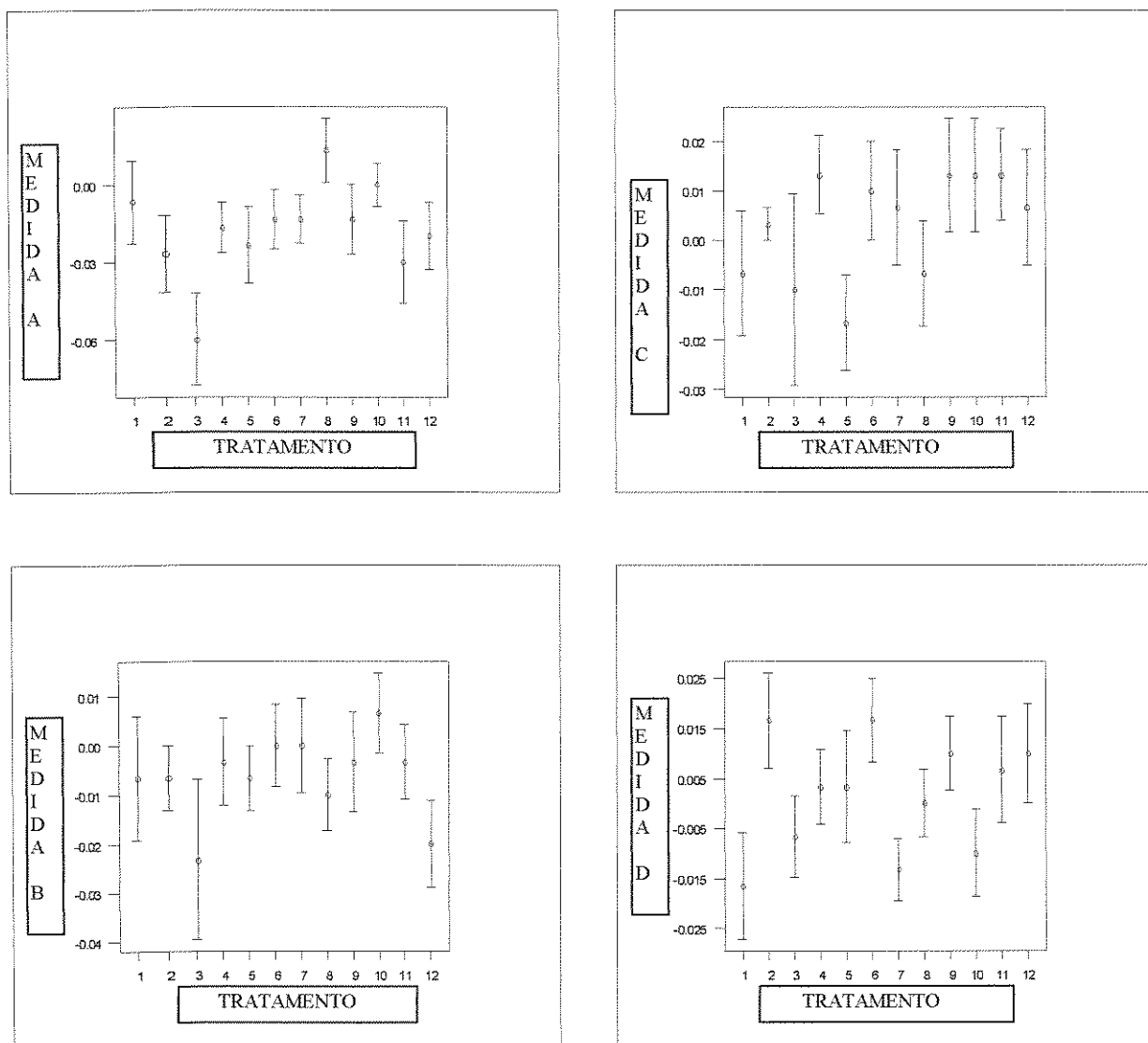


Figura 14- Assimetria média das diferenças $\pm$ erro padrão para quatro medidas realizadas (A a D) em asas de *M. domestica* coletadas em Itupeva (SP).

Tratamento refere-se aos seguintes dados: 1)Fêmea, cyromazine; 2)Fêmea, diflubenzuron; 3)Fêmea, doramectina; 4)Fêmea, ivermectina; 5)Fêmea, moxidectina; 6)Fêmea, controle (testemunha); 7)Macho, cyromazine; 8)Macho, diflubenzuron; 9)Macho, doramectina; 10)Macho, ivermectina; 11)Macho, moxidectina; 12)Macho, controle (testemunha).

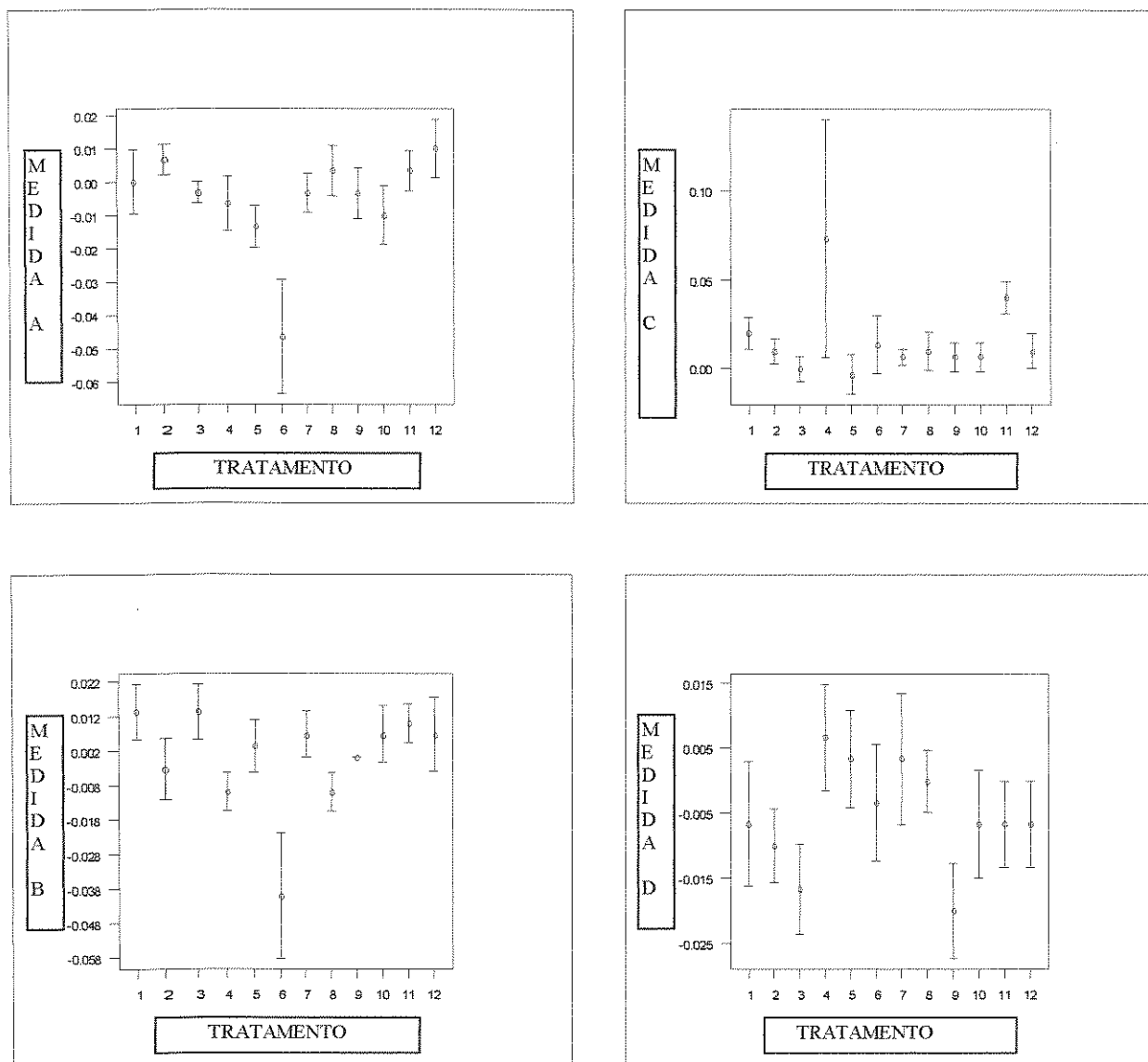


Figura 15- Assimetria média das diferenças $\pm$ erro padrão para quatro medidas realizadas (A a D) em asas de *M. domestica* coletadas em Moji das Cruzes (SP).

Tratamento refere-se aos seguintes dados: 1)Fêmea, cyromazine; 2)Fêmea, diflubenzuron; 3)Fêmea, doramectina; 4)Fêmea, ivermectina; 5)Fêmea, moxidectina; 6)Fêmea, controle (testemunha); 7)Macho, cyromazine; 8)Macho, diflubenzuron; 9)Macho, doramectina; 10)Macho, ivermectina; 11)Macho, moxidectina; 12)Macho, controle (testemunha).

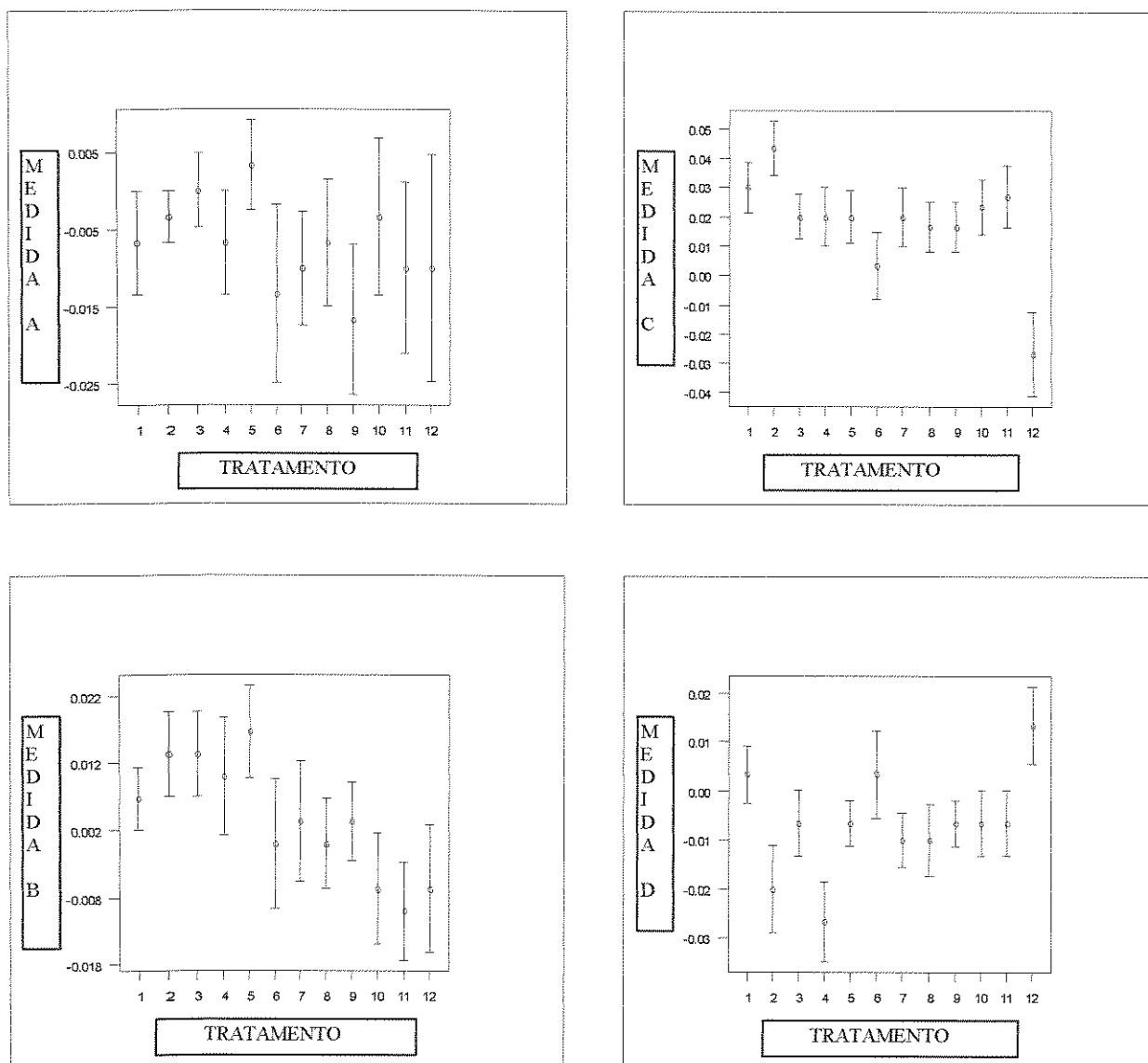


Figura 16- Assimetria média das diferenças $\pm$ erro padrão para quatro medidas realizadas (A a D) em asas de *M. domestica* coletadas em Moji Guaçu (SP).

Tratamento refere-se aos seguintes dados: 1)Fêmea, cyromazine; 2)Fêmea, diflubenzuron; 3)Fêmea, doramectina; 4)Fêmea, ivermectina; 5)Fêmea, moxidectina; 6)Fêmea, controle (testemunha); 7)Macho, cyromazine; 8)Macho, diflubenzuron; 9)Macho, doramectina; 10)Macho, ivermectina; 11)Macho, moxidectina; 12)Macho, controle (testemunha).

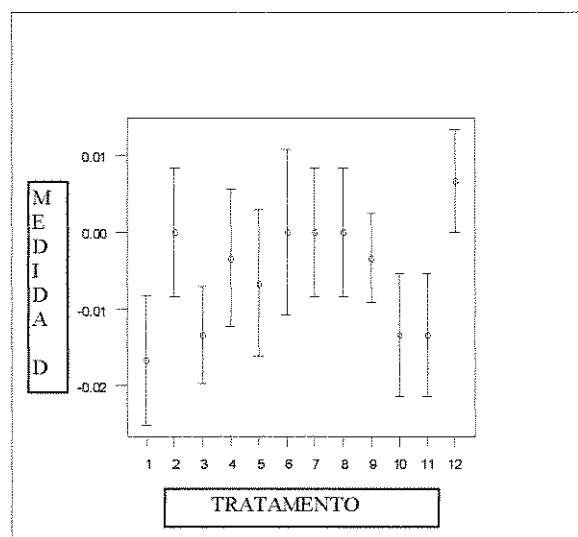
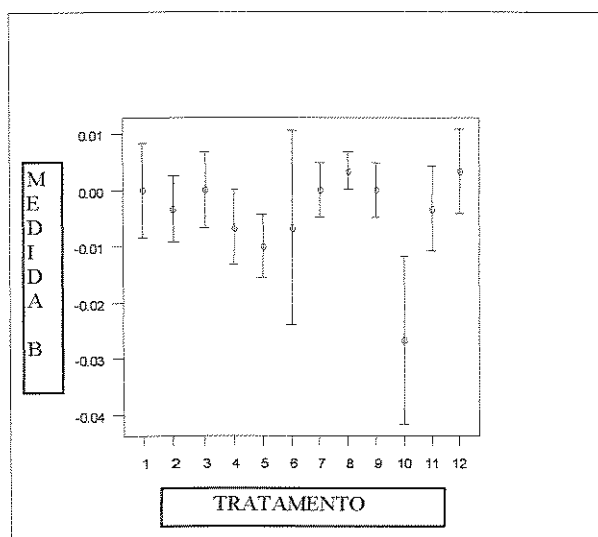
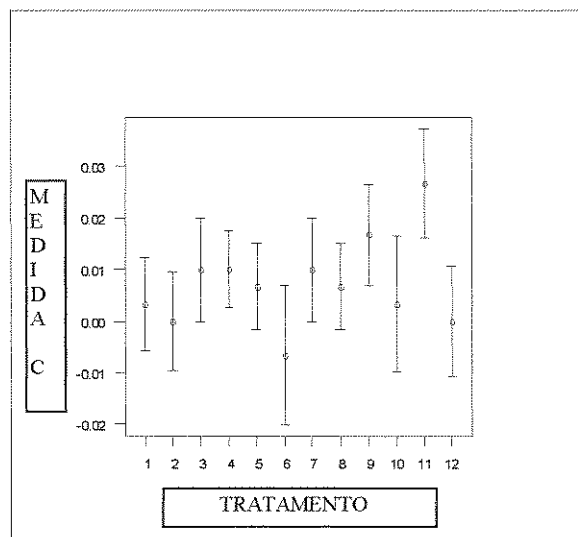
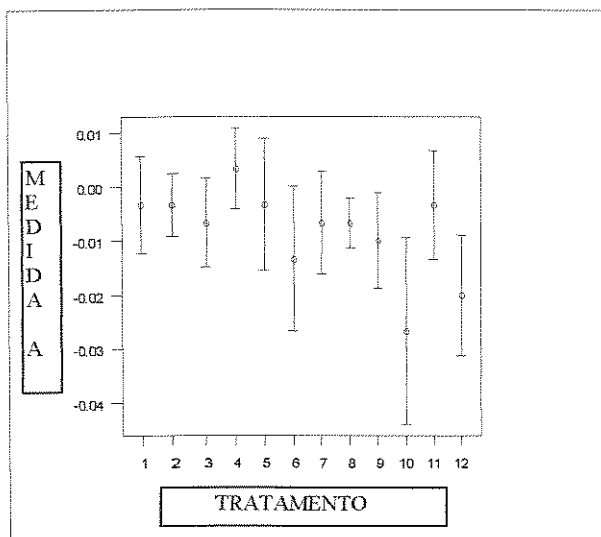


Figura 17- Assimetria média das diferenças $\pm$ erro padrão para quatro medidas realizadas (A a D) em asas de *M. domestica* coletadas em Monte Mor (SP).

Tratamento refere-se aos seguintes dados: 1)Fêmea, cyromazine; 2)Fêmea, diflubenzuron; 3)Fêmea, doramectina; 4)Fêmea, ivermectina; 5)Fêmea, moxidectina; 6)Fêmea, controle (testemunha); 7)Macho, cyromazine; 8)Macho, diflubenzuron; 9)Macho, doramectina; 10)Macho, ivermectina; 11)Macho, moxidectina; 12)Macho, controle (testemunha).

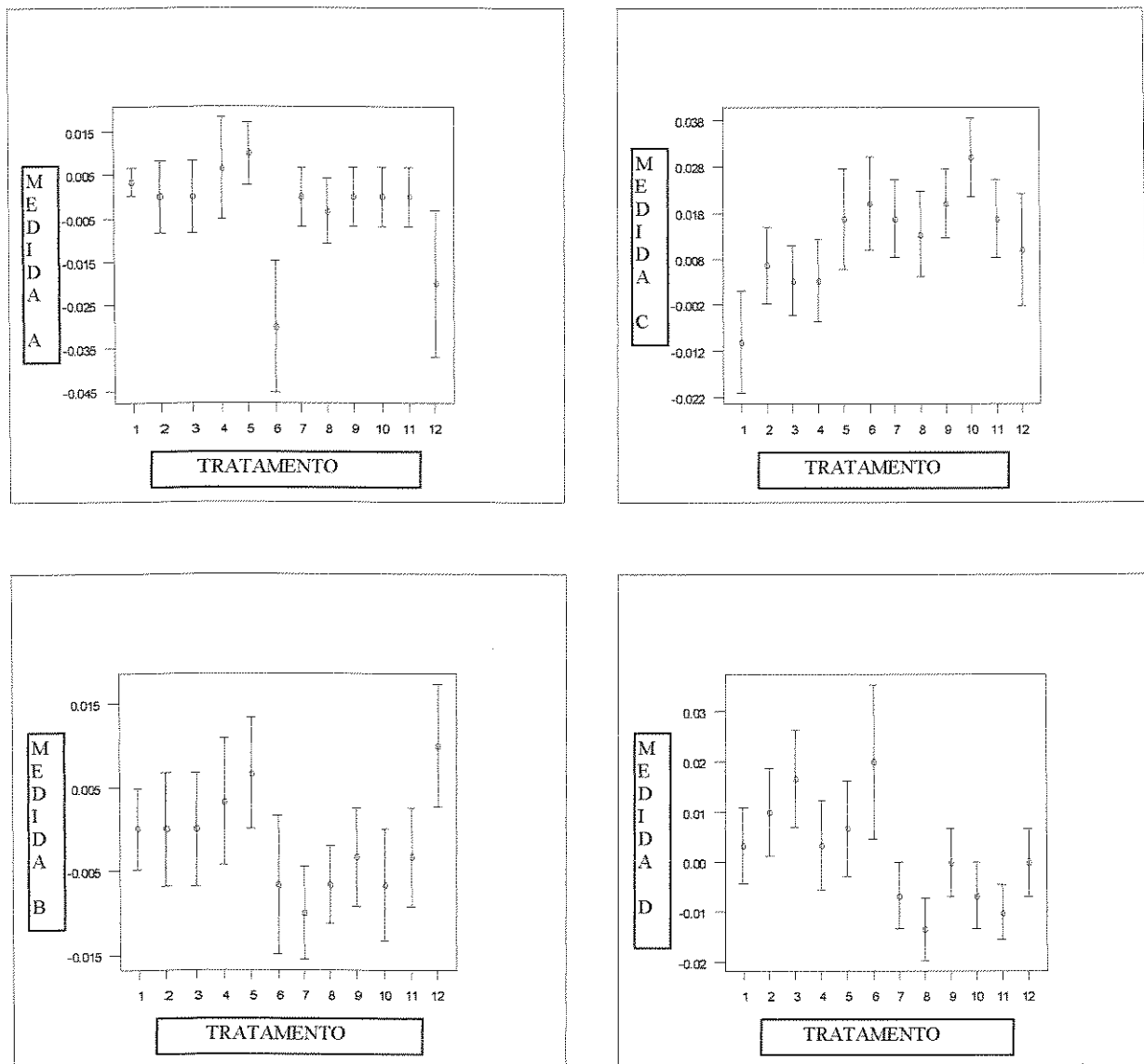


Figura 18- Assimetria média das diferenças $\pm$ erro padrão para quatro medidas realizadas (A a D) em asas de *M. domestica* coletadas em Pirassununga (SP).

Tratamento refere-se aos seguintes dados: 1)Fêmea, cyromazine; 2)Fêmea, diflubenzuron; 3)Fêmea, doramectina; 4)Fêmea, ivermectina; 5)Fêmea, moxidectina; 6)Fêmea, controle (testemunha); 7)Macho, cyromazine; 8)Macho, diflubenzuron; 9)Macho, doramectina; 10)Macho, ivermectina; 11)Macho, moxidectina; 12)Macho, controle (testemunha).

4.2.2 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ASSIMETRIA FLUTUANTE

As tabelas XXIX a XXIV, apresentadas a seguir, referem-se aos resultados obtidos com a análise de regressão linear entre as medidas obtidas para o controle de cada população (ou seja, dos valores obtidos com os insetos não-tratados) para os tratados com os larvicidas.

Esta análise visa reconhecer a significância das diferenças entre as medidas utilizadas, entre os sexos dos insetos medidos (machos e fêmeas) e, principalmente, entre cada larvicida e o seu controle.

Tabela XIX - Análise estatística para assimetria flutuante da população coletada em Botucatu

Larvicida	Medidas	Controle	Sexo
Cyromazine	s	s	n
Diflubenzuron	n	s	n
Doramectina	n	s	s
Ivermectina	n	s	n
Moxidectina	s	s	n

s = diferença significativa ($p \leq 0,05$)

n = diferença não significativa

Tabela XX - Análise estatística para assimetria flutuante da população coletada em Itupeva

Larvicida	Medidas	Controle	Sexo
Cyromazine	s	n	n
Diflubenzuron	s	n	n
Doramectina	s	n	n
Ivermectina	s	n	n
Moxidectina	s	n	n

s = diferença significativa ($p \leq 0,05$)

n = diferença não significativa

Tabela XXI - Análise estatística para assimetria flutuante da população coletada em Moji das Cruzes

Larvicida	Medidas	Controle	Sexo
Cyromazine	n	s	s
Diflubenzuron	n	n	s
Doramectina	n	n	s
Ivermectina	n	n	n
Moxidectina	n	s	s

s = diferença significativa ($p \leq 0,05$)

n = diferença não significativa

Tabela XXII - Análise estatística para assimetria flutuante da população coletada em Moji Guaçu

Larvicida	Medidas	Controle	Sexo
Cyromazine	s	s	n
Diflubenzuron	n	n	n
Doramectina	n	n	n
Ivermectina	n	n	n
Moxidectina	n	n	n

s = diferença significativa ($p \leq 0,05$)

n = diferença não significativa

Tabela XXIII - Análise estatística para assimetria flutuante da população coletada em Monte Mor

Larvicida	Medidas	Controle	Sexo
Cyromazine	n	n	n
Diflubenzuron	n	n	n
Doramectina	n	n	n
Ivermectina	n	n	n
Moxidectina	n	n	n

s = diferença significativa ($p \leq 0,05$)

n = diferença não significativa

Tabela XXIV - Análise estatística para assimetria flutuante da população coletada em Pirassununga

Larvicida	Medidas	Controle	Sexo
Cyromazine	s	n	n
Diflubenzuron	s	n	n
Doramectina	s	n	n
Ivermectina	s	n	n
Moxidectina	s	n	n

s = diferença significativa ($p \leq 0,05$)

n = diferença não significativa

Para pesquisar a ocorrência de diferenças significativas ($p \leq 0,05$) dentre os larvicidas numa mesma população foi utilizada análise de variância. Os resultados não mostraram qualquer diferença significativa em todas as populações pesquisadas.

4.3 - DETERMINAÇÃO DE ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS

4.3.1 - PERÍODO DE PRÉ-OVIPOSIÇÃO

A tabela XXV demonstra as variações neste período considerando o tipo de tratamento utilizado (insetos emergentes de meios tratados ou não) dentre as diferentes populações.

Tabela XXV - Período de pré-oviposição em intervalos de 24 horas (média de 25 fêmeas)

Populações/ Larvicidas	Botucatu	Itupeva	Moji das Cruzes	Moji Guaçu	Monte Mor	Pirassununga
Controle	4	3	3	3	4	4
Cyromazine	5	5	4	5	4	4
Diflubenzuron	4	4	3	4	4	5
Doramectina	3	4	4	6	5	6
Ivermectina	4	5	3	6	5	6
Moxidectina	3	5	5	4	4	4

4.3.2 - LONGEVIDADE

4.3.2.1 -ENTROPIA

A tabela XXVI demonstra a entropia obtida para as tabelas de vida das diferentes populações, sendo considerada a utilização ou não dos diferentes larvicidas.

Tabela XXVI - Entropia para as tabelas de vida de *M. domestica* tratadas com larvicidas

Populações/ Larvicidas	Botucatu	Itupeva	Moji das Cruzes	Moji Guaçu	Monte Mor	Pirassununga
Controle	0,287	0,293	0,260	0,223	0,199	0,210
Cyromazine	0,264	0,214	0,252	0,283	0,282	0,257
Diflubenzuron	0,323	0,280	0,333	0,250	0,296	0,192
Doramectina	0,361	0,267	0,306	0,242	0,311	0,213
Ivermectina	0,264	0,260	0,318	0,283	0,310	0,237
Moxidectina	0,379	0,248	0,356	0,186	0,370	0,263

4.3.2.2 - "WEIBULL"

As Figuras 19 a 24 demonstram as curvas de sobrevivência obtidas com as tabelas de vida de insetos tratados e não tratados das diferentes populações através da análise de "Weibull".

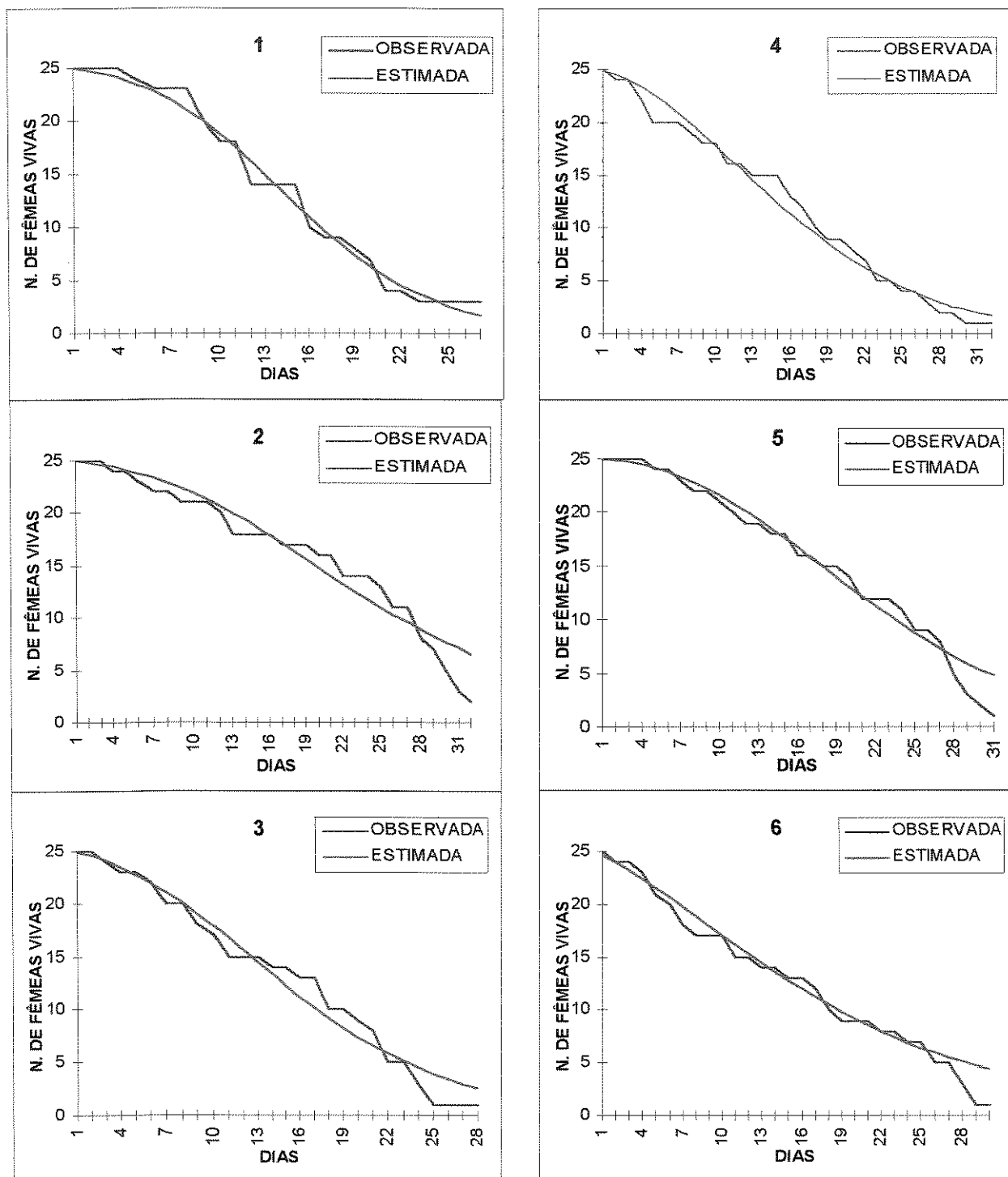


Figura 19 - Distribuição de "Weibull" para longevidade de fêmeas de *M. domestica* coletadas em Botucatu (SP).

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

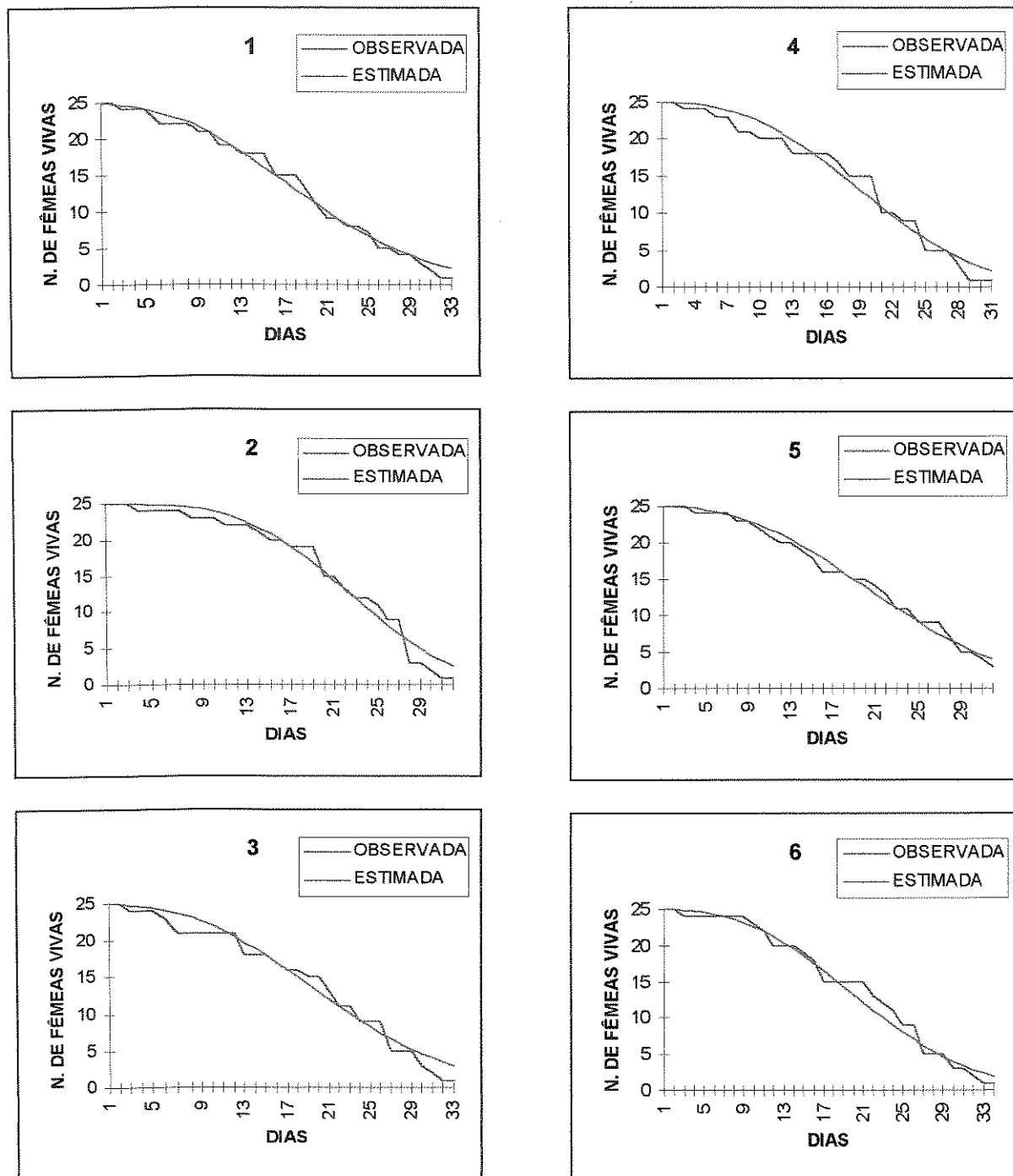


Figura 20 - Distribuição de "Weibull" para longevidade de fêmeas de *M. domestica* coletadas em Itupeva (SP).

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

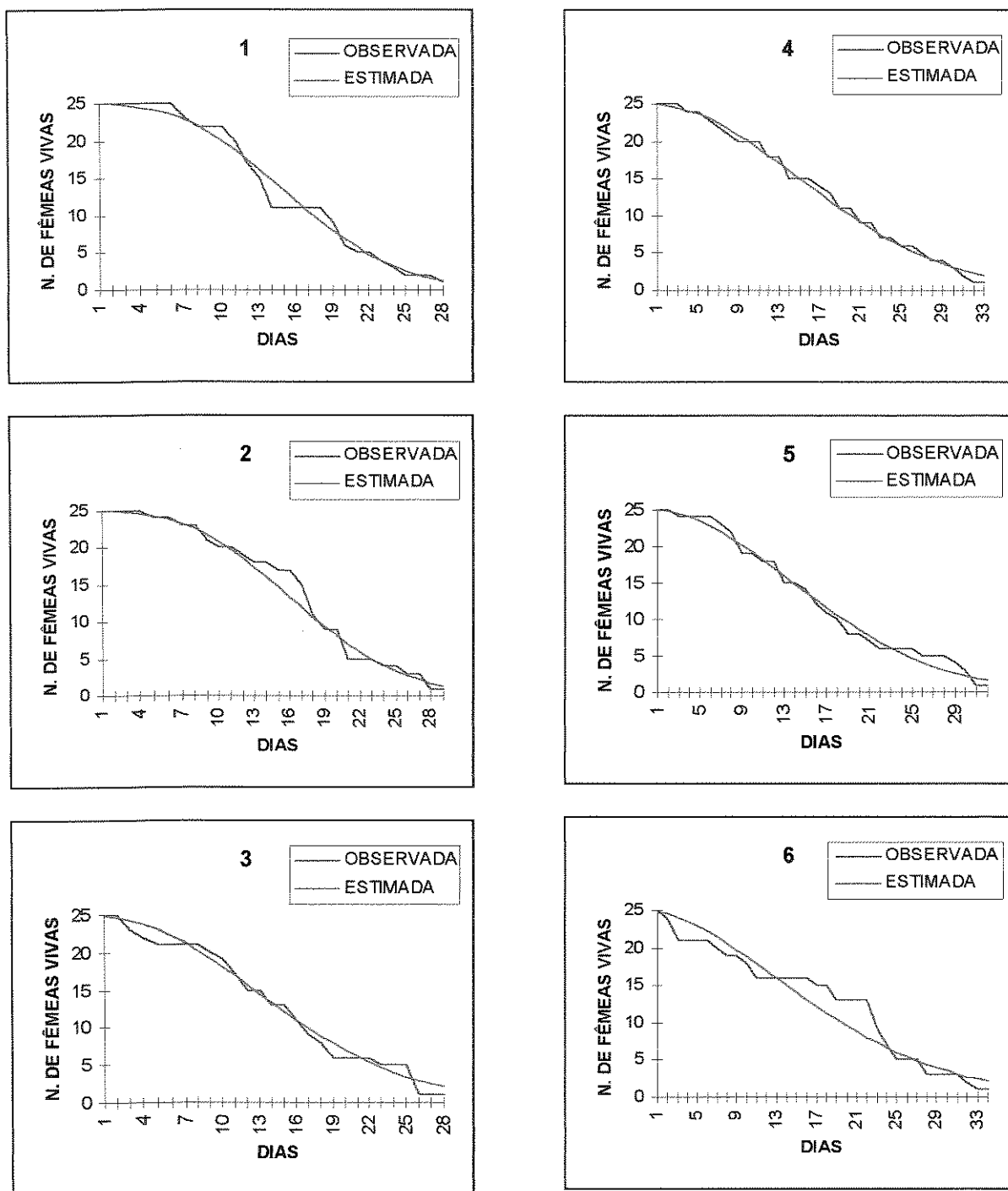


Figura 21 - Distribuição de "Weibull" para longevidade de fêmeas de *M. domestica* coletadas em Moji das Cruzes (SP).

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

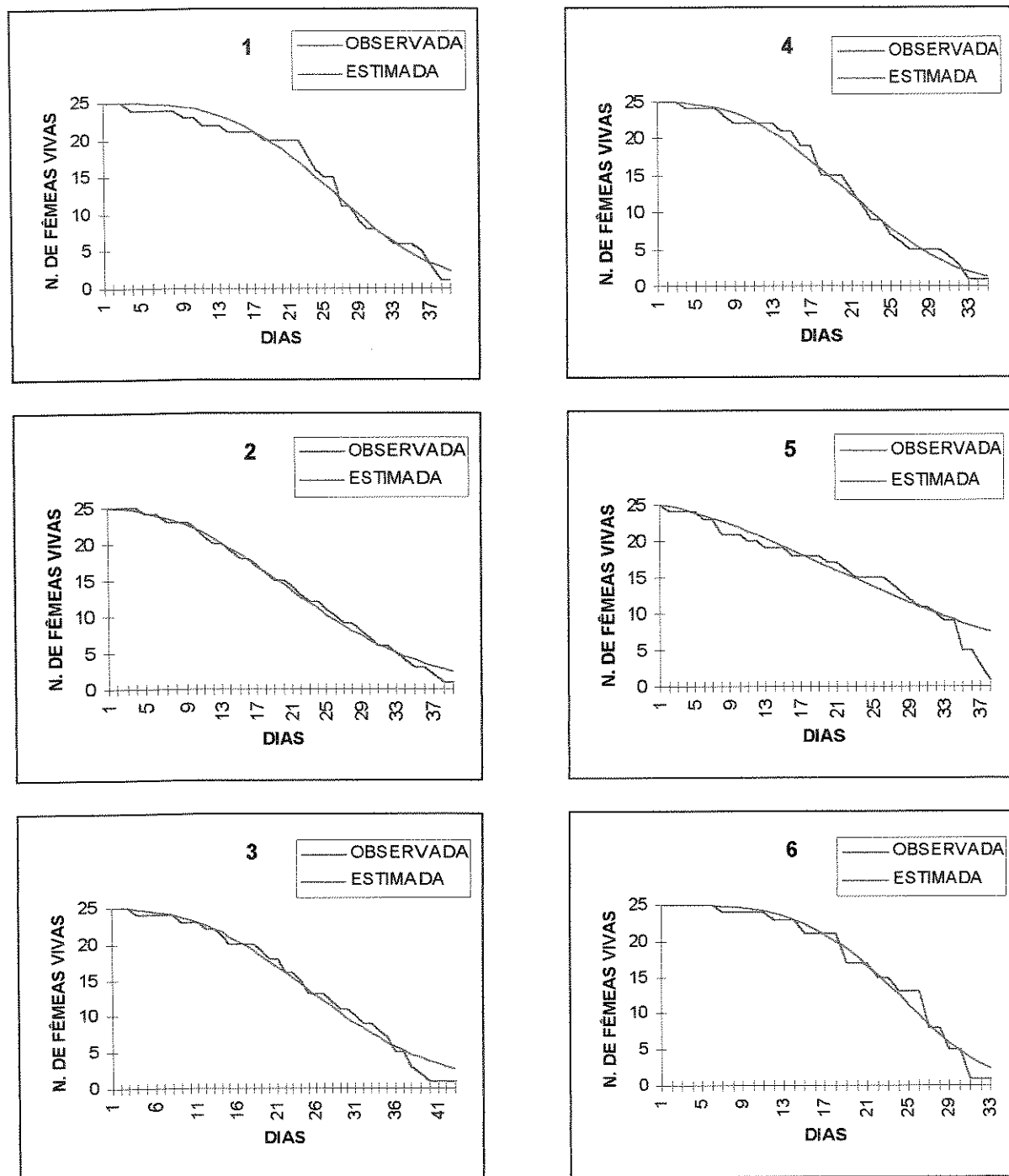


Figura 22 - Distribuição de "Weibull" para longevidade de fêmeas de *M. domestica* coletadas em Moji Guaçu (SP).

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

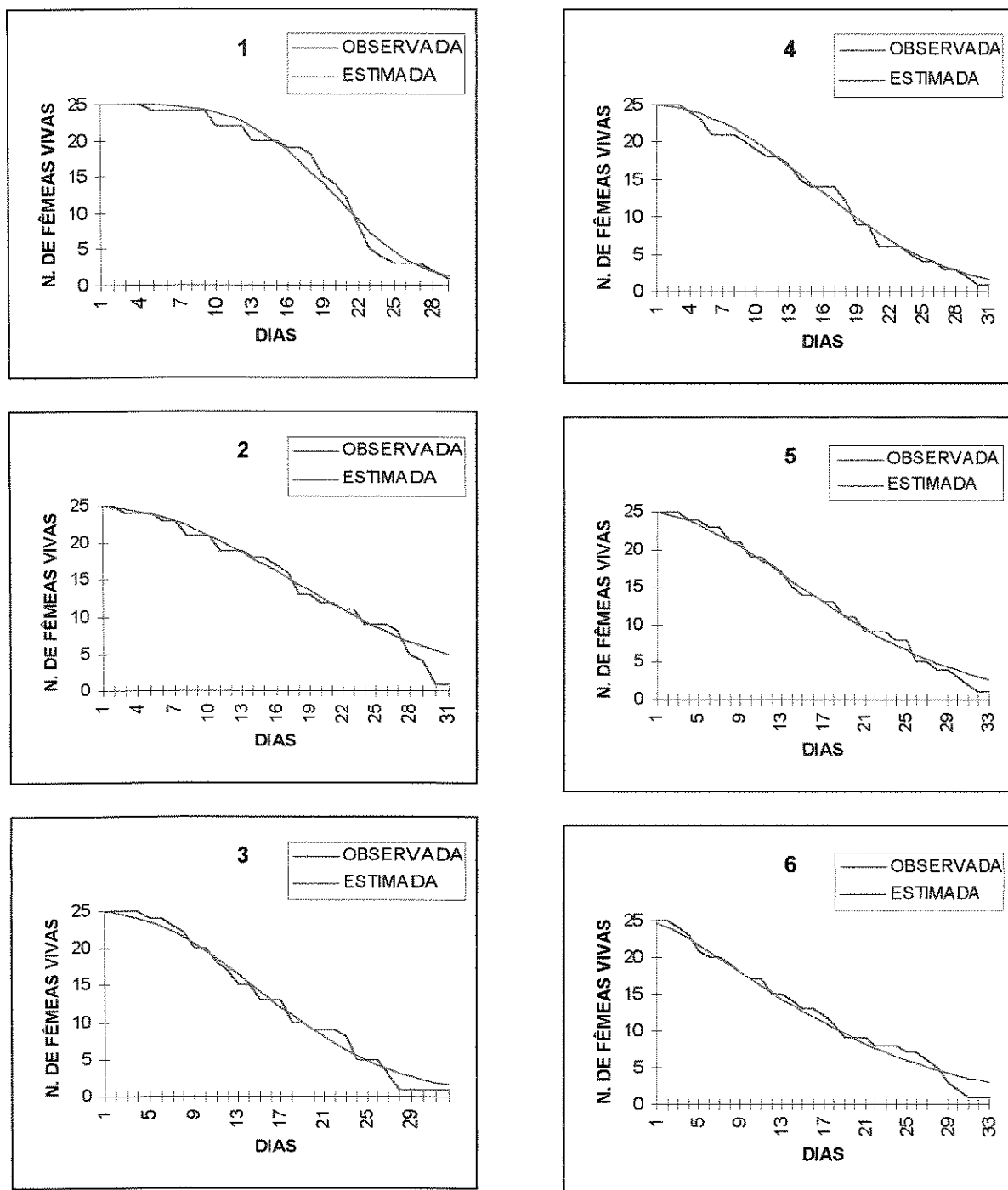


Figura 23 - Distribuição de "Weibull" para longevidade de fêmeas de *M. domestica* coletadas em Monte Mor (SP).

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

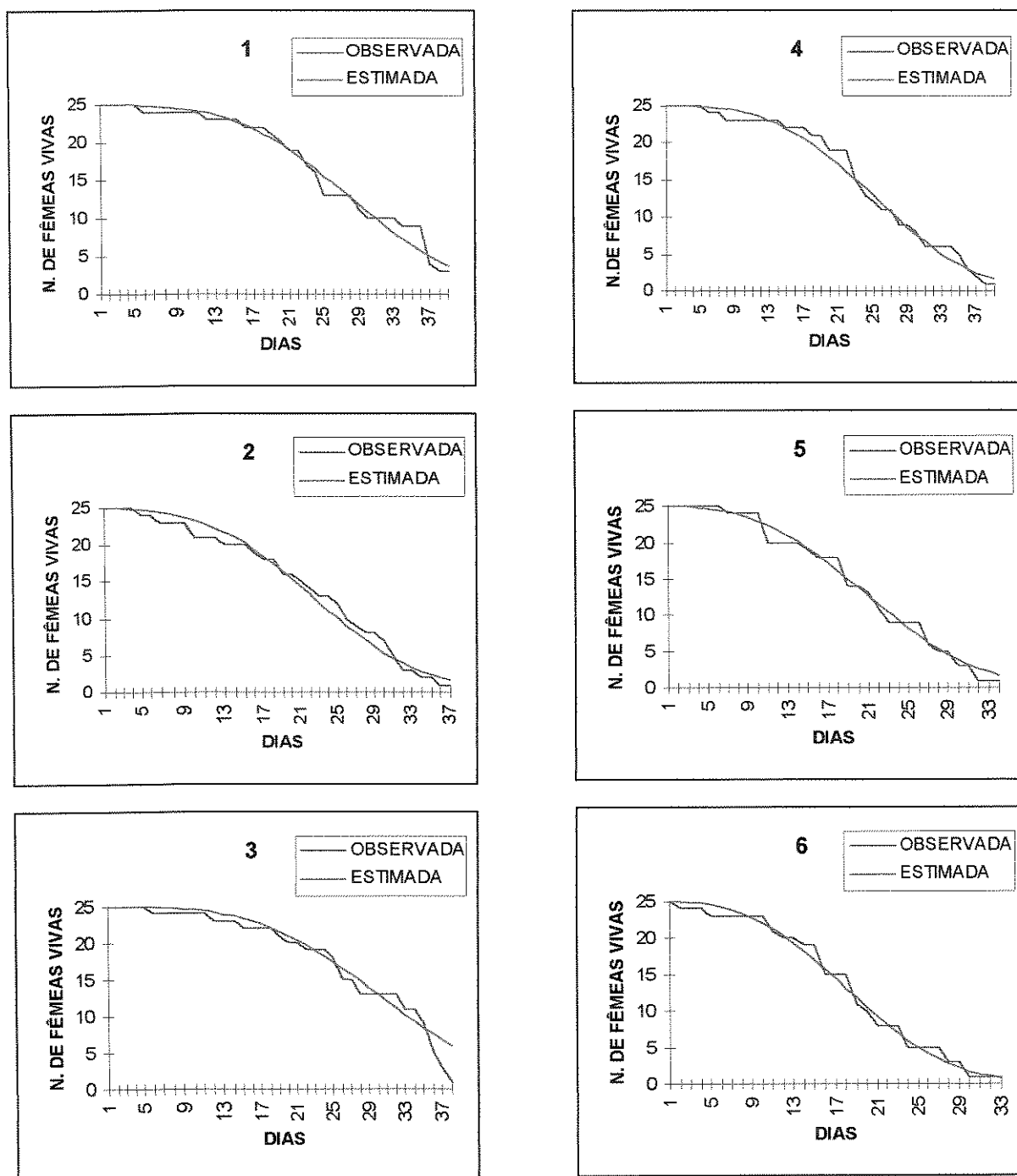


Figura 24 - Distribuição de "Weibull" para longevidade de fêmeas de *M. domestica* coletadas em Pirassununga (SP)

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

A tabela XXVII demonstra as diferenças significantes entre as longevidades das populações, seus tratamentos (uso ou não de larvicidas) e também, entre os resultados obtidos com a distribuição de "Weibull".

Tabela XXVII - Análise das longevidades médias de *M. domestica* tratadas com larvicidas e seus respectivos controles

População/ Larvicida	Botucatu	Itupeva	Moji das Cruzes	Moji Guagu	Monte Mor	Pirassununga
	Ob	Es	Ob	Es	Ob	Es
Controle	13,7	13,6	13,8	14,0	13,7	13,7
Cyromazine	16,5	16,8	16,5	16,9	14,4	14,1
Diflubenzuron	13,2 ^a	13,3 ^b	14,7	15,2	12,8 ^g	13,1 ^h
Doramectina	11,9 ^c	12,0 ^d	14,9	15,4	13,4 ⁱ	13,3 ^j
Ivermectina	15,8	16,0	16,0	16,2	12,9 ⁱ	12,7 ^m
Moxidectina	12,8 ^e	13,2 ^f	15,1	14,9	12,7 ⁿ	12,6 ^o

Os valores identificados pela mesma letra apresentam diferença significante a 5%.
Ob = longevidade observada.
Es = longevidade estimada.

É importante verificar que a população coletada em Pirassununga e tratada com diflubenzuron, foi a que mais vezes demonstrou diferença significante.

4.3.3 - $M_x \times L_x$

As Figuras a seguir demonstram a relação entre a proporção de fêmeas sobreviventes em determinadas idades (L_x) com a progênie fêmea por fêmea (M_x).

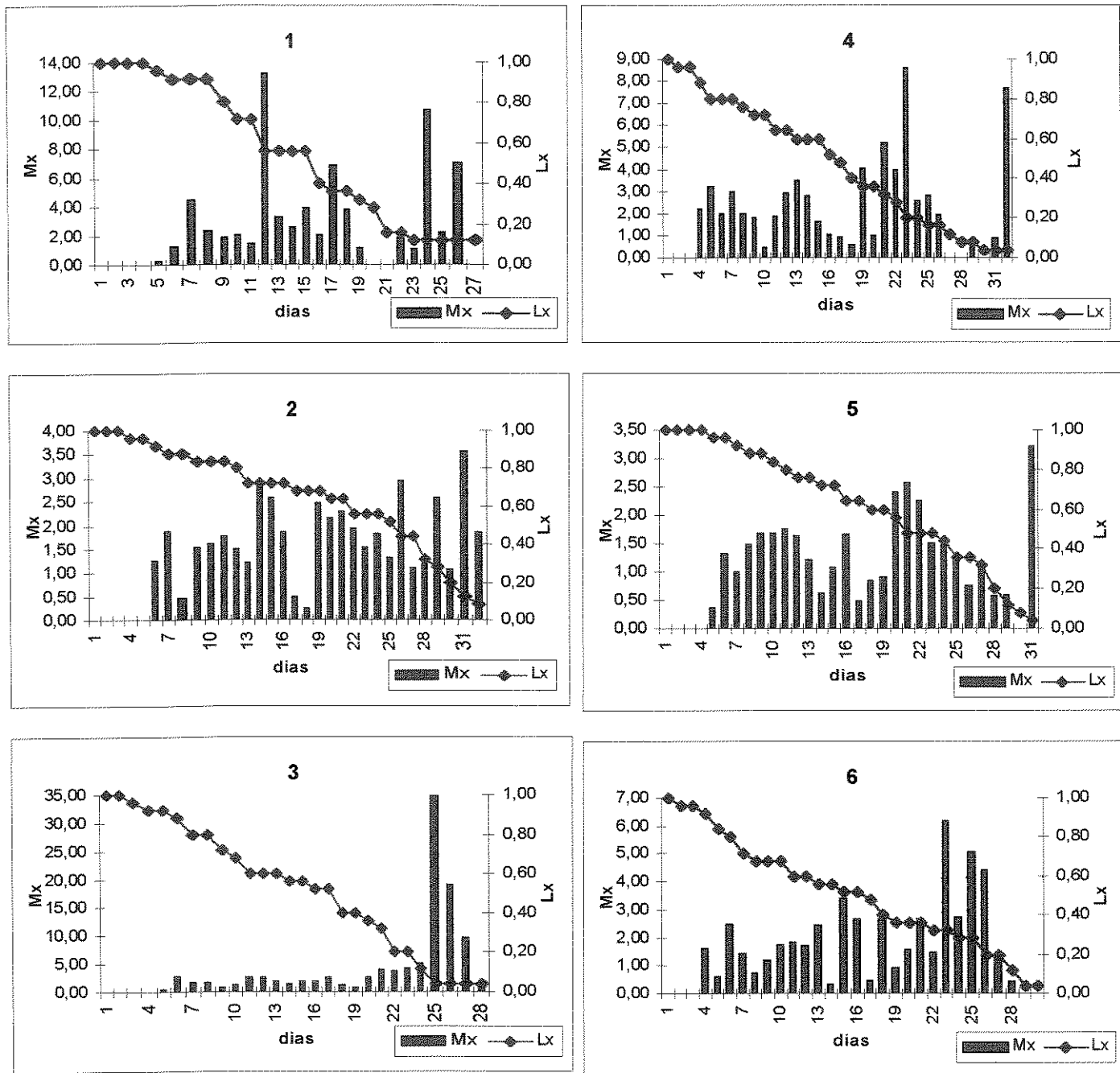


Figura 25 - Proporção de sobreviventes na idade x (L_x) x progênie fêmea por fêmea da população coletada em Botucatu.

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

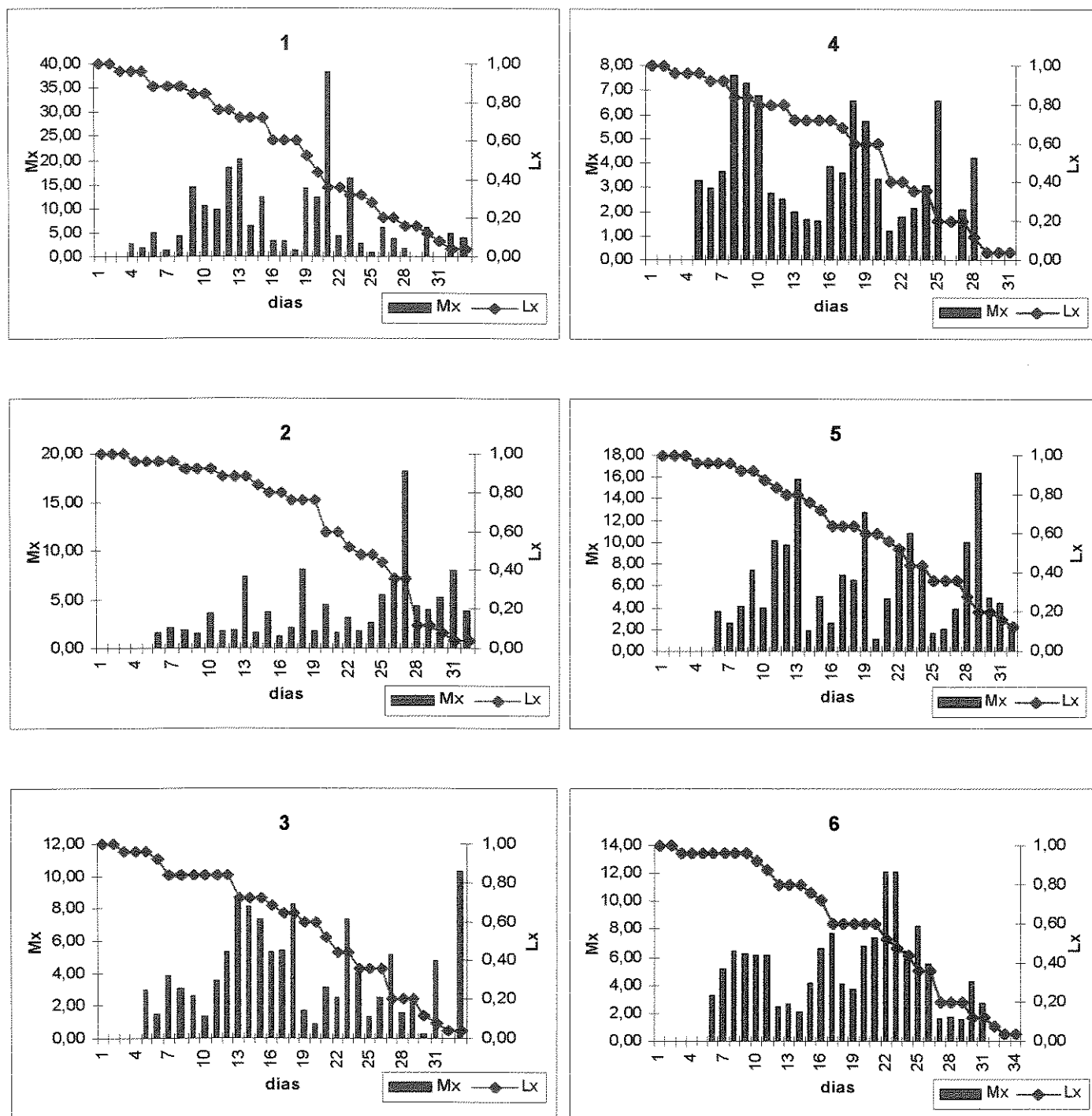


Figura 26 - Proporção de sobreviventes na idade x (L_x) x progênie fêmea por fêmea da população coletada em Ijupeva.

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

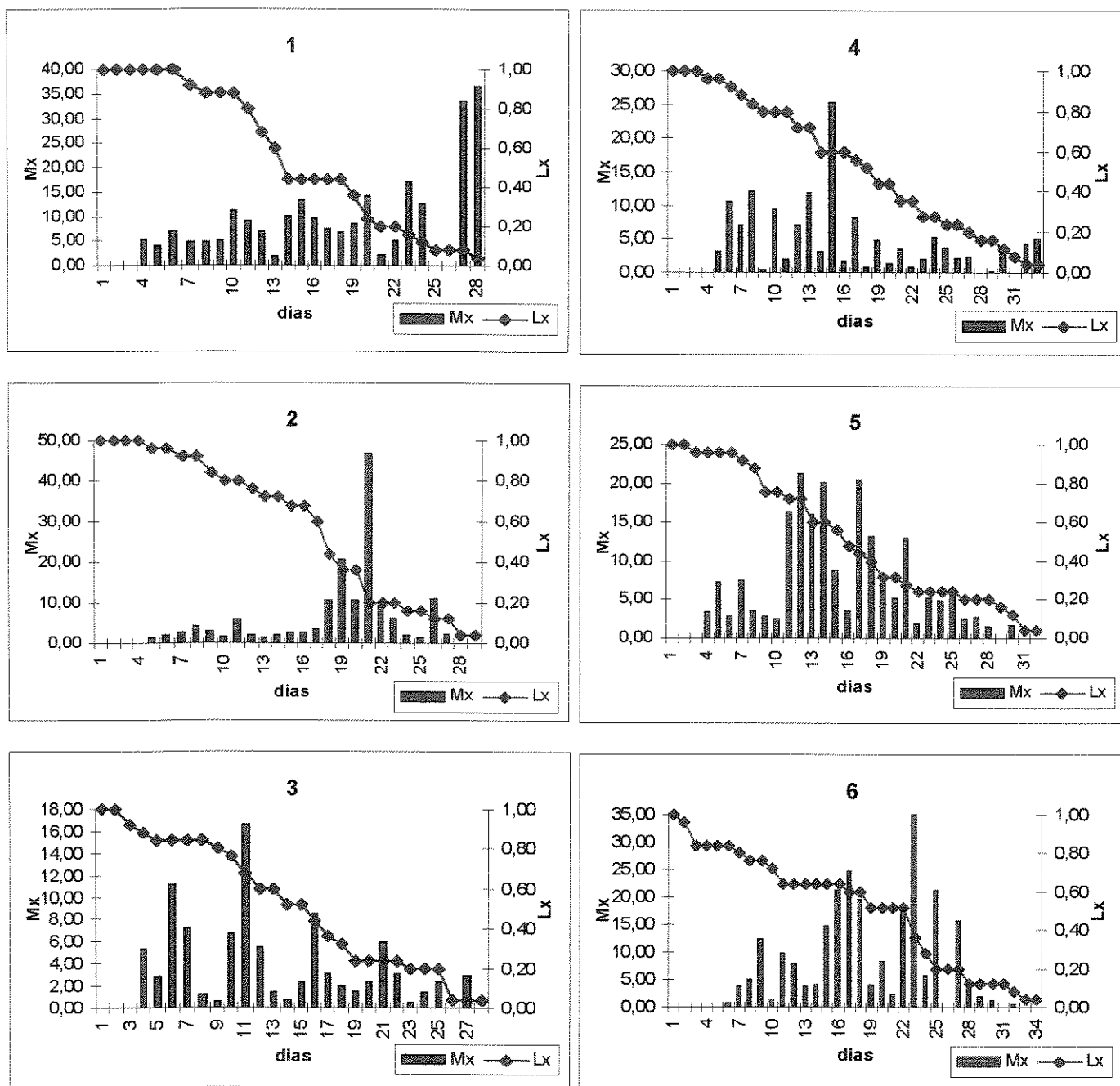


Figura 27 - Proporção de sobreviventes na idade x (L_x) x progênie fêmea por fêmea da população coletada em Moji das Cruzes.

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

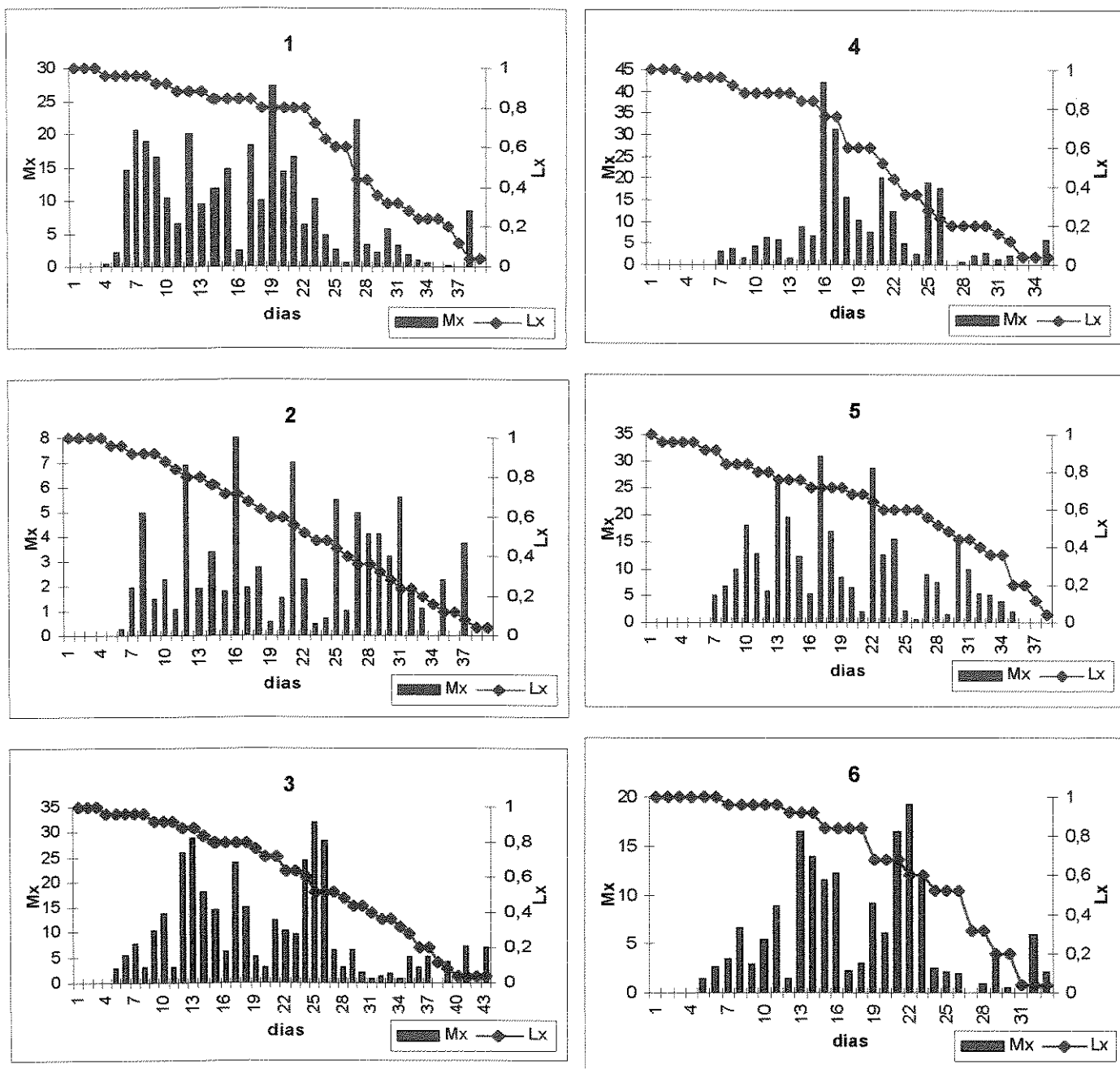


Figura 28 - Proporção de sobreviventes na idade x (Lx) x progênie fêmea por fêmea da população coletada em Moji Guaçu.

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6- Moxidectina.

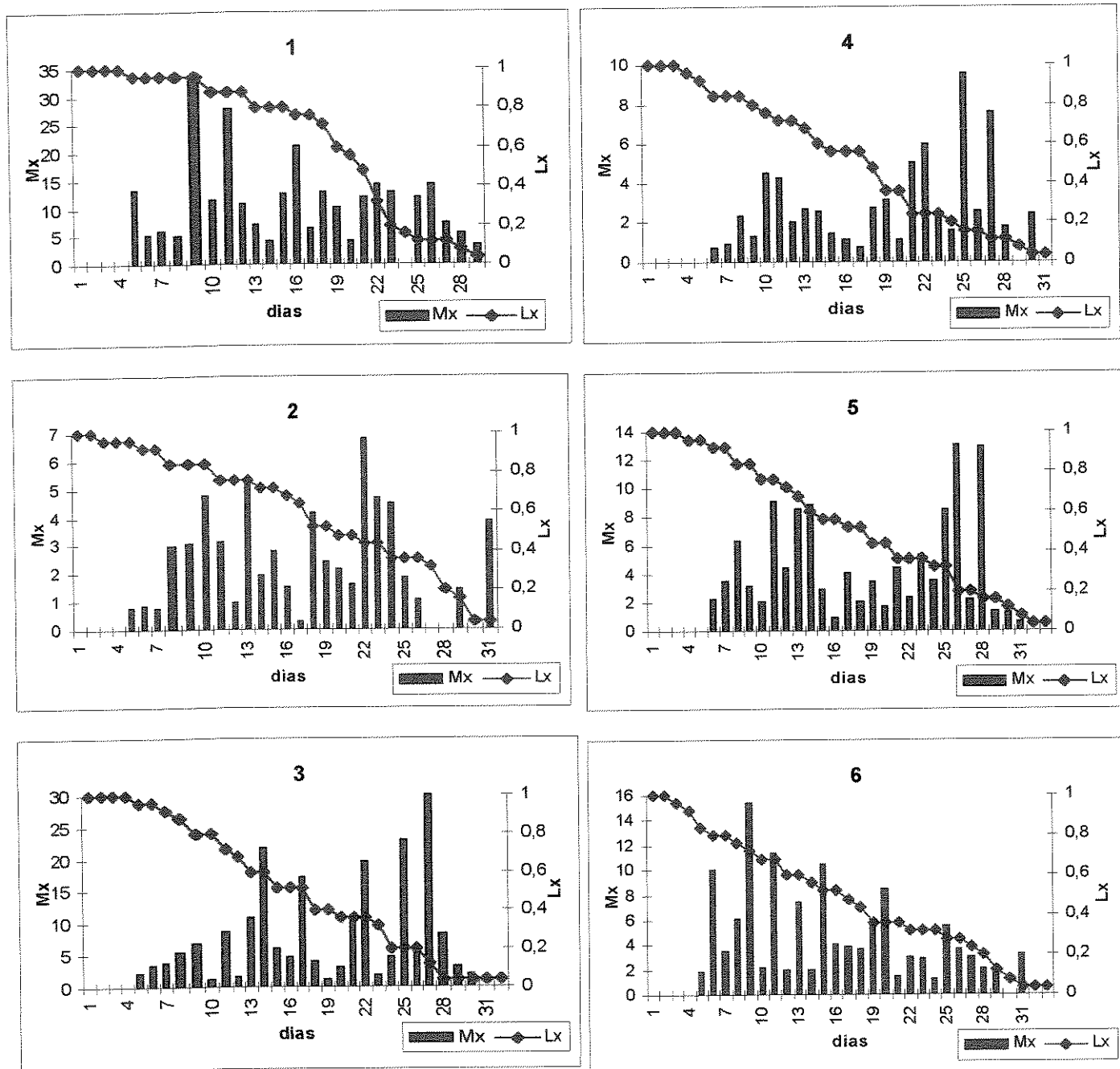


Figura 29 - Proporção de sobreviventes na idade x (L_x) x progênie fêmea por fêmea da população coletada em Monte Mor.

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6- Moxidectina.

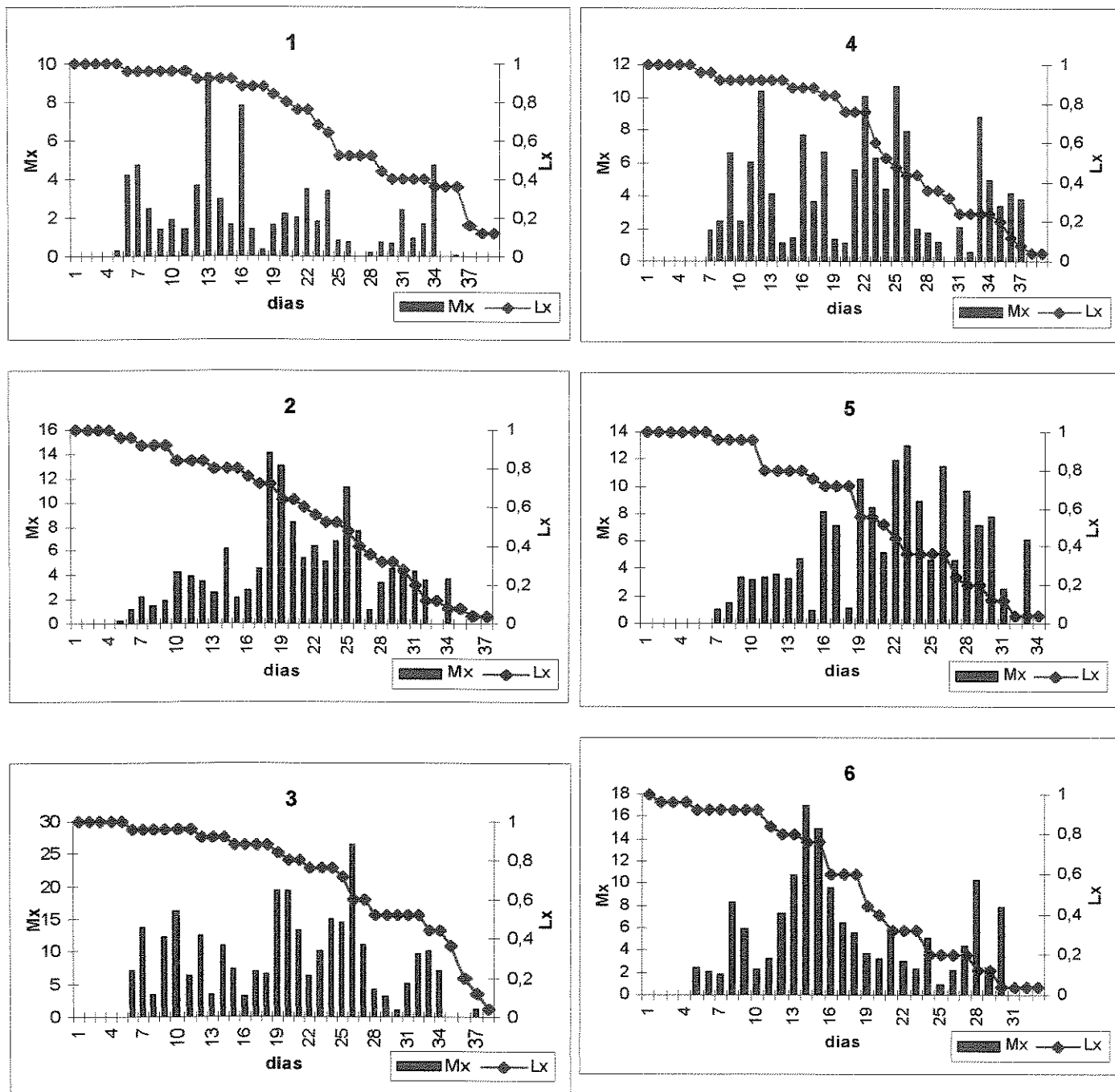


Figura 30 - Proporção de sobreviventes na idade x (Lx) x progênie fêmea por fêmea da população coletada em Pirassununga.

1- Controle; 2- Cyromazine; 3- Diflubenzuron; 4- Doramectina; 5- Ivermectina; 6 - Moxidectina.

4.3.4 - FERTILIDADE

A tabela XXVIII descreve a fertilidade percentual das populações estudadas através dos valores obtidos com a fração de ovos que chegam à maturidade.

Tabela XXVIII - Fertilidade percentual de populações de *M. domestica* tratadas com larvicidas

Populações/ Larvicidas	Botucatu (%)	Itupeva (%)	Moji das Cruzes (%)	Moji Guaçu (%)	Monte Mor (%)	Pirassununga (%)
Controle	73	71	86	80	89	67
Cyromazine	67	84	74	75	64	82
Diflubenzuron	69	82	75	81	82	87
Doramectina	86	87	84	89	81	83
Ivermectina	71	92	86	86	85	81
Moxidectina	79	85	83	86	81	75

4.3.5 - TEMPO DE DESENVOLVIMENTO

A tabela a seguir demonstra o tempo de desenvolvimento requerido de ovo a fêmea adulta em dias para as populações estudadas.

Tabela XXIX - Tempo de desenvolvimento em intervalos de 24 horas de populações de *M. domestica* tratadas com larvicidas

Populações/ Larvicidas	Botucatu	Itupeva	Moji das Cruzes	Moji Guaçu	Monte Mor	Pirassununga
Controle	10,44	12,79	12,25	13,75	11,50	6,49
Cyromazine	12,41	12,83	12,75	12,75	12,62	11,83
Diflubenzuron	12,66	12,91	12,83	13,00	12,66	12,58
Doramectina	11,54	13,16	13,70	12,83	11,54	12,58
Ivermectina	13,62	12,87	13,04	12,20	15,62	12,87
Moxidectina	11,75	12,50	12,45	12,70	11,58	12,29

4.3.7 - TAXA INTRÍNSECA DE INCREMENTO NATURAL (RM)

Uma taxa de desenvolvimento muito importante para a comparação das populações em relação à utilização de larvicidas é a taxa intrínseca de incremento natural. Os valores obtidos para esta taxa através das tabelas de vida estão descritos na tabela a seguir.

Tabela XXX - Taxa intrínseca de incremento natural de populações de *M. domestica* tratadas com larvicidas

Populações/ Larvicidas	Botucatu	Itupeva	Moji das Cruzes	Moji Guaçu	Monte Mor	Pirassununga
Controle	0,1643	0,2010	0,2088	0,2225	0,2438	0,2292
Cyromazine	0,1263	0,1478	0,1580	0,1471	0,1446	0,1641
Diflubenzuron	0,1264	0,1665	0,1927	0,2115	0,1815	0,2119
Doramectina	0,1588	0,1722	0,1892	0,1791	0,1374	0,1659
Ivermectina	0,1166	0,1807	0,2022	0,2065	0,1467	0,1507
Moxidectina	0,1364	0,1803	0,1822	0,1905	0,1970	0,1872

5 - DISCUSSÃO

No presente trabalho, todos os resultados obtidos com os testes utilizando larvicidas foram corrigidos pela fórmula de ABBOTT (1925), que permite que índices de mortalidade natural, alheias aos efeitos do larvicida sejam excluídos das respostas. Convém ressaltar que a mortalidade nos meios considerados controle não ultrapassavam 20%.

Para uma primeira análise, podemos verificar que os valores obtidos com as concentrações letais variaram em função do tipo de larvicida utilizado, não sendo possível padronizar como resistente uma população para todos os larvicidas. No entanto, as populações coletadas em Itupeva e Moji das Cruzes foram as que mostraram, na maioria dos resultados, valores mais altos para tais concentrações, sendo desta forma, as menos sensíveis. Em contrapartida, a população coletada em Pirassununga, foi a que demonstrou resultados opostos, sendo considerada a mais sensível.

Cabe ressaltar que na maioria dos casos, as concentrações letais demonstraram valores menores que os estipulados pela OMS para populações sensíveis, reafirmando o grau de sensibilidade das populações estudadas neste trabalho. KEIDING et al. (1992) relatam que as CL_{50} da população de *M. domestica* considerada sensível pela OMS ao cyromazine e ao diflubenzuron são 0,21 ppm e 0,25 ppm, respectivamente, enquanto SCHMIDT & KUNZ (1980) relatam como sendo 0,037 ppm, 0,048 ppm, 0,024 ppm e 0,003 ppm, respectivamente as CL_{50} para *Stomoxys calcitrans* e *Haematobia irritans* para diflubenzuron e ivermectina.

Comparando-se os resultados obtidos por estes autores aos do presente trabalho, temos que para o cyromazine, somente a população coletada em Moji das Cruzes apresentou concentração maior (0,116 ppm), já para o diflubenzuron, o mesmo resultado foi demonstrado somente pela população de Itupeva (0,061 ppm). A população coletada em Pirassununga foi a que demonstrou os menores índices para cyromazine (0,002 ppm) e para diflubenzuron (0,008 ppm) quando comparamos os resultados deste trabalho entre si. Em relação à ivermectina, nossos resultados se mostraram intermediários aos descritos pelos referidos autores.

MENDES FILHO & NAKANO (1977) utilizando diflubenzuron para controlar larvas de *M. domestica* descrevem que são necessários 6,0 ppm para controlar cerca de 62,7% das larvas. Apesar da dose diferir muito em relação aos resultados obtidos neste trabalho, cabe ressaltar que o meio de cultura utilizado por estes autores poderia não estar homogêneo.

Além disso, a utilização de larvas de cinco dias para o teste também pode ter influenciado os resultados dos referidos autores, pois conforme descrevem MIURA et al. (1976) e REYNOLDS (1987), o diflubenzuron inibe a formação da quitina, e estágios iniciais de desenvolvimento demonstram serem os mais sensíveis, o que estaria favorecendo as larvas no experimento citado.

HERD (1995) e KIERAN (1994) demonstram que, em programas de rotação de inseticidas, a moxidectina é mais efetiva que a ivermectina, pois permite seu uso combinado com outras classes de drogas, além de permanecer efetiva por mais tempo. Convém citar os resultados obtidos por LUMARET et al. (1993) que indicam que o impacto potencial da ivermectina no ambiente é muito variável e depende, principalmente da região, do clima, dos insetos e das estações. Além de STRONG (1993) e ALBRECHT & SHERMAN (1987) relatarem a possibilidade de esterilização de machos que se desenvolvem em meios tratados com ivermectina.

Em nosso trabalho, com exceção da população coletada em Pirassununga que apresentou CL_{50} igual 0,009 ppm e 0,008 ppm para insetos tratados com ivermectina e moxidectina, respectivamente, em todas as outras populações a ivermectina se mostrou mais efetiva que a moxidectina, não concordando com os relatos destes autores.

TITCHENER & PURNELL (1996) relatam que a doramectina apresentou resultados favoráveis quando comparada com a ivermectina no controle de piolhos do gado. Em nossos resultados, utilizando *M. domestica*, tais resultados foram semelhantes somente para a população coletada em Botucatu.

De acordo com BROW & PAL (1971), o valor obtido para o coeficiente angular da reta nos cálculos para determinação das concentrações letais está intimamente associado à variabilidade genética e a concentração de inseticida. Quanto maior a concentração do larvicida maior a variabilidade genética da população. Este parâmetro, portanto, pode ser considerado um indicativo das condições genéticas da população, sendo que, quanto menor o valor demonstrado, maior a heterogeneidade da população.

ISEKI & GEORGHIOU (1986) concordam com tais dados e sugerem que um menor valor do coeficiente angular da reta indique maior heterogeneidade em populações de *M. domestica* tratadas com cyromazine e que a população pode ter um potencial maior para desenvolver a resistência através do processo de seleção.

No entanto, no presente trabalho, comparando os valores obtidos para os coeficientes angulares das retas e as concentrações letais não foi possível demonstrar esta relação pois, para a população coletada em Pirassununga e tratada com cyromazine, por exemplo, apesar da população apresentar o maior coeficiente, esta também apresenta a menor CL_{50} . Tais resultados, no entanto, correspondem aos obtidos por PINTO (1994) para populações coletadas em Petrópolis e Monte Mor.

A assimetria flutuante foi utilizada no presente trabalho na tentativa de relacionar técnicas laboratoriais que apresentem resultados seguros em curtos espaços de tempo e que possuam baixo custo de manutenção. Foi utilizada também, na expectativa de um monitoramento da susceptibilidade de populações tratadas com algum larvicida, sendo considerado os baixos custos econômicos e pouco tempo despendido para obtenção de resultados, quando comparada com a confecção de tabelas de vida.

MCKENZIE & CLARKE (1988) e CLARKE & MCKENZIE (1992) relacionam o valor adaptativo do organismo com a assimetria flutuante. Segundo estes autores, um aumento nos níveis da assimetria flutuante estaria relacionado com a homozigose.

Por sua vez, CLARKE & RIDSDILL-SMITH (1990), PALMER & STROBECK (1986), MARKOW (1995) e PALMER (1996) relatam que a assimetria flutuante pode fornecer informações sobre a presença de perturbações durante o desenvolvimento do organismo.

MCKENZIE & O'FARREL (1993) relacionam parâmetros biológicos com a assimetria flutuante em *Lucilia cuprina*. Estes autores citam que o tempo de desenvolvimento em insetos tratados com malation aumentou linearmente com o aumento da assimetria flutuante.

Anormalidades externas também puderam ser observadas em *Musca vetustissima* tratada com abamectina através da assimetria flutuante (CLARKE & RIDSDILL-SMITH, 1990), o mesmo acontecendo com *Scatophaga stercoraria* tratada com ivermectina (STRONG & JAMES, 1992; STRONG & JAMES, 1993). Em contrapartida, WARDHAUGH et al. (1993) não observou alterações em relação à assimetria flutuante em exemplares de *Musca vetustissima* tratada com ivermectina.

Nossos resultados concordam com o observado pelos últimos autores, pois, de uma maneira geral, não foi possível demonstrar diferenças significativas para a assimetria flutuante entre os insetos tratados e não tratados com os diferentes larvicidas, com exceção das populações coletadas em Botucatu para todos os larvicidas, em Moji das Cruzes para o cyromazine e moxidectina e, em Moji Guaçu para o cyromazine. Também não foi observada diferença significativa entre os resultados obtidos entre as populações estudadas.

No passado costumava-se estudar somente os efeitos agudos dos pesticidas, não sendo dada a devida atenção aos possíveis efeitos subletais que cada um pudesse apresentar. MORIARTY (1969) foi um dos primeiros a chamar a atenção de pesquisadores para tais efeitos, os quais podem ser tão efetivos quanto os agudos para controlar o tamanho de populações de insetos (HAYNES, 1988).

GINARTE & DORTA (1996) relatam que os efeitos de doses subletais de compostos químicos destinados ao controle de vetores para as gerações posteriores são atualmente muito estudados por pesquisadores por causa de suas implicações práticas.

Desta forma, neste trabalho, alguns parâmetros biológicos foram analisados, levando-se em consideração insetos tratados com a CL_{50} de cada um dos larvicidas e insetos não tratados como controle. Para a obtenção dos parâmetros biológicos foram realizadas tabelas de vida que, segundo DEEVEY (1947), constituem um resumo de algumas estatísticas vitais de uma população

O período de pré-oviposição, que consiste no tempo desde a emergência da fêmea adulta até a primeira oviposição, mostrou, em nosso trabalho, muitas variações entre os insetos tratados e os não tratados. É possível verificar que, em alguns casos, foi necessária a duplicação deste período para a primeira oviposição dos insetos tratados.

Para criações laboratoriais isto não seria muito importante. No entanto, em condições ambientais este fato pode ser decisivo para a espécie, pois quanto maior o tempo necessário para a oviposição, maiores também, serão as chances de morte sem a possibilidade de deixar descendentes, pois o inseto conseqüentemente ficaria mais susceptível aos inimigos naturais, à escassez de alimentos e, a exposição a condições climáticas adversas.

Em relação à entropia, os resultados obtidos no presente trabalho possibilitou a verificação de curvas muito próximas as do tipo II. Isto indica que a mortalidade nestas populações ocorreu de maneira gradual e constante com o passar do tempo, não favorecendo nenhuma idade em especial.

Em relação às curvas de sobrevivência obtidas através da análise de Weibull, estas permitem-nos conhecer as possíveis diferenças entre a curva observada durante a realização das tabelas de vida e a curva esperada, que seria a obtida caso não houvessem erros de observação ou de manutenção da referida população durante o experimento (PINDER et al., 1978; DELL et al., 1983). Através da análise de variância das longevidades observadas e estimadas, para os resultados obtidos neste trabalho, não foram verificadas diferenças significantes entre elas.

Através da análise das longevidades observadas foi possível observar que, de uma maneira geral, as populações não demonstraram diferenças significantes, com algumas exceções mostradas na Tabela XXVI.

Ao relacionarmos parâmetros biológicos entre si podemos verificar resultados interessantes. Por exemplo, ao comparamos a proporção de fêmeas sobreviventes numa determinada idade x versus a progênie fêmea por fêmea podemos observar, de maneira geral, que as curvas relacionadas à sobrevivência em todas as populações estudadas não diferem muito entre os tratamentos, o mesmo não acontecendo com a progênie, que demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos.

ROBERTSON et al. (1985) trabalhando com *Choristoneura occidentalis* tratada com avermectina B₁ observaram redução da fertilidade e nenhum efeito na fecundidade dos insetos tratados. ALLINGHAM et al. (1994) relatam que *Haematobia irritans* tratada com doses subletais de ivermectina demonstram redução de 90% da fecundidade. BUDIA & VIÑUELA (1996) observaram uma redução na fecundidade e na fertilidade de *Ceratitis capitata* tratada com cyromazine.

FOURNET et al. (1993) pesquisando efeitos do diflubenzuron em *Aedes aegypti* chegaram a conclusão de que o mesmo não afeta a fecundidade nem a fertilidade das fêmeas tratadas.

RIDSDILL-SMITH (1988) cita que o avermectina B₁ reduziu a oviposição e zerou a sobrevivência dos estágios imaturos de *Onthophagus binodis* que se desenvolviam em esterco tratado. REED et al. (1985) também observaram redução na oviposição de *Cydia pomonella* tratada com o mesmo inseticida.

COOK (1991) e MAHON & WARDHAUGH (1991) demonstram que *Lucilia cuprina* criada em esterco tratado com avermectina não consegue se reproduzir normalmente. FOCKS et al. (1991) também relatam diminuição na sobrevivência e número de ovos por fêmea em *Aedes aegypti* tratadas com ivermectina. MAHON et al. (1993) relatam que *Lucilia cuprina* tratada com ivermectina exibe redução da sobrevivência, atraso no desenvolvimento ovariano e redução na produção de ovos.

GOVER & STRONG (1995) relatam que a ivermectina causou redução significativa na proporção de fêmeas aptas a ovipor, aumento no período de pré-oviposição e diminuição da porcentagem de eclosão de ovos. HERD (1995) cita que os sintomas das avermectinas vão desde os efeitos agudos até os subletais, interferindo na capacidade de alimentação, fertilidade, crescimento, acasalamento, metamorfose, muda, emergência, produção de ovos, oviposição, pupariação e balanço hídrico nos insetos que se desenvolvem em esterco tratado. MAHON & WARDHAUGH (1991) demonstram, no entanto, que tais efeitos variam conforme a dose utilizada e também a espécie tratada. FINCHER & WANG (1992) demonstram que a moxidectina demonstrou ser compatível com exemplares adultos de besouros benéficos.

Quanto ao tempo de desenvolvimento, que relaciona-se ao tempo necessário para o desenvolvimento do inseto desde a fase de ovo até a emergência do inseto adulto, podemos observar que o tempo requerido pela população controle de

Pirassununga foi o menor obtido (6,49 dias) enquanto que o maior foi observada na população de Monte Mor tratada com ivermectina (15,62 dias).

De uma maneira geral, podemos afirmar que o tempo requerido pelas populações tratadas aumentou em relação às populações não tratadas. A única exceção foi a população coletada em Moji Guaçu, que apresentou uma redução no tempo de desenvolvimento para todas as populações tratadas em relação ao controle.

STRONG & WALL (1994) pesquisando os efeitos da ivermectina e da moxidectina em insetos que se desenvolvem em esterco animal relataram que a moxidectina não interferiu no desenvolvimento de tais insetos, quando comparada com esterco não tratado, o mesmo não ocorrendo com a ivermectina, que demonstrou resultados inversamente proporcionais.

Em nossos resultados, de maneira geral e com algumas exceções, é possível dizer que o tempo de desenvolvimento requerido pelas populações tratadas com ivermectina foi maior que os observados para as populações tratadas com moxidectina, sendo maiores também que os requeridos pelas populações não tratadas, concordando parcialmente com os dados obtidos por estes autores.

A taxa intrínseca de incremento natural é considerada um dos parâmetros biológicos mais importantes para análise de tabelas de vida. Esta taxa foi desenvolvida por A. J. Lotka e trata de um parâmetro biológico básico que define o aumento populacional, não sendo considerados os efeitos do aumento da densidade populacional (BIRCH, 1948). HULTING et al. (1990) por sua vez, a definem como medida do potencial de crescimento populacional.

Convém ressaltar que BIRCH (1948) relata que, ao se considerar a taxa intrínseca de incremento natural para comparação de populações, é necessário considerar também a taxa de oviposição nas primeiras duas semanas de vida do inseto, pois segundo este autor, este período é responsável por 85% do valor da referida taxa.

Em nossos resultados foi possível observar que a taxa intrínseca de incremento natural diminuiu nas populações tratadas em relação às não tratadas. Já a taxa de oviposição nas primeiras duas semanas variou grandemente, não sendo possível observar as mesmas variações em todas as populações, ou seja, cada população respondeu de forma diferente de acordo com o tratamento.

De maneira geral, os resultados obtidos indicam a alta sensibilidade das populações estudadas aos larvicidas e permite-nos sugerir técnicas para a manutenção da sensibilidade de tais populações, bem como retardar o processo de desenvolvimento de resistência em populações de campo. A viabilidade de liberação de insetos sensíveis pode ser considerada como possível técnica conforme sugerem ROUSH & MCKENZIE (1987).

Outras alternativas consistem em monitorar periodicamente as populações de campo e, principalmente conforme sugerem HERD et al. (1993) disseminar informações a todos os envolvidos com o processo, desde aplicadores, fazendeiros, etc. até pesquisadores.

Porém, uma vez constatada a resistência, um dos passos mais importantes a serem tomados para o manejo deste processo é a redução da fração da população considerada praga que é exposta e o número de gerações tratadas através de "controladores não-químicos", considerados alternativos (ROUSH, 1993).

HOY (1995) cita que as estratégias devem combinar uma variedade de táticas, além da redução de pesticidas aplicados e consequentemente da exposição das populações; o controle biológico e o cultural devem ser considerados. Cabe ressaltar que, conforme citam DENHOLM & ROWLAND (1992) não existe uma solução universal e nem facilidades para tratar da resistência à inseticidas.

6 - CONCLUSÕES

- As populações de *M. domestica* coletadas nos municípios de Botucatu, Itupeva, Moji das Cruzes, Moji Guaçu, Monte Mor e Pirassununga e tratadas com os larvicidas cyromazine, diflubenzuron, doramectina, ivermectina e moxidectina apresentaram graus de sensibilidade diferenciados entre as populações e entre os larvicidas. De maneira geral, as populações coletadas em Itupeva e Moji das Cruzes foram as que demonstraram as maiores concentrações letais, sendo desta forma, as menos sensíveis. Por sua vez, as populações coletadas em Pirassununga, demonstraram resultados opostos, sendo as mais sensíveis.
- Foi observada alta susceptibilidade para algumas populações pesquisadas, as quais demonstraram concentrações letais menores que a população considerada sensível pela Organização Mundial de Saúde.
- Não foi possível, no entanto, classificar uma população como resistente ou sensível a todos os larvicidas. O que foi observado, permitiu-nos concluir que a sensibilidade da população, em geral, variava de acordo com o larvicida utilizado.
- Em relação aos parâmetros biológicos pesquisados foram observadas diferenças importantes entre as populações tratadas e não tratadas. O aumento do período de pré-oviposição nas populações tratadas; a longevidade média aumentada na população coletada em Pirassununga e tratada com diflubenzuron; o aumento da fertilidade percentual, com algumas exceções, observado nas populações tratadas; o tempo de desenvolvimento e a taxa intrínseca de incremento natural variando entre as populações tratadas e não tratadas.
- Para a análise de assimetria flutuante, não foram observadas diferenças significantes entre os insetos tratados e não tratados, com exceção da população

coletada em Botucatu e submetida a todos os larvicidas, a população coletada em Moji das Cruzes ao cyromazine e a moxidectina e a população coletada em Moji Guaçu ao cyromazine.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **J. Econ. Entomol.** **18** (2): 265-267.
- ABOU-SETTA, M. M.; SORRELL, R. W. & CHILDERS, C. C. 1986. Life 48: A basic computer program to calculate life table parameters for an insect or mite species. **Fla. Entomol.** **69** (4): 690-697.
- ALBRECHT, C. P. & SHERMAN, M. 1987. Lethal and sub lethal effects of avermectin B₁ on three fruit fly species (Diptera: Tephritidae). **J. Econ. Entomol.** **80**: 344-347.
- ALLINGHAM, P. G.; KEMP, D. H.; THOMPSON, D. R. & RUGG, D. 1994. Effect of ivermectin on three field populations and a laboratory strain of *Haematobia irritans exigua* (Diptera: Muscidae). **J. Econ. Entomol.** **87**(3): 573-576.
- AXTELL, R. C. & EDWARDS, T. D. 1983. Efficacy and nontarget effects of Larvadex as a feed additive for controlling house flies in caged-layer poultry manure. **Poultry Sci.** **62**: 2371-2377.
- AXTELL, R. C. & RUTZ, D. A. 1986. Role of parasites and predators as biological fly control agents in poultry production facilities. *In*: PATTERSON, R. S. & RUTZ, D. A. (eds.). **Biological control of muscoid flies**. Miscellaneous Publication 61, Entomological Society of America, College Park, Md, pp. 88-100.
- ARRUDA, V. L. V. 1979. **Sensibilidade de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) a inseticidas fosforados, nas condições de laboratório (Diptera: Tephritidae)**. Tese de mestrado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, vii + 85 p.

- BARNARD, D. R. & GEDEN, C. J. 1993. Influence of larval density and temperature in poultry manure on development of the house fly (Diptera: Muscidae). **Environ. Entomol.** **22**: 971-977.
- BARNARD, D. R. & HARMS, R. H. 1992. Growth and survival of house flies (Diptera: Muscidae) in response to selected physical and chemical properties of poultry manure. **J. Econ. Entomol.** **85** (4): 1213-1217.
- BATSON, H. C. 1956. **Na introduction to statistics in the medical sciences.** Beigess Publis. Co. Minneapolis. iii + 81 pp.
- BEACH, R. M. & TODD, J. W. 1985. Toxicity of avermectin to larva and adult soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) and influence on larva feeding and adult fertility and fecundity. **J. Econ. Entomol.** **78**: 1125-1128.
- BINNINGTON, K. C. 1985. Ultrastructural changes in the cuticle of the sheep blowfly, *Lucilia*, induced by certain insecticides and biological inhibitors. **Tissue & Cell** **17** (1): 131-140.
- BIRCH, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **J. Anim. Ecol.** **17**(1): 15-26.
- BLOOMCAMP, C. J.; PATTERSON, R. S. & KOEHLER, P. G. 1987. Cyromazine resistance in the house fly (Diptera: Muscidae). **J. Econ. Entomol.** **80**: 352-357.
- BRAKE, J.; BERRY, W. D.; PEEBLES, E. D. & ORT, J. F. 1985. Effect of feeding CGA-72662 (Larvadex®) during growth on body weight, feed consumption, livability, and egg quality of single comb white leghorn layers. **Poultry Sci.** **64**: 247-252.
- BROW, A. W. A. & PAL, R. 1971. **Insecticide resistance in arthropods.** 2nd ed. World Health Organization.
- BUDIA, F. & VIÑUELA, E. 1996. Effects of cyromazine on adult *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) on mortality and reproduction. **J. Econ. Entomol.** **89**(4):826-831.
- CAREY, J. R. 1993. **Applied demography for biologists.** New York, Oxford University Press, 206 pp.
- CHICK, B.; MCDONALD, D.; COBB, R.; KIERAN, P. J. & WOOD, I. 1993. The efficacy of injectable and pour-on formulations of moxidectin against lice on cattle. **Aust. Vet. J.** **70**: 212-213.
- CLARK, J. M.; SCOTT, J. G.; CAMPOS, F. & BLOOMQUIST, J. R. 1995. Resistance to avermectins: extent, mechanisms, and management implications. **Annu. Ver. Entomol.** **40**: 1-30.

- CLARKE, G. M. & McKENZIE, L. J. 1992. Fluctuating asymmetry as a quality control indicator for insect mass rearing process. **J. Econ. Entomol.** **85**(6): 2045-2050.
- CLARKE, G. M. & RIDSDILL-SMITH, T. J. 1990. The effect of avermectin B₁ on developmental stability in the bush fly *Musca vetustissima*, as measured by fluctuating asymmetry. **Entomol. Exp. Appl.** **54**: 265-269.
- COOK, D. F. 1991. Ovarian development in females of the Australian sheep blowfly *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae) fed on sheep faeces and the effect of ivermectin residues. **Bull. Entomol. Res.** **81**: 249-256.
- DEEVEY, E. S., JR. 1947. Life table for natural populations of animals. **Quart. Rev. Biol.** **22**: 283-314.
- DELL, T. R.; ROBERTSON, J. L. & HAVERTY, M. I. 1983. Estimation of cumulative change of state with the Weibull function. **Bull. Entomol. Soc. Am.** **29** (4): 38-40.
- DENHOLM, I. & ROWLAND, M. W. 1992. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. **Annu. Rev. Entomol.** **37**: 91-112.
- DEWITT, R. M. 1954. The intrinsic rate of natural increase in a pond snail (*Physa gyrina*). **Am. Nat.** **88**: 353-359.
- EL-OSHAR, M. A.; MOTOYAMA, N.; HUGHES, P. B. & DAUTERMAN, W. C. 1985. Studies on cyromazine in the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **J. Econ. Entomol.** **78**: 1203-1207.
- FINCHER, G. T. & WANG, G. T. 1992. Injectable moxidectin for cattle: effects on two species of dung-burying beetles. **Southw. Entomol.** **17**(4): 303-306.
- FINNEY, D. J. 1971. **Probit analysis**. 3rd ed. Univ. Cambridge. 236 pp.
- FISHER, M. H. & MROZIK, H. 1989. Chemistry. *In: Ivermectin and Abamectin*, Campbell, W. C. (ed.), pp. 1-23, Springer-Verlag, N. Y.
- FOCKS, D. A.; McLAUHLIN, R. E. & LINDA, S. B. 1991. Effects of ivermectin (MK 933) on reproductive rate of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **J. Med. Entomol.** **28**(4): 501-505.
- FORBES, A. B. 1993. A review of regional and temporal use of avermectins in cattle and horses worldwide. **Vet. Parasitol.** **48**: 19-28.

- FOURNET, F.; SANNIER, C. & MONTENY, N. 1993. Effects of the insect growth regulators OMS 2017 and diflubenzuron on the reproductive potential of *Aedes aegypti*. **J. Am. Mosq. Cont. Assoc.** **9(4)**: 426-430.
- FRIEDEL, T. S. & MCDONELL, P. A. 1985. Cyromazine inhibits reproduction and larval development of the Australian sheep blow fly (Diptera: Calliphoridae). **J. Econ. Entomol.** **78**: 868-873.
- GEORGHIOU, G. P. & TAYLOR, C. E. 1977. Genetic and biological influence in the evolution of insecticide resistance. **J. Econ. Entomol.** **70 (3)**: 319-323.
- GINARTE, C. A. & DORTA, D. M. 1996. Influencia de inhibidores del desarrollo sobre la reproducción de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Rev. Cubana Med. Trop.** **48(1)**: 21-25.
- GOUDIE, A. C.; EVANS, N. A.; GRATION, K. A. F.; BISHOP, B. F.; GIBSON, S. P.; HOLDOM, K. S.; KAYE, B.; WICKS, S. R.; LEWIS, D.; WEATHERLEY, A. J.; BRUCE, C. I.; HERBERT, A. & SEYMOUR, D. J. 1993. Doramectin - a potent novel endectocide. **Vet. Parasitol.** **49**: 5-15.
- GOVER, J. & STRONG, L. 1995. The effects of ivermectin in ingested cow-dung on the mortality and oviposition of the dung fly *Neomyia cornicina* (Diptera: Muscidae). **Bull. Entomol. Res.** **85**: 53-57.
- GRAF, J. F. 1993. The role of insect growth regulators in arthropod control. **Parasitol. Today** **9 (12)**: 471-474.
- GRAHAM, J. H.; FREEMAN, D. C. & EMLLEN, J. M. 1993. Antisymmetry, directional asymmetry, and dynamic morphogenesis. **Genetica** **89**: 121-137.
- HALL, R. D. & FOEHSE, M. C. 1980. Laboratory and field tests of CGA-72662 for control of the house fly and face fly in poultry, bovine, or swine manure. **J. Econ. Entomol.** **73**: 564-569.
- HAYNES, K. F. 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behaviour. **Annu. Rev. Entomol.** **33**: 149-168.
- HERD, R.; STRONG, L. WARDHAUGH, K. 1993. Research recommendations. **Vet. Parasitol.** **48**: 337-340.
- HERD, R. 1995. Endectocidal drugs: ecological risks and counter-measures. **Int. J. Parasit.** **25 (8)**: 875-885.
- HORN, D. J. 1988. **Ecological approach to pest management**. New York, Guilford Press, XIII + 285 pp.

- HOY, M. A. 1995. Multitactic resistance management: an approach that is long overdue? **Fla. Entomol.** **78 (3)**: 443-451.
- HULTING, F. L.; ORR, D. B. & OBRYCKI, J. J. 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. **Fla. Entomol.** **73(4)**: 601-612.
- ISEKI, A. & GEORGHIOU, G. P. 1986. Toxicity of cyromazine to strains of the housefly (Diptera: Muscidae) variously resistant to insecticides. **J. Econ. Entomol.** **79**: 1192-1195.
- KEIDING, J.; JESPERSEN, J. B. & EL-KHODARY, A. S. 1991. Resistance risk assessment of two insect development inhibitors, diflubenzuron and cyromazine, for control for the housefly *Musca domestica*. Part I: Larvicidal tests with insecticide-resistant laboratory and Danish field populations. **Pestic. Sci.** **32**: 187-206.
- KEIDING, J.; EL-KHODARY, A. S. & JESPERSEN, J. B. 1992. Resistance risk assessment of two insect development inhibitors, diflubenzuron and cyromazine, for control of the housefly *Musca domestica* L. Part II: Effect of selection pressure in laboratory and field populations. **Pestic. Sci.** **35**: 27-37.
- KIERAN, P. J. 1994. Moxidectin against ivermectin-resistant nematodes - a global view. **Aust. Vet. J.** **71(1)**: 18-20.
- LASOTA, J. A. & DYBAS, R. A. 1991. Avermectins, a novel class of compounds: implications for use in arthropod pest control. **Annu. Ver. Entomol.** **36**: 91-117.
- LOGAN, N. B.; WEATHERLEY, A. J.; PHILLIPS, F. E.; WILKINS, C. P. & SHANKS, D. J. 1993. Spectrum of activity of doramectin against cattle mites and lice. **Vet. Parasitol.** **49**: 67-73.
- LUMARET, J. P.; GALANTE, O.; LUMBRERAS, C.; MENA, J.; BERTRAND, M.; BERNAL, J. L.; COOPER, J. F.; KADIRI, N. & CROWE, D. 1993. Field effects of ivermectin residues on dung beetles. **J. Appl. Ecol.** **30**: 428-436.
- MAHON, R. J. & WARDHAUGH, K. G. 1991. Impact of dung from ivermectin-treated sheep on oogenesis and survival of adult *Lucilia cuprina*. **Aust. Vet. J.** **68 (5)**: 173-177.
- MAHON, R. J.; WARDHAUGH, K. G.; van GERWEN, A. C. M. & WHITBY, W. A. 1993. Reproductive development and survival of *Lucilia cuprina* Wiedemann when fed sheep dung containing ivermectin. **Vet. Parasitol.** **48**: 193-204.
- MARKOW, T. A. 1995. Evolutionary ecology and developmental instability. **Annu. Rev. Entomol.** **40**: 105-120.

- MCKENZIE, J. A. & CLARKE, G. M. 1988. Diazinon resistance, fluctuating asymmetry and fitness in the Australian Sheep Blowfly, *Lucilia cuprina*. **Genetics** **120**: 213-220.
- MCKENZIE, J. A. & O'FARRELL, K. O. 1993. Modification of developmental instability and fitness: malathion-resistance in the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*. **Genetica** **89**: 67-76.
- MENDES FILHO, J. M. & NAKANO, O. 1977. Controle de larvas de *Musca domestica* L. 1758, com o regulador de crescimento TH 6040 (Dimilin). **O Solo** **1**: 27-29.
- METCALF, R. L. 1980. Changing role of insecticides in crop protection. **Ann. Rev. Entomol.** **25**: 219-256.
- METCALF, R. L. 1989. Insect resistance to insecticides. **Pestic. Sci.** **26**: 333-358.
- MEYER, J. A.; SIMCO, J. S. & LANCASTER JR., J. L. 1981. Controle of face fly development in bovine feces with daily injections of the ivermectin, MK 933. **Southw. Entomol.** **6(3)**: 269-271.
- MILLER, R. W. 1970. Larvicides for fly control. **Bull. Entomol. Soc. Am.** **16**: 154-158.
- MILLER, R. W.; CORLEY, C.; COHEN, C. F.; ROBBINS, W. E. & MARKS, E. P. 1981. CGA-19255 and CGA-72662: efficacy against flies and possible mode of action and metabolism. **Southw. Entomol.** **6 (3)**: 272-278.
- MILLER, R. W.; SCHMIDTMANN, E. T.; WAUCHOPE, R. D.; CLEGG, C. M.; HERNER, A. E. & WEBER, H. 1996. Urine delivery of cyromazine for suppressing house and stable flies (Diptera: Muscidae) in outdoor dairy calf hutches. **J. Econ. Entomol.** **89 (3)**: 689-694.
- MIURA, T.; SCHAEFER, C. H.; TAKAHASHI, R. M. & MULLIGAN III, F. S. 1976. Effects of the insect growth inhibitor, Dimilin®, on hatching of mosquito eggs. **J. Econ. Entomol.** **69 (5)**: 655-658.
- MORIARTY, F. 1969. The sub-lethal effects of synthetic insecticides on insects. **Biol. Rev.** **44**: 321-357.
- MOYA-BORJA, G. E.; MUNIZ, R. A.; SANAVRIA, A.; GONÇALVES, L. C. B. & REW, R. S. 1993a. Therapeutic and persistent efficacy of doramectin against *Dermatobia hominis* in cattle. **Vet. Parasitol.** **49**: 85-93.
- MOYA-BORJA, G. E.; OLIVEIRA, C. M. B.; MUNIZ, R. A. & GONÇALVES, L. C. B. 1993b. Prophylactic and persistent efficacy of doramectin against *Cochliomyia hominivorax* in cattle. **Vet. Parasitol.** **49**: 95-105.

- MULLA, M. S. & AXELROD, H. 1983. Evaluation of Larvadex, a new IGR for the control of pestiferous flies on poultry ranches. **J. Econ. Entomol.** **76**: 520-524.
- OLIVEIRA, P. C. S.; TREVIJANO, L. K. G & BÉLO, M. 1993. Sensibilidade estacional em linhagens de *Musca domestica* (L.) para três tipos de inseticidas. **An. Soc. Entomol. Brasil** **22**: 455-461.
- PALMER, A. R. 1996. Waltzing with asymmetry. **BioScience** **46(7)**: 518-532.
- PALMER, A. R. & STROBECK, C. 1986. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** **17**: 391-421.
- PAP, L. & FARKAS, R. 1994. Monitoring of resistance of insecticides in house fly (*Musca domestica*) populations in Hungary. **Pestic. Sci.** **40**: 245-258.
- PICKENS, L. G. & LORENZEN, K. J. 1983. A new larval diet for *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **J. Med. Entomol.** **20**: 572-573.
- PINDER III, J. E.; WIENER, J. G. & SMITH, M. H. 1978. The Weibull distribution: a new method of summarizing survivorship data. **Ecology** **59 (1)**: 175-179.
- PINTO, M. C. 1994. **Variação do grau de susceptibilidade em populações de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) ao inibidor de desenvolvimento de insetos, cyromazine.** Tese de mestrado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, x + 70 p.
- POVOLNÝ, D. 1971. Synantropy. In: B. Greenberg (ed.) **Flies and diseases**, vol. 1, pp. 17-54, Princeton Univ. Press, Princeton, N.Y.
- REED, D. K.; TROMLEY, N. J. & REED, G. L. 1985. Activity of avermectin B1 against codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae). **J. Econ. Entomol.** **78**: 1067-1071.
- REYNOLDS, S. E. 1987. The cuticle, growth and moulting in insects: the essential background to the action of acylurea insecticides. **Pestic. Sci.** **20**: 131-146.
- RIDSDILL-SMITH, T. J. 1988. Survival and reproduction of *Musca vetustissima* Walker (Diptera: Muscidae) and a scarabaeine dung beetle in dung of cattle treated with Avermectin B₁. **J. Aust. ent. Soc.** **27**: 175-178.
- ROBERTSON, J. L.; RICHMOND, C. E. & PREISLER, H. K. 1985. Lethal and sublethal effects of avermectin B1 on the western spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). **J. Econ. Entomol.** **78**: 1129-1132.

- ROHRER, S. P. & SCHAEFFER, J. M. 1995. Ivermectin. *In*: BOOTHROYD, J. C. & KOMUNIECKI, R. **Molecular approaches to parasitology**. Wiley-Liss. New York. pp. 93-107.
- ROUSH, R. T. 1993. Occurrence, genetics and management of insecticide resistance. **Parasitol. Today** **9** (5): 174-179.
- ROUSH, R. T. & MCKENZIE, J. A. 1987. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. **Ann. Rev. Entomol.** **32**: 361-380.
- RUP, P. J. & CHOPRA, P. K. 1985. Effect of diflubenzuron on egg viability, fecundity, and adult longevity of the banana fruit fly, *Zaprionus paravittiger* (Diptera: Drosophilidae). **J. Econ. Entomol.** **78**: 1118-1120.
- SCHMIDT, C. D. & KUNZ, S. E. 1980. Testing immature laboratory-reared stable flies and horn flies for susceptibility to insecticides. **J. Econ. Entomol.** **73**: 702-703.
- SHEN, J. & PLAPP, Jr., F. W. 1990. Cyromazine resistance in the house fly (Diptera: Muscidae): genetics and cross resistance to diflubenzuron. **J. Econ. Entomol.** **83** (5): 1689-1697.
- SHEPPARD, D. C.; HINKLE, N. C.; HUNTER III, J. S. & GAYDON, D. M. 1989. Resistance in constant exposure livestock insect control systems: a partial review with some original findings on cyromazine resistance in house flies. **Fla. Entomol.** **72**: 360-369.
- SHEPPARD, D. C.; GAYDON, D. M. & MILLER, R. W. 1992. Resistance in house flies (Diptera: Muscidae) selected with 5.0 ppm feed-through cyromazine. **J. Agric. Entomol.** **9** (4): 257-260.
- SOMMER, C.; STEFFANSEN, B.; OVERGAARD NIELSEN, B.; GRONVOLD, J.; VAGN JENSEN, K. M.; BROCHNER JESPERSEN, J.; SPRINGBORG, J. & NANSEN, P. 1992. Ivermectin excreted in cattle dung after subcutaneous infection and pour-on treatment: concentrations and impact on dung fauna. **Bull. ent. Res.** **82**: 257-264.

- SPARKS, T. C. & HAMMOCK, B. D. 1983. Insect growth regulators: resistance and the future. *In*: GEORGHIOU, G. P. & SAITO, T. **Pesticide resistance in arthropods**. Chapman and Hall. 1^a ed., pp. 615-668.
- STELL, J. W. 1993. Pharmacokinetics and metabolism of avermectins in livestock. **Vet. Parasitol.** **48**: 45-57.
- STRONG, L. 1993. Overview: the impact of avermectins on pastureland ecology. **Vet. Parasitol** **48**: 3-17.
- STRONG, L. & BROWN, T. A. 1987. Avermectins in insect control and biology: a review. **Bull. ent. Res.** **77**: 357-389.
- STRONG, L. & JAMES, S. 1992. Some effects of rearing the yellow dung fly, *Scathophaga stercoraria* in cattle dung containing ivermectin. **Entomol. Exp. Appl.** **63**: 39-45.
- STRONG, L. & JAMES, S. 1993. Some effects of ivermectin on the yellow dung fly, *Scatophaga stercoraria*. **Vet. Parasitol.** **48**: 181-191.
- STRONG, L. & WALL, R. 1994. Effects of ivermectin and moxidectin on the insects of cattle dung. **Bull. Entomol. Res.** **84**: 403-409.
- TITCHENER, R. N. & PURNELL, R. E. 1996. Duration of persistence of injectable avermectins against sucking lice of cattle. **Vet. Rec.** **5**: 345-346.
- TURNER, M. J. & SCHAEFFER, J. M. 1989. Mode of action of ivermectin. *In*: **Ivermectin and Abamectin**, Campbell, W. C. (ed.), pp. 71-88, Springer-Verlag, N. Y.
- VERCRUYSSSE, J.; DORNY, P.; HONG, C.; HARRIS, T. J.; HAMMET, N. C.; SMITH, D. G. & WEATHERLEY, A. J. 1993. Efficacy of doramectin in the prevention of gastrointestinal nematode infections in grazing cattle. **Vet. Parasitol.** **49**: 51-59.

- VIÑUELA, E.; BUDIA, F.; JACAS, J.; ADÁN, A.; MARCO, V. & DEL ESTAL, P. 1993. Differential larval age susceptibility of the medfly, *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt., Tephritidae) to cyromazine. **J. Appl. Ent.** **115**: 355-362.
- WARDHAUGH, K. G.; MAHON, R. J.; AXELSEN, A.; ROWLAND, M. W. & WANJURA, W. 1993. Effects of ivermectin residues in sheep dung on the development and survival of the bushfly, *Musca vetustissima* Walker and a scarabaeine dung beetle, *Euoniticellus fluvus* Goeze. **Vet. Parasitol.** **48**: 139-157.
- WILLIAMS, C. M. 1967. Third-generation pesticides. **Sci. Am.** 217: 13-17.
- WILSON, T. G. 1993. Transposable elements as initiators of insecticide resistance. **J. Econ. Entomol.** **86**: 645-651.