



UFSM

TESE DE DOUTORADO

**AMOSTRAGEM DO ÁCARO-DO-BRONZEADO *Dichopelmus
notus* KEIFER (ACARI, ERIOPHYDAE) NA CULTURA DA
ERVA-MATE EM CHAPECÓ, SANTA CATARINA**

João Vieira Neto

PPGA

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

AMOSTRAGEM DO ÁCARO-DO-BRONZEADO *Dichopelmus
notus* KEIFER (ACARI, ERIOPHYDAE) NA CULTURA DA
ERVA-MATE EM CHAPECÓ, SANTA CATARINA

por

João Vieira Neto

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em
Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como
requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Alessandro Dal'Col Lúcio

Santa Maria, RS, Brasil

2006

633.77 Vieira Neto, João
V658a Amostragem do ácaro-do-bronzeado *Dichopelmus notus* Keifer
(Acari, Eriophyidae) na cultura da erva-mate em Chapecó,
Santa Catarina / João Vieira Neto. – 2006.
67 f. : il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal
de Santa Maria, 2006.
Orientação: Prof. Dr. Alessandro Dal’Col Lúcio.

1. Erva-mate – Cultura. 2. Erva-mate – Pragas.
3. Estatística. I. Título.

CDD 633.77

Ficha catalográfica elaborada por Yara Menegatti – CRB 14/488

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**AMOSTRAGEM DO ÁCARO-DO-BRONZEADO *Dichopelmus notus*
KEIFER (ACARI, ERIOPHYDAE) NA CULTURA DA ERVA-MATE EM
CHAPECÓ, SANTA CATARINA**

elaborada por
João Vieira Neto

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Alessandro Dal'Col Lúcio, Dr.
(Presidente/Orientador)

Lindolfo Storck, Dr. (UFSM)

Renato Serena Fontaneli, Dr. (Embrapa Trigo)

Sidinei José Lopes, Dr. (UFSM)

Solon Longhi, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 10 de abril de 2006.

Ao meu pai, Agenor Vieira Quaresma (in memorian); à minha mãe, Alzira Vieira Seles; aos meus irmãos e irmãs; à minha esposa, Roseane; aos meus filhos, Filipe e Henrique; e ao meu amigo, Henrique Baltusen (in memorian).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pela oportunidade de realizar esse curso;

Ao professor do Centro de Ciências Rurais da UFSM, Alessandro Dal'Col Lúcio, pelo trabalho dedicado de orientação e pela amizade;

Aos professores do Centro de Ciências Rurais da UFSM, membros do Comitê de Orientação, Lindolfo Storck e Sidinei José Lopes;

Ao professor do Centro de Ciências Rurais da UFSM, Solon Jonas Longhi, pela participação na Comissão Examinadora de Tese;

Ao pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/Trigo), Renato Serena Fontaneli, pela participação como membro da Banca de Exame de Qualificação e da Comissão Examinadora de Tese;

À Universidade Comunitária Regional de Chapecó (UNOCHAPECÓ) pela concessão de bolsa de estudo, através do Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnica (PICDTU);

Aos pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (EPAGRI/Chapecó), Luis Antônio Chiaradia, pelo apoio técnico em Entomologia e Haroldo Tavares Elias, que tão gentilmente cedeu os dados climáticos;

Aos colegas do curso de Doutorado da UFSM pela amizade, estímulo e companheirismo, em especial, ao amigo Sérgio J. R de Oliveira;

A todos os professores e funcionários do Centro de Ciências Rurais da UFSM, que de uma forma ou outra, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	7
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE APÊNDICES.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Caracterização de <i>Dichopelmus notus</i>	15
2.2 Época de ocorrência e danos de <i>Dichopelmus notus</i>	15
2.3 Disposição espacial de pragas.....	17
2.4 Amostragem de <i>Dichopelmus notus</i>	19
2.5 Amostragem seqüencial.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Levantamento dos dados.....	26
3.2 Relação entre a variância e a média.....	26
3.3 Número de amostras.....	27
3.4 Seleção de modelos para planos de amostragem seqüencial binomial.....	28
3.5 Localização de <i>Dichopelmus notus</i> na planta da erva-mate.....	29
3.6 Elementos climáticos e flutuação populacional de <i>Dichopelmus notus</i>	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Relação entre a variância e a média.....	32
4.2 Número de amostras.....	37
4.3 Seleção de modelos.....	40
4.4 Comportamento de <i>Dichopelmus notus</i> na planta da erva-mate.....	47
4.5 Elementos climáticos e flutuação populacional de <i>Dichopelmus notus</i>	50
5 CONCLUSÕES.....	55
6 REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICES.....	64

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

AMOSTRAGEM DO ÁCARO-DO-BRONZEADO *Dichopelmus notus* KEIFER (ACARI, ERIOPHYDAE) NA CULTURA DA ERVA-MATE EM CHAPECÓ, SANTA CATARINA

AUTOR: JOÃO VIEIRA NETO

ORIENTADOR: ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 10 de abril de 2006.

A erva-mate é uma espécie florestal que ocorre naturalmente nas regiões temperadas e subtropicais da América do Sul. No Brasil ocorre principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Suas folhas e outras partes do ramo são utilizadas, principalmente, como matéria-prima no preparo de chás. Durante muitos anos, a exploração da erva-mate se restringiu a ervais nativos, mas recentemente passou a ser cultivada também em monocultura, sistema que favorece o desenvolvimento de pragas. O ácaro-do-bronzeado, *Dichopelmus notus* (Keifer, 1959) (Acari, Eriophyidae), praga específica dessa cultura, que antes encontrava-se em baixos níveis populacionais, atualmente devido às altas infestações, provoca a queda prematura de folhas e morte dos ponteiros, com elevados prejuízos aos produtores. Esse ácaro vem sendo considerado como uma das principais pragas da cultura da erva-mate tanto na Argentina como no Brasil. Em decorrência da importância da erva-mate e do aumento da infestação desse acarino, é necessário buscar alternativas e tecnologias que maximizem a rentabilidade da cultura. Este trabalho teve como objetivo selecionar uma metodologia de amostragem para monitorar os níveis de infestação do ácaro-do-bronzeado em lavouras de erva-mate, destinada a esclarecer aspectos de sua bioecologia. O estudo foi conduzido em erval de dez anos, no espaçamento de 2,5 X 4,0 m com altura de 1,5 m, localizado no município de Chapecó, SC. Em três áreas de aproximadamente 2.500 m², distantes entre si cerca de 100 m, foram selecionadas 30 plantas ao acaso. Quinzenalmente, no período de 27/01/2004 a 10/01/2005, avaliou-se a infestação de *D. notus* em 18 folhas maduras de dez plantas em cada área, sendo seis no terço superior, seis no terço médio e seis no terço inferior, em cada terço, três na parte externa da copa e três na interna. As avaliações foram executadas diretamente nos ervais, utilizando lentes com aumento de dez vezes e 1 cm² de campo fixo. Os resultados evidenciaram que: a infestação do ácaro ocorre de forma agregada; a estimativa do número médio de ácaros por cm² de folha, com nível de precisão de 15%, pode ser realizada em três folhas de 30 plantas em talhões de um hectare, nos meses de fevereiro a abril; os ácaros concentram-se na parte externa da copa da planta nos terços superior e médio; há correlação positiva entre a população de *D. notus* e temperaturas mínimas e máximas e correlações negativas com a precipitação pluviométrica, umidade relativa e velocidade do vento; o Modelo de Aproximação Normal com Correção de Continuidade deve ser preferencialmente utilizado na elaboração de planos de amostragem seqüencial binomial para *D. notus*.

Palavras-chave: Tamanho de amostra, *Ilex paraguariensis* St. Hil., ácarofauna, distribuição.

ABSTRACT

Doctorate's Thesis
Postgraduation Course in Agronomy
Federal University of Santa Maria

**SAMPLING OF THE TAN-MITE *Dichopelmus notus* KEIFER (ACARI,
ERIOPHYDAE) IN MATE-TEA CULTURE IN CHAPECÓ, SANTA
CATARINA**

AUTHOR: JOÃO VIEIRA NETO

ADVISOR: ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO

Date and Place of the Defense: April 10th, 2006. Santa Maria - RS.

The mate-tea tree it is a forest species that occurs naturally in the tempering regions and subtropical of America of the South. In Brazil it occurs mainly in the states of the Rio Grande do Sul, Paraná and Santa Catarina. Its leaves and branches are used, mainly, as raw material in the preparation of teas. During many years, the exploration of mate-tea if restricted the natives plants, but recently it passed also to be cultivated in monoculture, system that favors the development of pragues. The tan-mite, *Dichopelmus notus* (Keifer, 1959) (Acari, Eriophyidae), specific plague of this culture, that before met in low population levels, currently due to the high infestations, cause the premature leaf fall and death of the tips, with elevated damages to the producers. This mite comes being considered as one of the main pragues of the culture of mate-tea in the Argentine and Brazil. In result of the importance of mate-tea and of the increase of the infestation of this mite, it is necessary to search alternatives and technologies that maximize the profitability of the culture. This work aimed to select a sampling methodology to monitor the levels of infestation of the tan-mite in mate-tea orchards, destined to explain its habits. The study were carried out in orchard of ten years, in the arrangement of 2,5 X 4,0 m with height of 1,5 m, located in the Chapecó county, Santa Catarina state, Brazil. In three areas of approximately 2,500 m², distant between itself about 100 m, had been selected 30 plants randomly. Fortnightly, in the period of 27/01/2004 the 10/01/2005, were evaluated infestation of *D. notus* in 18 mature leaves of ten plants in each area, being six in the upper one-third, six in the medium one-third and six in lower one-third, three in each localization of the crown, external and internal. The evaluations were executed directly in the orchard, using lenses with increase of ten times and 1 cm² of fixed field. The results had evidenced that: the infestation of the mite occurs of aggregate form; the estimate of the average number of mites for cm² of leaf, with level of 15% precision, can be carried through in three leaves of 30 plants in sections of hectare, from february to april; the mites concentrate themselves in the external part of the plant in the upper one-third part of canopy as well as at part medium one-third; positive correlation was observed among the population of *D. notus* and minimum and maximum temperatures, however negative correlations was observed among tan-mite e population and rain precipitation, relative humidity and speed of the wind; the Model of Normal Approach with Correction of Continuity must preferential be used in the elaboration of binomial sequential sampling plans for *D. notus*.

Key Words: Sample size, *Ilex paraguariensis* St. Hil., mites, distribution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Média do número de ácaros <i>Dichopelmus notus</i> por cm ² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	33
FIGURA 2 - Média do número de ácaros <i>Dichopelmus notus</i> por planta na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	33
FIGURA 3 - Variância do número de ácaros <i>Dichopelmus notus</i> por cm ² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	34
FIGURA 4 - Variância do número de ácaros <i>Dichopelmus notus</i> por planta na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	34
FIGURA 5 - Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' (SAe%) da infestação de <i>Dichopelmus notus</i> em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, em função do tamanho da amostra (n), considerando os modelos de Aproximação Normal com Correção de Continuidade, Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) e pela metodologia de Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996), para infestações média (m' = 5,0 ácaros por cm ² de folha). Santa Maria, RS, 2006.....	45
FIGURA 6 - Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' (SAd%) da infestação do ácaro <i>Dichopelmus notus</i> em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, em função do tamanho da amostra (n), considerando os modelos de Aproximação Normal com Correção de Continuidade, Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) e pela metodologia de Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996), para infestações média (m' = 5,0 ácaros por cm ² de folha). Santa Maria, RS, 2006.....	46
FIGURA 7 - Médias de ácaros <i>Dichopelmus notus</i> por cm ² de folha nos terços de alturas de plantas (TS = terço superior, TM = terço médio e TI = terço inferior) e nas profundidades da copa (I = externa e II = interna) em cada mês do ano, em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	48

FIGURA 8 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a média da temperatura mínima e máxima (°C). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...)..... 52

FIGURA 9 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a precipitação acumulada (mm). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...)..... 53

FIGURA 10 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a média da umidade relativa (%). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...)..... 53

FIGURA 11 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a média da velocidade do vento (m/s). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...)..... 54

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - Estimativa dos coeficientes lineares, de regressão e de determinação dos ajustes à lei da potência de Taylor e ao modelo de Lloyd, a partir do número de ácaros *Dichopelmus notus* observados por cm^2 de folha de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006..... 35
- TABELA 2 - Estimativa dos coeficientes lineares, de regressão e de determinação dos ajustes à lei da potência de Taylor e ao modelo de Lloyd, a partir do número de ácaros *Dichopelmus notus* observados por planta de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006..... 35
- TABELA 3 - Estimativa do tamanho da amostra (n) para estimar o número médio de ácaros *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha e por planta em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através da equação modificada de KARADINOS (1976), para diferentes níveis de precisão (D). Santa Maria, RS, 2006..... 38
- TABELA 4 - Estimativa do tamanho da amostra (n) para estimar o número médio de ácaros *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha e por planta em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através da equação proposta por COCHRAN (1965), para diferentes níveis de precisão (D%). Santa Maria, RS, 2006..... 39
- TABELA 5 - Limite Inferior (T_{nI}), Limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, via diversos modelos para diferentes infestações médias por cm^2 de folha (m'). Santa Maria, RS, 2006..... 41
- TABELA 6 - Limite Inferior (T_{nI}), Limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' (SAe%), Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' e Amplitude Total do Intervalo (AT%) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através do modelo de Aproximação Normal com Correção de Continuidade, para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006..... 43

TABELA 7 - Limite Inferior (T_{nI}), Limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' (SAe%), Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' e Amplitude Total do Intervalo (AT%) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através do modelo Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006..... 43

TABELA 8 - Limite Inferior (T_{nI}), limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do intervalo à esquerda de m' (SAe%), Semi-amplitude do intervalo à direita de m' e Amplitude Total do Intervalo (AT%) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através do modelo Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006..... 44

TABELA 9 - Limite Inferior (T_{nI}), limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' (SAe%), Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' e Amplitude Total do Intervalo (AT%) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através dos modelos de Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) e pela metodologia de Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006..... 44

TABELA 10 - Resumo da análise de variância conjunta do experimento bifatorial no delineamento em blocos ao acaso com amostragem na parcela, para o número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006..... 47

TABELA 11 - Médias de ácaros *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha nos terços de alturas de plantas e nas profundidades da copa em cada mês do ano em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006..... 48

TABELA 12 - Coeficientes de correlação linear simples entre fatores climáticos e o número médio de *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha em diferente locais de plantas de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006..... 50

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Estimativa da média (m) e da variância (s^2) do número de ácaros <i>Dichopelmus notus</i> em duas unidades de amostragem: cm^2 de folha e planta, em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	65
APÊNDICE 2 – Número médio de <i>Dichopelmus notus</i> por cm^2 de folha em diferente locais de plantas de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	66
APÊNDICE 3 – Média de temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$) (T. Max.), média de temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$) (T. Mín.), umidade relativa do ar (%) (Umi.), velocidade do vento (m s^{-1}) (Vento) e soma de precipitação pluviométrica (mm) (Prec.), no período de janeiro de 2004 a janeiro de 2005 em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.....	67

1 INTRODUÇÃO

A planta erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae), é uma espécie florestal que ocorre naturalmente nas regiões temperadas e subtropicais da América do Sul, entre os paralelos 21° e 30° de latitude Sul, e meridianos 48° e 56° de longitude Oeste, principalmente em altitudes que variam entre 500 e 1000 m (DA CROCE & FLOSS, 1999).

A cadeia produtiva da erva-mate, no Brasil, segundo produtor mundial, envolve aproximadamente 180 mil produtores rurais e 600 empresas de beneficiamento, que geram mais de 700 mil empregos diretos e produzem receita e agregação de valores. A produção brasileira de erva-mate em 2004 foi de 403,3 mil toneladas (folha verde), gerando R\$ 118 milhões em divisas. Destacaram-se como produtores os estados do Rio Grande do Sul (55,3%), Paraná (33,1%), Santa Catarina (9,3%) e Mato Grosso do Sul (2,3%) (ANUÁRIO BRASILEIRO DA ERVA-MATE, 2000; IBGE, 2006).

No estado de Santa Catarina, a erva-mate está presente em aproximadamente 19 mil propriedades rurais de 120 municípios e envolve direta ou indiretamente cerca de 69 mil trabalhadores. Além da importância como fonte de renda, principalmente para a agricultura familiar, a erva-mate representa uma manifestação cultural que identifica os habitantes dos estados da região Sul do Brasil. Herança herdada dos índios Guaranis que habitavam essa região na época da colonização, o hábito de tomar o chá, feito a partir das folhas da erva - chamado de chimarrão -, permanece até hoje, constituindo, inclusive, um dos símbolos oficiais do Rio Grande do Sul (LAVOURA PECUÁRIA, 1978; DA CROCE, 2000; PASINATO, 2003).

Durante muitos anos, a exploração da erva-mate se restringia a ervais nativos, mas recentemente passou a ser cultivada também em monocultura, sistema que favorece o desenvolvimento de pragas (PENTEADO, 1995). Neste sentido, o ácaro-do-bronzeado, *Dichopelmus notus* (Keifer, 1959) (Acari, Eriophyidae), praga específica dessa cultura, que antes encontrava-se em baixos níveis populacionais, atualmente devido às altas infestações, provoca a queda prematura de folhas e morte dos ponteiros, com elevados prejuízos aos produtores dos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná (SANTANA et al., 2000). DE COLL & CACERES (1995) consideram o ácaro-do-bronzeado uma das principais pragas da cultura da erva-mate na Argentina, principalmente nos ervais das províncias de Misiones e Corrientes.

A menor produção dos ervais infestados pelo ácaro-do-bronzeado e a conseqüente redução da qualidade da matéria-prima, principalmente em determinados períodos do ano, justificam a realização de estudos capazes de esclarecer aspectos da bioecologia dessa espécie, visando aprimorar o seu manejo e reduzir seus danos. Desta forma, o acompanhamento dos níveis de infestação de *D. notus* é importante para a adoção de práticas racionais visando seu manejo integrado. Esse procedimento requer a definição de metodologias de amostragem que permitam estimar com eficiência e rapidez sua densidade populacional.

Embora não haja um método universal de amostragem para monitorar ácaros em lavouras comerciais, a definição de um método de amostragem depende de alguns elementos básicos como: determinação do número e do tipo de unidades amostrais (planta, folha, fruto, ramo...) que devem ser avaliadas em cada inspeção; identificação das épocas do ano de maior ocorrência; determinação dos locais, dentro da própria planta, onde ocorrem as maiores infestações; conhecimento dos fatores ambientais que interferem nessa dinâmica; e caracterização do tipo de distribuição espacial da espécie. Tudo isso se associa ao custo operacional e à proteção que o método oferece contra a tomada de decisões erradas (SILVEIRA NETO et al., 1976; RUESINK, 1980).

Nessa perspectiva, esse trabalho teve como objetivo geral gerar uma metodologia de amostragem para monitorar os níveis de infestação populacional de *D. notus* em lavouras de erva-mate, nas condições do município de Chapecó, Santa Catarina. Especificamente objetivou-se: identificar o tipo de distribuição espacial de *D. notus*; determinar o número de plantas e o número de folhas por planta que devem ser inspecionadas em cultivos comerciais de erva-mate em programas de monitoramento; selecionar modelos de intervalos de confiança para a construção de planos de amostragem seqüencial binomial para o ácaro-do-bronzeado; identificar a localização mais provável do ácaro na planta e estudar a influência da temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$), da temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$), da precipitação pluviométrica (mm), da umidade relativa do ar (%) e da velocidade do vento (m s^{-1}) na flutuação populacional do ácaro-do-bronzeado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização de *Dichopelmus notus*

Os ácaros *Dichopelmus notus* possuem coloração branca ou amarelada, tornando-se de cor parda à medida que envelhecem, conforme relatos de DE COLL & SAINI (1992) e CHIARADIA (2001b). A localização dos ácaros nas árvores pode ser responsável pela alteração na sua coloração, sendo que os ácaros encontrados em folhas novas são mais esbranquiçados, enquanto que os encontrados em folhas maduras possuem coloração mais amarelada.

Esse ácaro possui o corpo com formato semelhante ao de uma “vírgula”, tendo a porção anterior do corpo mais larga, onde se localizam os únicos dois pares de patas, característicos dos eriofídeos. Quando atingem a fase adulta, medem cerca de 0,13 a 0,20 mm de comprimento por 0,05 mm de largura, sendo necessário utilizar lentes de aumento para facilitar a visualização.

O ciclo biológico completa-se em aproximadamente 10 dias, compreendendo as fases de ovo, larva, ninfa e adulto. A longevidade dos adultos é de aproximadamente 20 dias, período que cada fêmea põe de 1 a 2 ovos por dia. A temperatura ótima para esse ácaro é em torno de 25 °C, associada à umidade relativa elevada (DE COLL & SAINI, 1992).

2.2 Época de ocorrência e danos de *Dichopelmus notus*

É comum a ocorrência de ataques de ácaros fitófagos na cultura da erva-mate, segundo ALVES (2000), destacando-se os eriofídeos, principalmente o ácaro-do-bronzeado. Os primeiros danos ocorridos nessa cultura, atribuídos ao ácaro-do-bronzeado, foram registrados em meados de 1930, no estado do Rio Grande do Sul. Após esse período, essa praga teve pouca importância econômica e somente mais recentemente, quando seus danos se tornaram mais evidentes, é que surgiu a preocupação de se obter mais informações a seu respeito. DE COLL & CACERES (1995) relatam que na Argentina, o ácaro-do-bronzeado é uma das principais pragas da cultura da erva-mate, principalmente nos ervais das províncias de Misiones e Corrientes, tendo seu pico de maior infestação em duas épocas, uma no inverno e outra no verão.

Os danos provocados por *D. notus* são bastante visíveis, pois atacam as células da epiderme das folhas e brotos para se alimentarem do conteúdo citoplasmático. As perfurações evoluem para manchas escuras e necróticas, conhecidas, vulgarmente, pelo nome de

“bronzamento”. O ataque desse acarino leva a uma paralisação do crescimento e morte de folhas novas; nas folhas velhas, provoca o bronzamento e queda prematura. CHIARADIA (2001b) verificou a existência de estruturas vegetativas de fungos pertencentes aos gêneros *Alternaria*, *Epicoccum*, *Gleosporium*, *Cladosporium* e *Penicillium* entre as células dos tecidos retirados de folhas com lesões de bronzamento, sugerindo a existência de inter-relação entre esses fungos, o ácaro e a erva-mate. Ainda segundo esse autor, houve uma ocorrência de danos expressivos e elevadas infestações do ácaro-do-bronzado no período de dezembro a maio no Oeste de Santa Catarina.

A presença de ácaros e, de maneira geral, de artrópodes em cultivos de erva-mate, pode acarretar danos à qualidade sanitária do produto final, conforme relatos de BORGES (2002). Ao realizar a análise de sujidades leves nas folhas, o autor constatou que todas as amostras estavam fora do padrão, porque o número de fragmentos de insetos excedeu os limites máximos estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Em inspeções quinzenais realizadas em erval localizado no município de Chapecó-SC, no período de fevereiro a maio de 1999, foram avaliadas 18 folhas por planta em 10 plantas, sendo encontrada uma infestação média de 1,1 ácaros-do-bronzado por cm^2 de folha (VIEIRA NETO & CHIARADIA, 1999). Posteriormente MENEGUZZI et al. (2002) registraram a ocorrência de 2,6 ácaros-do-bronzado por cm^2 de folha, em levantamentos realizados em 5 folhas por planta em 54 plantas, em erval localizado no município de Chapecó-SC, no período de setembro a novembro de 2001. Nos dois estudos foram verificados os sintomas característicos do ácaro-do-bronzado. Embora os valores médios encontrados tenham sido baixos, foi constatada uma variação muito grande no número de ácaros. Essa variação pode ter sido acarretada principalmente devido ao fato das plantas de erva-mate serem dióicas e as mudas serem oriundas de sementes, o que implica numa variabilidade entre as plantas. A distribuição agregada, comum em populações de ácaros, também pode ter contribuído para essa alta variação entre as plantas.

Estudando a dinâmica populacional de ácaros fitófagos na cultura de erva-mate em Cascavel-PR, GAIS (2000) constatou a ocorrência de *D. notus* predominantemente nos meses de verão e outono, com uma média de 32 e 44 ácaros/folha, respectivamente. No entanto, nos meses de inverno e primavera as infestações se mantiveram em nível muito baixo. O autor atribui as altas infestações no verão e outono ao surgimento de brotações na cultura a partir da primavera e à poda realizada no verão. Isso ocorre, devido à preferência do acarino pelas folhas mais jovens.

Ao estudar o comportamento de *D. notus* em plantas de erva-mate no município de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná, de agosto de 2001 a julho de 2002, GOUVEA (2003) registrou picos populacionais de *D. notus* em agosto, quando o número médio atingiu 125 ácaros/folha. A baixa precipitação pluviométrica no mês de agosto poderia ter favorecido a infestação elevada do ácaro.

Em ervais localizados nos municípios de Ilópolis e Putinga-RS, FERLA (2005) cita que a maior frequência de *D. notus* ocorreu entre os meses de dezembro e março. Os levantamentos foram efetuados entre os meses de setembro de 2002 a julho de 2004.

Quanto ao manejo integrado de *D. notus*, embora a legislação brasileira não tenha nenhum produto fitossanitário registrado para o seu controle, existem algumas medidas que podem ser adotadas visando a prevenção e/ou a redução de seu nível populacional. Como práticas preventivas, pode-se utilizar barreiras vegetais do tipo quebra-vento. Essa medida dificulta a entrada e a dispersão do ácaro nos ervais, que se deslocam principalmente pela ação do vento. O uso de cobertura de solo, entre os ervais, também é recomendado, principalmente com leguminosas perenes de porte baixo. Sua floração fornece alimentos aos ácaros predadores, pertencentes aos gêneros *Euseius*, *Iphiseiodes* e *Agistemus*, nos períodos em que o ácaro-do-bronzeado está em baixa infestação, viabilizando a manutenção do seu controle biológico quando as condições climáticas o favorecem. Caso seja necessária uma intervenção com produtos químicos, recomenda-se a utilização de produtos formulados a base de enxofre, devido a sua menor toxidez em relação aos demais acaricidas e por terem períodos de carências mais curtos (CHIARADIA, 2001b).

2.3 Disposição espacial de pragas

Verificar se a densidade populacional de uma praga está sob nível tolerado de infestação é considerado um aspecto crucial em um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Normalmente a avaliação da densidade populacional requer a contagem da espécie por unidade amostral (amostragem enumerativa), ou de maneira alternativa, verificar se a espécie está ou não presente na unidade amostral (amostragem binomial). Nesse contexto, a amostragem exerce um importante papel no monitoramento de pragas em lavouras comerciais (RUESINK, 1980; WILSON & ROOM, 1983; BINNS & NYROP, 1992).

Não existe um método de amostragem universal para avaliar os níveis populacionais de pragas agrícolas. A escolha por um método de amostragem depende, entre

outros fatores, do custo operacional e da proteção que ele oferece contra a tomada de decisões erradas, ou da combinação desses fatores (SILVEIRA NETO et al., 1976; RUESINK, 1980).

A disposição espacial dos indivíduos em seu habitat tem uma grande influência em planos de amostragem. Dependendo do tipo de disposição, métodos diferenciados de amostragem são necessários, exigindo muito cuidado na implementação de estratégias, visando seu manejo quando se trata de pragas agrícolas (RUESINK, 1980; ALVES et al., 2005). Em geral, classifica-se a disposição espacial dos indivíduos em três padrões básicos: uniforme, aleatório e agrupado. No padrão uniforme, existe uma tendência das espécies apresentarem a mesma infestação por unidade espacial. Já no padrão aleatório, o número de indivíduos em certas unidades espaciais não afeta a ocorrência de outros na vizinhança. No padrão agrupado, a presença de espécies é afetada pela maior ou menor densidade na vizinhança, com tendência de formação de grupos. Estatisticamente, esse fenômeno é chamado de contágio e é típico de algumas espécies de insetos e ácaros cuja mobilidade é reduzida, como certos pulgões e cochonilhas. Assim, à medida que se reproduzem, os grupos vão sendo formados (BINNS & NYROP, 1992).

Quando ocorre disposição uniforme, os dados referentes à contagem de pragas ou de seus danos podem ser estudados através da distribuição de probabilidade discreta binomial, que caracteriza-se por apresentar variância menor do que a média (QUINTEROS, 1984). Para disposição aleatória pode-se utilizar a distribuição discreta de Poisson, cujos dados apresentam variância e média semelhantes. No caso de disposição agregada utilizam-se distribuições discretas de contágio (variância maior que a média), sendo mais comum a distribuição binomial negativa.

Existem vários índices para descrever a disposição espacial de pragas, mas os mais frequentemente utilizados são: o coeficiente “b”, obtido por regressão através da lei da potência de Taylor (TAYLOR, 1961), a qual estabelece que a relação entre a variância e a média de populações é expressa por $s^2 = am^b$; o coeficiente β , estimado por regressão do índice de agrupamento m^* (LLOYD, 1967) pela média populacional, através do modelo $m^* = \alpha + \beta m$.

Valores iguais a um, ou não diferentes estatisticamente de um, para os coeficientes “b” e β , respectivamente, indicam que a distribuição é ao acaso. Para “b” e $\beta > 1$ têm-se uma distribuição agregada, e para “b” e $\beta < 1$ têm-se uma distribuição uniforme (TAYLOR, 1961; IWAO, 1972).

Outros índices também utilizados são: a relação entre a variância e a média (s^2/m) (GREIG-SMITH, 1952); o índice de MORISITA (1959) e o parâmetro k da distribuição binomial negativa (ANSCOMBE, 1949; MYERS, 1978). Uma revisão bibliográfica com maiores detalhes sobre índices de dispersão pode ser vista em FARIAS (1996).

Resultados preliminares apresentados por VIEIRA NETO et al. (2005) evidenciam que a disposição espacial do ácaro-do-bronzeado, em lavouras comerciais de erva-mate, pode ser determinada através da relação entre o número médio de ácaros por unidade de amostragem e suas respectivas variâncias.

2.4 Amostragem de *Dichopelmus notus*

Existem muitas técnicas utilizadas para estimar populações de ácaros, cada uma apresentando vantagens e desvantagens (OLIVEIRA et al., 1982). A escolha por uma ou outra está condicionada às variações e ao tamanho dos ácaros, assim como aos objetivos das avaliações. A contagem do número de indivíduos pode ocorrer diretamente nas folhas examinadas nos ervais ou através da remoção dos ácaros das folhas amostradas com avaliação de apenas uma fração da amostra. Seja qual for o método utilizado, dependendo do tamanho do ácaro, a contagem requer o auxílio de lupas com aumento de dez, vinte vezes ou de microscópio estereoscópico. Ao comparar várias técnicas de amostragem de ácaros, aqueles pesquisadores recomendam o método da área limitada quando o objetivo da avaliação envolve estudos de levantamentos populacionais. Esse método, além de conferir maior precisão nas inspeções, oferece mais rapidez na contagem, em razão de ser efetuada em apenas uma pequena parte da área foliar.

Esse sistema de amostragem também é recomendado por NASCIMENTO et al. (1982) em programas de monitoramento dos níveis populacionais do ácaro da falsa ferrugem em pomares cítricos. Devido à magnitude dos danos causados pela praga e a importância da cultura, os autores preconizam a realização de inspeções periódicas (semanais ou quinzenais) com observações realizadas diretamente nos frutos com auxílio de lentes de bolso de campo fixo, com 1cm^2 de área.

Essa forma de amostragem vem sendo utilizada com frequência em inspeções populacionais de ácaros em diferentes culturas: RIBEIRO (1988) estudou o ácaro vermelho europeu *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em macieira; GRAVENA et al. (1988), com os ácaros da falsa ferrugem, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae), e da leprose, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari, Tenuipalpidae)

em pomares cítricos; MORAES et al. (1995) e CHIARADIA (2001a) também trabalharam com o ácaro da falsa ferrugem e ALVES et al. (2005), com o ácaro da leprose em citros.

Quanto à intensidade de amostragem do ácaro-do-brozeado na cultura da erva-mate, ainda não existe uma recomendação definitiva na literatura. Os trabalhos existentes apresentam uma variação tanto em relação aos intervalos de inspeção quanto ao tamanho da amostra. Os intervalos entre as inspeções variam em semanas, quinzenas e meses e o número de plantas avaliadas oscila entre 10 a 60 plantas com observações de 12 a 24 folhas por planta (VIEIRA NETO & CHIARADIA, 1999; GAIS, 2000; GOUVEA, 2003; HORN et al., 2004; FERLA et al., 2005).

O uso de um maior número de repetições (plantas) é preferencial ao aumento do número de observações (folhas) por planta (CAMPOS, 1984), a fim de aumentar a representatividade da amostra. Esse procedimento melhora a precisão dos resultados experimentais.

Os procedimentos de amostragem de pragas dependem da natureza da pesquisa (RUESINK & KOGAN, 1982). Em pesquisas experimentais, o processo de amostragem é mais rigoroso e exige maior precisão, com conseqüente aumento do tamanho de amostras. No entanto, em trabalhos conduzidos em culturas comerciais, visando o manejo integrado, utiliza-se um nível menor de confiabilidade. Essa medida torna possível adequar o tamanho da amostra ao tempo e ao custo, tornando viáveis as inspeções periódicas necessárias em programas de monitoramento populacional de pragas agrícolas.

Existem várias proposições para solucionar esta questão, que dependem, basicamente, das características particulares do problema abordado. No caso específico de amostragem em cultivos comerciais com plantas de porte arbustivo, tais como: citros, cafeeiro e erva-mate, GOMES (1984) recomenda o uso de uma árvore como unidade amostral. O tamanho da amostra pode ser determinado pela equação de KARADINOS (1976), modificada por RUESINK (1980) e WILSON & ROOM (1983) a qual incorpora o coeficiente da lei da potência de Taylor, que mede o grau de dispersão espacial de uma espécie, e requer a definição do nível de confiabilidade desejado. A expressão é expressa por:

$$n = (t / D)^2 \cdot am^{b-2}, \text{ em que:}$$

n é o tamanho da amostra; $t_{\alpha/2}$ é um valor da tabela t de Student para um nível α de significância; D (semi-amplitude do intervalo de confiança da média); “ a ” e “ b ” são os coeficientes de Taylor e m , a média do número de indivíduos por unidade de amostragem.

Ao desenvolver um plano de amostragem para *Panonychus ulmi* em macieira, no município de Porto Amazonas-PR, RIBEIRO (1988) determinou o tamanho de amostra, utilizando-se dessa equação. NYROP et al. (1989) adaptaram essa expressão para levantamentos com base na presença-ausência de *P. ulmi* nas folhas de macieiras e calcularam o tamanho da amostra para estimar sua densidade populacional, através da aplicação do plano de amostragem seqüencial binomial em pomares comerciais de macieira.

Esse procedimento também vem sendo utilizado para estimar tamanhos de amostras para outros artrópodes em diferentes culturas, como pode ser observado, por exemplo, em SILVA et al. (2003), ao trabalharem com larvas de *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae) em pastagem, e em BURGIO et al. (2005), ao desenvolverem planos de amostragem para *Liromyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) na cultura de alface.

A equação apresentada por COCHRAN (1965), adaptada para estimação de médias populacionais, tem sido outro método utilizado na determinação do tamanho de amostra, representada pela expressão:

$$n = \frac{Nt^2(CV\%)^2}{N(D\%)^2 + t^2(CV\%)^2}, \text{ em que:}$$

n é o tamanho de amostra; N é o número total de unidades amostrais; $t_{\alpha/2}$ é o valor da tabela t de Student para um nível α de significância; $CV\%$ é o coeficiente de variação e $D\%$ (semi-amplitude do intervalo de confiança da média em percentagem).

Esse procedimento vem sendo utilizado com freqüência em trabalhos com plantas anuais para determinar o número de repetições em ensaios experimentais. MARODIM et al. (2000) determinaram o tamanho de amostra para a cultura de alface em ensaios conduzidos sob sistema hidropônico; SOUZA (2001) estimou o tamanho de amostra para experimentos com as culturas da abóbora italiana e do pimentão em ambiente protegido, e LORENTZ et al. (2004) definiram o tamanho de amostra para experimentos realizados em estufa plástica com a cultura do pepineiro do tipo conserva. No entanto, essa metodologia pode ser empregada em trabalhos com plantas arbóreas, devido ao seu caráter geral do ponto de vista estatístico.

Associada a essas considerações, em se tratando de amostragem de pragas agrícolas em geral, existe a possibilidade de definir o tipo de amostragem mais apropriada à situação enfrentada. Neste caso, pode-se optar pela amostragem convencional ou seqüencial. Esta última tem sido preferida em programas de monitoramento, cujas inspeções são realizadas diretamente no campo. Este procedimento apresenta-se mais vantajoso, pois possibilita a redução do tempo e do custo das amostragens, principalmente quando se utiliza o sistema

baseado apenas na presença ou ausência da espécie na unidade amostral (PIETERS & STERLING, 1975; WILSON et al., 1984; PICKETT & GILSTRAP, 1986).

2.5 Amostragem seqüencial

Basicamente, existem dois métodos de amostragem a serem utilizados no levantamento populacional de insetos e ácaros em campo, sendo denominados: convencional e seqüencial. Na amostragem convencional, o número de amostras é fixo, independentemente do nível de infestação da espécie. A amostragem seqüencial se constitui num método, em que o número de unidades amostrais avaliadas é variável em função do nível da infestação existente. Assim, quando a densidade da espécie praga está muito abaixo ou muito acima do nível de controle, a decisão de controlar, ou não, pode ser tomada com menor número de amostras. O método seqüencial se caracteriza por ser mais vantajoso, pois possibilita reduzir o tempo e custo das amostragens (PIETERS & STERLING, 1975; PINTO et al., 1995). Esse tipo de amostragem pode se tornar ainda mais eficiente quando se baseia apenas na presença ou ausência da praga na unidade de amostragem considerada (planta, fruto, folha, entre outros). Quando construídos desta forma, os planos de amostragem seqüencial são chamados de binomiais (WILSON et al. 1983; WILSON et al., 1984; PEREIRA et al., 2004).

Nas últimas duas décadas foram disponibilizadas técnicas para a confecção de planos de amostragem seqüencial do tipo binomial. Estas técnicas, embora se apóiem no mesmo princípio teórico, requerem modelos probabilísticos diferenciados, em função das características do problema abordado (tipo de praga, lavoura, etc). Esses modelos são responsáveis pela elaboração das linhas de decisão do plano de amostragem.

O procedimento baseado no teste seqüencial da razão de probabilidades para a construção de planos de amostragem seqüencial foi proposto por WALD (1945, 1947). Este método foi desenvolvido para a indústria de produtos manufaturados e, posteriormente, adaptado por biólogos e entomologistas para a amostragem de peixes e insetos. Para aplicar esse método, deve-se conhecer o modelo probabilístico que descreve a distribuição da praga. Porém, existem situações nas quais os dados de contagem de insetos e ácaros ou de seus danos não se ajustam de maneira satisfatória a nenhum modelo probabilístico (FARIAS, 1996).

Tentando contornar esse problema, IWAQ (1975) criou uma metodologia para a construção de planos de amostragem seqüencial, independente do modelo probabilístico que descreve a distribuição da praga. Apoiando-se no teorema do limite central, a metodologia consiste em adaptar um intervalo de confiança em torno da média (nível de controle), gerando

duas curvas divergentes, chamadas linhas de decisão. Os valores acima da linha superior representam situações nas quais o controle da praga se faz necessário. Valores abaixo da linha inferior indicam que não é necessário adotar medidas de controle. Desta forma, o plano de amostragem seqüencial é construído para testar a hipótese de que a infestação populacional da praga está abaixo do nível de controle ($H_0 : \mu < m'$), contra a hipótese alternativa de que a infestação está igual ou acima do nível de controle ($H_1 : \mu \geq m'$).

As linhas para esse plano são dadas a partir da seguinte expressão:

$$T_n = n.m' \pm t(n.s^2)^{1/2}, \text{ em que:}$$

T_n é o número acumulado de espécimes contados em cada unidade amostral; n é o número de unidades amostrais examinadas até um dado momento; m' corresponde ao nível de controle da praga; t é o valor da tabela t de Student para um nível α de significância e infinitos graus de liberdade; e s^2 é a variância em torno do nível de controle (m').

Esse intervalo de confiança tem sido construído geralmente fazendo-se uso da lei da potência de TAYLOR (1961), que expressa a relação existente entre a variância e a média em diferentes níveis de infestação da praga (MAITEKI & LAMB, 1987; SHELTON et al., 1987). A partir dessa informação é possível estimar o erro padrão adequado para ser utilizado no intervalo de confiança.

A variância é uma função crescente da média, segundo a lei de potência de TAYLOR (1961), e é dada por:

$$s^2 = am^b, \text{ em que:}$$

“a” e “b” são parâmetros característicos da praga e da unidade de amostragem estimados por regressão, m é a média populacional e s^2 a variância.

Outra forma de expressar a relação existente entre a variância e a média em diferentes níveis de infestação da praga é através do índice de agrupamento m^* (LLOYD, 1967), que utiliza a média populacional (m) para estimar a variância correspondente ao nível de controle.

O modelo de regressão é baseado na relação:

$$m^* = \alpha + \beta m, \text{ em que:}$$

α e β são parâmetros característicos da praga e da unidade de amostragem, estimados por regressão linear e m^* corresponde a:

$$m^* = m + (s^2 / m) - 1$$

Assim, a relação entre variância e média é dada por:

$$s^2 = (\alpha + 1)m + (\beta - 1)m^2$$

Planos de amostragem gerados a partir da metodologia de IWAO (1975) exigem a contagem da praga por unidade amostral, tornando-os menos operacionais em nível de campo. Esses planos são denominados de Planos de Amostragem Seqüencial Numéricos.

Uma modificação na elaboração do plano seqüencial de IWAO (1975), com base na ocorrência ou não da espécie na unidade amostral, foi proposta por WILSON et. al. (1983) criando o Plano de Amostragem Seqüencial Binomial. A metodologia consiste em adaptar um intervalo de confiança em torno do nível de controle expresso em proporção de unidades amostrais infestadas. A equação apresentada por esses autores foi desenvolvida a partir do teorema do limite central, gerando, portanto, um intervalo de confiança aproximado para a proporção (Aproximação Normal para a Distribuição Binomial). Nesse caso, as linhas do plano são dadas por:

$$T_n = n.y \pm t[y(1 - \frac{y}{n})]^{1/2}, \text{ em que:}$$

T_n é o número acumulado de unidades amostrais infestadas; n é o número de unidades amostrais examinadas até um dado momento; $y = n.\hat{P}(I)$, em que y representa o número de unidades amostrais infestadas; t é o valor da tabela t de Student para um nível α de significância e infinitos graus de liberdade e $\hat{P}(I)$, a estimativa da proporção de unidades amostrais infestadas em torno do nível de controle. O valor de $\hat{P}(I)$ é obtido pela expressão proposta por WILSON & ROOM (1983):

$$\hat{P}(I) = 1 - e^{-m[\ln(am^{b-1}).(am^{b-1}-1)^{-1}]}$$

sendo “ a ” e “ b ” os parâmetros estimados pela lei da potência de Taylor.

Outras possibilidades de gerar intervalos de confiança aproximados para uma proporção são descritas por BLYTH (1986), as quais podem ser aplicadas na construção das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial. As expressões que possibilitam gerar as linhas de decisão a partir desses intervalos aproximados podem ser descritas como:

- Aproximação Normal com Correção de Continuidade;

$$T_{n_s} = n \left[\frac{(y + 0,5) + c^2/2 + c\sqrt{(y + 0,5) - (y + 0,5)^2/n + c^2/4}}{n + c^2} \right]$$

- Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986);

$$Tn_s = n \left[\frac{y+0,5}{n} + \left(\frac{c}{\sqrt{n-c^2}} \right) \sqrt{\frac{y+0,5}{n} \left(1 - \frac{y+0,5}{n} \right)} \right]$$

- Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986);

$$Tn_s = n \left[\frac{y+0,5}{n} + \left(\frac{c}{\sqrt{n}} \right) \sqrt{\frac{y+0,5}{n} \left(1 - \frac{y+0,5}{n} \right)} + \frac{c^2 + 0,5}{3n} \left(1 - 2 \frac{y+0,5}{n} \right) \right]$$

- Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973);

$$Tn_s = n \left[\left\{ y \left(1 + \frac{1-c^2}{3n} \right) + \frac{2+c^2}{3} + \frac{1-c^2}{6n} + c \sqrt{\frac{(y+1)(n-y)}{n} \left(1 + \frac{7-c^2}{18n} \right) - (n+1) \left(\frac{7-c^2}{18n} \right)} \right\} / \left(n + \frac{2+c^2}{3} \right) \right]$$

- Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968).

$$Tn_s = n \left[\left[1 + \left(\frac{y+1}{n-y} \right)^2 \left\{ \frac{(81(y+1)(n-y) - 9n - 8 - 3c \sqrt{9(y+1)(n-y)(9n+5-c^2) + n+1})}{81(y+1)^2 - 9(y+1)(2+c^2) + 1} \right\}^3 \right]^{-1} \right]$$

Para as expressões apresentadas acima, tem-se que: Tn_s é o número acumulado de unidades amostrais infestas acima do nível de controle (limite superior); n é o número de unidades amostrais examinadas até um dado momento; $y = n \cdot \hat{P}(I)$, em que y representa o número de unidades amostrais infestadas e $c = 1 - \alpha$, valor da normal padrão. Para obtenção de Tn_l (número acumulado de unidades amostrais infestas abaixo do nível de controle - limite inferior) é necessário substituir y por $y-1$ e c por $-c$.

Um intervalo de confiança exato para proporção, utilizando a distribuição F, foi apresentado por LEEMIS & TRIVEDI (1996). Devido aos avanços dos recursos computacionais, esse intervalo é, em geral, de fácil obtenção. Da mesma forma que os intervalos aproximados podem gerar as linhas de decisão de um plano de amostragem seqüencial, o intervalo exato também pode se utilizado com essa finalidade. Fazendo as devidas adaptações, obtém-se a seguinte expressão:

$$Tn_s = n \left(\frac{1}{1 + \frac{n-y}{(y+1)F_{2(y+1), 2(n-y), \alpha/2}}} \right), \text{ em que:}$$

F refere-se à probabilidade $\alpha/2$ da cauda superior direita da distribuição F. Para obtenção de Tn_l é necessário substituir y por $y-1$ e $\alpha/2$ por $1 - \alpha/2$.

Diante das várias alternativas de modelos presentes na literatura para elaboração de planos de amostragem seqüencial binomial, é necessário determinar, por meio de critérios estatísticos, aquele que mais se adapta às peculiaridades do ácaro-do-bronzeado em cultivos comerciais de erva-mate. Uma vez que ainda não existe uma especificação de plano de amostragem seqüencial para essa espécie.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Levantamento dos dados

O estudo foi conduzido em um erval de dez anos, de propriedade da empresa Ouro Verde, cujas árvores estavam espaçadas no arranjo de 2,5 m entre linhas e 4,0 m entre plantas e tinham altura de poda da planta de 1,5 m. Trata-se de um plantio comercial de erva-mate solteira a pleno sol, onde as colheitas são realizadas anualmente no sistema manual. Durante os estudos, as plantas não foram submetidas a tratamentos com produtos fitossanitários e a roçada mecânica foi adotada para o controle de ervas daninhas.

A área localiza-se no distrito de Marechal Bormann, município de Chapecó-SC, com coordenadas geográficas: 27°05' de latitude Sul e 52°56' de longitude Oeste a uma altitude média de 550 m. Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta um clima mesotérmico úmido com verão quente (Cfa) (SANTA CATARINA, 1994). As médias das temperaturas mínimas e máximas mensais variam em torno de 10,4 °C e 28,8 °C, e a precipitação média anual é de 2.090 mm, com desvio padrão de 478 mm (EPAGRI, 2005, dados não-publicados).

Em três áreas de aproximadamente 2.500 m², distantes entre si cerca de 100 m, foram amostradas 10 plantas em cada área. As plantas foram selecionadas ao acaso, entre aquelas que apresentavam boa formação de copa. Devido à realização da poda comercial, durante os meses de maio a setembro, trabalhou-se com talhões móveis, para que fosse possível a obtenção de plantas com copa cheia durante o ano todo. Quinzenalmente, no período de 27/01/2004 a 10/01/2005, foi avaliada a infestação de *Dichopelmus notus* em 18 folhas maduras, sendo seis no terço superior, seis no terço médio e seis no terço inferior, em cada terço, três na parte externa da copa e três na interna. Ao total, foram observadas 540 folhas em cada data de amostragem. As avaliações foram executadas diretamente nos ervais, utilizando lupa com aumento de dez vezes e 1 cm² de campo fixo. Na parte superior de cada folha foi realizada uma única contagem do número de ácaros, na área previamente delimitada pelo campo fixo da lupa, conforme metodologia preconizada por OLIVEIRA et al. (1982).

3.2 Relação entre a variância e a média

Com os dados obtidos, foram calculadas as estimativas da média (m), variância (s^2) e o índice de agrupamento m^* , referentes ao número de ácaros por cm² de folha e por planta. Os

cálculos dessas estimativas foram realizados para cada data de amostragem. Em seguida, foram ajustados à lei da potência de Taylor (TAYLOR, 1961) em sua forma logarítmica:

$$\ln s^2 = \ln a + b \cdot \ln m, \text{ em que:}$$

s^2 é a estimativa da variância populacional do número de ácaros por unidade de amostragem; “a” e “b” são os parâmetros do modelo estimados por regressão; e m é a média do número de ácaros por unidade de amostragem.

E ao modelo de Lloyd (LLOYD, 1967):

$$m^* = \alpha + \beta m, \text{ em que:}$$

α e β são os parâmetros do modelo estimados por regressão; m é a média do número de ácaros por unidade de amostragem; e m^* corresponde a:

$$m^* = m + (s^2 / m) - 1$$

A relação entre a variância e a média é dada por:

$$s^2 = (\alpha + 1)m + (\beta - 1)m^2$$

Para verificar se “b” e β diferem da unidade, utilizou-se o teste t de Student em um nível de 5% de probabilidade com n-2 graus de liberdade. A estatística do teste é calculada com base na expressão:

$$t = \frac{k - 1}{\sqrt{V(k)}}, \text{ em que:}$$

k = “b” ou β conforme o modelo utilizado; V(k) = estimativa da variância de “b” ou de β e n = ao número de observações pareadas.

O teste t de Student também foi utilizado para verificar se os coeficientes “a” e α diferem de zero.

As estimativas das estatísticas e as análises de regressão foram feitas via aplicativo Office Excel e do programa NTIA (EMBRAPA, 1997). A qualidade dos ajustes de regressão foi verificada pelo coeficiente de determinação (R^2) e pela análise de variância da regressão.

3.3 Número de amostras

O número de amostras para folhas e plantas foi definido via aplicação da equação modificada de KARADINOS (1976) e da equação apresentada por COCHRAN (1965), adaptada para estimação de médias populacionais, expressas respectivamente por:

$$n = (t/D)^2 \cdot am^{b-2}, \text{ em que:}$$

n é o tamanho de amostra; $t_{\alpha/2}$ é um valor da tabela t de Student para um nível α de significância, adotado 5%; D (semi-amplitude do intervalo de confiança da média) igual a 5, 10, 15, 20 e 30% da média estimada nos levantamentos amostrais; “a” e “b” são os coeficientes de Taylor; e m , a média do número de ácaros por unidade de amostragem.

$$n = \frac{Nt^2(CV\%)^2}{N(D\%)^2 + t^2(CV\%)^2}, \text{ em que:}$$

n é o tamanho da amostra; N é o número total de unidades amostrais avaliadas em cada data; $t_{\alpha/2}$ é um valor da tabela t de Student para um nível α de significância, adotado 5%; $CV\%$ é o coeficiente de variação e $D\%$ (semi-amplitude do intervalo de confiança da média em percentagem) igual a 5, 10, 15, 20 e 30%.

Foi utilizado o teste de Bartlett (STEEL et al., 1997) para testar a homogeneidade das variâncias entre as unidades amostrais (folha e planta) em cada data. No caso do teste de Bartlett acusar homogeneidade de variâncias entre as unidades amostrais, o coeficiente de variação foi determinado utilizando-se a média ponderada das variâncias pelos graus de liberdade, caso contrário, utilizou-se a variância máxima.

3.4 Seleção de modelos para planos de amostragem seqüencial binomial

Os planos seqüenciais foram construídos utilizando a metodologia do intervalo de confiança de IWAO (1975), com 90% de probabilidade, em torno do nível de controle (m'). Dada a inexistência de uma recomendação científica do nível de controle para o ácaro em estudo, os modelos foram testados em três níveis de infestação, sendo: $m' = 0,16$ ácaros por cm^2 de folha, correspondente à menor infestação média verificada nas observações de campo, $m' = 5,0$, valor intermediário da infestação da praga e $m' = 10,25$, maior infestação média observada.

As linhas dos planos foram construídas com base nos modelos de Aproximação Normal com Correção de Continuidade, Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) e pela metodologia de Leenis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996).

Os modelos foram avaliados por meio de análises da amplitude dos intervalos de confiança gerados por cada modelo. Utilizaram-se as seguintes estatísticas para comparar os seus desempenhos:

Amplitude Total do Intervalo (AT%) em torno do nível de controle da praga (m'),

dada por:

$$AT\% = \frac{Tn_s - Tn_l}{n.P(I)} \times 100$$

Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda (SAe%) de m' , expressa por:

$$SAe\% = \frac{n.P(I) - Tn_l}{n.P(I)} \times 100$$

Semi-amplitude do Intervalo à Direita (SAd%) de m' , expressa por:

$$SAd\% = \frac{Tn_s - n.P(I)}{n.P(I)} \times 100$$

Para as expressões apresentadas acima, tem-se que:

Tn_s é o número acumulado de unidades amostrais infestas acima do nível de controle (limite superior); Tn_l é o número acumulado de unidades amostrais infestas abaixo do nível de controle (limite inferior); n é o número total de unidades amostrais inspecionadas; e $\hat{P}(I)$, a estimativa da proporção de unidades amostrais infestadas em torno do nível de controle. O valor de $\hat{P}(I)$ é obtido pela expressão proposta por WILSON & ROOM (1983).

3.5 Localização de *Dichopelmus notus* na planta da erva-mate

Os dados amostrais foram utilizados para determinar a localização mais provável do ácaro na planta, dividindo a copa em três seções, denominando terço superior, médio e inferior, e duas profundidades de copa: externa e interna em cada altura de terço.

Adotou-se o modelo de análise conjunta de experimento bifatorial (Terço x Profundidade) no delineamento blocos ao acaso com amostragem na parcela, representado por:

$$y_{ijklm} = \mu + b(d)_{(m)k} + d_m + a_i + c_j + da_{mi} + dc_{mj} + ac_{ij} + dac_{mij} + e_{(m)ijk} + \varepsilon_{(ijkm)l}$$

Em que:

y_{ijklm} é o número de ácaros observados;

μ é a média geral;

$b(d)_{(m)k}$ é o efeito de blocos (plantas), com $k = 1, 2, 3, \dots, 30$, dentro de meses;

d_m é o efeito dos meses de avaliação, com $m = 1, 2, 3, \dots, 12$;

a_i é o efeito de altura de terço, com $i = 1, 2, 3$;

c_j é o efeito de profundidade de copa, com $j = 1, 2$;

da_{mi} é o efeito da interação entre os meses de avaliação e altura de terço;

dc_{mj} é o efeito da interação entre os meses de avaliação e profundidade de copa;

ac_{ij} é o efeito da interação entre altura de terço e profundidade de copa;

dac_{mij} é o efeito da interação entre os meses de avaliação, altura de terço e profundidade de copa;

$e_{(m)ijk}$ é o erro experimental;

$\varepsilon_{(ijkm)l}$ é o erro amostral, com $l = 1, 2, 3$;

A análise foi efetuada considerando doze meses, três terços, duas profundidades e 30 repetições (plantas), tendo sido efetuadas três amostras em cada combinação de altura de terço e profundidade de copa. O número de ácaros por cm^2 folha foi transformado para $(x+0,5)^{1/2}$, com a finalidade de proporcionar a normalidade dos erros.

As análises de variância foram feitas através do programa NTIA (EMBRAPA, 1997) e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

3.6 Elementos climáticos e flutuação populacional de *Dichopelmus notus*

As influências dos elementos climáticos na flutuação populacional do ácaro foram estudadas com base nos dados observados na Estação Agrometeorológica do Centro de Pesquisas para Agricultura Familiar da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (CEPAF /Epagri-Chapecó). Foram consideradas as observações diárias das temperaturas mínima e máxima do ar ($^{\circ}C$), da precipitação pluviométrica (mm), da umidade relativa do ar (%) e da velocidade do vento ($m\ s^{-1}$), no período de janeiro de 2004 a janeiro de 2005.

O coeficiente de correlação linear simples foi utilizado para quantificar as relações entre o número médio de *D. notus* por folha, observados em cada data de amostragem nos diferentes locais das plantas de erva-mate (Apêndice 2), e os elementos climáticos. Para efeito de cálculo, foram obtidas as médias das temperaturas mínima e máxima, a soma da precipitação pluviométrica, a média da umidade relativa e a média da velocidade do vento, a partir das observações diárias entre os intervalos de amostragem, sendo que, para a primeira amostra, foram tomados os quinze dias anteriores (Apêndice 3).

A significância da correlação linear foi verificada pelo teste t de Student em nível de 5% de probabilidade de erro, com n-2 graus de liberdade. Nesse caso, a estatística do teste é dada por:

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}, \text{ em que:}$$

r = estimativa do coeficiente de correlação linear simples e n = número de observações pareadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Relação entre a variância e a média

As médias estimadas em cada data de amostragem, tanto para folha como para planta, evidenciaram que o período de maior densidade populacional do ácaro *Dichopelmus notus* ocorre entre o final de fevereiro e meados de maio, com pico populacional no final de março e início do mês de abril, quando foi constatada a média de 10,25 ácaros por cm² de folha (Figuras 1 e 2).

As variâncias tendem a acompanhar o comportamento das médias, com os maiores valores encontrados no período de maior densidade populacional do ácaro e vice-versa (Figuras 3 e 4). Essa relação é comum em insetos e ácaros, sendo inclusive utilizada para definir metodologias para detectar o índice de agregação de várias espécies, como as já citadas - lei da potência de Taylor e o modelo de regressão de Lloyd (RUESINK, 1980; RIBEIRO, 1988; NYROP et al., 1989; BEARZOTI & AQUINO, 1994; VIEIRA NETO & CHIARADIA, 1999; FARIAS et al., 2001; MARUYAMA et al., 2002; SILVA et al., 2003; ONZO et al., 2005). Esses resultados e a constante citação desses índices na literatura reforçam a consistência dessas metodologias para estudar o tipo de distribuição espacial do ácaro *D. notus* em pomares de erva-mate.

Sendo assim, a partir dos dados expostos no apêndice 1, estudou-se a relação entre a variância e a média, cujos resultados estão apresentados nas tabelas 1 e 2. Embora os dois modelos adotados no estudo tenham tido bons ajustes, os coeficientes de determinação (R^2) indicam que o modelo de regressão de Lloyd apresentou um melhor desempenho quando comparado com o modelo de Taylor, tanto para a folha quanto para a planta, em todos os locais de amostragem. Em todas as situações analisadas ocorreram para “b” e β valores significativamente maiores do que um, indicando que a distribuição do ácaro no erval é agregada, para a folha e planta.

Resultados semelhantes foram obtidos por RIBEIRO (1988) ao estudar o padrão de distribuição espacial do ácaro *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) em pomar de macieiras e por GRECO et al. (1999) para o ácaro *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) para morangos. ONZO et al. (2005) também constataram padrão agregado para os ácaros *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) e *Typhlodromalus aripo* (DeLeon) (Acari: Phytoseiidae), na cultura da mandioca.

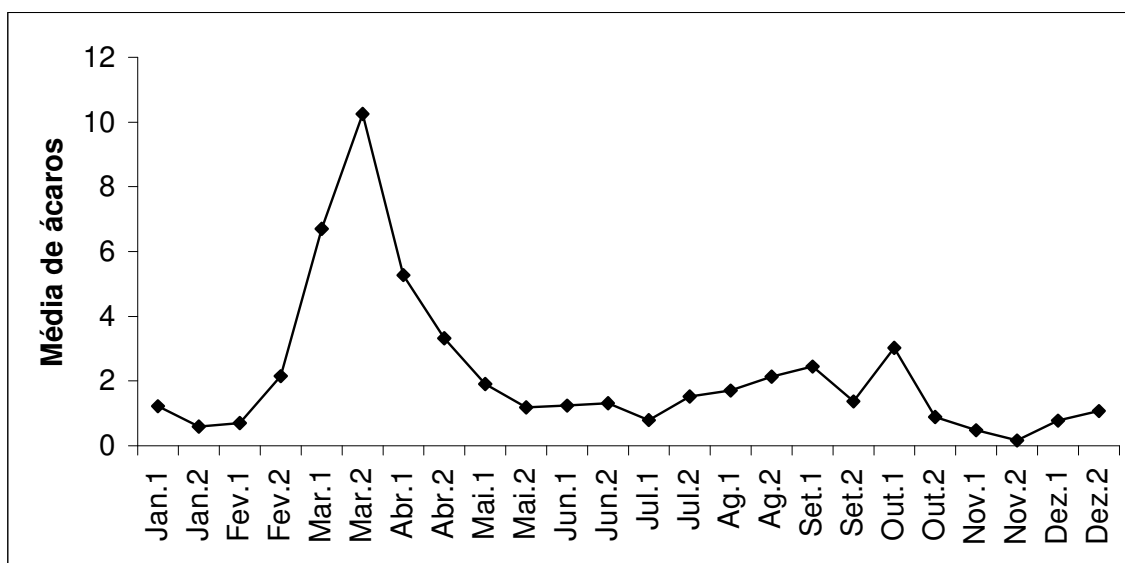


FIGURA 1 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

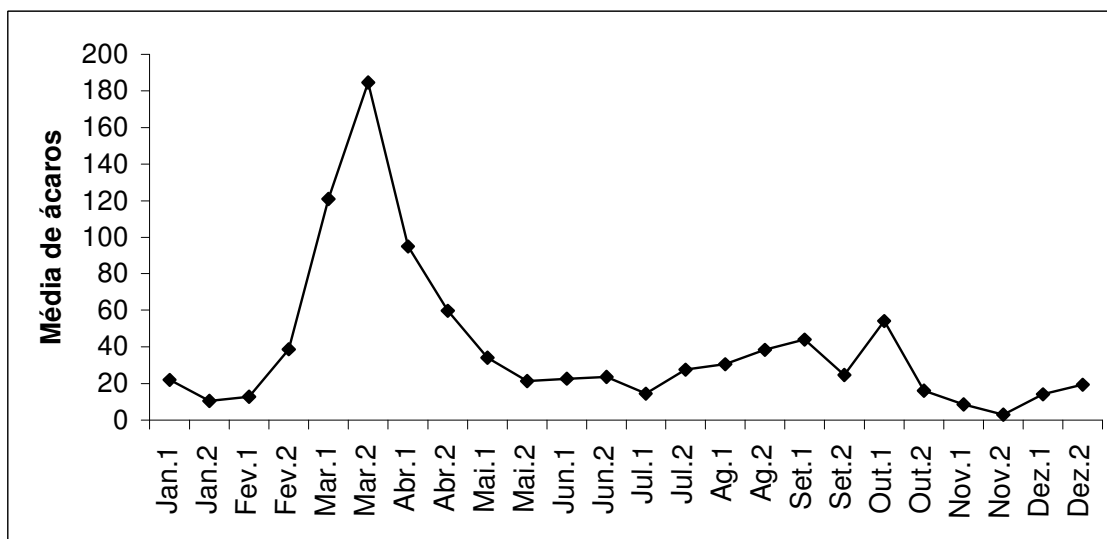


FIGURA 2 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por planta na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

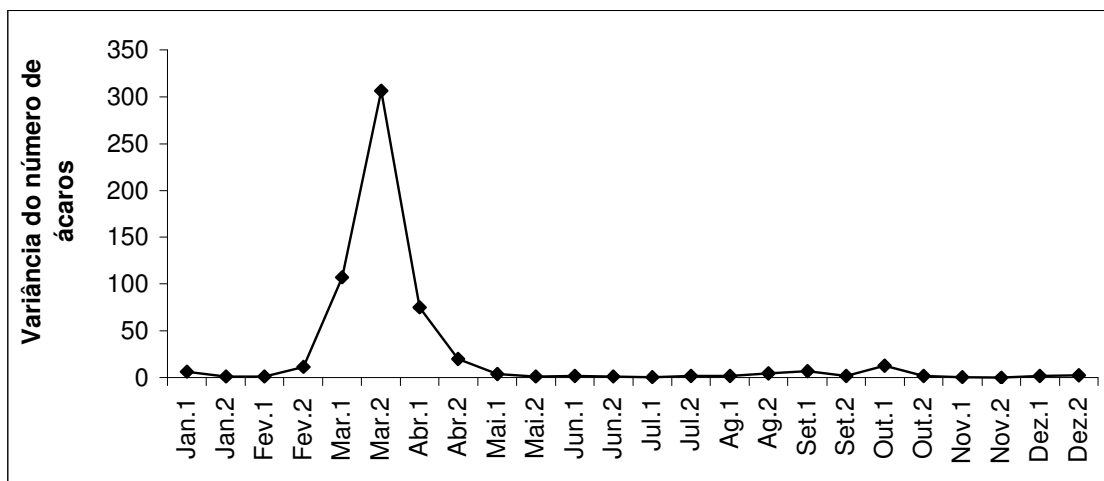


FIGURA 3 - Variância do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

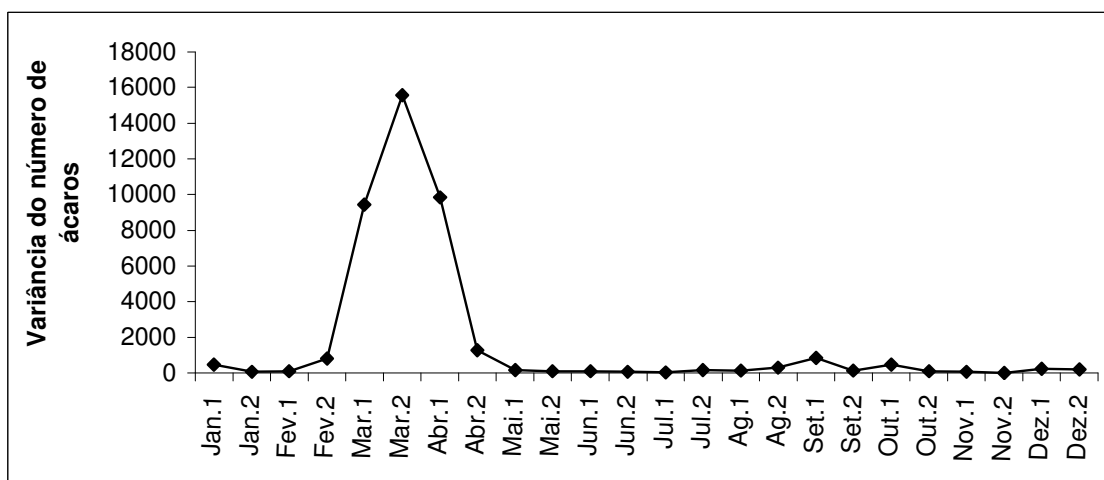


FIGURA 4 - Variância do número de ácaros *Dichopelmus notus* por planta na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

TABELA 1 - Estimativa dos coeficientes lineares, de regressão e de determinação dos ajustes à lei da potência de Taylor e ao modelo de Lloyd, a partir do número de ácaros *Dichopelmus notus* observados por cm² de folha de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

Local de amostragem	ln S ² = ln a + b.ln m			m* = α + βm		
	Ln a	b	R ²	α	β	R ²
Talhão 1	0,6858* (0,1525) ^I	1,5959* (0,1510)	0,8353	-1,7185* (0,5241)	3,1965* (0,1748)	0,9382
Talhão 2	0,5521* (0,1288)	1,6746* (0,1316)	0,8803	-2,2720* (0,6049)	3,2482* (0,1646)	0,9465
Talhão 3	0,6802* (0,1559)	1,8221* (0,1618)	0,8520	-3,5180* (0,9205)	4,5985* (0,3171)	0,9052
Área total	0,7017* (0,1384)	1,7579* (0,1444)	0,8706	-2,4543* (0,5323)	3,7702* (0,1702)	0,9572

* - Significativo em 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student;

^I - Valores entre parênteses referem-se ao erro padrão da estimativa.

TABELA 2 - Estimativa dos coeficientes lineares, de regressão e de determinação dos ajustes à lei da potência de Taylor e ao modelo de Lloyd, a partir do número de ácaros *Dichopelmus notus* observados por planta de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

Local de amostragem	ln S ² = ln a + b.ln m			m* = α + βm		
	Ln a	b	R ²	α	β	R ²
Talhão 1	-0,5502 ^{NS} (0,5257) ^I	1,8535* (0,1585)	0,8614	-9,6523 ^{NS} (4,7830)	1,7463* (0,0872)	0,9479
Talhão 2	-0,4166 ^{NS} (0,7463)	1,7776* (0,2195)	0,7486	-6,8277* (2,8532)	1,5746* (0,0503)	0,9779
Talhão 3	-0,2083 ^{NS} (0,5577)	1,7301* (0,1622)	0,8379	-3,1527 ^{NS} (5,4698)	1,4895* (0,0917)	0,9229
Área total	-0,2894 ^{NS} (0,5758)	1,8047* (0,1694)	0,8375	-4,3013 ^{NS} (4,1288)	1,5775* (0,0733)	0,9545

NS - Não significativo em 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student;

^I - Valores entre parênteses referem-se ao erro padrão da estimativa;

* - Significativo em 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student.

A característica de baixa mobilidade da maioria dos ácaros fitófagos pode justificar esse padrão de distribuição. Ao avaliar a capacidade de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari, Tenuipalpidae) em pomares de citros situados no município de Descalvado-SP, ALVES et al. (2005) verificaram que a dispersão desse acarino, tanto pelo vento quanto pelo caminhar é relativamente limitada, quando comparada com ácaros predadores. No entanto, apesar dessa baixa mobilidade apresentada por ácaros fitófagos em geral, os autores advertem que a capacidade de dispersão desses espécimes não deve ser negligenciada, pois pode ser suficiente para o estabelecimento de focos de infestação em culturas nas quais estejam presentes.

Conforme visto em tópicos anteriores, a disposição espacial dos indivíduos em seu habitat tem uma grande influência em planos de amostragem. Dependendo do tipo de disposição, métodos diferenciados de amostragem são necessários, exigindo muito cuidado na implementação de estratégias que visam a seu manejo, quando se trata de pragas agrícolas.

Uma dessas implicações diz respeito à escolha da metodologia para gerar as linhas de decisão de um plano de amostragem seqüencial. Caso a metodologia escolhida seja a preconizado por WALD (1945; 1947), o tipo de disposição da praga determina a distribuição probabilística a ser utilizada. No padrão agrupado, que é a situação em questão, deve-se utilizar distribuições discretas de contágio. Por outro lado, se for utilizada a metodologia de IWAO (1975), que fundamenta-se em intervalos de confiança para média e proporção, deve-se optar por modelos que incorporem algum índice de agregação da praga, especialmente quando os padrões de agregação forem do tipo uniforme ou agregado, situações em que os índices são estatisticamente diferentes da unidade.

Uma escolha inadequada dos modelos probabilísticos ou das equações de intervalos de confiança - conforme metodologia adotada - afeta a geração das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial. Devido a grande variação presente dos padrões agregados, os intervalos entre as linhas de decisão do plano são maiores do que nos padrões uniforme e aleatório. Esse “relaxamento” das linhas de decisão funciona como um mecanismo que oferece maior proteção contra a tomada de decisões erradas, notadamente para pequenas amostras, ou seja, no início do processo de amostragem. Caso o fator agregação não seja contemplado, o plano seria inapropriado em programas de monitoramento da espécie, por não representar adequadamente o comportamento da mesma. Como consequência, as decisões tomadas nas inspeções de campo (adotar ou não medidas de controle) seriam equivocadas, podendo vir a acarretar sérios prejuízos para o manejo integral da cultura, tanto com possíveis gastos desnecessários, quanto com a queda na produção.

Outra implicação prática da dispersão de pragas está relacionada diretamente aos trabalhos de inspeção dos níveis populacionais no campo. Ao realizar a inspeção de espécie que apresenta padrão agregado de distribuição, o início das observações, ou seja, o ponto de partida da inspeção, deve se dar a partir do momento em que for identificado o foco de ocorrência da praga na lavoura, uma vez que ela ocorre em reboleiras. Caso isso não seja observado, corre-se o risco de amostrar talhões onde a praga não esteja presente ou tenha baixa infestação. A simples recomendação de caminhar em zigue-zague, a partir de um ponto qualquer da lavoura, não seria recomendável nessa situação. Procedimento, esse, adotado em casos em que ocorrem manifestações de padrão uniforme ou aleatório.

4.2 Número de amostras

As estimativas do tamanho de amostra tanto para folha como para planta estão apresentadas nas tabelas 3 e 4. Os cálculos foram efetuados para a área total, uma vez que não foi identificado padrão diferenciado na distribuição do acarino em função do tamanho da área de amostragem.

Inicialmente as amostras foram dimensionadas através da equação modificada de KARADINOS (1976). Para determinar o tamanho das amostras foram consideradas as estimativas dos coeficientes do modelo de Taylor apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Verifica-se que o modelo de regressão de Taylor apresentou bons ajustes tanto para a folha como para planta, em todos os locais de amostragem, uma vez que o teste t para o coeficiente de regressão foi significativo em 5% de probabilidade de erro e os valores do coeficiente de determinação (R^2) foram, em sua maioria, superiores a 0,80.

No entanto, quando se considera a planta como unidade de amostragem, os resultados da tabela 2 evidenciam que os valores do coeficiente “a” não diferem de zero pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro. Devido a esse resultado, os valores gerados pela equação modificada de KARADINOS (1976) se aproximam de zero (Tabela 3), não sendo assim, recomendado em trabalhos de amostragem.

A variabilidade acentuada nos níveis de infestação da praga entre as datas, tendo a planta como unidade de amostragem, pode ter levado a esse resultado. O valor do coeficiente “b” ($\hat{b} = 1,8047$) acusa uma maior sensibilidade da variância em relação à infestação média quando se trabalha com a planta (Tabela 2) do que em amostras de folhas ($\hat{b} = 1,7519$) (Tabela 1). O valor mais elevado de “b”, para plantas, evidencia uma tendência de maior agregação entre as plantas do que entre as folhas. Esse fenômeno também pode ser

visualizado pela grande diferença constatada entre a menor (10,09) e a maior variância (15.564,67) para as plantas (Figura 4). No caso de amostragem nas folhas, embora a discrepância também tenha sido elevada (0,25 e 306,08), proporcionalmente, manteve-se menor (Figura 3).

O teste de Bartlett detectou heterogeneidade de variâncias do número de ácaros entre folhas ($\chi^2 = 20.310,89$) e entre plantas ($\chi^2 = 1.122,50$), com 23 graus de liberdade. Como pode se observar, em ambas as situações, os valores encontrados foram altamente significativos, visto que o valor tabelado de χ^2 em nível de 0,5% de probabilidade de erro é igual a 52,00.

As amostras apresentadas na tabela 4 foram dimensionadas para cada data de amostragem, em função das variâncias apresentarem-se heterogêneas. Verifica-se que há uma grande variação do número de amostras em decorrência da época de avaliação e do nível de precisão considerado. Por exemplo, para $D = 15\%$, o número de folhas a serem avaliadas varia de 228, tomadas em uma planta, a 540 folhas, amostradas em 30 plantas. Observa-se, no entanto, que no período de maior infestação, fevereiro a maio, as amostras mantiveram-se mais estáveis, variando entre 481 a 540 folhas. Mesmo nessas circunstâncias, há uma dificuldade de se chegar a uma recomendação tecnicamente viável. Por exemplo, para os valores obtidos no dia 28/02/2004 (início do aumento da infestação do ácaro), para $D = 15\%$, seria necessário amostrar 531 folhas em 23 plantas, ou seja, uma média de 23,08 folhas por planta. Seguindo essa recomendação, o processo de amostragem seria muito dispendioso, tendo em vista que os trabalhos de monitoramento dos níveis de infestação do ácaro seriam realizados em intervalos quinzenais, devido às suas características biológicas. Além disso, há várias outras atividades que necessitam de atenção num programa de manejo integrado da cultura.

TABELA 3 - Estimativa do tamanho da amostra (n) para estimar o número médio de ácaros *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha e por planta em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através da equação modificada de KARADINOS (1976), para diferentes níveis de precisão (D). Santa Maria, RS, 2006.

Unidade de amostragem	D				
	5 %	10 %	15 %	20 %	30%
Folha	540	135	60	34	15
Planta	0,37	0,09	0,04	0,02	0,01

TABELA 4 - Estimativa do tamanho da amostra (n) para estimar o número médio de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha e por planta em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através da equação proposta por COCHRAN (1965), para diferentes níveis de precisão (D%). Santa Maria, RS, 2006.

Data	Folha					Planta				
	D5	D10	D15	D20	D30	D5	D10	D15	D20	D30
27/01/04	227	502	461	414	320	22	13	7	5	2
12/02/04	263	512	481	443	361	24	15	9	6	3
28/02/04	476	536	531	524	505	29	26	23	19	13
17/03/04	532	540	539	539	537	30	30	29	29	27
02/04/04	537	540	540	539	538	30	30	30	29	28
16/04/04	529	540	539	539	537	30	30	29	29	27
03/05/04	501	537	534	530	518	29	28	25	22	17
18/05/04	387	521	499	470	405	26	18	12	8	4
04/06/04	263	513	482	446	366	24	15	10	6	3
17/06/04	284	505	466	422	331	23	13	8	5	2
01/07/04	269	501	460	413	319	22	13	7	5	2
17/07/04	201	479	420	357	251	19	9	5	3	1
03/08/04	307	521	499	472	407	26	18	12	8	4
19/08/04	287	517	490	457	384	25	17	11	7	4
03/09/04	404	530	518	501	460	28	22	17	13	7
17/09/04	446	536	531	525	507	29	27	23	20	14
01/10/04	299	517	491	458	385	25	17	11	7	4
15/10/04	481	533	525	513	483	28	24	20	15	10
28/10/04	300	512	481	443	362	24	15	9	6	3
11/11/04	176	495	449	396	297	21	11	6	4	2
26/11/04	75	336	228	157	83	8	3	1	1	0
09/12/04	301	526	510	490	438	27	21	15	11	6
22/12/04	327	524	505	481	424	26	19	13	9	5
10/01/05	436	533	524	512	482	28	24	19	15	9

Existem alguns trabalhos experimentais em nível de campo, cuja finalidade tem sido a de estudar a dinâmica populacional da ácarofauna e os possíveis fatores que podem interferir nesse processo, como: altura de terços, posição geográfica do quadrante da planta, profundidade de copa, estágio de maturação da folha, entre outros. GAIS (2000) estudou a dinâmica populacional de ácaros fitófagos na cultura de erva-mate em Cascavel-PR, tendo amostrado quinzenalmente 24 folhas por planta em dez plantas. GOUVEA (2003), com objetivos semelhantes, amostrou mensalmente 24 folhas por planta, em 15 plantas e HORN et al. (2004), trabalhando com *D. notus* e *Disella* sp. (Acari, Eriophyidae) no município de Putinga-RS, amostraram 12 folhas por planta em 60 plantas. FERLA et al. (2005) estudaram a ácarofauna presente na cultura da erva-mate no estado do Rio Grande do Sul, observando 12 folhas por planta em 25 plantas.

Porém, é preciso atentar para o fato de que o acompanhamento dos níveis de infestação de uma espécie, visando seu monitoramento, exige mais agilidade no processo de amostragem, uma vez que as inspeções são realizadas periodicamente, não tendo, portanto, o mesmo controle de uma pesquisa experimental.

Em citros, cultura semelhante à erva-mate quanto ao porte e ao comportamento dos ácaros fitófagos, as amostragens de monitoramento são procedidas em 1% e, no mínimo, em 20 plantas espalhadas por talhões com até 2.000 árvores, que normalmente correspondem a uma área de 5,0 ha (CHIAVEGATO, 1991; GALLO et al., 2002).

Diante dessas considerações, é possível chegar a uma recomendação viável, conciliando os resultados obtidos pelos dois métodos utilizados anteriormente para dimensionar o tamanho da amostra. Assim, uma das possibilidades viáveis para obter uma estimativa do número médio de ácaros por cm^2 de folha em cultivos comerciais de erva-mate, com nível de precisão de 15%, é amostrar 60 folhas (determinada pela equação modificada de KARADINOS (1976)) em 22 plantas (média das amostras do período de fevereiro a maio calculadas pelo método apresentado por COCHRAN (1965)).

Desta forma pode-se amostrar cerca de três folhas em cada planta, tomando as plantas ao acaso numa área de aproximadamente 7.500 m^2 . Caso o talhão seja de um hectare, pode-se trabalhar com 30 plantas, sendo que os trabalhos de amostragem devem ser realizados, preferencialmente, no período de fevereiro a abril, período de maior infestação. Esse procedimento garante a praticidade desejada em trabalhos de monitoramento e mantém uma boa precisão na obtenção das estimativas amostrais. Conforme discutido anteriormente, recomenda-se que o ponto de partida do monitoramento populacional deve se dar a partir do momento em que for identificado o foco de ocorrência da praga na lavoura, uma vez que ela ocorre em reboleiras.

4.3 Seleção de modelos

As linhas dos planos de amostragem sequencial para os seis modelos em avaliação, considerando diferentes intensidades de amostragem (n plantas), em três níveis de infestação ($m' = 0,16$ ácaros por cm^2 de folha, $m' = 5,0$ e $m' = 10,25$), são apresentadas na tabela 5.

A estimativa da proporção de unidades amostrais infestadas em torno da infestação média (P(I)) foi obtida considerando-se os valores dos coeficientes “a” e “b” de Taylor estimados para a área total de amostragem, sendo, respectivamente, 2,0172 (antiln 0,7017) e 1,7579, conforme dados da tabela 1. Nessas condições, utilizando-se a expressão proposta por WILSON & ROOM (1983), obteve-se os valores de P(I) para cada nível de infestação

considerado, sendo respectivamente: $\hat{P}(I)=0,1985$, $\hat{P}(I)=0,8075$ e $\hat{P}(I)=0,9043$.

TABELA 5 - Limite Inferior (T_{nI}), Limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, via diversos modelos para diferentes infestações médias por cm^2 de folha (m'). Santa Maria, RS, 2006.

Infestação média ($m' = 0,16$)								
n^*	Modelo 1 ¹		Modelo 2		Modelo 3		Modelos 4, 5, 6	
	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}
5	0	3	0	3	0	4	0	3
15	0	6	1	7	1	7	1	7
25	1	9	2	10	2	10	2	9
35	3	11	4	12	3	12	3	12
45	4	14	5	15	5	15	5	15
55	6	16	7	17	6	17	6	17
65	7	19	8	20	8	20	8	19
75	9	21	10	22	10	22	10	22
Infestação média ($m' = 5,0$)								
n^*	Modelo 1 ¹		Modelo 2		Modelo 3		Modelos 4, 5, 6	
	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}
5	2	5	2	5	1	5	2	5
15	9	15	8	14	8	14	8	14
25	16	24	16	23	15	23	16	23
35	24	32	23	32	23	32	23	32
45	31	41	30	40	30	40	30	40
55	39	49	38	49	38	49	38	49
65	46	58	45	57	45	57	46	57
75	55	67	54	66	54	66	54	66
Infestação média ($m' = 10,25$)								
n^*	Modelo 1 ¹		Modelo 2		Modelo 3		Modelos 4, 5, 6	
	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}	T_{nI}	T_{nS}
5	3	5	3	5	3	5	3	5
15	12	15	11	15	10	15	11	15
25	20	25	19	25	19	25	19	25
35	29	35	28	34	28	34	28	34
45	37	44	36	44	36	44	36	44
55	46	54	45	53	45	53	45	53
65	55	63	53	62	54	62	54	62
75	63	73	62	72	62	72	62	72

I - Modelos de Aproximação Normal com Correção de Continuidade (Modelo 1), Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986) (Modelo 2), Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986) (Modelo 3), Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973) (Modelo 4), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) (Modelo 5) e Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996) (Modelo 6).

*: Número de plantas.

Analisando os resultados apresentados na tabela 5, é possível verificar que, independente do nível médio de infestação (m'), os modelos apresentam o mesmo padrão de comportamento quanto à geração das linhas do plano de amostragem seqüencial binomial. Isso equivale a dizer que em, todas as situações, as linhas de decisão foram semelhantes para os modelos de Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973) (Modelo 4), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) (Modelo 5) e Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996) (Modelo 6), enquanto que os modelos de Aproximação Normal com Correção de Continuidade (Modelo 1), Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986) (Modelo 2) e Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986) (Modelo 3) diferiram entre si. Esse resultado sugere que, quando se muda o valor de m' , muda-se apenas uma escala de trabalho, não afetando as propriedades dos intervalos de confiança.

Sendo assim, os planos de amostragem seqüencial binomial podem ser elaborados para qualquer nível de infestação, ou seja, o nível de controle preconizado para a praga em questão. No entanto, há a necessidade de testar o comportamento dos modelos para cada espécie que se deseja construir o plano de amostragem seqüencial binomial, pois os valores dos coeficientes “a” e “b” de Taylor variam em função da espécie em estudo.

As estatísticas estimadas com a finalidade de avaliar o desempenho dos modelos: AT%, SAe% e SAd%, são apresentadas nas tabelas 6, 7, 8 e 9. Devido à constatação de que o nível de infestação não afeta o comportamento dos modelos, foi considerada apenas a infestação média $m' = 5,0$, para testar o desempenho dos modelos na construção das linhas de decisão dos planos de amostragem seqüenciais do tipo presença-ausência.

Embora todos os modelos gerem intervalos em torno da infestação média (m'), com amplitudes totais (AT%) semelhantes para os diferentes tamanhos de amostras (n), o modelo da aproximação normal com correção de continuidade tende mais rapidamente a um intervalo simétrico em torno de m' , ou seja, à medida que aumenta o tamanho da amostra os valores de SAe% e SAd% se aproximam. Ocorre também, que os valores para SAe% são ligeiramente menores nesse modelo, independente do tamanho da amostra, enquanto que os valores de SAd% apresentam-se mais elevados, especialmente para amostras abaixo de 25 plantas (Figuras 5 e 6), ou seja, esse Modelo gera intervalos maiores para baixos valores de n , reduzindo-se à medida que n aumenta.

Esse comportamento é desejável em planos de amostragem seqüencial, pois funciona como um mecanismo de proteção contra a tomada de decisão quando a amostra ainda é pequena. Sendo assim, a tomada de decisão de controlar ou não a praga é transferida para uma

situação mais segura, ou seja, quando se têm amostras maiores, reduzindo o erro de amostragem. No entanto, é preciso salientar que essa situação acontece quando o nível de infestação da praga se aproxima do nível de controle, para infestações muito abaixo ou muito acima do nível de controle, a tomada de decisão requer amostras menores. Esse aspecto constitui a grande vantagem da amostragem seqüencial em relação à amostragem convencional. Na pior das hipóteses, o maior tamanho de amostra exigido pela amostragem seqüencial é equivalente ao tamanho da amostra fixada pela amostragem convencional.

TABELA 6 - Limite Inferior (T_{nI}), Limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' ($SAe\%$), Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' e Amplitude Total do Intervalo ($AT\%$) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através do modelo de Aproximação Normal com Correção de Continuidade, para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006.

n^*	T_{nI}	T_{nS}	$SAe\%$	$SAd\%$	$AT\%$
5	2	5	50,46	23,84	74,30
15	9	15	25,70	23,84	49,54
25	16	24	20,74	18,89	39,63
35	24	32	15,08	13,23	28,31
45	31	41	14,69	12,83	27,52
55	39	49	12,19	10,33	22,52
65	46	58	12,36	10,50	22,86
75	55	67	9,18	10,63	19,81

* - Número de plantas.

TABELA 7 - Limite Inferior (T_{nI}), Limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' ($SAe\%$), Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' e Amplitude Total do Intervalo ($AT\%$) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através do modelo Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006.

n^*	T_{nI}	T_{nS}	$SAe\%$	$SAd\%$	$AT\%$
5	2	5	50,46	23,84	74,30
15	8	14	33,95	15,58	49,54
25	16	23	20,74	13,93	34,68
35	23	32	18,62	13,23	31,84
45	30	40	17,44	10,08	27,52
55	38	49	14,44	10,33	24,77
65	45	57	14,26	8,60	22,86
75	54	66	10,83	8,98	19,81

* - Número de plantas.

TABELA 8 - Limite Inferior (T_{nI}), limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do intervalo à esquerda de m' (SAe%), Semi-amplitude do intervalo à direita de m' e Amplitude Total do Intervalo (AT%) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através do modelo Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006.

n^*	T_{nI}	T_{nS}	SAe%	SAd%	AT%
5	1	5	75,23	23,84	99,07
15	8	14	33,95	15,58	49,54
25	15	23	25,70	13,93	39,63
35	23	32	18,62	13,23	31,84
45	30	40	17,44	10,08	27,52
55	38	49	14,44	10,33	24,77
65	45	57	14,26	8,60	22,86
75	54	66	10,83	8,98	19,81

* - Número de plantas.

TABELA 9 - Limite Inferior (T_{nI}), limite Superior (T_{nS}) das linhas de decisão do plano de amostragem seqüencial binomial, Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' (SAe%), Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' e Amplitude Total do Intervalo (AT%) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, através dos modelos de Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) e pela metodologia de Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006.

n^*	T_{nI}	T_{nS}	SAe%	SAd%	AT%
5	2	5	50,46	23,84	74,30
15	8	14	33,95	15,58	49,54
25	16	23	20,74	13,93	34,68
35	23	32	18,62	13,23	31,84
45	30	40	17,44	10,08	27,52
55	38	49	14,44	10,33	24,77
65	46	57	12,36	8,60	20,96
75	54	66	10,83	8,98	19,81

* - Número de plantas.

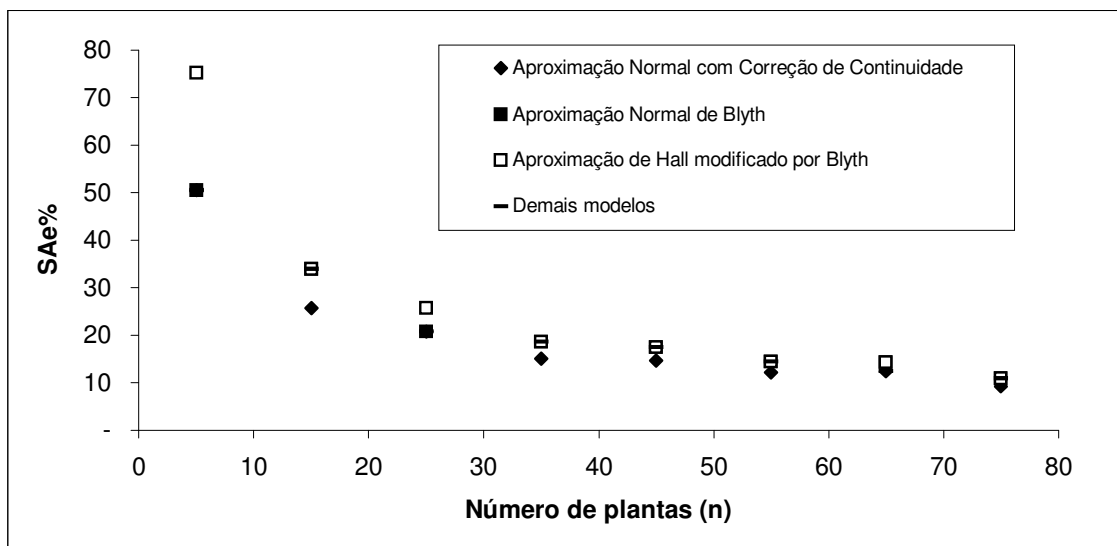


FIGURA 5 - Semi-amplitude do Intervalo à Esquerda de m' (SAe%) da infestação de *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, em função do tamanho da amostra (n), considerando os modelos de Aproximação Normal com Correção de Continuidade, Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) e pela metodologia de Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006.

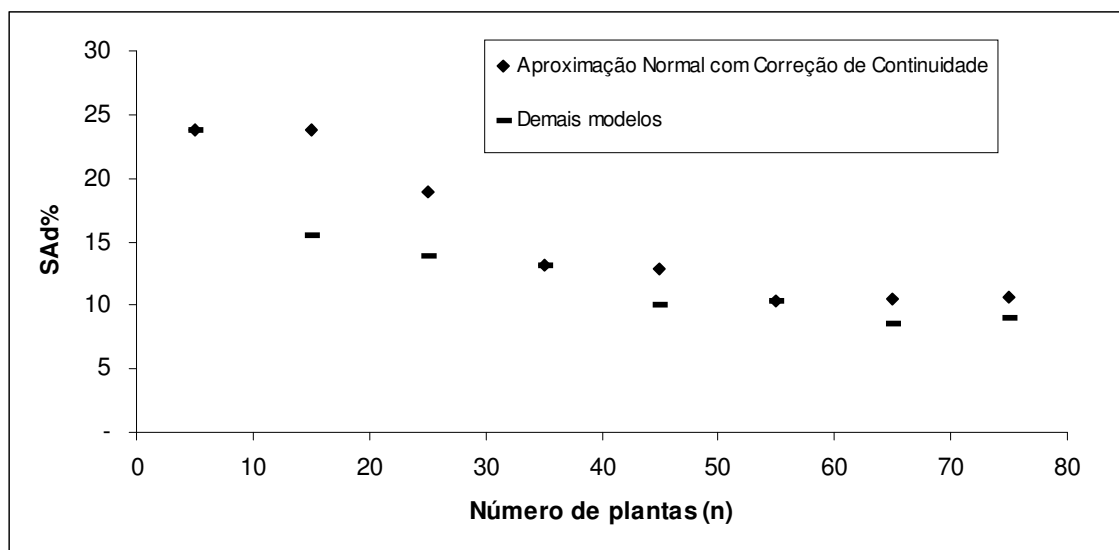


FIGURA 6 - Semi-amplitude do Intervalo à Direita de m' (SAd%) da infestação do ácaro *Dichopelmus notus* em cultivos comerciais de erva-mate em Chapecó, SC, em função do tamanho da amostra (n), considerando os modelos de Aproximação Normal com Correção de Continuidade, Aproximação Normal de Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação de Hall (HALL, 1982) modificado por Blyth (BLYTH, 1986), Aproximação Normal de Molenaar (MOLENAAR, 1973), Aproximação Normal de Pratt (PRATT, 1968) e pela metodologia de Leemis & Trivedi (LEEMIS & TRIVEDI, 1996), para infestações média ($m' = 5,0$ ácaros por cm^2 de folha). Santa Maria, RS, 2006.

4.4 Comportamento de *Dichopelmus notus* na planta da erva-mate

O resultado da análise de variância está apresentado na tabela 10, especificando-se as fontes de variação, os graus de liberdade, os quadrados médios e o teste F. O efeito da interação entre terço, profundidade e meses foi significativo. Esse resultado indica a necessidade de realizar o desdobramento da interação tripla para identificar, em cada mês, a região da planta que foi mais infestada pelo ácaro.

TABELA 10 - Resumo da análise de variância conjunta do experimento bifatorial no delineamento em blocos ao acaso com amostragem na parcela, para o número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

Fontes de variação	GL ¹	QM	F
Bloco:(Mês)	348	132,21	1,32 *
Mês	11	9327,12	93,13 *
Terço	2	5063,87	50,56 *
Profundidade	1	3313,88	33,09 *
Mês x Terço	22	372,45	3,72 *
Mês x Profundidade	11	1095,92	10,94 *
Terço x Profundidade	2	702,00	7,01 *
Mês x Terço x Profundidade	22	175,82	1,76 *
Terço x Profundidade x Bloco:(Mês) ²	1.740	100,15	12,36 *
(Terço x Profundidade x Bloco x Mês):Folha ³	4.320	8,10	
Total	6.479		

¹ - GL = Graus de Liberdade, QM = Quadrados Médios e F = Teste F;

² - Erro experimental;

³ - Erro amostral;

* - Significativo em 5% de probabilidade de erro.

A tabela 11 contém os resultados do desdobramento da interação tripla. Estes sugerem que os ácaros tendem a se concentrar preferencialmente na parte externa da copa da planta nos terços superior e médio. Esse comportamento ocorre notadamente nos meses de maior

infestação, fevereiro, março e abril (Figura 7). Para os demais meses não há uma distinção entre profundidades de copa e alturas de terços.

TABELA 11 - Médias de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha nos terços de alturas de plantas e nas profundidades da copa em cada mês do ano em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006¹.

Terço\Profundidade	Mês							
	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril	
Superior (TS)	1,7aA	1,8aA	13,8aA	11,4aA	19,5bA	13,8aB	7,4aA	9,0aA
Médio (TM)	1,5aA	1,2aA	12,3abA	6,3bB	27,4aA	9,9abB	5,9aA	2,9bA
Inferior (TI)	1,1aA	0,5aA	5,6bA	3,9bA	14,5cA	8,0bB	3,1bA	3,0bA
Terço\Profundidade	Maio		Junho		Julho		Agosto	
	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
Superior (TS)	3,4aA	3,3aA	2,9aA	3,2aA	3,8aA	4,2aA	6,8aA	6,2aA
Médio (TM)	2,8aA	1,6aA	2,3aA	1,6aA	3,5aA	2,8aA	6,1aA	3,5aA
Inferior (TI)	1,8aA	1,7aA	1,5aA	1,2aA	2,9aA	2,1aA	3,0aA	2,0aA
Terço\Profundidade	Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna
Superior (TS)	5,6aA	7,6aA	2,3aA	1,3aA	1,2aA	1,0aA	3,5aA	2,8aA
Médio (TM)	4,9aA	4,5aA	2,0aA	0,9aA	0,9aA	1,2aA	2,4aA	2,8aA
Inferior (TI)	2,1aA	1,6bA	0,94aA	0,9aA	0,8aA	0,6aA	1,3aA	1,0aA

¹ – Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e da mesma letra maiúscula na horizontal são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

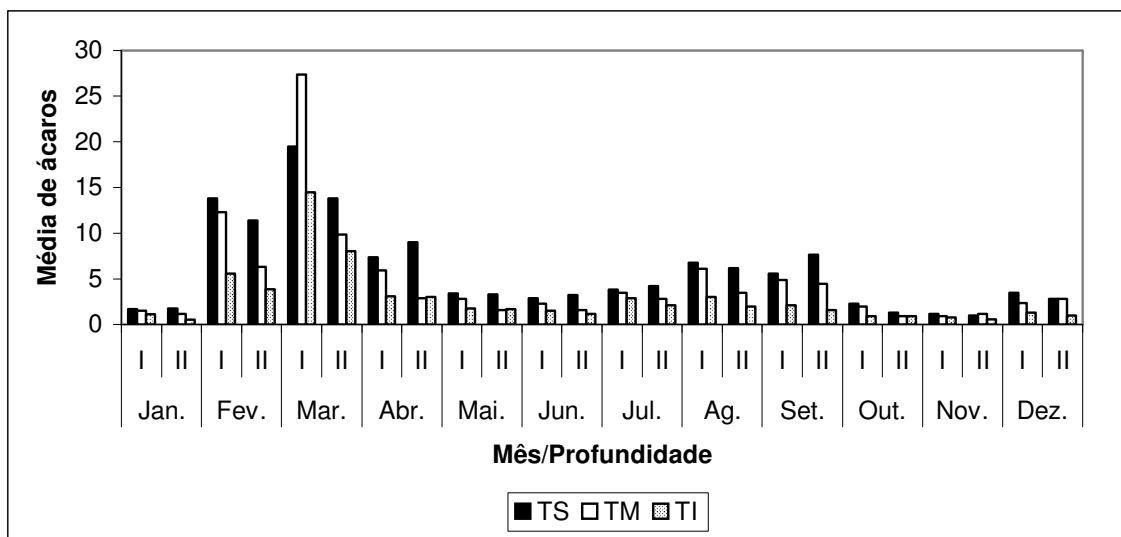


FIGURA 7 - Médias de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha nos terços de alturas de plantas (TS = terço superior, TM = terço médio e TI = terço inferior) e nas profundidades da copa (I = externa e II = interna) em cada mês do ano, em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

Em estudo conduzido na cultura da erva-mate em Cascavel, Oeste do Paraná, no período de junho de 1999 a maio de 2000, GAIS (2000) observou que a ocorrência de *D. notus* nos diferentes estratos da planta (alto, médio e baixo) foi significativamente dependente da estação do ano. No inverno e verão, o acarino se concentrou nos estratos médio e baixo, na primavera, no estrato mais baixo. No outono, período de maiores infestações, o acarino se localizou, preferencialmente, nos estratos alto e médio.

Esse último resultado assemelha-se aos alcançados no presente trabalho, provavelmente por se tratar da mesma época do ano e devido à ocorrência de altas infestações do ácaro nesse período. No entanto, difere daqueles constatados por GOUVEA (2003) ao estudar o comportamento de *D. notus* em plantas de erva-mate no município de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná, de agosto de 2001 a julho de 2002, registrando a ocorrência de *D. notus* em maior número nos estratos inferior e médio e nas folhas da região interna da copa.

Ao estudar a distribuição espacial do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em cafeeiros, REIS et al. (2000) constataram sua preferência pelos estratos médio e inferior da planta. Em levantamento da ácarofauna de cafeeiros de cerrado em Patrocínio-MG, SPONGOSKI et al. (2005) verificaram uma maior concentração de ácaros nas folhas do terço inferior, sendo as espécies mais frequentes *B. phoenicis* e *Tarsonemus confusus* (Ewing, 1939) (Tarsonemidae).

Resultado parecido foi encontrado por FERLA et al. (2000) ao estudarem a distribuição espacial de *Calacarus heveae* Feres (Eriophyidae) em plantas de seringueira, constatando que tanto a proporção de folhas infestadas como o número do eriofídeo foi maior no estrato médio.

Os resultados apresentados na literatura coincidem apenas parcialmente com os obtidos no presente estudo. As possíveis diferenças entre esses resultados podem estar associadas, além das condições climáticas e das características fenológicas das plantas (ALVES et al., 2000), à exigência de metodologias diferenciadas para a realização dos estudos em conformidade com os objetivos a serem atingidos. Esses aspectos evidenciam a necessidade de estudos direcionados a cada região onde se verifica a ocorrência do acarino, potencialmente danosa para a cultura da erva-mate.

Devido ao comportamento apresentado pelo ácaro na planta e à grande variabilidade nos níveis de infestação entre os meses do ano, é possível inferir que uma boa recomendação para realizar levantamentos dos níveis de infestação desse acarino na região do estudo consiste em realizar inspeções, nos meses de fevereiro a abril, na parte externa da copa dos

terços médio e superior. No entanto, em plantas de porte elevado, as observações podem ser realizadas apenas no terço médio, devido ao fato de não haver diferença entre os terços médio e superior. Esse procedimento pode agilizar o trabalho de monitoramento dos níveis de infestação dessa espécie.

Associado a essas considerações, é preciso observar as recomendações de FERNANDES et al. (2003) e de PEREIRA et al. (2004), para os quais a aplicação de planos de amostragem deve estar atrelada ao nível de ataque da praga à cultura e aos prejuízos proporcionados. Além disso, as inspeções devem ser realizadas em talhões uniformes na lavoura quanto à época de semeadura (plantio), cultivar, topografia, tratamentos culturais, proximidades de possíveis focos de infestação, entre outros fatores.

4.5 Elementos climáticos e flutuação populacional de *Dichopelmus notus*

Os valores dos coeficientes de correlação linear simples entre os elementos climáticos e o número médio de *D. notus* por folha não apresentaram significância estatística em nenhuma situação avaliada, ou seja, para os diferentes locais de plantas (Tabela 12). No entanto, os resultados apresentaram-se bastante coerentes com o que se poderia esperar.

TABELA 12 - Coeficientes de correlação linear simples entre fatores climáticos e o número médio de *Dichopelmus notus* por cm² de folha em diferentes locais de plantas de erva-mate em Chapecó, SC, Santa Maria, RS, 2006.

	Local da planta					
	Total	Terço			Profundidade	
Fatores climáticos		Superior	Médio	Inferior	Externa	Interna
Temperatura máxima	0,33	0,29	0,39	0,30	0,34	0,31
Temperatura mínima	0,21	0,18	0,25	0,18	0,21	0,21
Precipitação	-0,33	-0,29	-0,33	-0,39	-0,34	-0,30
Umidade relativa	-0,34	-0,28	-0,39	-0,32	-0,36	-0,28
Vento	-0,23	-0,22	-0,22	-0,25	-0,21	-0,26

Obs.: Todos os Coeficientes de correlação linear simples dispostos na tabela foram não significativos pelo Teste t em nível de 5% de probabilidade de erro.

Existe uma tendência de incremento da população do acarino em temperaturas mais elevadas, tanto para temperaturas mínimas quanto para temperaturas máximas, tendo esta última, uma maior influência sobre o comportamento do acarino em todos os locais de plantas (Figura 8). De maneira inversa, o mesmo acontece para a precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e velocidade do vento, ou seja, esses fatores tendem a favorecer a ocorrência do ácaro quando se manifestam em baixa intensidade (Figuras 9, 10 e 11).

A ocorrência de associação não significativa entre os níveis populacionais de *D. notus* tanto para a temperatura, quanto para a precipitação pluviométrica em erva-mate também foi constatada por GOUVEA (2003). Porém, este verificou que o vento e a umidade são fatores que interferem expressivamente na população do ácaro. Segundo o autor, o aumento da população é favorecido quando ocorrem épocas de umidade relativa mais baixa e maior velocidade de vento. A dispersão proporcionada pelo vento minimizaria o efeito negativo da umidade no microclima formado no interior da copa.

Correlação negativa entre precipitação pluviométrica e ocorrência de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae) foi encontrada por RIBEIRO (1988) e CHIARADIA (2001a) em pomares de citros em Jaboticabal, estado de São Paulo, e no Oeste catarinense respectivamente. CHIARADIA (2001a) registrou, ainda, correspondência positiva significativa do eriofídeo com a temperatura média mensal, no entanto, tanto a umidade quanto o vento não interferiram em relevância na flutuação do mesmo.

Quanto a outros ácaros, não-pertencentes à família dos eriofídeos, estudos realizados por REIS et al. (2000) em pomares de citros no município de Lavras-MG constataram que a espécie *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari, Phytoseiidae) tem maior ocorrência em condições de temperaturas amenas e baixa precipitação pluvial, enquanto que a espécie *Euseius alatus* (DeLeon) (Acari, Phytoseiidae) ocorre justamente em condições opostas, ou seja, temperaturas elevadas e alta precipitação. CHIARADIA & SOUZA (2001) estudaram a influência dos fatores climáticos sobre flutuação populacional de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari, Tenuipalpidae) nos municípios de Águas de Chapecó e Chapecó, Oeste de Santa Catarina. Verificaram que a temperatura ambiente exerce influências expressivas sobre a variação populacional desse ácaro, especialmente a temperatura máxima. No entanto, a umidade relativa, a precipitação pluviométrica e a velocidade do vento não interferiram significativamente na ocorrência *B. phoenicis*.

Os estudos da diversidade e flutuação populacional de ácaros em *Mabea fistulifera* (Mart.) (Euphorbiaceae) em fragmentos de mata estacional semidecídua em São José do Rio Preto-SP, desenvolvidos por DAUD & FERES (2005), apontaram para uma ausência de correlação entre a pluviosidade e a ácarofauna total. Segundo os autores, outros fatores, além da precipitação, podem estar mais diretamente associados à ocorrência dos acarinos. A disponibilidade de pólen favorece a população de ácaros predadores. Enquanto que os fitófagos, principalmente os eriofídeos, seriam beneficiados pelas condições de estresse a que as plantas estão sujeitas, pois as plantas submetidas a estresse e poluição atmosférica, por exemplo, aumentam a disponibilidade de nitrogênio em suas folhas. Esse fenômeno pode

estar associado ao aumento da sobrevivência e da taxa intrínseca de crescimento populacional desses ácaros.

A dificuldade em estabelecer uma correspondência consistente entre os elementos climáticos e o número de ácaros pode estar relacionada ao fato de os níveis populacionais de pragas agrícolas, em geral, resultarem da ação e da interação de outros fatores climáticos além dos estudados aqui, como por exemplo: horas de insolação, grau de nebulosidade, quantidade de evaporação, entre outros. Além disso, as próprias variáveis climáticas estão sob a influência indireta de fatores determinantes de suas manifestações, tais como: latitude, longitude, altitude, relevo, continentalidade, entre outros. Associados a essa dinâmica estão outros fenômenos naturais, como por exemplo, a presença ou ausência de predadores, a exposição e constituição do solo e a própria natureza da cultura agrícola e da espécie-praga em estudo.

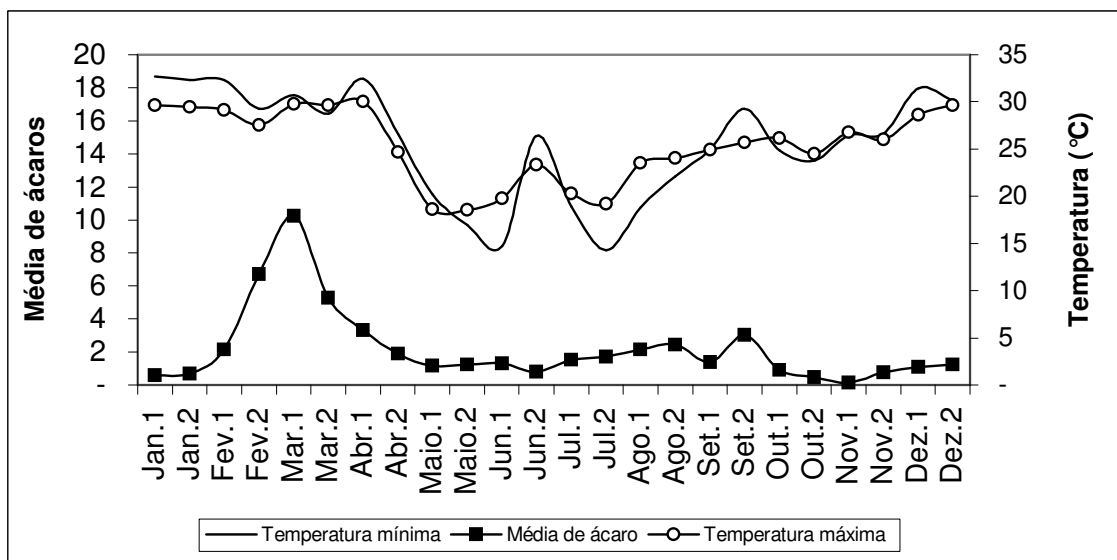


FIGURA 8 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a média da temperatura mínima e máxima (°C). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...).

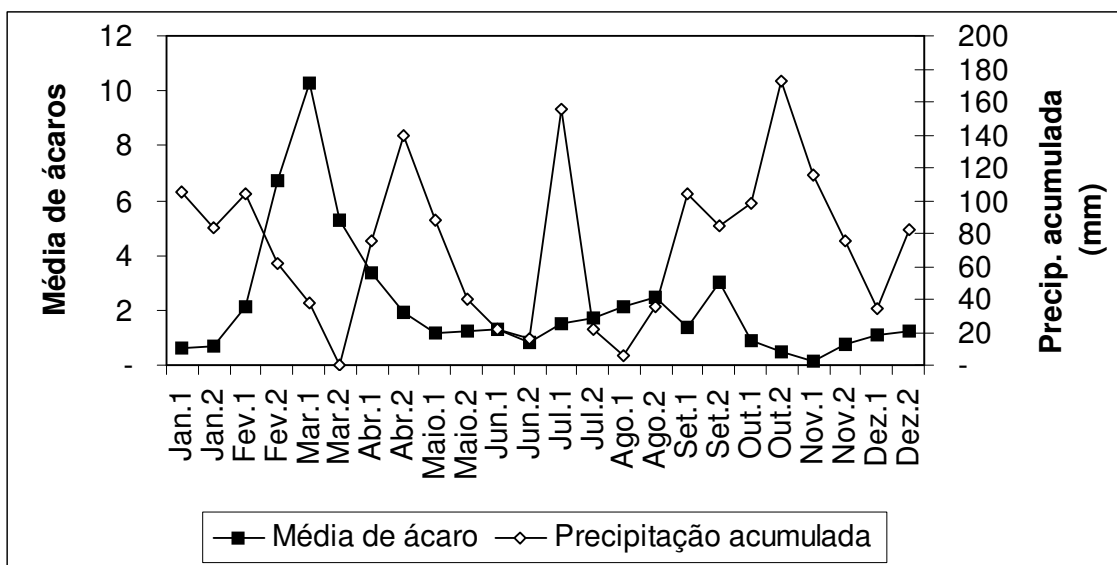


FIGURA 9 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a precipitação acumulada (mm). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...).

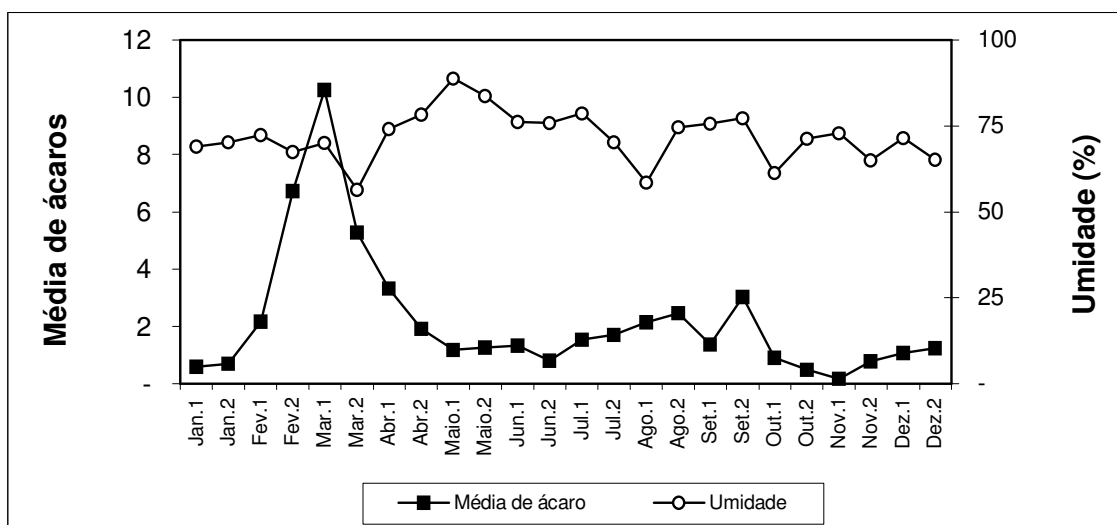


FIGURA 10 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm^2 de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a média da umidade relativa (%). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...).

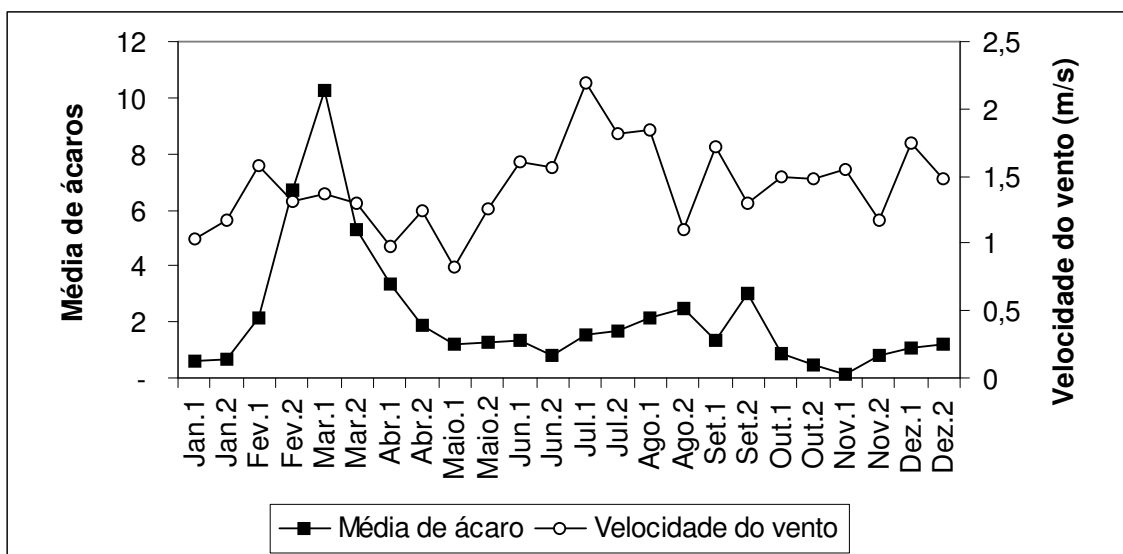


FIGURA 11 - Média do número de ácaros *Dichopelmus notus* por cm² de folha na área total em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC e a média da velocidade do vento (m/s). Santa Maria, RS, 2006 (Jan.1 = primeira quinzena, Jan.2 = segunda quinzena;...).

5 CONCLUSÕES

A infestação do ácaro-do-bronzeado, *Dichopelmus notus* Keifer (Acari: Eriophyidae), nos plantios comerciais de erva-mate do Oeste catarinense ocorre de forma agregada;

Para obter uma estimativa do número médio de ácaros por cm^2 de folha, em cultivos comerciais de erva-mate, com nível de precisão de 15%, pode-se amostrar três folhas por planta em 22 plantas distribuídas ao acaso em talhões com área de aproximadamente 7.500 m^2 , ou em 30 plantas em um hectare, nos meses de fevereiro a abril;

Os ácaros *D. notus* tendem a se concentrar na parte externa da copa da planta, nos terços superior e médio;

Embora os coeficientes de correlação linear simples não tenham apresentado significância estatística, seus valores acusam correlação positiva entre a população de *D. notus* e temperaturas mínimas e máximas e correlações negativas com a precipitação pluviométrica, umidade relativa e velocidade do vento;

O Modelo de Aproximação Normal com Correção de Continuidade deve ser preferencialmente utilizado na elaboração de planos de amostragem seqüencial binomial para *D. notus* em cultivos comerciais de erva-mate.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, L. F. A. et al. Ácaros fitófagos da erva-mate: situação atual e perspectivas de controle. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 2., 2000, Encantado. **Anais...** Porto Alegre, 2000. p. 39-42.

ALVES, E. B. et al. Mecanismos de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p.89-96, 2005.

ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. **Biometrics**, Alexandria, v. 5, p. 165-173, 1949.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA ERVA-MATE 2000. Santa Cruz do Sul: **Gaseta Grupo de Comunicações**, 2000. 80p.

BEARZOTI, E.; AQUINO, L. H de. Plano de amostragem seqüencial para avaliação de infestação de bicho-mineiro (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 695-705, 1994.

BINNS, M. R.; NYROP, J. P. Sampling insect populations for the purpose of ipm decision making. **Annual Review Entomology**, [S.l], v. 37, p. 427-453, 1992.

BLYTH, C. R. Approximate binomial confidence limits. **Journal of Statistical Association**, Ontario, v. 81, n. 395, p. 843-856, 1986.

BORGES, L. R. **Flutuação populacional de insetos em dois sistemas de cultivo de erva-mate, *Ilex paraguariensis* st. hil., e análise de sujidades no produto final**. 2002. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

BURGIO, G. et. al. Spatial patterns and sampling plan for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and related parasitoids on lettuce. **Environmental Entomology**, College Park, v. 34, n. 1, p. 178-183, 2005.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CHIARADIA, L. A. Flutuação populacional do ácaro da falsa-ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae) em pomares de citros da região do oeste catarinense. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 111-120, 2001a.

CHIARADIA, L. A. Alternativas para o manejo do ácaro-do-bronzeado da erva-mate. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 5-7, 2001b.

CHIARADIA, L. A.; SOUZA, L. C. Flutuação populacional do “ácaro da leprose” *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari, Tenuipalpidae) em pomares de citros do oeste catarinense. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 201-209, 2001.

CHIAVEGATO, L. G. Ácaros da cultura dos citros. In: RODRÍGUEZ, O. et al. **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991, v. 2, p. 601-641.

COCHRAN, W. G. Técnicas de amostragem. In: _____. **Estimativa da grandeza da amostra**. Tradução: Fernando A. Moreira Barbosa. [S.l]: F. de Cultura, 1965. p. 105-125.

DA CROCE, D. M., **Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: erva-mate**. Florianópolis: Epagri, 2000. 31p. (Boletim Técnico, 112).

DA CROCE, D. M.; FLOSS, P. **A Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999. 81p. (Boletim técnico, 100).

DAUD, R. D.; FERES, R. J. F. Diversidade e flutuação populacional de ácaros (Acari) em *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae) de dois fragmentos de mata estacional semidecídua em São José do Rio Preto, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 191-201, 2005.

DE COLL, O. de R.; CACERES, M. S. Determinación de la Fluctuación populacional del “Ácaro del bronceado” de la yerba mate. *Dichopelmus notus* Keifer (Acari, Eriophyidae) y sus enemigos naturales. In: WINGE, H. et al. **Erva-mate: biología e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.121-128.

DE COLL, O. de R.; SAINI, E. D. **Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de la yerba mate en la republica Argentina**. Montecarlo: INTA, 1992. 47p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura. **Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2: manual do usuário – ferramental estatístico**. Campinas: EMBRAPA/CNPTIA, 1997. 258p.

FARIAS, P. R. S. **Distribuição espacial e amostragem seqüencial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) na cultura do milho.** 1996. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

FARIAS, P. R. S. et al. Amostragem seqüencial com base na lei de Taylor para levantamento de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 395-399, 2001.

FERLA, N. J. et al. Spacial and temporal distribution of *Calacarus heveae* on rubber trees in Brazil. In INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Foz do Iguaçu: SEB, 2000. p.8.

FERLA, N. J. et al. Acarofauna (Acari) de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.: Aquifoliaceae) no estado do Rio Grande do Sul. **Biociências**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 133-142, 2005.

FERLA, N. J. (Org.). **Artrópodos na erva-mate (*Ilex paraguariensis*).** Lajeado: Univates, 2005. 24p.

FERNANDES, M. G. et al. Amostragem seqüencial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 117-122, 2003.

GAIS, N. L. **Estudo da dinâmica populacional de ácaros fitófagos na cultura de erva-mate em Cascavel PR.** 2000. 33f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2000.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GOMES, F. P. O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1507-1512, 1984.

GOUVEA, A. **Dinâmica populacional da ácarofauna em agroecossistema ervateiro, no município de Dois Vizinhos. PR.** 2003. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2003.

GRAVENA, S. et al. Amostragem seqüencial para os ácaros da falsa ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashm.) e da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geisks) no manejo integrado de pragas dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, n. 9, p. 147-160, 1988.

GRECO, N.M. et al. Spatial distribution and coincidence of *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on strawberry. **Experimental and Applied Acarology**, [S.l.], v. 23, n. 7, p. 567 – 579, 1999.

GREIG-SMITH, P. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities. **Annual Botany**, London, v. 16, p. 293-316, 1952.

HALL, P. Improving the normal approximation when constructing one-sided confidence intervals for binomial and poisson parameters. **Biometrika**, Londres, v. 69, p. 647-652, 1982.

HORN, T. B. et al. Correlação entre ácaros fitófagos da família Eriophyidae e o predador *Agistemus brasiliensis* em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no município de Putinga. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVATES, 3., 2004, Lageado. **Anais...** Lageado, 2004. p.21.

IBGE: **Banco de Dados**, 2006. Disponíveis em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela>>. **Acesso** em: 13 janeiro 2006.

IWAO, S. Application of the m-m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. **Research on Population Ecology**, Kyoto, v. 14, p. 97-128, 1972.

IWAO, S. A new method of sequential sampling to classify populations relative to a critical density. **Research on Population Ecology**, Kyoto, v. 16, p. 281-288, 1975.

KARADINOS, M. G. Optimum sampling size and comments on some published formulae. **Bulletin Entomological Society of America**, v. 22, p. 417-421, 1976.

LAVOURA PECUÁRIA Gauchismo: História da erva-mate. **Lavoura Pecuária**, Rio Grande do Sul, n. 5, p. 46-47, 1978.

LEEMIS, L. M.; TRIVEDI, K. S. A comparison of approximate interval estimators for the Bernoulli parameter. **The American Statistician Association**, v. 50, n. 1, p. 63-68, 1996.

LLOYD, M. Mean crowding. **Journal of Animal Ecology**, v. 36, p. 1-30, 1967.

LORENTZ, L. H. et al. Variação temporal do tamanho de amostra para experimentos em estufa plástica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1043-1049, 2004.

MAITEKI, G. A.; LAMB, R. J. Sequential decision plan for control of pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) on field peas in Manitoba. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 80, n. 3, p. 605-607, 1987.

MARODIM, V. S. et al. Delineamento experimental e tamanho de amostra para alface cultivada em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 779-781, 2000.

MARUYAMA, W, I. et al. Distribuição Espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em Citros na Região de Taquaritinga, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 35-40, 2002

MENEGUZZI, Z. et al. Tamanho de talhões para amostragem do “ácaro-do-bronzeado” *Dichopelmus notus* Keifer (Acari., Eriophyidae) da erva-mate. **Acta Ambiental Catarinense**, Chapecó, v. 1, n. 2, p. 49-55, 2002.

MOLENAAR, W. **Approximations to the Poisson, Binomial and Hypergeometric Distribution Function**. Amsterdam: Mathematisch Centrum, 1973.

MORAES, L. A. H. de. et al. Incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) Keifer, 1938 (Acari: Eriophyidae) em copas de laranja-doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck).. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 163-166, 1995.

MORISITA, M. Measuring of the dispersion of individuals and analysis, of the distributional patterns. **Mem. Faculty of Science**, Kyushu University, v. 2, n. 4, p. 215-235, 1959.

MYERS, J. H. Selecting a measure of dispersion. **Environmental Entomology**, College Park, v. 7, n. 5, p. 619-621, 1978.

NASCIMENTO A. S. et al. **Manual de manejo integrado das pragas do pomar cítrico**. Brasília: EMBRAPA, 1982. 48p.

NYROP, J. P. et al. Binomial sequential classification sampling plans for European red mite (Acari: Tetranychidae) with special reference to performance criteria. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 82, n. 2, p. 482-490, 1989.

OLIVEIRA, C. A. L. de. et al. Comparação de métodos para estimativa da população do ácaro *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) na cultura dos citros. **Anais da Sociedade**

Entomológica do Brasil, Jaboticabal, v. 11, n. 1, p. 101-114, 1982.

ONZO, A. et al. Temporal and spatial dynamics of an exotic predatory mite and its herbivorous mite prey on cassava in Benin, West Africa. **Environmental Entomology**, College Park, v. 34, n. 4, p. 866 – 874, 2005.

PASINATO, R. **Aspectos etnoentomológicos, socioeconômicos e ecológicos relacionados à cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no município de Salto do Lontra, Paraná, Brasil**. 2003. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

PENTEADO, S. do R. C. Principais pragas da erva-mate e medidas para o seu controle. In: WINGE, H. et al. **Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.109-120.

PEREIRA, M. F. A. et al. Amostragem seqüencial (presença-ausência) para *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Neotropical entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 499-504, 2004.

PICKETT, C. H.; GILSTRAP, F. E. Dispersion patterns and sampling of spider mites (Acari: Tetranychidae) infesting corn in the Texas high plains. **Environmental Entomology**, College Park, v. 15, p. 335-341, 1986.

PIETERS, E. P.; STERLING, W. L. Sequential sampling cotton squares damaged by boll weevils and *Heliothis* spp. In the coastal bend of Texas. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 68, n. 4, p. 543-545, 1975.

PINTO, R. A. et al. Amostragem seqüencial de pragas na citricultura como método rápido e seguro. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 16, n. 1, p. 133-148, 1995.

PRATT, J. W. A Normal Approximation for Binomial, F, Beta, and other common, related tail probabilities, II. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, v. 63, p. 1457-1483, 1968.

QUINTEROS, H. O. **Determinação de uma distribuição estatística adequada a dados de contagem de lagartas de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick), em tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), e um plano de amostragem apropriado**. 1984. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1984.

REIS, P. R. et al. O. Ácaros da famílias Phytoseiidae associados à cultura dos citros no município de Lavras, Sul de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 29, n. 1, p. 95-104, 2000.

RIBEIRO, L. G. **Plano de amostragem de presença-ausência e ciclo de vida de *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari:Tetranychidae) em macieira *Malus domestica* Bork 1803**. 1988. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

RUESINK, W. G. Introduction to sampling theory. In: KOGAN, M. & HERZOG, D. C. (eds.) **Samplig methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980. p.61-78.

RUESINK, W. G.; KOGAN, M. The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. In: METCALF, R. L.; MUCKMANN, W. H. **Introduction to insect pest management**. New York: J. Willey, 1982. p.315-352.

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. Florianópolis, 1994. 384p.

SANTANA, D. L. de. Q. et al. Principias características de três espécies de ácaros em erva-mate, no sul do Brasil. **Perspectiva**, Erechim, v. 24, n. 88, p. 135-137, 2000.

SHELTON, A. M. et al. Development and use of a dynamic sequential program for onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera : Thripidae) on onions. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 80, n. 5, p. 1051-1056, 1987.

SILVA, L. et al. Sampling plans for *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in azorean pastures. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 5, p. 1211-1218, 2003.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SOUZA, M. F. de. **Estimativa do tamanho de amostra para culturas olerícolas em ambientes protegidos**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

SPONGOSKI, S. et al. Acarofauna da cafeicultura de cerrado em Patrocínio, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 9-17, 2005.

STEEL, R. G. D. et al. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 666p.

TAYLOR, L.R. Agregation, variance and the mean. **Nature**, London, v. 189, n. 4766, p. 732-735, 1961.

VIEIRA NETO, J.; CHIARADIA, L. A. Plano de amostragem para *Dichopelmus notus* Keifer (Acari, Eriophyidae). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 357-361, 1999.

VIEIRA NETO, J. et al.. Distribuição espacial e tamanho de amostra para o ácaro-do-bronzeado na cultura da erva-mate. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 11., 2005, Londrina. **Resumos...**Londrina: UEL, 2005. p. 90.

WALD, A. Sequential tests of statistical hypothesis. **The Annals of Mathematical Statistics**, Baltimore, v. 16, p. 117-186, 1945.

WALD, A. **Sequential analysis**. New York: John Wiley, 1947. 212p.

WILSON, L. T. et al. Presence-absence sampling for cabbage aphid and green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on Brussels sprouts. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 76, n. 3, p. 476-479, 1983.

WILSON, L. T. et al. Sampling mites in almonds: I. Within-tree distribution and clumping pattern of mites with comments on predator-prey interactions. **Hilgardia**, v. 52, p. 1-13, 1984.

WILSON, L. T.; ROOM, P. M. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. **Environmental Entomology**, College Park, v. 12, n. 1, p. 50-54, 1983.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Estimativa da média (m) e da variância (s^2) do número de ácaros *Dichopelmus notus* em duas unidades de amostragem: cm^2 de folha e planta, em plantios comerciais de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

		Unidade de amostragem									
		Folha						Planta			
Amostra	Data	Talhão 1		Talhão 2		Talhão 3		Área total		Área total	
		m	s^2 *	m	s^2 *	m	s^2 *	m	s^2 *	m	s^2 *
1	27/01/04	0,47	0,85	0,97	1,69	0,32	0,58	0,59	1,11	10,53	80,53
2	12/02/04	0,59	1,66	0,93	1,67	0,59	0,98	0,70	1,46	12,67	111,54
3	28/02/04	2,38	16,77	2,14	11,86	1,95	5,65	2,16	11,42	38,80	808,72
4	17/03/04	7,48	126,38	8,17	111,91	4,49	77,61	6,71	107,46	120,87	9.430,12
5	02/04/04	9,22	198,15	13,70	469,46	7,84	235,15	10,25	306,08	184,53	15.564,67
6	16/04/04	3,90	23,02	4,58	8,62	7,33	187,76	5,27	75,06	94,87	9.853,98
7	03/05/04	3,53	22,62	2,97	11,95	3,48	24,97	3,33	19,83	59,90	1.290,16
8	18/05/04	1,46	1,85	2,45	5,23	1,81	4,10	1,91	3,88	34,30	166,08
9	04/06/04	1,43	1,63	1,20	1,81	0,92	0,80	1,18	1,45	21,27	115,79
10	17/06/04	1,16	1,48	1,31	1,84	1,30	1,76	1,25	1,70	22,57	87,36
11	01/07/04	1,23	1,41	1,33	1,58	1,40	1,60	1,32	1,53	23,77	79,43
12	17/07/04	0,71	0,71	1,04	1,18	0,63	0,76	0,79	0,91	14,30	48,08
13	03/08/04	1,42	2,28	1,33	1,03	1,84	2,62	1,53	2,02	27,53	169,50
14	19/08/04	1,82	1,63	1,37	1,36	1,91	2,06	1,70	1,74	30,60	135,63
15	03/09/04	2,22	2,97	1,91	4,63	2,29	6,11	2,14	4,58	38,57	318,05
16	17/09/04	2,33	4,29	1,56	5,81	3,46	9,91	2,45	7,26	44,10	850,85
17	01/10/04	1,24	1,11	1,64	3,10	1,23	1,39	1,37	1,90	24,70	137,25
18	15/10/04	3,31	12,88	2,42	6,97	3,33	17,46	3,02	12,57	54,30	470,01
19	28/10/04	0,68	0,99	0,75	1,40	1,27	3,16	0,90	1,91	16,23	112,05
20	11/11/04	0,54	0,79	0,40	0,72	0,48	0,72	0,48	0,74	8,57	67,70
21	26/11/04	0,09	0,11	0,14	0,17	0,25	0,45	0,16	0,25	2,90	10,09
22	09/12/04	0,73	2,49	1,04	2,33	0,58	0,88	0,78	1,93	14,07	238,41
23	22/12/04	1,24	3,94	0,96	1,64	1,03	1,48	1,08	2,36	19,40	201,42
24	10/01/05	1,56	7,32	0,68	0,90	1,45	10,67	1,23	6,43	22,13	457,15

* variâncias entre datas são heterogêneas pelo teste de Bartlett em nível de 5% de probabilidade erro.

APÊNDICE 2 – Número médio de *Dichopelmus notus* por cm² de folha em diferente locais de plantas de erva-mate em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

Amostra	Data	Local da planta					
		Total	Terço			Profundidade	
			Superior	Médio	Inferior	Externa	Interna
1	27/1/2004	0,59	0,84	0,58	0,34	0,63	0,54
2	12/2/2004	0,70	0,92	0,76	0,43	0,80	0,61
3	28/2/2004	2,16	2,27	2,65	1,54	2,45	1,86
4	17/3/2004	6,71	10,32	6,67	3,16	8,13	5,30
5	2/4/2004	10,25	11,52	12,18	7,06	14,27	6,24
6	16/4/2004	5,27	5,12	6,50	4,19	6,23	4,31
7	3/5/2004	3,33	5,17	3,17	1,64	3,53	3,13
8	18/5/2004	1,91	3,03	1,24	1,44	1,99	1,83
9	4/6/2004	1,18	1,66	1,06	0,83	1,24	1,12
10	17/6/2004	1,25	1,71	1,14	0,91	1,41	1,10
11	1/7/2004	1,32	1,81	1,21	0,95	1,29	1,35
12	17/7/2004	0,79	1,23	0,75	0,40	0,93	0,66
13	3/8/2004	1,53	2,17	1,38	1,04	1,61	1,45
14	19/8/2004	1,70	1,86	1,78	1,46	1,81	1,59
15	3/9/2004	2,14	3,07	2,09	1,27	2,51	1,77
16	17/9/2004	2,45	3,40	2,72	1,23	2,77	2,13
17	1/10/2004	1,37	1,82	1,37	0,93	1,37	1,37
18	15/10/2004	3,02	4,82	3,32	0,91	2,83	3,20
19	28/10/2004	0,90	1,12	0,88	0,71	1,24	0,56
20	11/11/2004	0,48	0,67	0,56	0,21	0,50	0,45
21	26/11/2004	0,16	0,30	0,06	0,12	0,16	0,17
22	9/12/2004	0,78	0,80	0,96	0,58	0,80	0,76
23	22/12/2004	1,08	1,38	1,22	0,63	1,25	0,91
24	10/1/2005	1,23	1,77	1,41	0,51	1,15	1,31

APÊNDICE 3 – Média de temperatura máxima (°C) (T. Max.), média de temperatura mínima (°C) (T. Mín.), umidade relativa do ar (%) (Umi.), velocidade do vento (m s^{-1}) (Vento) e soma de precipitação pluviométrica (mm) (Prec.), no período de janeiro de 2004 a janeiro de 2005 em Chapecó, SC. Santa Maria, RS, 2006.

Amostra	Data	Elementos Climáticos				
		T. Max.	T. Mín.	Umi.	Vento	Prec.
1	27/1/2004	29,45	18,46	70,30	1,175	83,75
2	12/2/2004	29,13	18,47	72,31	1,573	104,20
3	28/2/2004	27,56	16,71	67,47	1,313	62,00
4	17/3/2004	29,74	17,57	69,98	1,371	37,50
5	2/4/2004	29,67	16,41	56,41	1,293	0,00
6	16/4/2004	30,02	18,54	74,03	0,977	75,70
7	3/5/2004	24,69	15,19	78,35	1,238	139,40
8	18/5/2004	18,64	11,54	88,77	0,821	87,50
9	4/6/2004	18,57	9,68	83,74	1,256	39,90
10	17/6/2004	19,78	8,43	76,16	1,608	21,50
11	1/7/2004	23,31	15,09	75,84	1,562	15,70
12	17/7/2004	20,25	10,82	78,55	2,193	154,90
13	3/8/2004	19,20	8,14	70,23	1,813	21,80
14	19/8/2004	23,55	10,75	58,58	1,840	6,10
15	3/9/2004	24,06	12,65	74,61	1,100	35,60
16	17/9/2004	24,92	14,27	75,61	1,715	104,10
17	1/10/2004	25,68	16,73	77,23	1,292	84,60
18	15/10/2004	26,15	14,21	61,28	1,492	98,40
19	28/10/2004	24,49	13,60	71,20	1,475	173,00
20	11/11/2004	26,80	15,13	72,81	1,546	115,50
21	26/11/2004	25,99	15,24	65,01	1,171	75,30
22	9/12/2004	28,63	17,97	71,40	1,750	34,30
23	22/12/2004	29,66	17,23	65,08	1,475	82,80
24	10/1/2005	29,63	18,67	69,03	1,028	104,90