

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

LAURA JANE GISLOTI

“Aspectos ecológicos e biológicos de *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973)
(Diptera: Lonchaeidae) associados à cultura de mandioca *Manihot esculenta* Crantz”

Campinas - SP
2009



i

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

Laura Jane Gislotti

“Aspectos ecológicos e biológicos de *Neosilba perezi* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae) associados à cultura de mandioca *Manihot esculenta* Crantz”

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato (a) <i>Laura Jane Gislotti</i>
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Parasitologia.

Orientador: Prof. Dr. Angelo Pires do Prado

Campinas, 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

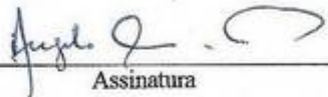
G446a	<p>Gislotti, Laura Jane</p> <p>Aspectos ecológicos e biológicos de <i>Neosilba perezii</i> (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae) associados à cultura de mandioca <i>Manihot esculenta</i> Crantz / Laura Jane Gislotti. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.</p> <p>Orientador: Angelo Pires do Prado. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.</p> <p>1. Lonchaeidae. 2. Mandioca. 3. Mosca-dos-brotos. 4. Parasitóides. I. Prado, Angelo Pires do, 1942-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.</p> <p>(rcdt/ib)</p>
--------------	---

Título em inglês: Ecological and biological aspects of *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae) related to manioc cultivation *Manihot esculenta* Crantz.
Palavras-chave em inglês: Lonchaeidae; Manioc; Parasitoids; Shoot flies.
Área de concentração: Parasitologia.
Titulação: Mestre em Parasitologia.
Banca examinadora: Angelo Pires do Prado, Adalton Raga, Marlene Tiduko Ueta.
Data da defesa: 18/12/2009.
Programa de Pós-Graduação: Parasitologia.

Campinas, Dezoito de Dezembro de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Angelo Pires do Prado (Orientador)


Assinatura

Prof. Dr. Adalton Raga


Assinatura

Profa. Dra. Marlene Tiduko Ueta


Assinatura

Prof. Dr. Miguel Francisco de Souza Filho

Assinatura

Profa. Dra. Silmara Marques Allegretti

Assinatura

*À minha mãe Lucia, minha fonte de entusiasmo, força e esperança
e ao meu filho Lucas, minha razão de existir.*

Agradecimentos

À minha mãe, Lucia Helena Gisloti pelo amor, carinho e incentivo incondicional, além de ser um fiel exemplo de que a luta e a perseverança produzem bons frutos.

Ao meu filho, Lucas Gisloti Martins, por dar razão à minha existência.

Ao Prof. Dr. Angelo Pires do Prado pela orientação, amizade e estímulo.

Aos professores do Departamento de Biologia Animal – IB/UNICAMP em especial ao Prof. Dr. Arício Xavier Linhares pelas sugestões nas análises estatísticas e à Profa. Dra. Regina Maura Bueno Franco, pela atenção e sugestões em momentos turbulentos.

À Prof^a Dr^a. Angélica Maria Penteado-Dias, da Universidade Federal de São Carlos pela identificação da nova espécie de parasitóide encontrada neste trabalho.

A três amigos, em especial, que me presentearam com momentos de prazerosa convivência: David, Rodrigo e Carina.

Ao meu querido Breno Gomes Machado da Silva, pelas incontáveis horas de discussões imensamente produtivas, pelos momentos agradabilíssimos e pelo companheirismo único.

Aos proprietários das áreas rurais que permitiram a coleta de material para que fosse possível este trabalho, além das agradáveis conversas matinais durante as coletas.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Animal, pela ajuda e contribuição.

RESUMO

Este trabalho estabelece alguns aspectos biológicos e ecológicos de *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae), que ainda constam como desconhecidos na literatura mundial. Dentre as pragas da mandioca, a mosca-dos-brotos, *N. perezii*, é uma das mais observadas, atacando brotos jovens e ocasionando brotamentos laterais na região atacada. Os trabalhos referentes a essa espécie de lonqueídeo são escassos e os dados a respeito de perda de produção ocasionada pelo ataque da mosca não são bem estabelecidos. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar a infestação por *N. perezii* no sudoeste do estado de São Paulo correlacionando cada área de estudo, separadamente para cada parâmetro particular de temperatura, precipitação pluviométrica e idade das plantas; avaliar o parasitismo de larvas de *N. perezii* em dez genótipos de mandioca; conhecer alguns aspectos da interação de parasitoidismo associada à larvas de *N. perezii*, além de caracterizar o desenvolvimento vital do inseto em condições controladas de laboratório e por fim e mostrar os estágios de ovo, larva e adulto. Foram realizadas análises quinzenais em cada área de estudo, no período de março de 2008 a fevereiro de 2009 para obtenção dos índices de parasitismo pelas larvas de *N. perezii* em brotos de mandioca e os índices de parasitoidismo por braconídeos parasitóides das larvas da mosca. Na análise dos genótipos em relação à infestação por *N. perezii*, estes foram plantados na área experimental do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade de Campinas e assim o índice de infestação foi calculado para cada genótipo, no período de junho de 2008 a janeiro de 2009. O estudo do ciclo de vida da mosca foi realizado através da coleta de ovos em campo, os quais foram mantidos em uma dieta elaborada neste trabalho a qual possibilitou o desenvolvimento total, de ovo a adulto de *N. perezii*. A dinâmica populacional da mosca-dos-brotos na região estudada está correlacionada, separadamente, com a temperatura, com a pluviosidade e com a idade da plantas, de forma que temperatura acima de 23°C, ou pluviosidade relativamente alta ou ainda idades tardias das plantas afetaram negativamente a população deste inseto. O genótipo “IAC Caapora 105-66” e o genótipo “IAC Cascuda” mostram-se menos suscetíveis à infestação por este inseto enquanto o genótipo “IAC 15” apresentou as maiores porcentagens de infestação. Quanto ao parasitoidismo por braconídeos em larvas de *N. perezii*, foi constatado que a porcentagem de ataque foi de 24,3% sugerindo que esta interação possa ser um importante fator na dinâmica populacional de *N. perezii*. Assim, estabelecemos uma descrição sucinta dos aspectos biológicos e ecológicos de *N. perezii*, que facilitarão estudos subseqüentes relacionados a esta família, além de elucidar alguns aspectos do parasitismo destas larvas em brotos de mandioca que poderão ser usados no esclarecimento de possíveis riscos a cultura desta planta.

Palavras-chave: Insecta, Lonchaeidae, mosca-dos-brotos, parasitoidismo, resistência varietal,

ABSTRACT

This research establishes some new biological and ecological aspects of *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae). Among the pests of cassava, the shoot fly, *N. perezii*, is one of the most studied, attacking young shoots and causing side shoots in the attacked region. The researches related to this of fly are few and the data about production loss caused by the attack of the fly are not well known. The objectives of this research were to characterize infestation by *N. perezii* in the southwest of the State of São Paulo, Brazil by correlating separately each area, for each particular parameter of temperature, rainfall and the age of plants; evaluate larvae parasitism of *N. perezii* in ten manioc genotypes; know some aspects of the interaction of parasitoidism associated to *N. perezii* larvae ; in addition to characterize the vital development of the insect under laboratory controlled conditions and finally describe the stages of egg, larva and adult on the insect. Analyses were carried out fortnightly in each area of study from March 2008 to February 2009 in order to obtain the levels of parasitism by larvae of *N. perezii* in cassava shoots and parasitoidism levels by Braconidae parasitoids of the fly larvae. In analyzing the genotypes in relation to the infestation by *N. perezii*, these were planted in the experimental area of Plant Biology Department at the State University of Campinas and so the level of infestation was calculated for each genotype, from June 2008 to January 2009. Finally the life cycle study of the fly was carried out by collecting eggs in the field, which have been kept on a diet drawn up in this research in which made it possible for the total development, from the egg to the adult one of *N. perezii*. The results indicate that the fly population dynamics in the buds in the studied region is correlated, separately, with temperature, rainfall and the age of plants, so that temperature above 23°C, or relatively high quantity of rains or even late plant ages seem negatively affect the population of this insect. Furthermore, the infestation by the fly behaved differently in the face of the different genotypes in a way that the genotype IAC Caapora 105-66 and genotype IAC Cascuda are less susceptible to infestation by this insect while the genotype IAC 15 presented the highest percentages of infestation. Regarding to parasitoidism by braconideous in *N. perezii* larvae was found that parasitoidism percentage was fairly high suggesting that this interaction can be an important factor in *N. perezii* populational dynamics. Thus, we have established a short description of biological and ecological aspects of *N. perezii*, which will make subsequent studies easier related to this family, as well as elucidate certain parasitism aspects of these larvae in cassava shoots which may be used in possible risks explanation to the crop of this plant.

Keywords: Insecta, Lonchaeidae, parasitoidismo, shoot fly, variety resistance.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Parâmetros utilizados na morfometria das estruturas anteriores e posteriores das larvas de *Neosilba perezii*: 1. altura dos espiráculos posteriores em vista lateral, 2. largura dos espiráculos posteriores em vista lateral

30

Figura 2. Parâmetros utilizados na morfometria das estruturas anteriores e posteriores das larvas de *Neosilba perezii*: 3. diâmetro do espiráculo posterior direito em vista dorsal; 4. distância entre os espiráculos posteriores em vista dorsal

31

Figura 3. Parâmetros utilizados na morfometria das estruturas anteriores e posteriores das larvas de *Neosilba perezii*: 5. altura da base da mandíbula em vista lateral; 6. comprimento angular da mandíbula em vista lateral

32

Figura 4. Pontos utilizados na morfometria alar de *Neosilba perezii*: 1)- da parte externa da nervura umeral (h) até nervura subcostal (Sc); 2)- da nervura subcostal (Sc) até a parte externa da nervura Radial 2 (R2); 3)- da nervura Radial 2 (R2) até a parte externa da Radial 3 (R3); 4)- deste ultimo ponto (R3) até a parte inferior anterior da nervura média (MA) e 5)- nervura que se localiza entre a célula Dm e CuAl

33

Figura 5. Morfologia do ovo de *Neosilba perezii* em vista ao microscópio óptico

34

Figura 6. Morfologia do ovo de *Neosilba perezii* em vista ao microscópio estereoscópio

34

Figura 7. a. Terminália genital masculina de *Neosilba perezii* em vista lateral (176X)

Figura 7.b Terminália genital masculina de *Neosilba perezii* em vista ventral (176X)

Figura 7.c Edeago de *Neosilba perezii* em vista lateral (176X)

35

Capítulo 2

Figure 1. *Neosilba perezii* larvae parasitism measured through the percentage of cassava plant parasited by the larvae in three crop areas of cassava in southwestern state of São Paulo from May 2008 to April 2009

49

Figure 2. Relationship between temperature (two-week average) and larvae parasitism of *Neosilba perezii* (percentage) in areas 1, 2 and 3 of the

southwest of São Paulo State, from May 2008 to April 2009	50
Figure 3. Relationship between the parasitism of <i>Neosilba perezii</i> larvae (%) and rainfall (two-week average) in three cassava agricultural areas in the southwest of São Paulo, from May 2008 up to April 2009	51
Figure 4. Relationship between the parasitism of <i>Neosilba perezii</i> larvae with cassava plants age of three cassava agricultural areas of cassava cultivation in the southwest of São Paulo, from May 2008 up to April 2009	52
Capítulo 3	
Figure 1. Percentage of infested plants (average \pm standard error) by the larvae of <i>Neosilba perezii</i> for each cassava genotype <i>Manihot esculenta</i> Crantz, from September 2008 to January 2009, Campinas, SP, 2009	63
Figure 2. Percentage distribution of infested plants by larvae of <i>Neosilba</i> (monthly average) manioc genotypes <i>Manihot esculenta</i> Crantz, Campinas, SP, 2009	64
Figure 3. <i>Neosilba perezii</i> larvae infestation in cassava <i>Manihot esculenta</i> Crantz (% average \pm standard error) on each two-week sampling, from September 2008 to January 2009, Campinas, SP, 2009	64
Figure 4. Percentage of infested plants by larvae of <i>Neosilba perezii</i> (sampling average), temperature (average of 15 days prior to the sampling) and rainfall (average of 15 days before sampling) on each occasion of sampling, from September 2008 to January 2009, Campinas, SP	65
Capítulo 4	
Figura 1. Total de pupas obtidas, moscas emergidas, parasitóides emergidos, pupas inviáveis, provenientes de coletas de brotos de mandioca em Jaguariúna (Área 1), Mogi Mirim (Área 2) e Mogi Guaçu (Área 3), de junho/08 a dezembro/08	75
Figura 2. Relação entre a temperatura média do mês anterior à amostragem na área 1 e a porcentagem de parasitoidismo, Jaguariúna/SP, 2009. ($y = -3,061x + 87,135$; $r^2 = 0,6612$; $r = -0,8$ e $p = 0,02$)	75
Figura 3. Relação entre a idade das plantas de mandioca e o parasitoidismo por braconídeos (%) em Jaguariúna (área 1), Mogi Mirim (área 2) e Mogi Guaçu (área 3), de junho/08 a dezembro/08	76

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela I. Duração em dias das fases de desenvolvimento de *Neosilba perezii* a $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de UR e 12 h de fotoperíodo

28

Tabela II. Média (\pm erro padrão) das medidas de parâmetros das mandíbulas e de espiráculos posteriores de larvas *Neosilba perezii* em milímetros

28

Tabela III. Média (\pm erro padrão) das medidas das nervuras das asas de machos de *Neosilba perezii* em milímetros

29

Capítulo 3

Table I. *Neosilba perezii* larvae infestation in cassava *Manihot esculenta* Crantz (% average \pm standard error) on each occasion of sampling, Campinas, SP, 2009

63

Capítulo 4

Tabela I. Total de pupas obtidas (P), moscas emergidas (M), parasitóides emergidos (PR), pupas inviáveis (PI) (*) e suas respectivas porcentagens em relação ao número total de pupas obtidas (**), provenientes de coletas de brotos de mandioca em Jaguariúna (Área 1), Mogi Mirim (Área 2) e Mogi Guaçu (Área 3), de junho a dezembro de 2008

74

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
INTRODUÇÃO GERAL	01
REFERÊNCIAS	06
CAPÍTULO 1. Aspectos da biologia e morfologia de <i>Neosilba perezii</i> (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae)	
Resumo	14
1.1 Introdução	15
1.2 Material e Método	16
1.3 Resultados e Discussão	19
1.4 Referências	23
CAPÍTULO 2. Parasitism of cassava shoots by larvae of <i>Neosilba perezii</i> (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae, Acalyptratae) in southwestern of the state of São Paulo, Brazil	
Abstract	36
2.1 Introduction	38
2.2 Material and Methods	39
2.3 Results and Discussion	41
2.4 References	45
CAPÍTULO 3. Infestation by <i>Neosilba perezii</i> (Romero & Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae) in Cassava Genotypes	
Abstract	53
2.1 Introduction	55
2.2 Material and Methods	56
2.3 Results and Discussion	58
2.4 References	61
CAPÍTULO 4. Parasitoidismo por uma Nova Espécie de Braconídeo Sobre Larvas de <i>Neosilba perezii</i> Romero & Ruppel (Diptera: Lonchaeidae)	
Resumo	67

1.1	Introdução	67
1.2	Material e Método	69
1.3	Resultados e Discussão	70
1.4	Referências	72
	CONCLUSÕES GERAIS	77
	BIBLIOGRAFIA GERAL	78

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, têm-se observado um notável interesse na obtenção de informações sistemáticas, biológicas e ecológicas dos diversos grupos animais e vegetais visando justificar e compreender a importância da manutenção da Biodiversidade Neotropical.

A família Lonchaeidae está classificada dentro da superfamília Tephritoidea a qual apresenta características notórias como a exibição de padrão de corte em vôo, presença de asas geralmente sem pigmentação ou pigmentação difusa, além de halteres e corpo de coloração preta, sendo comum reflexos metálicos azuis, bronze ou verde no corpo dos insetos desta família (McALPINE, 1987).

As larvas dos lonqueídeos são saprófagas, fitófagas ou predadoras e assim estão associadas a frutos, sementes, brotos e flores, os quais são danificados pela nutrição da larva neste substrato hospedeiro (McALPINE, 1961; FEHN, 1981).

Apesar da literatura brasileira ter relatado a presença de lonqueídeos infestando frutos de importância econômica desde a década de 30, por um longo período os lonqueídeos foram negligenciados e muitas vezes descartados nos levantamentos de moscas frugívoras pela falta de conhecimento taxonômico da família e principalmente por não representarem uma notável importância econômica. A partir da década de 70, o interesse em estudar a família Lonchaeidae, principalmente espécies do gênero *Neosilba*, foi crescente, por ser comum a coleta de espécimes em frutos de importância comercial (GATELLI et al., 2008). Deste modo, foram realizados no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas diversos estudos relacionados com esta família de moscas, dentre os quais podem ser citados levantamentos das espécies e seus hospedeiros (DEL VECCHIO, 1981), estudos ecológicos (EMORI, 1993; STRIKIS, 2005), estudos morfométricos (OLIVEIRA, 1992; FREITAS, 2008) e até ensaios moleculares (DE CONTI et al., 1984). Assim, os trabalhos passaram a incluir as espécies desta família e devido a isto foram alistadas muitas espécies de frutos

hospedeiros, em diversos estados brasileiros (MALAVASI et al., 1980; MALAVASI e MORGANTE, 1980).

Posteriormente, por volta dos anos 90, o interesse em estudar esta família foi favorecido em razão da quantidade de pupários de lonqueídeos obtidos em estudos e levantamentos. Assim em um estudo entomofaunístico, Silva (1993) constatou a presença de espécies de *Neosilba* associadas a 19 espécies de frutos, em quatro locais do Estado do Amazonas.

Nos anos seguintes, Raga et al. (1996; 1997), em um estudo de observação da incidência de moscas-das-frutas (Tephritidae) em frutos de café *Coffea spp.* e laranja *Citrus sinensis*, no estado de São Paulo, relataram que 17 e 4,9% dos exemplares coletados, respectivamente, pertenciam à família Lonchaeidae. Também no Estado de São Paulo, Souza Filho (1999) encontrou lonqueídeos associados a 40 espécies de frutos. No estado de Mato Grosso do Sul, os lonqueídeos foram associados a 22 espécies de frutos (UCHÔA FERNANDES et al., 2002). De fato, a família havia despertado interesse, principalmente nos pesquisadores de Tephritidae, e isto possibilitou um aumento considerável de publicações envolvendo estas moscas, o que acabou por favorecer a compreensão de alguns aspectos da dinâmica biológica e ecológica deste grupo de insetos (RODRIGUES et al, 2006; BONFIM et al., 2007; SOUZA et al., 2008).

Assim, trabalhos voltados especialmente para a família Lonchaeidae começaram a ser desenvolvidos com grande frequência sendo alguns no âmbito de biologia das espécies (LOURENÇÃO et al, 1996; CAIRES et. al, 2009),ecologia (ARAÚJO & ZUCCHI, 2002; SANTOS et al., 2004; BITTENCOURT et al., 2006) e alguns outros trabalhos relacionados com a taxonomia destas moscas (STRIKIS & PRADO, 2005; STRIKIS & PRADO, 2009).

Na região Neotropical o gênero *Neosilba* é o mais estudado dentro da família Lonchaeidae contando atualmente com 16 espécies descritas (MCALPINE &

STEYSKAL, 1982). As espécies são associadas muitas vezes a frutos de interesse comercial e desta forma, este gênero passou a ter uma considerável importância e os estudos relacionados com estas espécies passaram a ganhar maior enfoque. As larvas de *Neosilba* já foram registradas tendo como hospedeiros frutos das famílias Malpighiaceae, Myrtaceae; Rutaceae, (ARAÚJO & ZUCCHI, 2002); Anacardiaceae, Annonaceae; Caricaceae; Caryocaraceae; Combretaceae; Lauracea; Oxalidaceae; Passifloraceae, (UCHÔA-FERNANDES et al., 2002); além de Rubiaceae (RAGA et al., 1996), Rosaceae (STRIKIS & PRADO, 2009) e Solanaceae (STRIKS & PRADO, 2005) entre outros.

Curiosamente, *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) têm em seu estágio larval, brotos de mandioca como recurso alimentar. A mosca-da-mandioca ou broca-dos-brotos, *N. perezii*, é uma praga da cultura que tem sua incidência variável de acordo com a região e época do ano (LOURENÇÃO et al., 1996).

A mosca-da-mandioca foi citada inicialmente na literatura brasileira como *Lonchaea pendula* Bezzi, 1919 (GRANER, 1942; ZIKAN, 1944) sendo posteriormente transferida para o gênero *Silba*. Os textos brasileiros sobre pragas da mandioca (ROSSETTO, 1970; MARICONI, 1976; SILVA et al., 1981) referem-se a essa mosca como *S. pendula*. Da mesma forma, especialistas internacionais mostraram inexatidão quanto à taxonomia da espécie (BELLOTTI & SCHOONHOVEN, 1978; KING & SAUNDERS, 1984).

Em 1973 *N. perezii* foi descrita em Porto Rico por Romero e Ruppel a partir de adultos obtidos em brotos de mandioca e posteriormente, Waddill e Weems (1978), transferiram a espécie do gênero *Silba* para o gênero *Neosilba*. Esta espécie foi considerada de grande importância econômica no sul da Flórida por estes últimos autores.

Del Vecchio (1981) verificou em estudo sobre ocorrência de lonqueídeos em diferentes plantas hospedeiras que de onze espécies de *Silba* (= *Neosilba*), foi

encontrada apenas uma, em brotos de mandioca, que apresentava especificidade para essa planta, sugerindo que a espécie era um exemplar de *N. perezii*.

A distribuição de *N. perezii* parece se restringir às Américas (BELLOTTI et al., 1999; ALEAN, 2003; EWUSIE, 2008;), e no Brasil o inseto é encontrado principalmente na região litorânea e interior do estado de São Paulo (LORENZI & DIAS, 1993; LOURENÇÃO et al., 1996), no estado de Minas Gerais (SOUZA & REIS, 1986) e no sul do estado da Bahia (FARIAS, et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007); porém há registros de danos ocasionados pela presença da larva do inseto em culturas de mandioca do estado do Amazonas (SILVA et al., 1981), no estado da Paraíba (SOUZA et al., 1982), no estado de Alagoas (FRANCO et al., 1976) e no estado de Rondônia (OLIVEIRA, 1987).

O adulto se caracteriza por apresentar coloração preto-azulada de brilho metálico e asas hialinas. Ovipositam na parte mais tenra e mole dos brotos, em posição inclinada e isolada. As larvas são ápodas e desenvolvem-se nas brotações. Completando o período larval, passam à pupa no solo. O ciclo completo se estende por cerca de 40 dias. As larvas broqueiam as brotações, abrem galerias de onde sai uma exsudação escura e onde posteriormente se desenvolvem microorganismos. Com isso, os brotos murcham e secam, causando a morte dos ponteiros e um atraso no desenvolvimento das plantas. (BOZA & WADDILL, 1978).

Contudo, as informações disponíveis a respeito dos prejuízos econômicos que podem ser originados pelo inseto mostram-se incompletas, pois muitas vezes há ausência de correlações com a idade das plantas ou com fatores climáticos e sazonais, os quais podem ter um impacto bastante forte quando se trata da investigação de prejuízos ocasionado por insetos herbívoros. Sendo assim, em um informe publicado pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) , em 1977, foi visto que as plantas atacadas podem reduzir sua produção em 15 a 34%. Já, em experimentos conduzidos pelo mesmo CIAT, simulando-se o dano da mosca mediante destruição das gemas terminais verificou-se que os danos nas gemas ocasionados pela praga nos dois

ou três primeiros meses de desenvolvimento das plantas podem gerar uma redução na produção de material de propagação, mas não no rendimento das raízes (CIAT, 1981). Da mesma forma, Schmitt (1984) concluiu que o dano na cultura pode ocasionar perdas de 5% na produção de manivas e sementes, nos três primeiros meses.

Recentemente, Farias et al. (2007) verificaram que o ataque da mosca-do-broto na cultura da mandioca não influenciou nas produções de raízes, no número de hastes e nem no teor de amido das variedades estudadas, mas afetou a qualidade do material de propagação. Entretanto, um levantamento detalhado e sistemático sobre essas perdas não foi realizado e pouco se sabe se a incidência de ataque pode variar de acordo com a sazonalidade ou com características da planta.

No estado de São Paulo há um conhecimento amplo a respeito das moscas-das-frutas da família Tephritidae (ZUCCHI, 2000); entretanto as informações a respeito dos lonqueídeos se mostram ainda bastantes deficientes em relação a estudos biológicos e ecológicos das espécies desta família. Estudos básicos sobre a biologia e ecologia das espécies neotropicais de moscas são importantes para a compreensão da estratégia e ciclo de vida destas. As informações ecológicas obtidas junto às populações de insetos fitófagos servem de base para o desenvolvimento de estudos sobre demografia e principalmente para a implantação de estratégias de manejo integrado, quando for o caso (CARVALHO et al., 1998).

REFERÊNCIAS

ALEAN, I. **Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero.** 2003. 107 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e Veterinaria) - Facultad de Ciencias Básicas, Microbiología Agrícola y Veterinaria, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 2003.

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Hospedeiros e níveis de infestação de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 91-94, 2002.

BELLOTTI, A.; SCHOONHOVEN, A.V. Mites and insect pests of cassava. **Annual Review of Entomology**, v. 23, p. 39-67, 1978.

BELLOTTI, A. C., SMITH, L., AND S. L. LAPOINTE.. Recent Advances in Cassava Pest Management. **Annual Review of Entomology**. v. 44, n.1, p. 343 - 370, 1999.

BITTENCOURT, M. A. L.; SILVA, A. C. M.; BOMFIM, Z. V.; SILVA, V. E. S.; ARAÚJO, E. L.; STRIKIS, P. C. Novos registros de espécies de *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae) na Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 282-283, 2006.

BOMFIM, D. A.; UCHOA-FERNANDES, M. A.; BRAGANCA, M. A. L. Hosts and parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritoidea) in the State of Tocantins, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, 2007.

BOZA, J. A.; WADDILL, V. H. A cassava shoot fly, *Neosilva perezii* Romero and Ruppel: notes on biology and effect on cassava yield. **Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science**, v.22, p. 226-23, 1978.

CAIRES, C. S.; UCHÔA-FERNANDES, M. A.; NICACIO, J. & STRIKIS, P. C. Frugivoria de larvas de *Neosilba* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) sobre *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler (Santalales, Loranthaceae) no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 272-277, 2009.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; FERNANDES, Ê. B. Dados biológicos de *Anastrepha obliqua* Macquart (Diptera: Tephritidae) em manga. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 469-472, 1998.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Informe anual**: Cassava production systems. 1977, 265p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Informe anual**: Programa de yuca. Cali, 1981, 268p.

DE CONTI, E.; DEL VECCHIO, M. C.; de SOUZA, H. M. L.; MORGANTE, J. S.; PIEDRABUENA, A. E. Allozymic variability in natural *Silba* spp. Populations (Diptera: Lonchaeidae). **Revista Brasileira de Genética**, v. 7, n. 3, p. 419-432, 1984.

DEL VECCHIO, M. C. 1981. **Família Lonchaeidae (Diptera: Acalyptratae): Ocorrência de espécies e respectivos hospedeiros em algumas localidades do estado de São Paulo**. Tese de Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade de Campinas. 102p.

EMORI, M. M. 1993. **Interações ecológicas entre Lonchaeidae e Tephritidae (Diptera). Ocorrência de cariótipos de algumas espécies do gênero *Neosilba* (Lonchaeidae)**. Tese de Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade de Campinas. São Paulo. 105p.

EWUSIE, E.B. **Potentials and prospect of strip cropping in the management of cassava whitefly *Bemisia tabaci* in Peri – Urban agroecosystems.** 2008. Master of Science in Entomology. Texas Tech University, Texas. 147p.

FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R.; MATTOS, P. L. P. de. Mosca-do-broto e efeito do ataque em cultivares de mandioca. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/mandioca/index.htm>. Acesso em: 01/08/2009

FENH, L. M. Coleta e reconhecimento de moscas das frutas em região metropolitana de Curitiba e Irati, Paraná, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 10, p. 209-238, 1981.

FRANCO, J. F.; PULZ, F. S.; DOMICIANO, N. L.; PALMA, Y. ; DIONIZIO, A. ; MARICONI, F. A. M. Ensaio de campo de combate à broca dos brotos da mandioca, *Silba pendula* (Bezzi, 1919). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 3, 1976, Maceió - AL. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 1976. v. 3. p. 209-215.

FREITAS, K. F. **Estudos Morfológicos e ecológicos de espécies de Lonchaeidae (Diptera) em frutos de Rubiaceae, Myrtaceae, Rosaceae e Fabaceae.** 2008. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

GATTELLI, T.; SILVA, F. F. da; MEIRELLES, R. N.; REDAELLI, L. R.; DAL SOGLIO, F. K. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira "Céu" na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 38, p. 236-239, 2008.

GRANER, E. A. Tratamento de mandioca pela colchicina: II. Formas polipóides obtidas. **Bragantia**, Campinas, v.2, n.2, p.23-54, 1942.

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London: Overseas Development Administration, 1984. 166 p.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. de. **Cultura da mandioca**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993. 41 p. (Boletim técnico, n. 211).

LOURENÇÃO, A. L.; LORENZI, L. O. ; AMBROSANO, G. M. B. Comportamento de clones mandioca em relação à infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 304-308, 1996.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae): Índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, p.17-24, 1980.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; ZUCCHI, R. A. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae): Lista de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, p. 9-16, 1980.

MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1976. 466p.

McALPINE, J. F. A new species of *Dasiops* (Diptera:Lonchaeidae) injurious to apricots. **The Canadian Entomology**, v. 93, p. 539-544, 1961.

McALPINE, J. F.; STEYSKAL, G. C. A revision of *Neosilba* McAlpine with a key to the world genera of Lonchaeidae (Diptera). **The Canadian Entomologist**, v. 114, n. 2, p. 105-138, 1982.

McALPINE, J.F. Lonchaeidae. In: McAlpine, J. F. (ed.), **Manual of Nearctic Diptera**. Ottawa: Biosystematics Research Institute. Research Branch, Agriculture Canada, Monograph 28, 1987. p. 791-796

OLIVEIRA, F. N. S. 1987. **Caracterização botânico-agronômica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Porto Velho, Rondônia.** Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 14p.

OLIVEIRA, A. S. **Diferenciação morfométrica e evolução de espécies de *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae).** 1992. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1992.

OLIVEIRA, A. M. G.; NORONHA, A. C. S, da.; GOMES, H. S. de.; SILVA, J. da.; OLIVEIRA, J. L. de.; FERREIRA FILHO, J. R.; DINIZ, M. S. de.; RODRIGUÉZ, M. A. D.; SANTOS, V. S. da. **Elaboração de sistemas de produção de mandioca para o Extremo Sul da Bahia.** Boletim Agropecuário: artigos técnicos, 21 dez. 2007.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F.; ARTHUR, V.; MARTINS, A. L. M. Avaliação da infestação de mosca das frutas em variedades de café (*Coffea* spp.). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 63, p. 59-63. 1996.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F.; ARTHUR, V.; SATO, M. E.; MACHADO, L. A.; BATISTA FILHO, A. Observações sobre a incidência de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em frutos de laranja (*Citrus sinensis*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 64, p. 125-129, 1997.

RODRIGUES, S. R.; NANTES, L. R; SOUZA, S. R. de.; ABOT, A. R.; UCHÔA-FERNANDES, M. A. Moscas frugívoras (Diptera, Tephritoidea) coletadas em Aquidauana, MS. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 131-134, 2006.

ROMERO, J. L.; RUPPEL, R. F. A new species of *Silba* (Diptera, Lonchaeidae) from Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 57, n. 2, p.165-168, 1973.

ROSSETTO, C. J. **Principais pragas da mandioca no Estado de São Paulo**. In: Encontro de Engenheiros Agrônomos dos países andinos e do estado de São Paulo, 1., 1970, Campinas. Pesquisadores em 1º.... Campinas: IAC, 1970. p. 90-95

SCHMITT, A. T. **Inimigos naturais do *Erinnyis ello* da mandioca**. In: ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 3., 1984, Florianópolis. **Anais**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1984. p. 201-208.

SILVA, A. B.; MAGALHÃES, B. P.; COSTA, M. S. **Insetos e ácaros nocivos à mandioca na Amazônia**. Belém: Embrapa, 1981. 35p. (Boletim de Pesquisa, 31).

SILVA, N. M. da. **Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em quatro locais do Estado do Amazonas**. 1993. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Piracicaba, 152p. 1993.

SANTOS, W. S., CARVALHO, C. A. L.; MARQUES, O. M. Registro de *Neosilba zadolicha* McAlpine & Steyskal (Diptera: Lonchaeidae) em umbú-cajá (Anacardiaceae). *Neotropical Entomology*, v. 33, p. 653-654, 2004.

SOUZA, S. P.; MATIAS, E. C.; LOPES, E. B. 1982. **Cultura da mandioca**. João Pessoa: Emater-PB, (Documento).

SOUZA, J. C. de; REIS, P. R. Cassava pests in Minas Gerais, Brazil [*Pseudococcus* sp, *Coelosternus rugicollis*, *Anastrepha* sp, *Neosilba perezii*, *Vatiga illudens*, *Erinnyis ello ello*] Belo Horizonte, BINAGRI: **Boletim Técnico** - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1986. 2232 p.

SOUZA FILHO, M. F. **Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides (Hymenoptera) em plantas hospedeiras no Estado de São**

Paulo. 1999. 174p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.

SOUZA, J. F. de.; SOUZA, S. A. S. DA; AGUIAR – MENEZES, E. L. DE.; FERRARA, F. A. A.; NASCIMENTO, S. A.; RODRIGUES, W. C; CASSINO, P. C. R. Diversidade de moscas-das-frutas em pomares de citros no município de Araruama, RJ. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 518-521, 2008.

STRIKIS, P. C. **Relação tritrófica envolvendo lonqueídeos, tefritídeos (Diptera : Tephritoidea) seus hospedeiros e seus parasitóides eucoilíneo (Hymenoptera: Figitidae) e braconídeos (Hymenoptera: Braconidae) em Monte Alegre do Sul/SP e Campinas/SP.** 2005. Dissertação (Mestrado em Parasitologia – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

STRIKIS, P. C.; PRADO, A. P. A new species of the genus *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 828, p. 1-4, 2005.

STRIKIS, P. C.; PRADO, A. P. Lonchaeidae associados a frutos de nêspera, *Eryobotria japonica* (Thunb.). Lindley (Rosacea), com descrição de uma nova espécie de *Neosilba* (Diptera: Tephritoidea). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 49-54, 2009.

UCHÔA-FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; MOLINA, R. M. S.; ZUCCHI, R. A. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.31, p. 515-524, 2002.

WADDILL, V. H. WEEMS. **The cassava shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero and Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae).** Florida: Dept. Agric. DPI Ent. Circ., 1978. p.1871-1872.

ZIKAN, W. 1944. **Notas sobre *Lonchaea pendula* (Bezzi) (Dipt) e *Belonuchus formosus* Gravenh.Col.: Staphilinidae.** Rio de Janeiro: Serv. Inf. Agric., 1944. 11p.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia, In A. MALAVASI & R.A. ZUCCHI (eds.), **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. FAPESP-Holos, Ribeirão Preto, 2000. p. 13-24.

CAPÍTULO 1

**Aspectos da biologia e morfologia de *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973)
(Diptera: Lonchaeidae)**

**Aspects of biology and morphology of shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero &
Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae)**

Gislotti, L. J.¹ & Prado, A. P.¹

¹ Laboratório de Entomologia, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, 13.083-862, Campinas-SP, Brasil. lauragislotti@gmail.com

Abstract- The shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel) is an important pest in cassava crop in the southeastern of Brazil, causing the death of the shoots. Its biology is not very known, which has made its appropriate handling difficult in the field. At this way, the study was carried out on this insect in Insect Laboratory of the Animal Biology Department in the University of Campinas, SP, at a temperature of 22 ± 1 ° C, 70% relative humidity and photofase of 12 hours. The incubation period of eggs took 2 days on average, with viability of 55.5%. Larvae were created on a special diet developed in this research, developing in 15 days average with viability of 66,6%. The average pupal period took 23 days and the viability in this period of 60.5%. The period from an egg to adult lasted approximately 40 days, with viability of 22.5%. The morphology of immature and adult stages of these flies has been described, characterizing the species in details.

Keywords: Biological cycle; *Neosilba perezii*, Taxonomy.

Resumo- A mosca-da-mandioca, *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel), é uma praga importante na cultura da mandioca no sudeste do Brasil, provocando a morte dos brotos e ocasionando brotamentos laterais. Sua biologia é pouco conhecida o que tem dificultado o seu manejo adequado em campo. Dessa forma, foi realizado o estudo da

biologia desse inseto no Laboratório de Entomologia do Departamento de Biologia Animal, da Universidade Estadual de Campinas, SP, à temperatura de $22 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de 70% e fotofase de 12h. O período de incubação dos ovos foi de 2 dias em média, com viabilidade de 55,5%. As larvas foram criadas em dieta especial desenvolvida neste trabalho, desenvolvendo-se em 15 dias em média com viabilidade de 66,6%. O período pupal médio foi de 23 dias e a viabilidade deste período de 60,5%. O período de ovo a adulto durou cerca de 40 dias, com viabilidade de 22,5%. Foram descritas aspectos morfológicos dos estágios imaturos e dos adultos destas moscas, os quais facilitam a identificação.

Palavras-chave: Ciclo biológico, *Neosilba perezii*, Taxonomia.

1.1 Introdução

A família Lonchaeidae compõe a superfamília Tephritoidea juntamente com Pyrgotidae, Tachiniscidae, Tephritidae, Platystomatidae, Ulidiitidae (= Otitidae), Richardiidae, Pallopteridae e Piophilidae. Esta superfamília compreende três grupos monofiléticos, um deles compreendido apenas pela família Lonchaeidae. Nesta família encontra-se o gênero *Neosilba*, que apresenta grande importância na região neotropical, pois suas larvas parasitam frutos e hortaliças economicamente importantes. (McAlpine 1989). No entanto, a sistemática do gênero *Neosilba* é bastante complicada, pois o grupo apresenta um grande complexo críptico de espécies (De Conti *et al.* 1984; Norrbom & McAlpine 1997) e a identificação destas é baseada principalmente na engenhosa análise das estruturas da genitália dos machos (McAlpine 1989). Até o trabalho realizado por McAlpine & Steyskal (1982), e mesmo posteriormente, os espécimes de *Neosilba* coletados na região neotropical eram identificados como pertencentes ao gênero *Silba*, o qual possui apenas uma espécie na região Neotropical.

Já a posição dos lonqueídeos como praga, por um longo período, foi alvo de intensas discussões de forma que alguns autores afirmavam que estes insetos se comportavam como pragas secundárias por se aproveitarem de puncturas feitas por insetos primários e assim não causariam graves danos econômicos (Costa Lima 1926; Fonseca & Autuori 1932; Santos 1954) e outros autores alegando que estas moscas

poderiam ser causadores de danos econômicos importantes (Blanchard 1948; Fehn 1981). Atualmente, trabalhos mais recentes sugerem que algumas espécies de lonqueídeos podem aparecer nos frutos independentemente da presença de outros insetos primários (Souza *et al.* 1983; Araújo e Zucchi 2002; Caíres *et al.* 2009).

Neosilba perezii Romero & Ruppel (1973) é conhecida como mosca-da-mandioca ou broca-dos-brotos, pois utilizam em seu estágio larval, os brotos de mandioca como recurso alimentar. A mosca-da-mandioca foi citada inicialmente na literatura brasileira como *Lonchaea pendula* Bezzi, 1919 (Graner 1942; Zikan 1944) sendo posteriormente transferida para o gênero *Silba*. Os textos brasileiros sobre pragas da mandioca (Mariconi 1976) referem-se a essa mosca como *S. pendula*. Da mesma forma, especialistas internacionais mostraram inexatidão quanto à taxonomia da espécie (Bellotti & Schoonhoven 1978; King & Saunders 1984).

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar detalhadamente alguns aspectos da biologia e morfologia de *N. perezii*, que ainda são desconhecidos na literatura mundial.

1.2 Materiais e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia, do Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas e no campo experimental do Departamento de Biologia Vegetal, da mesma Universidade (23°33'S 47°26'W, 635 metros) onde foram cultivadas plantas de mandioca, as quais foram infestadas naturalmente pelo inseto; assim, os ovos, larvas e adultos utilizados neste trabalho foram provenientes desta área. O estudo constou das seguintes etapas:

Elaboração de uma dieta para *N. perezii*

Foram testadas três dietas artificiais (d1 = farinha de mandioca e água; d2 = levedura de cerveja, leite em pó, caseína e agar; d3 = farinha de mandioca, água e

levedura de cerveja), nas proporções de 1:3(d1), 20:20:1:3(d2) e 1:3:5(d3), visando determinar a mais adequada para a criação desta mosca em laboratório. Foi definida como dieta ideal a que permitisse o desenvolvimento da mosca preenchendo os melhores requisitos de qualidade biológica, quantidade e economicidade. Foram utilizadas 50 larvas de primeiro instar em cada dieta as quais foram mantidas em condições controladas de 23 ± 1 °C, UR= 60% e fotofase de 12 horas, durante todo o experimento. A dieta que proporcionou maior velocidade de desenvolvimento e maior viabilidade das pupas foi definida como a dieta ideal para criação de *N. perezii* em laboratório.

Ciclo biológico de *N. perezii* em laboratório

Foram coletados ovos de *N. perezii* provenientes dos brotos de mandioca de março de 2008 a agosto do mesmo ano. Os brotos de mandioca foram coletados, acondicionados em sacos de papel e levados ao Laboratório de Entomologia do Departamento de Biologia Animal/Instituto de Biologia da Unicamp.

Os ovos foram retirados dos brotos de mandioca e isolados em placas, com papel filtro umedecido ao fundo. Assim, os ovos foram mantidos em câmara climatizada (B.O.D.), sob condições controladas de temperatura (22 ± 1 °C), umidade relativa do ar ($70 \pm 10\%$) e fotoperíodo (12hL:12hE) até que houvesse a eclosão. Após esse período as larvas recém eclodidas foram transferidas para placas contendo a dieta adequada para a criação de larvas de *N. perezii*. O desenvolvimento das larvas, mantidas nas mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo descritas anteriormente, foi acompanhado até que houvesse formação de pupa. Então, as pupas foram transferidas para caixas plásticas vedadas com organza (25 x 50 x 10 cm), contendo areia fina umedecida e autoclavada (± 2 cm) como substrato até que ocorresse a emergência de adultos.

Diariamente, a umidade foi vistoriada, e os adultos emergidos foram coletados. Foi determinado o período médio de eclosão da larva (\pm erro padrão), o período médio

larval (\pm erro padrão), o período médio pupal (\pm erro padrão); além de ser estimada a viabilidade dos ovos (% dos ovos que geraram larvas), a viabilidade das larvas (% das larvas que puparam) e a viabilidade pupal (% das pupas que originaram adultos).

Imaturos de *N. perez*

Para o estudo da morfologia e dos parâmetros morfométricos, 20 exemplares de terceiro instar e 20 ovos foram fixados em álcool etílico 70%. Para a descrição do padrão de coloração das larvas, foram observados indivíduos vivos. A terminologia adotada para as descrições dos ovos e das larvas foi baseada em McAlpine (1987). Foi utilizado o microscópio óptico Zeiss Axiolplan e o programa computacional Leica IM50 para Windows XP, os quais foram responsáveis pela obtenção de imagens e medidas, respectivamente. As medidas apresentadas correspondem à média \pm EP (n = 20 ovos e n = 20 larvas de terceiro instar) em milímetros. Para os ovos, foram realizadas medições da altura e largura. Para as larvas, foram medidos o esqueleto cefalofaríngeo e os espiráculos posteriores. Assim, estas foram dissecadas de forma que primeiro e o último segmento foram destacados, a fim de facilitar a observação destas estruturas.

Os parâmetros utilizados na morfometria das estruturas anteriores e posteriores das larvas foram: 1. altura dos espiráculos posteriores em vista lateral, 2. largura dos espiráculos posteriores em vista lateral; 3. diâmetro do espiráculo posterior direito em vista dorsal; 4. distância entre os espiráculos posteriores em vista dorsal; 5. altura da base da mandíbula em vista lateral; 6. comprimento angular da mandíbula em vista lateral (Fig. 1).

Análise da morfologia de adultos de *N. perez*

Para a análise descritiva dos adultos de *N. perez* utilizou-se parâmetros como a morfologia das genitálias de ambos os sexos e análise de nervuras da asa direita de machos. Na análise das genitálias, os adultos foram clarificados em KOH 10% durante 24h e individualizados em frascos contendo álcool 70%. Com o auxílio de um microscópio estereoscópico, as genitálias dos machos e das fêmeas foram dissecadas e montadas em lâmina e lamínula, para obtenção de suas respectivas medidas. As

estruturas foram fotografadas utilizando os recursos acima citados. As ilustrações foram elaboradas com auxílio de câmara clara acoplada ao microscópio óptico. Após finalização com caneta nanquim descartável, as ilustrações foram digitalizadas e coloridas utilizando o programa Adobe Photoshop®.

As asas dos espécimes (asa direita, n=20, machos) foram retiradas, de igual modo, sob microscópio estereoscópico em uma placa de Petri contendo álcool 70%. Em seguida foram fixadas em uma lâmina e lamínula onde foram fotografadas com o auxílio do mesmo microscópio e programa computacional. A morfometria das nervuras costais (média \pm erro padrão) foi realizada a partir de quatro medidas externas das nervuras da asa direita dos espécimes machos. As nervuras estudadas partem dos seguintes pontos: 1) da parte externa da nervura umeral (h) até nervura subcostal (Sc); 2) da nervura subcostal (Sc) até a parte externa da nervura Radial 2 (R2); 3) da nervura Radial 2 (R2) até a parte externa da Radial 3 (R3); 4) deste último ponto (R3) até a parte inferior anterior da nervura média (MA) e 5) nervura que se localiza entre a célula Dm e CuAl (Fig 2). A terminologia utilizada para descrição da genitália de *N. perezii* segue McAlpine (1989) e os espécimes-testemunho do trabalho estão depositados no Departamento de Biologia Animal, Universidade Estadual de Campinas, SP.

1.3 Resultados e Discussão

Elaboração de uma dieta para *N. perezii*

A literatura conta com um elevado número de estudos que foram capazes de desenvolver dietas à fim de se criar moscas da superfamília Tephritoidea, contudo a grande maioria destes trabalhos foram elaborados visando a criação de espécies consideradas importantes pragas para a fruticultura (Zucoloto *et al.* 1979; Jaldo *et al.* 2001; Sobrinho *et al.* 2006). No entanto, à respeito da família Lonchaeidae, ainda não havia sido estabelecida nenhuma dieta que possibilitasse a criação destas moscas, até o presente momento.

De fato, dietas artificiais visando a criação de moscas da família Lonchaeidae são importantes ferramentas que possibilitam o estudo da biologia destas espécies tão

pouco conhecidas e desta forma foi desenvolvido uma dieta que possibilitasse o desenvolvimento de larvas de *N. perezi*. Assim, no intuito de utilizar nutrientes similares ao recurso alimentar natural utilizou-se a farinha de mandioca como fonte nutricional para as larvas de *N. perezi*. Assim, como proposto por Reinecke (1985) a utilização de fontes similares ao recurso alimentar para a criação deste inseto se mostrou bastante interessante já que possibilitou o desenvolvimento completo da mosca.

Entretanto, embora *N. perezi* tenha completado o ciclo biológico nas três dietas, a d3 foi a mais adequada para a sua criação, proporcionando maior velocidade de desenvolvimento e maior viabilidade das pupas. A d1 apresentou uma alta taxa de mortalidade das larvas de primeiro instar (65%) e d2 mostrou-se com baixa viabilidade pupal (21%). As fêmeas apresentaram duração da fase pupal (média 23 dias) significativamente menor do que os machos (média 29 dias) em todas as dietas, fazendo com que as fêmeas emergissem antes dos machos. A longevidade dos adultos não foi afetada pelas dietas. Desta forma, recomenda-se a utilização da dieta 3 para uma futura tentativa de criação de *N. perezi* em laboratório. O material testemunha, utilizado no trabalho está depositado na coleção do Departamento de Biologia Animal, Universidade Estadual de Campinas, SP.

Ciclo biológico de *N. perezi* em laboratório

Foi realizado primeiramente a tentativa de criação de *N. perezi* montando-se gaiolas que continham indivíduos machos e fêmeas, alimento e substrato para oviposição. Após um período de quatro meses de experimento verificou-se que não seria possível criar *N. perezi* nestas condições, pois os indivíduos não copulavam. McAlpine (1961) verificou que para moscas desta família é comum o enxameamento para que haja cópula e este pode ser o fator que não possibilitou a criação deste inseto em cativeiro. Desta forma, o estudo da biologia de *N. perezi* foi somente possível devido ao sucesso da dieta 3 elaborada neste trabalho, a qual possibilitou o desenvolvimento desta mosca sendo possível registrar dados biológicos desta espécie.

Foi coletado um total de 102 ovos, dos quais eclodiram 57 larvas de primeiro instar. Estas por sua vez originaram 38 pupas, as quais deram origem à 23 adultos,

sendo que 13 deles eram machos e 10 fêmeas. Sendo assim a viabilidade dos ovos foi de 55,8%, a viabilidade das larvas foi de 66,6 %, a viabilidade das pupas foi de 60,5% e a viabilidade de ovo a adulto, de 22,5%. A duração média do desenvolvimento de *N. perezii*, de ovo a adulto, foi de 41 dias (39 a 43), sendo o período médio de eclosão da larva igual a 2 dias \pm 0,2 (1 a 4); o tempo médio de larva de primeiro ínstar a pupa foi de 15 dias \pm 0,13 (12 a 18) e o período médio de pupa a adulto de 23 dias \pm 0,35 (21 a 26) (Tab. I). O período completo de desenvolvimento de ovo a adulto foi bastante similar daquele encontrado por Waddill (1978) e Boza & Waddill (1978).

Imaturos de *N. perezii*

Os ovos *N. perezii* são bastante similares à algumas espécies da família Tephritidae, sendo comumente de tamanho menor do que as espécies de *Anastrepha spp.* (Lawrence 1979; Steck & Wharton 1988; Carroll & Wharton 1989; Selivon & Perondini 1999). Possuem coloração branca e são depositados isolados ou agrupados, em numero de até quatro, firmemente aderidos ao substrato. Apresentam contorno elíptico com aproximadamente $960 \pm 5,30$ μ m de comprimento e $290 \pm 1,30$ μ m de largura na região central. O índice do ovo, ou seja, a razão entre o comprimento e a largura, foi calculado utilizando-se a largura da região central obtendo-se 3,31. O revestimento externo dos ovos apresenta o exocório extremamente regular. A maioria das células do exocório possui ornamentação de aspecto hexagonal e algumas vezes pentagonal (Fig 3).

As larvas de terceiro ínstar de *N. perezii* medem cerca de 10 mm de comprimento apresentando coloração branco leitosa a creme, são vermiformes, acefálicas e apresentam partes bucais consistindo de ganchos orais curvados na região anterior, associados a escleritos internos. O esqueleto céfalo-faríngeo é fortemente esclerotizado, o esclerito intermediário apresenta-se delgado quando visto de perfil e em forma de 'H' quando visto ventralmente. A maxila é curva, robusta e totalmente esclerotizada, a base apresenta-se alargada, afinando-se em direção à região anterior, que se mostra pontiaguda (Fig 1). A estrutura esclerotizada do esqueleto

cefalofaringeano é de extrema importância já que as fêmeas de *N. perezii* ovipõe externamente ao tecido da planta e a larva eclodida deve penetrar ativamente no broto de mandioca (Boza & Waddill 1978).

Os espiráculos posteriores estão localizados no último segmento abdominal, póstero-dorsalmente e mostram-se esclerotizados com o peritrema circundando as fendas espiraculares em número de três (Fig 1). Considera-se que a estrutura morfológica dos espiráculos posteriores de *N. perezii* poderá ser utilizado na caracterização da espécie, assim como proposto por Krivosheina (2005).

Quanto aos parâmetros morfométricos analisados obtiveram-se os resultados que estão representados na Tabela II.

Nas medidas as médias devem vir com os respectivos desvios (\pm DP)

Análise da morfologia de adultos de *N. perezii*

Como a forma mais sensível de caracterizar as espécies do gênero *Neosilba* se consiste na análise da genitália masculina, foi descrita esta estrutura reprodutiva a fim de caracterizar adultos desta espécie. O epândrio se mostra ereto ao longo da margem ventral, mais comprido do que largo, apresentando pêlos longos que se alongam mais ao final da genitália. Os surstilos se mostram mais espaçados anteriormente (Figs. 7a,b). O filamento do edeago se apresenta ligeiramente robusto e longo com inúmeras setas ao longo de todo o comprimento (Fig. 7c). A genitália masculina de *N. perezii* é parecida à de *Neosilba nigrocaerulea* (Malloch, 1920) (McAlpine & Steyskal 1982), porém as duas espécies podem ser diferenciadas através da observação da disposição dos surstilos e do edeago de *N. perezii* o qual apresenta as inúmeras setas citadas como na figura acima.

De fato, a taxonomia do gênero *Neosilba* se mostra bastante dificultada devido a esta forma trabalhosa de identificação, a qual requer treinamento especializado para a identificação correta das espécies (De Conti *et al.* 1984). Assim, uma nova ferramenta que auxilie a identificação de espécies deste gênero poderia ser de grande valia para estudos posteriores a respeito da família Lonchaeidae.

De fato, a morfometria nas nervuras alares tem se mostrado como sendo uma ferramenta bastante útil na caracterização taxonômica de espécies de Diptera (Carsola & Añez, 1988; Marcondes, 1997; Araújo & Zucchi, 1998). Assim, as médias das medidas de nervuras das asas dos indivíduos de *N. perezii* estão representadas na Tabela III.

1.4 Referências

Araújo, E. L. & Zucchi, R. A. 1998. Utilização da análise discriminante em estudos taxonômicos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, (Diptera: Tephritidae). **Scientia agrícola** 55(1): 105-111.

Araújo, E. L. & Zucchi, R. A. 2002. Hospedeiros e níveis de infestação de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, RN. **Arquivos do Instituto Biológico** 62: 91-94.

Blanchard, E. E. 1948. Sinopsis de los lonchaeidos argentinos. **Revista de Investigación Agrícola** 2 (4): 157-178.

Bellotti, A. & Schoonhoven, A.V.1978. Mites and insect pests of cassava. **Annual Review of Entomology** 23: 39-67.

Boza, J. A & Waddill, V. H. 1978. A cassava shoot fly, *Neosilva perezii* Romero and Ruppel: notes on biology and effect on cassava yield. **Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science** 22: 226-237.

Caires, C. S.; Uchôa-Fernandes, M. A.; Nicacio, J. & Strikis, P. C. 2009. Frugivoria de larvas de *Neosilba* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) sobre *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler (Santalales, Loranthaceae) no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 53 (2): 272-277.

Carroll, L. E. & Wharton, R. A. 1989. Morphology of the immature stages of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America** 82: 201-214.

Carzola, D. & Añez, N. 1998. Description of the female of *Lutzomyia ceferinoi* (Ortiz & Alvarez, 1963) and redescription of the male. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 83(3): 313-321.

Costa Lima, A. 1926. Sobre as moscas-das-frutas que vivem no Brasil. **Chácaras e Quintais** 34 (1): 21-24.

De Conti, E.; Del Vecchio, M. C.; De Souza, H. M. L.; Morgante, J. S. & Piedrabuena, A. E. 1984. Allozymic variability in natural *Silba spp.* populations (Diptera: Lonchaeidae). **Revista Brasileira de Genética** 7 (3): 419-432.

Fenh, L. M. 1981. Coleta e reconhecimento de moscas das frutas em região metropolitana de Curitiba e Irati, Paraná, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira** 10: 209-238.

Fonseca, J. P. & Autuori, M. 1932 Lista dos principais insetos que atacam plantas cítricas no Brasil. **Revista de Entomologia** 2 (2): 202-216.

Graner, E. A. 1942. Tratamento de mandioca pela colchicina: II. Formas polipóides obtidas. **Bragantia** 02 (2): 23-54.

King, A. B. S. & Saunders, J. L. 1984. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London, Overseas Development Administration, 166 p.

Jaldo, H. E; Gramajo, M. C. & Willink, E. 2001. Mass rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): a preliminary strategy. **The Florida Entomologist** 84: 716–718.

Krivosheina, M. G. 2005. The structure and topography of spiracles in larvae of the lower Brachycera (Diptera, Brachycera, Orthorrhapha) in relation to their mode of life. **Entomological Review** 85(9): 1100-1126.

Lawrence, P. O. 1979. Immature stages of the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa*. Florida Entomologist. 62: 214-219.

McAlpine, J. F. 1961. A new species of *Dasiops* (Diptera:Lonchaeidae) injurious to apricots. **The Canadian Entomologist** 93: 539-544.

McAlpine, J. F. & Steyskal, G. C. 1982. A revision of *Neosilba* McAlpine with a key to the world genera of Lonchaeidae (Diptera). **The Canadian Entomologist** 114 (2): 105-138.

McAlpine, J.F. 1987. Lonchaeidae, p. 791- 797. In: J. F McAlpine; B. V. Peterson; G. E. Shewell; H. J. Teskey; J. R. Vockeroth & D. M. Wood (eds.). **Manual of Nearctic Diptera**. Research Branch, Agriculture Canada, Monograph 28, 1332 p.

McAlpine, J. F. 1989. Morphology and terminology- adults, p. 9 – 63. In: J. F. McAlpine; B. V. Peterson; G. E. Shewell; H. J. Teskey; J. R. Vockeroth & D. M. Wood (eds). **Manual of Neartic Diptera**. Ottawa: Agriculture Canada, I+674 p.

Marcondes, C. B. 1997. Morfometria e DNA mitocondrial de populações sul americanas de *Lutzomyia (Nyssomyia) intermedia* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 30(6): 533-534.

Mariconi, F. A. M. 1976. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. São Paulo, Nobel, 466 p.

Norrbom, A. L. & McAlpine, J. F. 1997. A revision of neotropical species of *Dasiops Rondani* (Diptera: Lonchaeidae) attacking *Passiflora* (Passifloraceae). **Memories Entomological Society** 18(1): 189-21.

Reinecke, J. P. 1985. Nutrition: Artificial diets. p. 391-419. In: G. A. Kerkut & L. I. Gilbert [eds.] **Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology**. New York: Pergamon Press, IV+ 612p.

Romero, J. L. & Ruppel, R. F. 1973. A new species of *Silba* (Diptera, Lonchaeidae) from Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico** 57(2): 165-168.

Santos, E. 1954. "As moscas-das-frutas". **Boletim do Campo** 10 (72): 10-13.

Selivon, D. & Perondini, A. L. P. 1999. Description of *Anastrepha sororcula* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) eggs. **The Florida Entomologist** 82 (2) 347-353.

Sobrinho, R. B.; Cáceres, C.; Islam, A.; Wornoayporn, V. & Enkerlin, W. 2006. Improving mass rearing technology for south american fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Revista Caatinga** 19(3): 310-316.

Souza, H. M. L.; Cytrynovicz, M.; Morgante, J. S. & Pavan, O. H. O. 1983. Occurrence of *A. fraterculus* (Wied.), *C. capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) and *Silba spp.* (Diptera: Lonchaeidae) eggs in oviposition bores on three host fruits. **Revista Brasileira de Entomologia** 27 (3): 191-195.

Steck, G. J., & Wharton R. A. 1988. Description of immature stages of *Anastrepha interrupta*, *A. limae*, *A. grandis* (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America** 81: 994-1003.

Zikan, W. 1944. A mosquinha dos mandiocais, *Lonchaea pendula*, Bezzi, 1919. **Chacaras e Quintais** 70: 489- 492.

Zucoloto, F. S.; Pusche, S. & Message, C. M. 1979. Valor nutritivo de dietas artificiais para *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo** 4: 75-80.

Waddill, V. H. Biology and economic importance of a cassava shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero and Ruppel). In: Belotti, A.; Lozano, J. C. (eds.), **Cassava Protection Workshop**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978.p. 209-214.

Tabela I. Duração em dias das fases de desenvolvimento de *Neosilba perezii* a $22\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 10\%$ de UR e 12 h de fotoperíodo.

Estágio de <i>N. perezii</i>	n	Média \pm EP	Viabilidade (%)
Ovo	102	$2\pm 0,26(1-4)^1$	55,8
Larval	57	$15,8\pm 0,13 (12-18)$	66,6
Pupal	38	$23,3\pm 0,35 (21-26)$	60,5
Ovo-Adulto	23	$41,4\pm (39-43)$	22,5

¹ Intervalo de Variação

Tabela II. Média (\pm erro padrão) das medidas de parâmetros das mandíbulas e de espiráculos posteriores de larvas *Neosilba perezii* em milímetros

Parâmetros(μm)	Média \pm EP
1	$118,1\pm 0,77 (116,3 - 119,0)^1$
2	$137,3\pm 2,23 (132,4 - 139,8)$
3	$135,9 \pm 0,94 (135,4 - 137,4)$
4	$94,1\pm 1,39 (92,7 - 96,7)$
5	$121,5 \pm 1,49 (118,7 - 123,7)$
6	$94,3\pm 1,75 (92,7 - 97,2)$

¹ Intervalo de Variação. 1= altura dos espiráculos posteriores em vista lateral, 2 = largura dos espiráculos posteriores em vista lateral; 3= diâmetro do espiráculo posterior direito em vista dorsal; 4= distância entre os espiráculos posteriores em vista dorsal; 5 = altura da base da mandíbula em vista lateral; 6= comprimento angular da mandíbula em vista lateral. (n=20).

Tabela III. Média (\pm erro padrão) das medidas das nervuras das asas de machos de *N. perezii* em milímetros

Medidas (mm)	Média \pm EP
1) h- Sc	1,2 \pm 0,02 (1,0- 1,4) ¹
2) Sc- R2	2,0 \pm 0,02 (1,8- 2,1)
3) R2- R3	0,6 \pm 0,00 (0,6-0,6)
4) R3- MA	3,6 \pm 0,03 (3,3- 3,7)
5) Dm - CuAl	2,0 \pm 0,01 (1,9- 2,0)

¹ Intervalo de Variação. 1)- da parte externa da nervura umeral (h) até nervura subcostal (Sc); 2)- da nervura subcostal (Sc) até a parte externa da nervura Radial 2 (R2); 3)- da nervura Radial 2 (R2) até a parte externa da Radial 3 (R3); 4)- deste ultimo ponto (R3) até a parte inferior anterior da nervura média (MA) e 5)- nervura que se localiza entre a célula Dm e CuAl. (n=20).

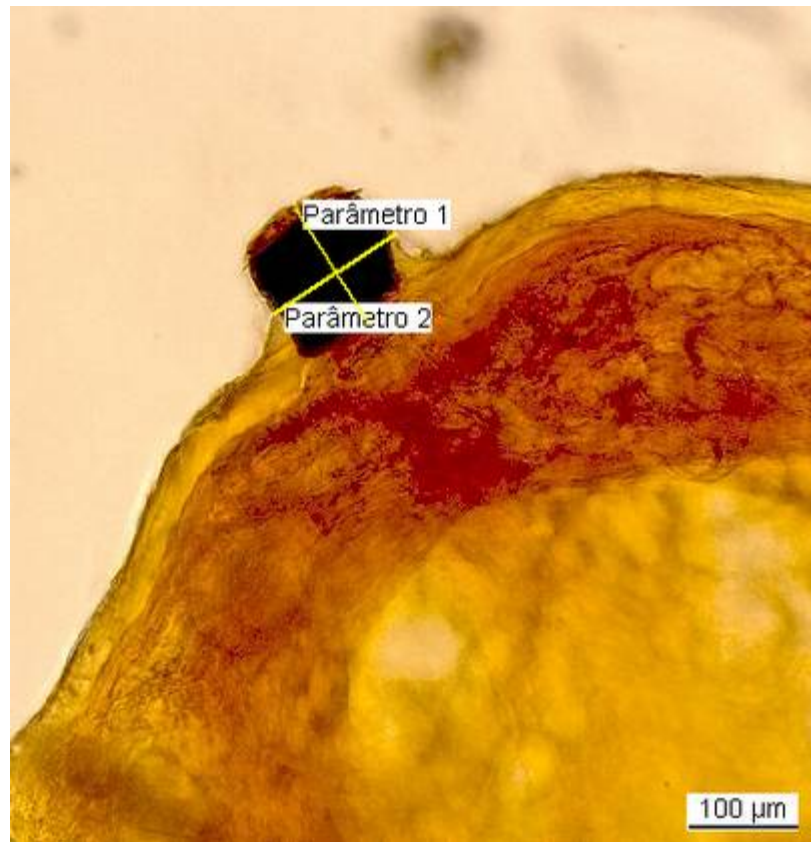


Figura 1. Parâmetros utilizados na morfometria das estruturas anteriores e posteriores das larvas de *Neosilba perezii*: 1. altura dos espiráculos posteriores em vista lateral, 2. largura dos espiráculos posteriores em vista lateral



Figura 2. Parâmetros utilizados na morfometria das estruturas anteriores e posteriores das larvas de *Neosilba perezii*: 3. diâmetro do espiráculo posterior direito em vista dorsal; 4. distância entre os espiráculos posteriores em vista dorsal

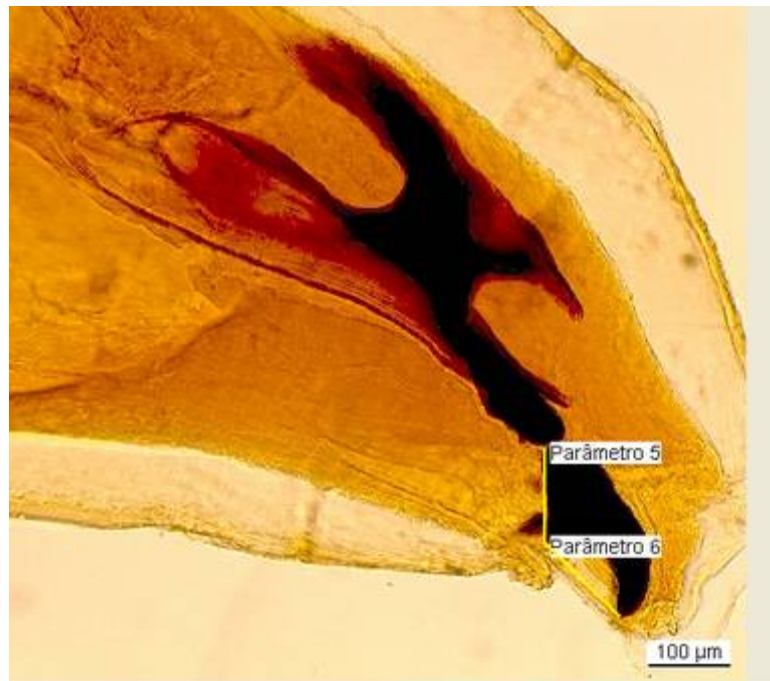


Figura 3. Parâmetros utilizados na morfometria das estruturas anteriores e posteriores das larvas de *Neosilba perezii*: 5. altura da base da mandíbula em vista lateral; 6. comprimento angular da mandíbula em vista lateral

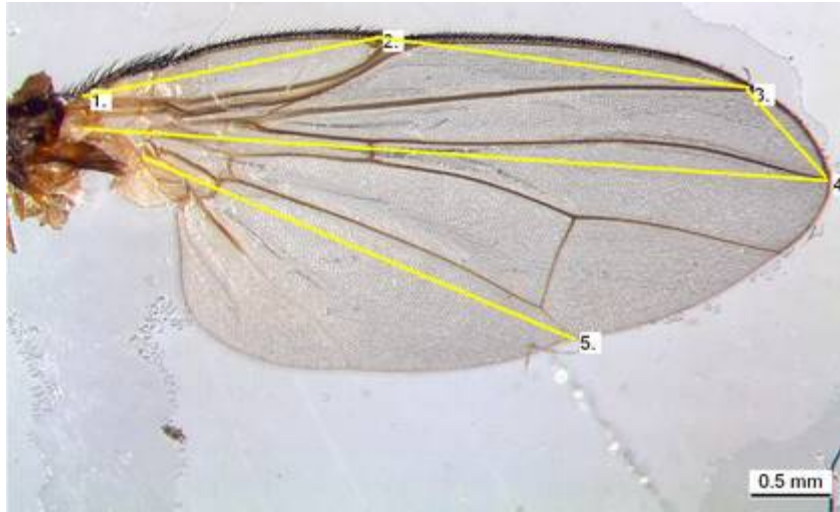


Figura 4. Pontos utilizados na morfometria alar de *Neosilba perezii*: 1)- da parte externa da nervura umeral (h) até nervura subcostal (Sc); 2)- da nervura subcostal (Sc) até a parte externa da nervura Radial 2 (R2); 3)- da nervura Radial 2 (R2) até a parte externa da Radial 3 (R3); 4)- deste ultimo ponto (R3) até a parte inferior anterior da nervura média (MA) e 5)- nervura que se localiza entre a célula Dm e CuA1



Figura 5. Morfologia do ovo de *Neosilba perezii* em vista ao microscópio óptico

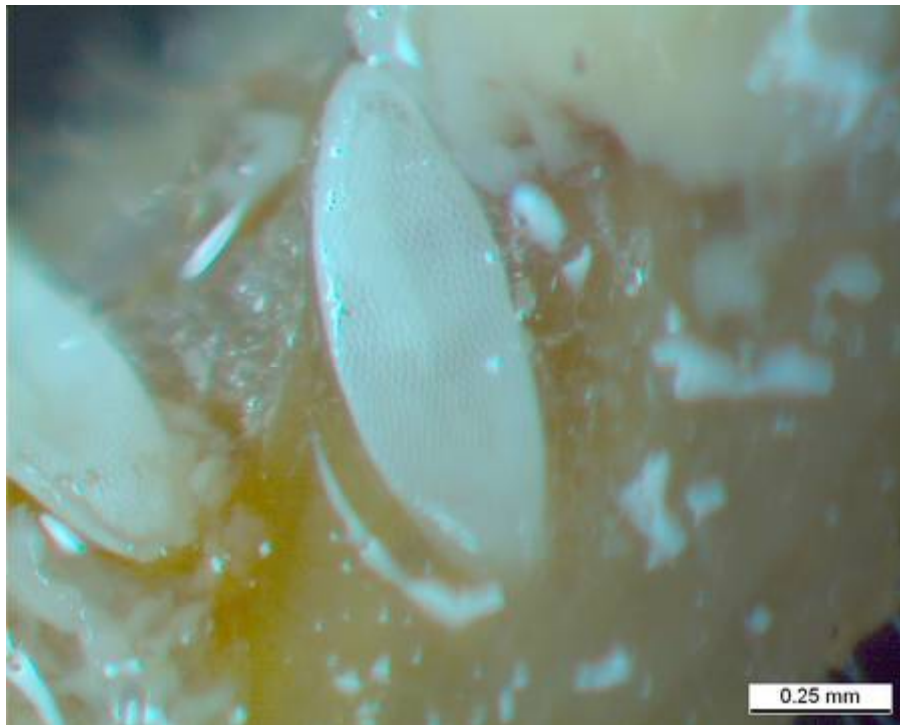


Figura 6. Morfologia do ovo de *Neosilba perezii* em vista ao microscópio estereoscópio



Fig.7a



Fig.7b

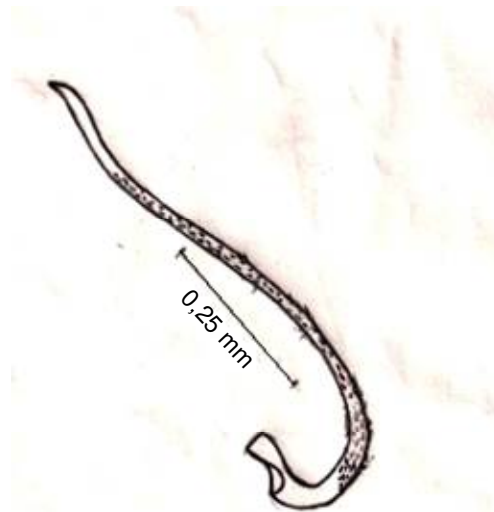


Fig.7c

Figura 7. a.Terminália genital masculina de *Neosilba perezii* em vista lateral (176X)
 Figura 7.bTerminália genital masculina de *Neosilba perezii* em vista ventral (176X)
 Figura 7.c Edeago de *Neosilba perezii* em vista lateral (176X)

CAPÍTULO 2.

Parasitism of cassava shoots by larvae of *Neosilba perez* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae, Acalyptratae) in southwestern of the state of São Paulo, Brazil

Gislotti, L. J. & Prado, A. P.¹

¹Entomology Laboratory; Animal Biology Department, Institute of Biology, State University of Campinas, PO box 6109, 13.083-862, Campinas, São Paulo-SP, Brazil. lauragislotti@gmail.com; apprado@unicamp.br

ABSTRACT

Among the pests of cassava, the shoot fly, *Neosilba perez* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae) is one of the most observed, attacking mainly terminal shoots and eventually killing it. The researches concerning to this kind of species are very little or nonexistent, and at this way, this research had as objectives to evaluate three distinct areas with infestation by *N. perez*. The survey began in March 2008 ending in February 2009. Fortnightly analyses were carried out 45 days after planting, calculating the parasitism percentage by *N. perez* larvae in each area of study, which were correlated separately for each parameter: Fortnightly temperature average, fortnightly rainfall average and planting age. The occurrence of *N. perez* was higher in area 1, which presented the biggest population peaks in autumn and winter. Now in area 2, it also showed only a single population in winter and in area 3 got a smaller population peak among all areas, in November. The population dynamics of the shoot fly in the studied region is correlated, separately, with temperature, rainfall and the age of plants, so that the temperature above 23°C, or relatively high rain or plants late ages seem negatively affecting the population of this insect. Finally, it was found in the sample areas an unheard-of species of *N. perez* parasitoid.

KEYWORDS: infestation, *Manihot esculenta* Crantz, shoot fly.

Parasitismo de brotos de mandioca por larvas de *Neosilba perez* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae, Acalyptatae) no sudoeste do estado de São Paulo, Brasil

RESUMO

Dentre as pragas da mandioca, a mosca-dos-brotos, *Neosilba perez* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae, Acalyptatae) é uma das mais observadas, atacando principalmente brotos jovens e ocasionando brotamentos laterais nas plantas infestadas. Os trabalhos referentes à essa espécie são escassos ou inexistentes e desta forma, o presente estudo teve por objetivos avaliar três áreas distintas em relação à infestação por *N. perez*. O levantamento teve início em março de 2008 finalizando-se em fevereiro de 2009. Foram realizadas análises quinzenais, à partir de 45 dias após o plantio, calculando-se a porcentagem de parasitismo por larvas de *N. perez* em cada área de estudo, as quais foram correlacionadas separadamente para cada parâmetro: temperatura média quinzenal, pluviosidade média quinzenal e idade do plantio. A ocorrência de larvas de *N. perez* foi maior na a área 1, a qual apresentou os maiores picos populacionais no outono e inverno. Já a área 2 mostrou somente um único pico populacional também no inverno e a área 3 obteve o menor pico populacional, entre todas as áreas, no mês de novembro. A dinâmica populacional da mosca-dos-brotos na região estudada está correlacionada, separadamente, com a temperatura, com a pluviosidade e com a idade das plantas, de forma que temperatura acima de 23°C, ou pluviosidade relativamente alta ou ainda idades tardias das plantas parecem afetar negativamente a população deste inseto. Por fim, foi encontrada nas áreas de amostragem uma espécie nova de parasitóide para *N. perez*.

PALAVRAS-CHAVE: infestação, *Manihot esculenta* Crantz, mosca-dos-brotos.

2.1 Introduction

Neosilba perezii (Romero & Ruppel 1973) (Diptera: Lonchaeidae) is known as the cassava shoot fly, because unlike other species of this genus, its larvae feed exclusively on cassava shoots *Manihot esculenta* Crantz. The female lays eggs among leaves of the apical part of the shoot or in small holes made by the ovipositor. The larvae puncture and tunnel through the growing end shoot, eventually killing it. (Bellotti & Schoonhoven 1978; King & Saunders 1984; Hogue 1993).

The cassava shoot fly is a Neotropical region being first related from Brazil in the 1940s, (Graner *et al.* 1942; Zikan 1944), being referred to by these authors as *Lonchaea pendula* Bezzi, 1919. In fact, the systematic difficulty in distinguishing species of Lonchaeidae shows itself valid as well to *N. perezii* and many researchers mention it as *Silba pendula*, Bezzi 1919 (Brinholi *et al.* 1974; Bellotti & Kawano 1980; Montaldo 1985).

The distribution of *N. perezii* seems to be restricted to the Americas, despite those samples of this species were already found in South America (Hershey 1987; Bellotti *et al.* 1999), Central America (Saunders *et al.* 1998; Fhia 2003) and South of North America (Pena & Waddill 1982; Waddill 1978). Waddill and Weems (1978) believe that the insect has been introduced in Florida around the 1960s, due to the large immigration of Cubans to Miami, causing large cassava production losses in this region.

In Brazil the insect is found mainly in the coast and interior region of the state of São Paulo (Lourenção *et al.* 1996) and the southern of Bahia (Farias *et al.* 2005), but there are records of damage occasioned by the presence of the larva of the insect in cassava plantation in the state of Amazon (Magalhães 1981; Silva *et al.* 1981) and in the state of Rondônia (Oliveira 1987).

Despite the remarkable distribution of this insect in the Neotropical region, the damage caused by the presence of larvae in the cassava crops seems to restrict the

production of seeds so that the roots performance is not damaged (Lozano *et al.* 1981; Bellotti 2002).

The objectives of this research were to explain some aspects of *N. perezii* parasitism larvae in cassava shoots, besides investigating the relationship between *N. perezii* parasitism with the plant age, or with the prevailing temperature at the experiment locations or even the local rainfall; and identify the occurrence of some natural enemy for this species in agricultural systems of southwestern of the state of São Paulo.

2.2 MATERIAL AND METHODS

This study was conducted from May 2008 to February 2009, in three rural properties that were keeping organic plantations for cassava variety IAC 576-70. The first area (area 1), located in Jaguariuna, SP (22°40'20" S 46°59'09" W and average altitude of 584m). The second area is located in the city of Mogi Mirim, SP, (22° 25' 55 " S, 46° 57' 28" W and average altitude of 588m) and the last one located also in the Jaguariuna, SP. The first area is 6 km far from the third area and around 40 km far from the second one.

According to Setzer (1976), the studied region is inserted in the climate scheme of transition between the very humid subtropical, with dry seasons (MU-CW), with average temperatures in summer varying around 24°C and minimum temperatures near 16°C. The annual average rainfall is around 1,300 mm/year and the predominant soil type in the areas of study belongs to the class of Latosol, in which present good aeration, drainage and permeability.

The evaluations began in May in area 1, in June in area 2 and in August in area 3, when the following plants were 45 days after planting, because there were already shoots formed and so susceptible to oviposition by the fly. Therefore, the planting in the properties was not done exactly in the same date and the evaluations started only when each area was presenting conditions for the insect infestation. The growth conditions in

the three plantations were similar, with spacing between the plants of approximately 0,5m and between the lines approximately 0,90m and population density of 1000 plants.

In each area of study were carried out daily sampling, total count-type, where all plants for each area were sampled by registering the number of plants with damaged shoots by the larvae in the following areas. This damages determination by the presence of larvae in shoot done in a visual way considering the larvae parasitism larvae inside the plant shoot generates a yellow secretion easily recognized visually.

Thus, it was estimated the parasitism percentage through the number of parasited plants by the larva proportionally to the total plants number in the area of study multiplied by 100 $\{(\% p = \text{number of parasite plants in planting}/\text{total plants number in planting}) \times 100\}$ in each area of cassava crop, from the 45th day to 300th day after sowing. After this period, the plants were not evaluated, because the harvest period was getting close and the parasitism percentage verified was approximately zero.

The parasitism percentage of each area was correlated, separately, with the following factors: local temperature average (C), local rainfall average (mm) and the plants age.

The meteorological data were provided by the Agrometeorological Information Integrated Centre (CIIAGRO - Jaguaríuna 22°40' S and 46°59' w) and weather station established in Mogi Mirim (Agritempo, 22°43' 46°95'). The weather data used were obtained through an average amount of 15 days prior sampling from the daily registry obtained from the weather stations in each area.

Alongside the fortnightly records, it was collected monthly in each area of study, 20 cassava shoots harmed by the penetration of larvae with the intention to check if there was parasitoids emergence. These shoots were taken to the Insect Laboratory of the Animal Biology Department/IB- UNICAMP, kept in controlled temperature of 25°C

until the emergence of flies and parasitoids. It was considered the total amount of parasitoids seen in each area of study.

To assess the parasitism percentages and the total number of seen parasites in each area, an ANOVA was used. The samples that presented normal distribution and equal variances were submitted to ANOVA and Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors). When ANOVA test was significant, it was applied the Tukey test to find which groups were different from one another. Correlations for each area were calculated, separately for each parameter (temperature, rainfall and plants age), through the Pearson correlation coefficient (Zar 1999) and a software used in processing and analysis of data was BioEstat version 5.0 (Ayres *et al.* 2000), with significance level of 5%. All specimens are deposited in the collection of the Animal Biology Department at the State University of Campinas (UNICAMP).

2.3 RESULTS AND DISCUSSION

Similarly to the research of Lourenção *et al.* (1996), *N. perezi* larvae were found in every month in three distinct areas, presenting peaks in some seasons, but being very small when plants got closer to harvest period. The averages of parasitism percentages of the three areas did not differ statistically among them during the analyzed period ($p > 0.05$), but the third area presented smaller population peak comparing to the other two ones (Fig. 1).

The population floating of *N. perezi* larvae over from May 2008 to January 2009 in area 1 shows the occurrence of three population peaks concentrated in autumn and winter, the first one in June 2008 (% p = 44.3), the second in July (% p 46.20) and the third one at the beginning of September (% P 37.08) in the same year. In the following months after September there was a drastic reduction in parasitism percentage of the fly larvae, reaching in the recent months, almost null numbers. In area 2 there was only a population peak in winter (% p = 35.01 in August), substantially declining the parasitism percentage during the subsequent months after September; as well as the other areas.

The area 3 was presented the lowest population peak (% p = 33.4 in November), declining considerably from December and reaching the percentage next to zero in the final months to the experiment (Fig. 1). This low incidence of fly larvae in the area 3 can be related to the presence of a forest fragment next to this area and it is important to stress that the real role of the forest in the population of this insect must be better explained, to verify that it can serve as a shelter for the fly adult or to their natural enemies, and if this could affect the insect population inside the cassava crop.

It was evident that the results concerning to the population peaks in the three areas were considerably looked like the Waddill ones (1978) which observed the biggest infestation peaks in the months of autumn for a *N. perezi* population in Florida. However, this author found that inferior temperatures, from a strict winter in Florida were responsible for a drastic reduction of the *N. perezi* population in the south of North America.

Furthermore, Lourenção *et al.* (1996) noticed that in the state of São Paulo, in different places where it is conducted experiments with cassava of Agronomic Institute (IAC), the largest insect infestations have occurred in the months of December, January and February and thus turned considerably the largest infestations found in this research.

In fact, this present research suggests Waddill, unlike (1978), which are high temperatures (exceeding 23°C), which influence in the decrease in the parasitism percentage of this insect. Thus, it was found a strong negative correlation, verified by Pearson's correlation, between the parasitism percentage of the fly larvae and temperature in the areas 1 and 2 ($r = -0,70$ and $p = 0,01$; $r = -0,86$ and $p < 0,0001$, respectively), so that the low parasitism rates appear to be strongly correlated with exceeding temperatures to 23°C (Fig. 2). In the area 3 this correlation has not been verified ($r = -0,21$ and $p = 0,41$), but exceeding temperatures to 23° exert a negative influence on the population increase of *N. perezi* larvae in this area. However, it is important to consider that this area was the one which had assumed the highest

average temperature (average of 22,8°C) during the period of experiment, confirming the idea that the high temperatures appear to influence negatively the population increase of *N. perezii*, since this same area was the one which presented the lowest population peak. Similarly, the property 1 which submitted the lowest average temperature (average 20,3°C) during the period of the experiment, it was also showed higher levels of parasitism, clearing the influence of temperature in the dynamics of this population.

As well as the temperature, local rainfall shows itself as a factor that may influence population dynamics of this species, because it was verified a negative correlation between the parasitism and fortnightly rainfall average in the region under study in three areas of study ($r = -0,50$ and $p = 0,03$; $r = -0,54$ and $p = 0,02$; $r = -0,48$ and $p = 0,04$; respectively areas 1, 2 and 3) (Fig. 3). This correlation indicates that the biggest peaks of *N. perezii* locate precisely in periods of low rainfall. In fact, the largest population peaks occurred precisely in autumn and winter, these seasons characterized by presenting average temperature and rainfall less high, i.e. less warm and dry days, relating with the results found in this research, has been checked a bigger parasitism on average temperatures below 23°C and less noticed rainfall.

Considering the age of the plant with parasitism percentage was confirmed a strong negative correlation in all areas of study ($r = -0,65$ and $p = 0,003$ $r = -0,79$ and $p = 0,0001$ e $r = -0,69$ and $p = 0,002$; respectively to areas 1, 2 and 3), so that after the fourth month after the planting in area 2 and the sixth month after the planting in areas 1 and 3, the population of larvae presented a considerable reduction. The areas studied submitted a percentage of parasitism almost null when the plant age was more advanced (Fig. 4). This suggests that the late plant age seems to influence negatively in the increasing population of *N. perezii* larvae in cassava shoots, as well as verified by Boza & Waddill (1978) that have notified the presence of immature stages of insect preferably younger plants.

New cassava plants present shoots with more malleable and less resistant tissue against plants with advanced age, then, this preference can be explained by the ease of larvae penetration in the latest plant shoots.

However, apart from rainfall abiotic factors and temperature, biotic factor related to the presence of natural enemies is totally linked to insect population variations on a culture (Thomazini 2002). Thus, in an agricultural system, insects present their populations controlled due to several factors, including their natural enemies. The collected shoots in the three properties revealed the emergence of a new parasitoid species identified as a new species by the Prof. Dr. Angelica Maria Penteado-Dias, from the Federal University of São Carlos, which believes to be individuals of Braconidae family, Alysiinae subfamily. Lourenção *et al.* (1996) found in his experiments with *N. perezii* the presence of *Ganaspis pelleranoi* (Brethes 1924) (Hymenoptera: Eucoilidae) parasitoid larvae of this fly, differing considerably from parasitoids found in this research.

In the three areas of study was verified the presence of *N. perezii* parasitoid larvae, so that the collected shoots the total emergency of parasites was on those 47 individuals in the first area, 19 individuals in the second and 21 individuals in the third area. In fact, the largest host larvae availability outlined in area 1 during the study period must have considerable influence on the parasite population of these immature ones.

Thus, as the region of São Paulo State has a high position in the hierarchy of national cassava producers (Tsunechiro *et al.* 2007) and in addition, the southwestern being an important plant producer (Silva & Chabaribery 2006), the *N. perezii* flies will have during the year all access to host shoots to their larvae. Since the availability of the host plant as a resource will not influence the fly population, because in this study area cassava plantations are abundant, the conditions, in this case, temperature or rainfall, seem to occupy the roles of limiting factors in the population growth of this species; among the analyzed factors.

Furthermore, the relationship between the parasitoidism of Alysiniinae and *Neosilba* flies needs to be better acquainted willing to verify the influence of these parasitoids in the population dynamics of *N. perezii*. Additionally, the discovery of a new specific parasitoid which seems to be this kind of fly whose larva parasite specifically cassava shoots leads us to consider the intriguing speciation process that may have occurred in these two species of insects in cropping systems of cassava production. In this way, this present research take us to reflect on some development aspects that may have occurred in the fly evolution genus as well as its parasitoid.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the Prof. Dr. Angelica Maria Pentead-Dias, from the Federal University of São Carlos by the identification of the new species of parasitoid found in this research, to the rural areas owners for their help in field survey; to the Prof. Dr. Arício Xavier Linhares for the statistical review.

2.4 REFERENCES

- Ayres, M.; Ayres, M. Jr.; Ayres, D. L.; Santos, A. S. 2000. **BioEstat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas**. Belém, PA, Sociedade Civil Mamirauá, 272 p.
- Bellotti, A. & Schoonhoven A. V. 1978. Mites and insect pests of cassava. **Annual Review of Entomology** 23: 39-67.
- Bellotti, A. C. & Kawano, K. 1980. Breeding approaches in cassava., p. 315- 335. In: F. G. Maxwell & P. R. Jennings (eds.). **Breeding plants resistant to insects**. New York, John Wiley & Sons Press, 683 p.

Bellotti, A. C.; Smith, L. & Lapointe, S. L. 1999. Recent Advances in Cassava Pest Management. **Annual Review of Entomology** 44: 343-370.

Bellotti, A. C. 2002. Arthropod pests, p. 209 – 235. In: R. J. Hillocks; J. M. Thresh & A. C. Bellotti (eds.). **Cassava Biology, Production and Utilization**. Cali, CAB International, 480 p.

Brinholi, O.; Nakagawa, J.; Marcondes, D. A .S. & Machado, J. R. 1974. Estudo do comportamento de alguns "cultivares" de mandioca ao ataque da broca-dos-brotos (*Silba pendula*). **Revista de Agricultura**, 49: 181-183.

Boza, J. A; Waddill, V. H. 1978. A cassava shoot fly, *Neosilva perezii* Romero and Ruppel: notes on biology and effect on cassava yield. **Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science**, 22: 226-23.

Farias, A. R. N.; Mattos, P. L. P. de & Ferreira Filho, J. R. 2005. Artrópodes praga associados à cultura da mandioca em Presidente Tancredo Neves, BA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** 3: 1- 5.

Fundacion Hondurena de Investigación Agrícola. 2003. **Programa de Diversificación**. Honduras, FHIA Press, 76 p.

Graner, E. A. 1942. Tratamento de mandioca pela colchicina: II. Formas polipóides obtidas. **Bragantia** 02: 23-54.

Hershey, C.H. 1987. **Cassava breeding: A multidisciplinary review**. Cali, CIAT, 313 p.

Hogue, C. L. 1993. **Latin American insects and entomology**. Berkeley, Univ. California Press, 594p.

King, A. B. S. & Saunders, J. L. 1984. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London, Overseas Development Administration, 166p.

Lourenção, A. L.; Lorenzi, L. O. & Ambrosano, G. M. B. 1996. Comportamento de clones mandioca em relação à infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae). **Scientia Agrícola** 53: 304-308.

Lozano, J. C; Bellotti, A.; Reyes, J. A; Howler, R. & Leihner, D. 1981. **Field problems in cassava**. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 205 p.

Magalhães, B. P. 1981. **Insetos e ácaros nocivos a mandioca na Amazônia**. Belém, Embrapa Amazonia Oriental, p. 1- 2.

Montaldo, A. 1985. **La yuca o mandioca**. San José, IICA Press, 386 p.

Oliveira, F. N.S. 1987. **Caracterização botânico-agronômica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Porto Velho, Rondônia**. Porto Velho, EMBRAPA-UEPAE, 14 p.

Pena, J. E. & Waddill, V. 1982. Pests of cassava in South Florida. **The Florida Entomologist** 65: 143-149.

Romero, J. L. & Ruppel, R. F. 1973. A new species of *Silba* (Diptera, Lonchaeidae) from Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico** 57: 165-168.

Saunders, J. L.; Coto, D. T. & King, A. B. S. 1998. **Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central**. Turrialba, CATIE, ii+305 p.

Setzer, J. 1976. **Atlas Climático do Estado de São Paulo**. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 98 p.

Silva, A. B.; Magalhães, B. P. & Costa, M. S. 1981. **Insetos e ácaros nocivos a mandioca na Amazônia**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 35p.

Silva, J. R. da. & Chabaribery, D. 2006. Coeficientes Técnicos e custo de produção da mandioca para mesa na região de Mogi Mirim, estado de São Paulo. **Informações Econômicas** 36: 26-32.

Tsunechiro, A.; Coelho, P. J. ; Caser, D. V.; Amaral A. M. P; Bueno, C. R. F; Ghobril, C. N. & Pinatti, E. 2007. Valor da produção agropecuária do estado de São Paulo em 2006. **Informações Econômicas** 37: 52-63.

Thomazini, M. J. 2002. Flutuação populacional e intensidade de infestação da broca-dos-frutos em cupuaçu. **Scientia. Agrícola** 59: 463-468.

Waddill, V. H. 1978. Biology and economic importance of a cassava shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero and Ruppel), p. 209-214. In: A. Belotti, & J. C. Lozano (eds.). **Cassava Protection Workshop**. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 244 p.

Waddill, V. H & Weems, H. . 1978. The cassava shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero and Ruppel) (Diptera: Lonchaidae). **Entomology Circular** 187: 1-2.

Zar, J. 1999. **Biostatistical Analysis**. New Jersey, Prentice Hall, 663 p.

Zikan, W. 1944. A mosquinha dos mandiocais, *Lonchaea pendula*, Bezzi, 1919. **Chácaras e Quintais** , 70: 489- 492.

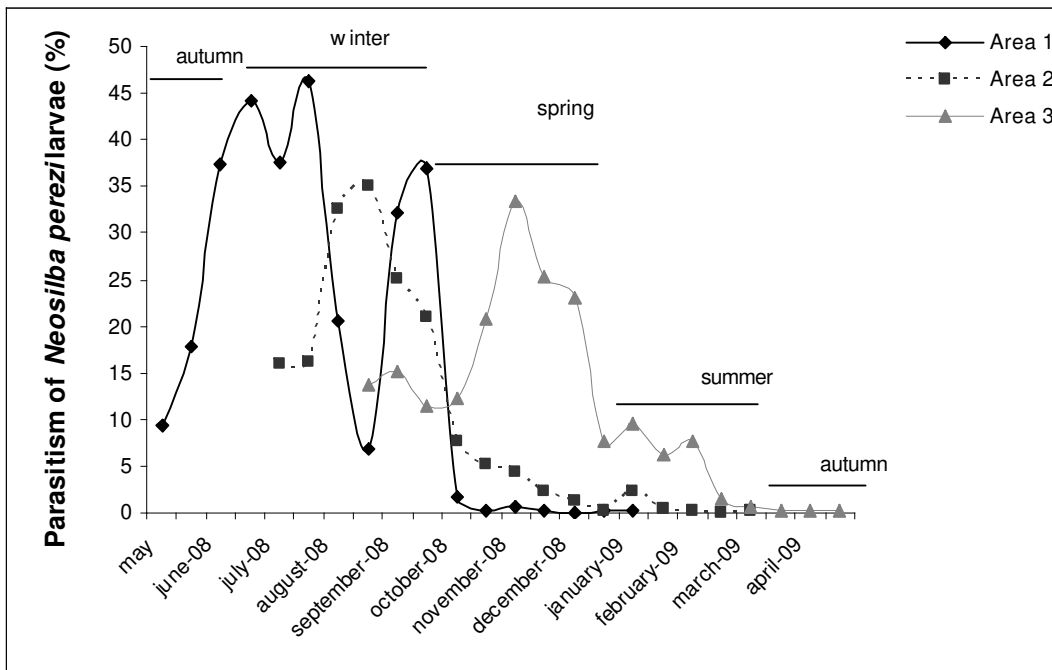


Figure 1. *Neosilba perezii* larvae parasitism measured through the percentage of cassava plant parasited by the larvae in three crop areas of cassava in southwestern state of São Paulo from May 2008 to April 2009

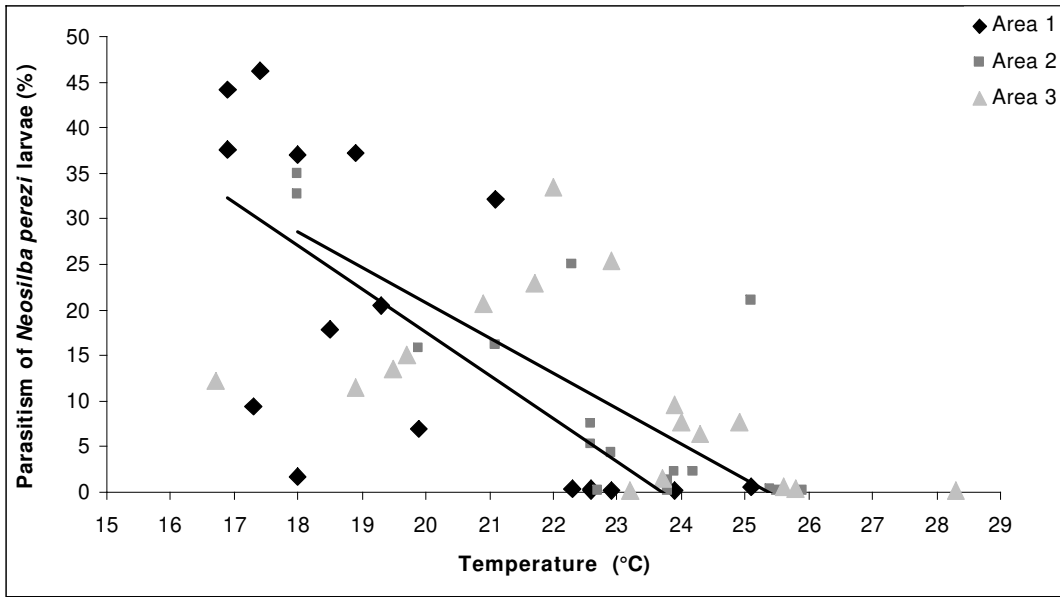


Figure 2. Relationship between temperature (two-week average) and larvae parasitism of *Neosilba perezii* (percentage) in areas 1, 2 and 3 of the southwest of São Paulo State, from May 2008 to April 2009. ($y = -3,88 + 98,6x$; $R^2 = 0,5$; $r = -0,70$ and $p = 0,001$ for area 1) and ($y = -4,7 + 112,6x$; $R^2 = 0,6$; $r = -0,86$ and $p < 0,0001$ for area 2). In area 3 it has not been verified any correlation ($r = -0,21$ and $p = 0,41$)

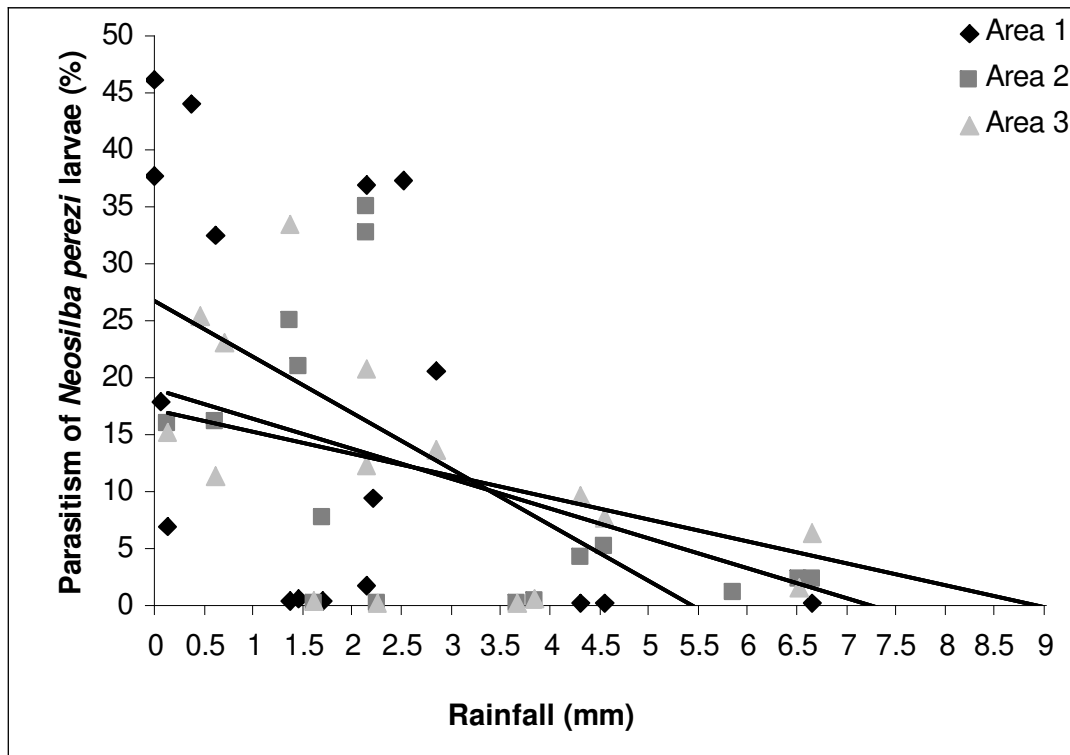


Figure 3. Relationship between the parasitism of *Neosilba perezii* larvae (%) and rainfall (two-week average) in three cassava agricultural areas in the southwest of São Paulo, from May 2008 up to April 2009. ($y = -4,9 + 26,7x$; $R^2 = 0,25$; $r = -0,50$ and $p = 0,03$ for area 1), ($y = -2,6 + 18,9x$; $R^2 = 0,29$; $r = -0,54$ and $p = 0,02$ for area 2) and ($y = -1,9 + 17,0x$; $R^2 = 0,23$; $r = -0,48$ and $p = 0,04$ for area 3)

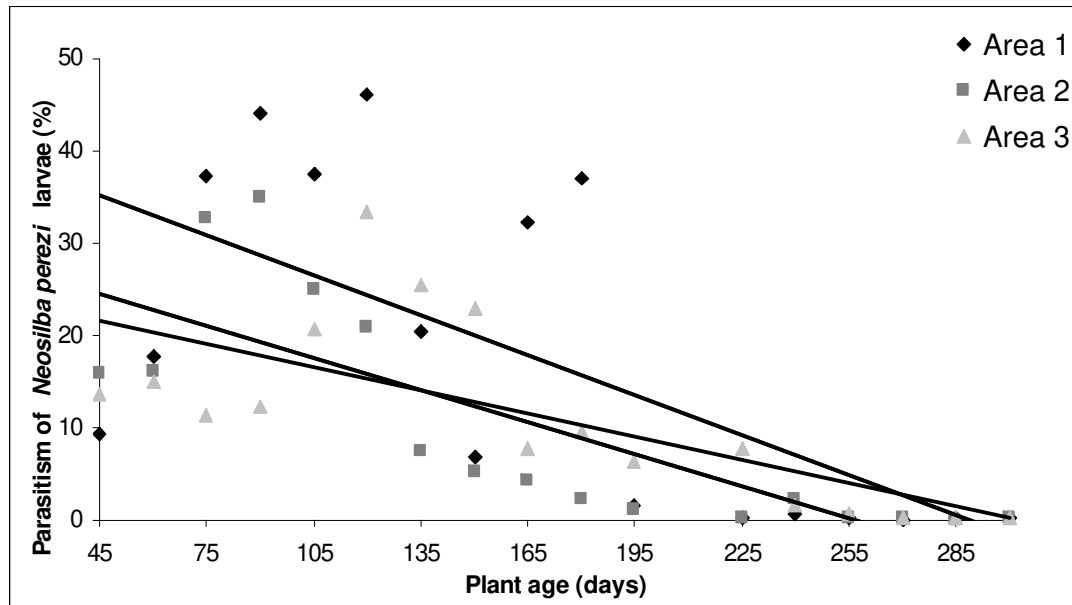


Figure 4. Relationship between the parasitism of *Neosilba perezii* larvae with cassava plants age of three agricultural areas of cassava cultivation in the southwest of São Paulo, from May 2008 up to April 2009. ($y = -0,1442x + 41,757$; $R^2 = 0,4352$; $r = -0,65$ and $p = 0,003$ for area 1), ($y = -0,1162x + 29,76$; $R^2 = 0,6323$; $r = -0,79$ and $p = 0,0001$ for area 2) and ($y = -0,0835x + 25,329$; $R^2 = 0,4787$; $r = -0,69$ and $p = 0,002$ for area 3).

CAPÍTULO 3

Laura Jane Gislotti, Insect laboratory, Animal Biology Department, Institute of Biology, University of Campinas, PO box 6109, 13.083-862 Campinas, São Paulo-SP, Brazil.
lauragislotti@gmail.com

Infestation by *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae) in Cassava Genotypes

Infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae) em Genótipos de Mandioca

LAURA J. GISLOTTI, ANGELO PIRES DO PRADO

Animal Biology Department, Institute of Biology, University of Campinas, PO box 6109, 13.083-862 , Campinas, São Paulo-SP, Brazil. lauragislotti@gmail.com ,
apprado@unicamp.br

ABSTRACT- This research had objectives like to assess the infestation of *N. perezii* shoot fly in ten cassava genotypes, as well as verify the influence of some aspects such as the age of the plant, local temperature or rainfall location, on the infestation of this insect in cassava plants. Experiments were conducted between June 2008 and January 2009, in the experimental field of Plant Biology Department of Statue University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil, where 16 copies of each cassava genotype were planted which were analyzed every two weeks, calculating the percentage of infested plants by shoot fly larvae on each occasion for sampling and for each genotype. The infestation by the fly behaved differently to the different genotypes so that the genotype IAC Caapora 105-66 and IAC Cascuda genotype show themselves less susceptible to infestation by this insect while IAC 15 genotype presented the highest percentages of infestation. On the other hand the plant age seems to influence in infestation by the insect so that the late plants age encourages smaller percentages or

even null of infestation. However, the local temperature and the local rainfall seem not to be related to the infestation percentage.

KEYWORDS: Insecta, *Manihot esculenta*, manioc fly, shoot fly, varietal resistance.

RESUMO- O presente trabalho teve como objetivo avaliar a infestação da mosca-dos-brotos *N. perezii* em dez genótipos de mandioca, bem como verificar a influência da idade da planta, a temperatura local ou a precipitação local, sobre a infestação deste inseto em plantas de mandioca. Os experimentos foram conduzidos entre junho de 2008 a janeiro de 2009, no campo experimental do Departamento de Biologia Vegetal, da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, onde foram plantados 16 exemplares de cada genótipo de mandioca os quais foram analisados quinzenalmente calculando-se a porcentagem de plantas infestadas por larvas da mosca-dos-brotos em cada ocasião de amostragem e para cada genótipo. A infestação pela mosca se comportou de maneira distinta perante os diferentes genótipos de forma que o genótipo IAC Caapora 105-66 e o genótipo IAC Cascuda mostraram-se menos suscetível á infestação por este inseto enquanto o genótipo IAC 15 apresentou as maiores porcentagens de infestação. Por outro lado a idade da planta parece influenciar na infestação pelo inseto de modo que a idade tardia da plantas favorece a porcentagens menores ou até mesmo nulas de infestação. No entanto, a temperatura local e a precipitação local parecem não estarem relacionadas com a porcentagem de infestação.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, mosca-dos-brotos, mosca-da-mandioca, *Manihot esculenta*, resistência varietal.

3.1 Introduction

The genus *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae: Tephritoidae) consists of species of Neotropical flies that present as host larval stage, many species of plants of great commercial importance (Fehn 1981, Strikis & Prado 2005).

Neosilba larvae have already been registered as having fruits host like acerola *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae); guava, *Psidium guajava* (Myrtaceae); tangerine, *Citrus reticulata* (Rutaceae) (Araújo & Zucchi 2002), mango *Mangifera indica* (Anacardiaceae); siriguela, *Spondias purpurea* (Anacardiaceae); pinha-fruit, *Annona squamosa* (Annonaceae); pindaíba, *Dugetia lanceolata* (Annonaceae); papaya, *Carica papaya* (Caricaceae); pequi, *Caryocar brasiliense* Camb (Caryocaraceae); nuts, *Terminalia catappa* (Combretaceae); avocado, *Persea americana* (Lauraceae); star fruit, *Averrhoa carambola* (Oxalidaceae); orange, *Citrus sinensis* (Rutaceae); passionfruit, *Passiflora* sp. (Passifloraceae) (Uchôa-Fernandes *et al* 2002) in addition coffee, *Coffea arabica* (Rubiaceae) (Raga *et al* 1996, Souza *et al* 2005); *Eryobotria japonica* (Rosaceae) (Strikis & Prado 2009); peach, *Prunus persica* (Rosaceae); scarlet eggplant, *Solanum gilo* (Solanaceae) (Strikis & Prado 2005), among other fruit.

Neosilba perezii (J L Romero & R F Ruppel) is characterized by offering larvae that feed from particularly cassava shoots *Manihot esculenta* Crantz, and therefore known as a shoot fly or cassava fly. The female performs the egg lay between the apical part leaves of the shoot or in small holes made by characterizing the eggpositor, a species being primary invading cassava shoot. White coloring larvae go through the soft plant tissue and kill the plant growth point. In the affected shoot can be found several white larvae that sometimes kill the apical gem and may be it can delay the normal growth of seedlings and induce the issuance of side gem (Boza & Waddill 1978M, Farias *et al.* 2007).

The damage caused by the presence of larvae in cassava planting seems to be restricted to the seeds production so that the roots performance is not damaged (Ciat

1981, Bellotti *et al.* 1999), however the literature presents itself with this kind of specific *Neosilba* of cassava shoots and analysis of possible damage caused by this species in the crop, it shows little exploited.

In this way, this research aims to assess the performance of ten genotypes of cassava with *N. perezi* larval infestation, besides investigate the relationship between *N. perezi* infestation with the plant age, or with the temperature prevailing in the location of the experiment or local rainfall.

3.2 Material and methods

An essay on field conditions with ten cassava genotypes, *Manihot esculenta* Crantz: IAC Caapora 105-66, IAC 12, IAC 13, IAC 14, IAC 15, IAC 576, Fécula Branca, clone IAC 118, IAC 90 and Cascuda was conducted to evaluate the performance of these genotypes with infestation by larvae of shoot fly. The test was performed between June 2008 and January 2009, in the experimental field of the Plant Biology Department at the State University Of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil (23 ° 33 ' S; 47 ° 26 ' W and altitude of 635 meters) in an adjacency to an old cassava growth that was found infested by the insect. The purpose, was conceived a statistical approach where each one of the ten cassava genotypes was represented by sixteen plant replicas from the same genotype which were planted randomly on an open area of 40m², a total of 160 plants throughout the experiment. The planting was made on June the 19th of 2008, using cassava stalks of 20 cm long, planted in a lean position, with the two-thirds of basal part covered with sand, in a space between lines x 0,5m among the plants. In fact, all plants were identified with cuttings which contained the genotype information to have the correct sampling.

The comments were made at intervals approximately two weeks, because it is the maximum time egg cycle to the pupa during seven months; beginning sixty days after planting, i.e. when the plants have already showed the shoots to the fly egg-lay. The samplings continued until the seventh month after the planting and finally were finalized

during this period, because the infestation of larvae in shoots at this stage of the plant development was close to zero for all genotypes.

Evaluation of infestation related to the genotypes. The assessment of the infestation in genotypes was performed in order to register the number of plants presenting damaged shoots by the presence of larva so that this damage determination by the larva in the shoot is done in a visual way whereas parasitism larvae inside the plant generates a yellow secretion easily recognized visually. Finally it was calculated for each sample, the percentage of larva infestation of the fly in each cassava genotype $\{(\% p = \text{genotype parasited plants number} / \text{total plants number}) \times 100\}$. Therefore, it was tested separately for each genotype the influence of the plant age related to the infestation by the shoot fly, a linear correlation test was carried out between the infestation percentage of each genotype and the planting age.

Infestation evaluation related to the samples. It was calculated the infestation percentage average for each sampling $\{(\% p = \text{parasited plants number in each sampling} / \text{total plants number in the experiment}) \times 100\}$ in order to verify possible differences between the sampling period, not taking into account the differences between genotypes. Finally, the average percentage infestation by larvae in cassava shoots at each sampling was correlated separately with the two-week average temperature of the previous days to the sampling ($^{\circ}\text{C}$) and the two-week rainfall average (mm) of the experimental area. Meteorological data were provided by the Meteorological and Climatic Research Center Applied to Agriculture CEPAGRI ($22^{\circ} 57' 48''\text{S}$; $47^{\circ} 03' 33''\text{W}$; 640m).

Statistical Analysis. For the statistical procedures the Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors) test was applied to assess the data normality and the Tukey test data for comparison of the averages of infestation (in percentage) of the different genotypes of cassava and infestation percentage average of each sampling. Correlations were made by the Pearson's correlation (Zar 1999). The software used for processing and data analysis was BioEstat version 5.0, with a significance level of 5% (Ayres *et al.* 2000).

The material can be found in the Insect Collection of Animal Biology Department at the State University of Campinas (UNICAMP).

3.3 Results and discussion

Assessment of infestation related to genotypes. The shoot fly population in the experimental study region infested immediately all genotypes planted in the field and permitted thus natural infestation in the experiment. It was verified by a significant difference with parasite plants percentage between the genotypes so that IAC 15 genotype, which obtained the largest percentage average infestation (54,1%), proved to be more susceptible to the infestation by the shoot fly concerning to the genotypes IAC Caapora 105-66 and IAC Cascuda ($p < 0,05$) which provided the lower infestation average percentages (8,3 and 16,6% respectively). Among the other genotypes, it was not verified any significant difference, but the averages showed themselves reasonably different (Fig 1).

However, it is important to consider that the genotype which reached the highest percentages of infestation is precisely one of the most promising varieties released by the Agronomy Institute of Campinas, Brazil. Such genotype promises to be the solution for infested areas with weeds and also has excellent productivity, being nominated as the best alternative for cassava flour and starch industry (Lorenzi 2001). Thus, a careful analysis referring to the damage caused by infestation of the fly should be performed for this genotype since this seems to be more attractive to infestation by this insect. Nevertheless, the high percentage of insects found in large majority of studied genotypes studied suggests that the damage caused by the presence of this fly in cassava crop can be more significant than it has already been demonstrated. In other words, if the insect infests all genotypes studied until today and the permanence of this pest in the planting is meant by a long fenologic period of the plant and it is clear that the infestation by larvae of this fly, which often kill the plant's growth point, this will negatively affect the development of the cassava growth.

The correlation plant age and the infestation percentage of each genotype analyzed separately was only found in IAC Caapora 105-66 ($r = -0,77$ and $p = 0,01$) so that this negative correlation reveals that this genotype attractiveness to the fly decreases in relation to the increase of the age of the plant. In other genotypes, this correlation was not found, but in the last two samples, i.e. when the plants stood at more advanced ages, the majority of the studied genotypes displayed percentages of infestation null or less in such previous sampling (Fig 3). In fact, Boza & Waddill (1978) has notified the presence of immature stages of insect preferably young plants.

This relationship suggests that the late age seems to influence negatively the *N. perezii* infestation in cassava shoots, so that this non-preference may be caused by the fact that the shoot flies choose soft and flexible to put the eggs, because their larvae will have more success in plant tissue drilling. However, the IAC 15 genotype, the most susceptible one to infestation kept relatively high percentages of infestation in all samples, including late sampling (Fig 2).

Some studies testing the susceptibility to infestation by *N. perezii* identified the genotype IAC 14 as the less susceptible (Brinholi *et al*, 1974, Samways 1979) but in this research, the same genotype presented percentage of infestation relatively high (36,1%).

Assessment of infestation related to samples. When it was found an infestation average for each sampling every two weeks, excluding the differences between the genotypes, the data of sampling if showed significant differences ($p < 0,05$) so that the fifth sampling (approximately four months and a half by the end of October), 60% of plants were parasited by the shoot fly, deferring this second (18,7%), fourth (26,2%), eighth and ninth (11,2%) (11,4%) sampling.

When it comes to the sixth sampling (approximately five months in mid-May/08), similarly, presented a fairly an average infestation percentage pretty high, differing the eighth (11,2% in mid-December/2008) and ninth sample (early January/09), which

submitted the lowest rates of infestation (Table 1). It was noticed that after the maximum percentage of peak infestation, plant samples during the month of October (four months and a half), there was a gradual reduction percentage average on plants infestation culminating with the last two sampling introducing reduced values and clearing once more the negative influence of the cassava late age in the infestation by the shoot fly (Fig 3).

The Pearson's correlation has not checked any relationships between the local rainfall or temperature and percentage of infestation average of samples ($p > 0,05$), but the largest total average infestation on the fifth sampling (60%) has proceeded from the biggest temperature average in the location of the experiment ($24,9^{\circ} \text{C}$). However, the prevailing climatic conditions in place of study varied little during the experiment and suggest an explanation for the lack of correlation between these climatic parameters and infestation by *N. perezi* (Fig 4)

According to the IAC 15 genotype results, it seems to be more susceptible to infestation by the shoot fly. About the plant age, it also seems to influence the infestation by the fly so that the late age promotes smaller plants percentages plants or even zero of infestation. However, the temperature or local rainfall seems not to have an influence in this insect infestation in cassava shoots. Finally, it is very important that the actual damage by this insect presence in the cultivation of cassava are investigated thoroughly, since all analyzed genotypes presented relatively high percentages of infestation and especially the larger genotype of bigger attraction to this fly to be a variety considered promising by the cassava products industry.

Acknowledgments: to Dr. Ricardo Augusto Kanthack from Apta Medio Paranapanema, by providing the cassava genotypes.

3.4 References

Araujo E L, Zucchi R A (2002) Hospedeiros e níveis de infestação de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, RN. Arquivos do Instituto Biológico 69: 91-94.

Ayres M, Ayres Jr M, Ayres D L, Santos A S (2000) BioEstat 5.0 - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá. MCT – CNPq, 364p.

Bellotti A C, Smith L, Lapointe S L (1999) Recent Advances in Cassava Pest Management. Annual Review of Entomology 44: 343 - 370.

Boza, J A, Waaddill V H (1978) A cassava shoot fly, *Neosilva perezii* Romero and Ruppel: notes on biology and effect on cassava yield. Proceedings of the Tropical Region. American Society for Horticultural Science 22: 226-23.

Brinholi O, Nakagawa J, Marcondes D A S, Machado J R (1974) Estudo do comportamento de alguns "cultivares" de mandioca ao ataque da broca-dos-brotos (*Silba pendula*). Revista de Agricultura 49: 181-183.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (1981) Informe anual: Programa de Yuca. Cali, Ciat, 268p.

Farias A R N, Ferreira Filho J R, Mattos P L P (2007). Mosca-do-broto e efeito do ataque em cultivares de mandioca. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/mandioca/index.htm>. Acesso em: 01/08/2009.

Fenh L M (1981) Coleta e reconhecimento de moscas das frutas em região metropolitana de Curitiba e Irati, Paraná, Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 10: 209-238.

Lorenzi O L (2001) Cultivares IAC: Mandioca IAC 15. O Agrônomo 53: 1-1.

Raga A M F, Souza Filho V A, Martins A L M (1996) Avaliação da infestação de moscas-das-frutas em variedades de café (*Coffea spp.*). Arquivos do Instituto Biológico 63: 59-63.

Samways M J (1979) Immigration, population growth and mortality of insects and mites on cassava in Brazil. Bulletin of Entomological Research 69: 491-505.

Souza S A S, Resende A L S, Strikis P C, Costa J R, Ricci M S F, Aguiar-Menezes E L (2005) Infestação natural de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) em café arábica, sob cultivo orgânico arborizado e a pleno sol, em Valença, RJ. Neotropical Entomology 34: 639-648.

Strikis P C, Prado A P (2005) A new species of the genus *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae). Zootaxa 828: 1-4.

Strikis P C, Prado A P (2009) Lonchaeidae associados a frutos de nêspera, *Eryobotria japonica* (Thunb.) Lindley (Rosacea), com descrição de uma nova espécie de *Neosilba* (Diptera: Tephritoidea). Arquivos do Instituto Biológico 76: 49-54.

Uchôa-Fernandes M A, Oliveira I, Molina R M R, Zucchi R A (2002) Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Neotropical Entomology 31: 515-524.

Zar J (1999) Biostatistical Analysis. New Jersey, USA, Prentice Hall Inc., 663p.

Table 1. *Neosilba perezii* larvae infestation in cassava *Manihot esculenta* Crantz (% average \pm standard error) on each occasion of sampling, Campinas, SP, 2009

Sample number	Day Sample	% de infestation ¹
1	09/01/2008	30 \pm 6,50 abc
2	09/15/2008	18,7 \pm 6,25 bc
3	09/30/2009	30 \pm 6,77 abc
4	10/15/2008	26,2 \pm 5,72 bc
5	10/30/2008	60 \pm 7,86 a
6	11/17/2008	48,7 \pm 8,82 ac
7	11/29/2008	40 \pm 8,70 abc
8	12/14/2008	11,2 \pm 4,35 b
9	01/05/2009	11,2 \pm 5,08 b

¹Averages (\pm standard error) followed by the same letter in the column do not statistically differ among themselves by Tukey test ($P > 0.05$), $n = 09$.

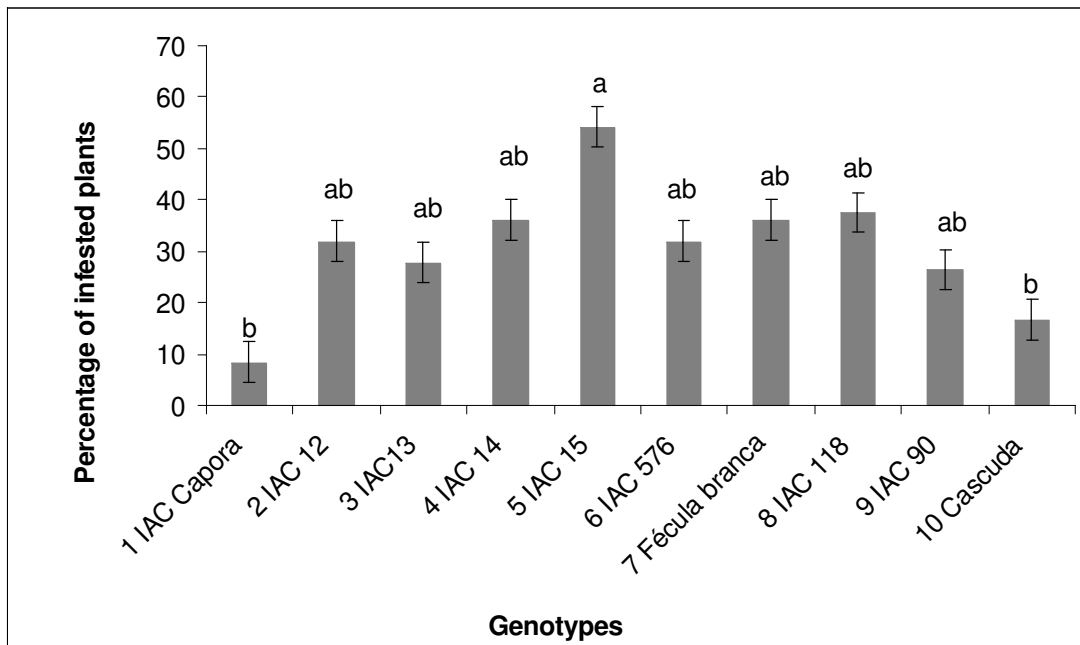


Figure 1. Percentage of infested plants (average \pm standard error) by the larvae of *Neosilba perezii* for each cassava genotype *Manihot esculenta* Crantz, from September 2008 to January 2009, Campinas, SP, 2009. (The histograms followed by the same letter do not differ, among them, due the Tukey test, $p < 0,05$)

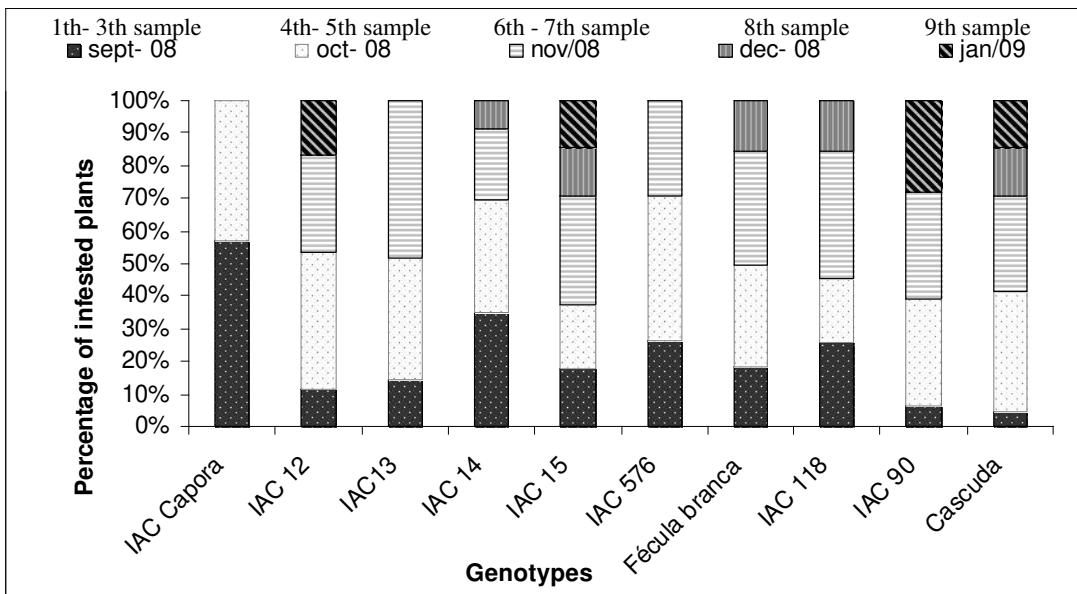


Figure 2. Percentage distribution of infested plants by larvae of *Neosilba* (monthly average) manioc genotypes *Manihot esculenta* Crantz, Campinas, SP, 2009. Note that in the last samples, the percentage of infestation often presents itself null

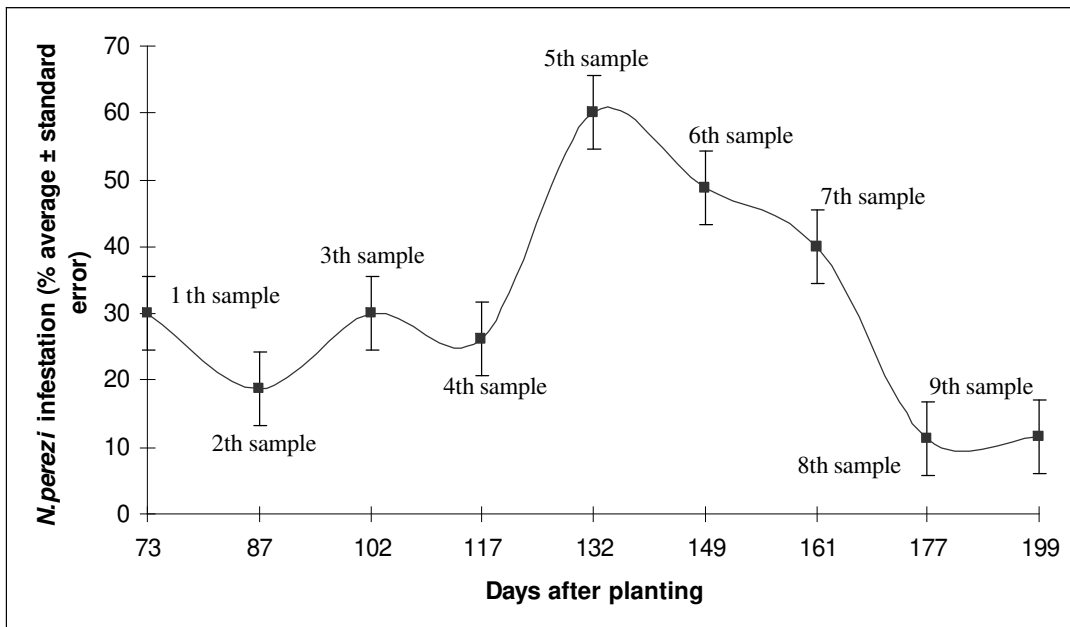


Figure 3. *Neosilba perzei* larvae infestation in cassava *Manihot esculenta* Crantz (% average \pm standard error) on each two-week sampling, from September 2008 to January 2009, Campinas, SP, 2009

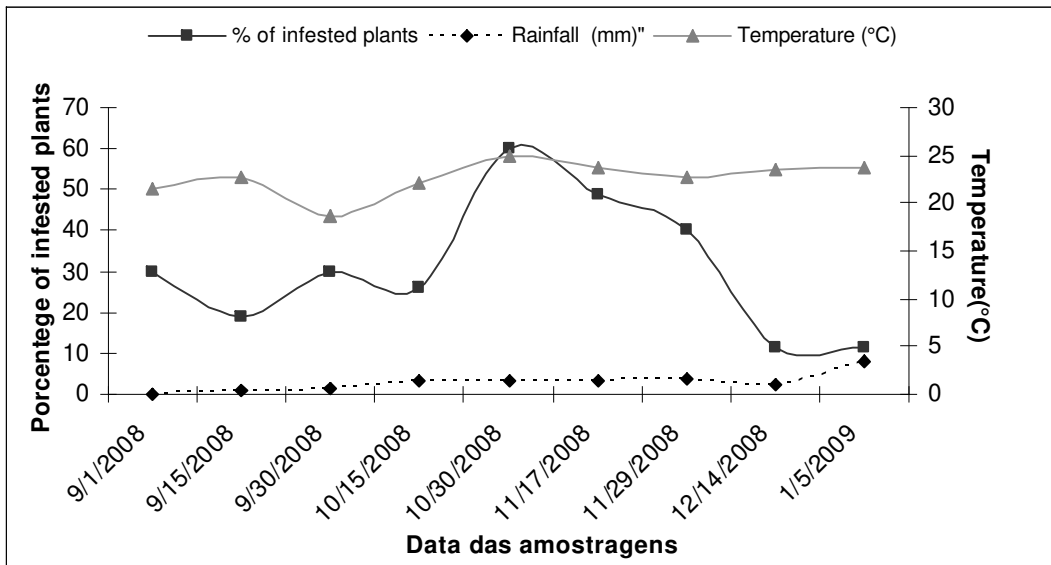


Figure 4. Percentage of infested plants by larvae of *Neosilba perezii* (sampling average), temperature (average of 15 days prior to the sampling) and rainfall (average of 15 days before sampling) on each occasion of sampling, from September 2008 to January 2009, Campinas, SP

CAPÍTULO 4

Laura Jane Gisloti, Laboratório de Entomologia, Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, 13.083-862, Campinas-SP, Brasil. lauragisloti@gmail.com

Parasitoidismo por uma Nova Espécie de Braconídeo Sobre Larvas de *Neosilba perezii* Romero & Ruppel (Diptera: Lonchaeidae)

LAURA J. GISLOTI, ANGELO PIRES DO PRADO

Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, 13.083-862, Campinas-SP, Brasil.

lauragisloti@gmail.com,

apprado@unicamp.br

Parasitoidism of Braconidae (Hymenoptera, Alysiinae) on larvae of *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae)

ABSTRACT- *Neosilba perezii* is known as the shoot fly or cassava fly, because unlike other species of this genus have larvae that feed themselves only of cassava shoots *Manihot esculenta* Crantz, the infestation by larva of these flies cause the death of the infested shoot. In the southwest of the state of São Paulo, in three locations, has been registered a natural parasitoidism about the larvae of this insect. Cassava infested shoots were collected by the larva in three distinct places that kept cassava crops. The shoots were kept in plastic boxes for pupation and emergency of the fly adults and parasitoids. Finally, the parasitoidism rate was correlated with temperature, rainfall and cassava planting age. The parasitoidism percentage average was 24,36%. It was also found negative correlation between the temperature and the parasitoidism percentage only in one area, but the correlation between the planting age and the parasitoidism

percentage was found in all areas. In this way, being a high parasitoidism percentage recorded in three areas can be expected that the natural parasitoidism can be an important factor in *N. perezii* population dynamics.

KEYWORDS: Insecta, shoot fly, cassava, parasitoids

Parasitoidismo por uma nova espécie de braconídeo sobre larvas de *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae)

RESUMO- *Neosilba perezii* é conhecida como mosca-dos-brotos ou mosca-da-mandioca, pois diferentemente das outras espécies deste gênero possuem larvas que se alimentam exclusivamente de brotos de mandioca *Manihot esculenta* Crantz, de forma que a infestação pela larva destas moscas causa a morte do broto infestado. No sudoeste do Estado de São Paulo, em três localidades, se registrou um parasitoidismo natural sobre as larvas deste inseto. Foram coletados brotos de mandioca infestados pela larva em três localidades distintas que mantinham plantios de mandioca. Os brotos foram mantidos em caixas plásticas para pupação e emergência dos adultos da mosca e dos parasitóides. O índice de parasitoidismo foi correlacionado separadamente com a temperatura, precipitação pluviométrica e com a idade do plantio de mandioca. A porcentagem de parasitoidismo médio foi de 24,36%. Foi verificada uma correlação negativa entre a temperatura e a porcentagem de parasitoidismo somente em uma área, porém a correlação entre a idade do plantio e a porcentagem de parasitoidismo foi encontrada em todas as áreas. Desta forma, sendo elevada a porcentagem de parasitoidismo verificada nas três áreas pode-se esperar que o parasitoidismo natural possa ser um importante fator na dinâmica populacional de *N. perezii*.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, mosca-dos-brotos, mandioca, parasitóides

4.1 Introdução

O parasitoidismo tem sido considerado um importante componente de teias alimentares complexas e muitos autores concordam em sugerir que os parasitóides são

de grande importância na regulação de populações de insetos dentro de ecossistemas (May 1988). Estudos demonstraram que os parasitóides são atraídos pelos compostos voláteis liberados pelas plantas, em resposta ao ataque de insetos herbívoros. Evidências sugerem que os compostos voláteis liberados por plantas danificadas por insetos que se alimentam de seus tecidos podem transmitir informação específica, que permite aos parasitóides discriminarem às longas distâncias possíveis hospedeiros (De Moraes *et al.* 2000). Desta forma, a caracterização dos hospedeiros e de seus parasitóides é de fundamental importância para a elucidação da dinâmica entre as populações envolvidas nesta complexa interação ecológica.

Neosilba perezii (Romero & Ruppel 1973) (Diptera: Lonchaeidae), conhecida como mosca-dos-brotos, é comum na região sudeste do Brasil, ocorrendo principalmente na região litorânea e interior do estado de São Paulo (Graner 1942, Lourenção *et al.* 1996). As larvas desta espécie alimentam-se exclusivamente de brotos de mandioca *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae.) onde muitas vezes o herbivorismo desencadeado por estes imaturos destroem totalmente o broto parasitado (Bellotti *et al.* 1999). Os danos ocasionados pela presença da larva na cultura de mandioca parecem se restringir a uma diminuição do material de propagação, de forma que o rendimento das raízes parece não ser afetado (Lourenção *et al.* 1996, Bellotti 2002).

Porém, apesar de sua ampla distribuição no Brasil e alta incidência em plantios de mandioca, *N. perezii* tem sido pouco estudada e muitos aspectos de sua bioecologia ainda constam como desconhecidos. A respeito dos inimigos naturais desta espécie, foi relatado, em um estudo no interior do estado de São Paulo, *Aganaspis pelleranoi* (Brethes 1924) (citado como *Ganaspis pelleranoi*) (Hymenoptera: Figitidae) como parasitóide de larvas de *N. perezii* (Lourenção *et al.* 1996). Recentemente Gisloti e Prado (no prelo) descobriram em sistemas agrícolas do sudoeste do estado de São Paulo uma espécie nova de braconídeo (Alysiinae), a qual se encontra em processo de descrição pela Prof^a Dr^a. Angélica Maria Penteado-Dias, da Universidade Federal de

São Carlos. Neste estudo, objetivou-se conhecer alguns aspectos da interação de parasitoidismo associada a larvas de *N. perezii* obtidas em brotos de mandioca.

4.2 Material e Método

O estudo foi realizado em três plantios orgânicos de mandioca, situados nos municípios de Jaguariúna/SP (área 1, 22°40'20"S, 46°59'09"W e altitude média de 584m), Mogi Mirim/SP (área 2, 22°25'55"S, 46°57'28"W e altitude média de 588m) e Mogi Guaçu/SP (área 3, 22°22'20"S, 46°56'32" e altitude média de 640 m). A primeira área distancia-se cerca de 50 km da terceira área e esta área está a cerca de 10 km da segunda. Todas as áreas se apresentavam equivalentes entre si quanto ao tamanho do plantio (100 hectares aproximadamente) e idade das plantas no início das amostragens (2 meses de idade considerando a data do plantio).

Foram coletados, mensalmente, de junho/2008 a dezembro/2008 50 brotos visualmente danificados pela presença da larva do inseto para cada área de estudo, os quais foram encaminhados para o Laboratório de Entomologia do Departamento de Biologia Animal da Universidade Estadual de Campinas. As amostras foram mantidas em condições de temperatura e umidade ambiente, acondicionadas em caixas plásticas vedadas com organza de náilon (25 x 50 x 10 cm), contendo areia fina umedecida e autoclavada (± 2 cm) como substrato para a pupação das larvas. Após 15 a 25 dias, o substrato foi peneirado para a coleta dos pupários, os quais foram contados e transferidos para caixas de emergência, nas mesmas condições anteriores. Diariamente, por um período de 30 dias, verificou-se a umidade do substrato e observou-se a emergência de moscas e de parasitóides. Os parasitóides foram alimentados com mel e água por três dias, para fixar a coloração que permitisse sua correta identificação, sendo então sacrificados e conservados em álcool a 70%, em frascos devidamente rotulados para posterior contagem e identificação específica.

Os registros diários dos dados meteorológicos referentes à temperatura e a precipitação foram fornecidos pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO- Jaguariúna; 22°40' S e 46°59'W) para área 1, pela Estação Meteorológica de

Mogi Mirim para área 2 (Agritempo, 22°43" S e 46°95'W) e pela Estação Ecológica de Mogi Guaçu (22°22'S e 47°47"W) para área 3. Em cada ocasião de amostragem, calculou-se a média dos registros diários de temperatura (°C) e precipitação pluviométrica (mm) referentes ao mês anterior.

A porcentagem de parasitoidismo foi calculada a partir da proporção de parasitóides emergidos em relação ao número total de pupas obtidas em cada amostragem. Para avaliar os dados foram utilizados testes de análise de variância. Assim as amostras que apresentaram distribuição normal e variâncias semelhantes foram submetidas à ANOVA, sendo que o teste aplicado para a verificação de normalidade foi o teste Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors). A porcentagem de parasitoidismo nas larvas de *N. perezi* foi correlacionada, separadamente e para cada área, com a idade do plantio, com a temperatura média local e com a precipitação pluviométrica local. Os testes de correlação foram efetuados através do coeficiente de correlação de Pearson. O "software" utilizado no processamento e análise de dados foi o BioEstat versão 5.0 (Ayres *et al.* 2000), com nível de significância de 5%. O material-testemunho encontra-se depositado na Coleção Entomológica do Departamento de Biologia Animal da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

4.3 Resultados e Discussão

Após sete coletas, obtiveram-se no total de amostras das três áreas de estudo, 1412 pupas de *N. perezi*, sendo que delas emergiram 544 adultos da mosca-dos-brotos e 367 parasitóides, todos da mesma espécie. Cerca de 36% (501) de pupários não viabilizaram a emergência de adultos (Tabela 1). A porcentagem média de parasitoidismo entre as três áreas analisadas foi de 24,36%.

Na análise comparativa das três áreas de estudo não foi verificada nenhuma significância estatística na análise de variância da porcentagem de parasitoidismo ($p > 0,05$), de forma que as áreas de estudo apresentaram médias bastante similares entre si. A área 1, em relação às outras duas áreas, mostrou os maiores índices em todos os parâmetros analisados de forma que nesta área foram obtidos os maiores números de pupas no total (535) e de pupas inviáveis (181), total de moscas emergidas (203) e porcentagem de

parasitoidismo (28,2%). Por outro lado a área 3 apresentou a menor porcentagem de parasitoidismo (23,6%) e os menores números em moscas emergidas (169), pupas totais (406) e pupas inviáveis (141) (Tabela 1, Fig 1)

A maior porcentagem de parasitoidismo na área 1 pode ser ocasionada pela abundância do hospedeiro para o parasitóide. De Moraes *et al.* (1998) constataram que plantas lesadas pelo herbivorismo acabam atraindo parasitóides através da produção de compostos voláteis secretado pelo tecido vegetal danificado. De fato, esta área foi a qual apresentou o maior número de pupas e moscas adultas obtidas no decorrer do experimento sugerindo que as plantas nesta área exibiam uma maior infestação por *N. perezi*. Sendo assim, a alta infestação pela mosca-dos-brotos presenciada nesta área induziria a uma maior produção de compostos voláteis liberados pela planta consumida e isto representaria uma maior atração para os parasitóides.

Foi verificado uma correlação linear negativa entre a média de temperatura do mês anterior a amostragem e a porcentagem de parasitoidismo unicamente na área 1 ($r = -0,8$ e $p = 0,02$), de forma que temperaturas mais altas (acima de 20°C) agem negativamente no parasitoidismo em larvas de *N. perezi* (Fig 2). Por outro lado, a pluviosidade parece não influenciar no parasitoidismo dessas larvas.

Assim, a temperatura parece ser uma condição que afeta o parasitoidismo em larvas desta mosca, porém na prática, os reais efeitos das condições podem ser fortemente determinados pela resposta de outros membros da comunidade, como a disponibilidade de recurso de consumo, neste caso, de larvas hospedeiras. Gisloti e Prado (no prelo) obtiveram a mesma correlação negativa entre a temperatura e a população da mosca-dos-brotos evidenciando que o alto parasitoidismo encontrado neste trabalho em condições de temperatura amenas pode estar relacionado com a alta disponibilidade de larvas hospedeiras para que ocorra o parasitoidismo.

Da mesma forma, foi verificado uma correlação negativa através coeficiente de correlação de Pearson entre a idade do plantio e a porcentagem de parasitoidismo nas áreas 1, 2 e 3 ($r = -0,89$, $p = 0,006$; $r = -0,88$, $p = 0,007$ e $r = -0,84$, $p = 0,017$, respectivamente) sendo que idades tardias dos plantios afetaram negativamente a

porcentagem de parasitoidismo (Fig 3). De fato Gislotti e Prado (no prelo) verificaram a mesma correlação entre a idade das plantas hospedeiras e a infestação por larvas de *N. perezii*. Provavelmente, plantas novas são mais atrativas para a oviposição do inseto, pois apresentam brotos mais tenros que facilita a penetração das larvas hospedeira, assim como sugerido por Boza & Waddil (1978) e desta forma, plantas jovens devem abrigar um número consideravelmente maior de larvas hospedeiras para que ocorra o parasitoidismo.

4.4 Conclusões

Em todos os meses de coleta foi verificada a presença de parasitóides em larvas de *N. perezii* sendo que todos exemplares pertencem à família Braconidae, subfamília Alysiinae. A porcentagem de parasitoidismo verificada nas tres áreas foi bastante alta, sugerindo que o parasitoidismo possa ser um importante fator na dinâmica populacional de *N. perezii*. Foi constatado na área 1 uma correlação entre a porcentagem de parasitoidismo e a temperatura, de forma que temperaturas superiores a 20°C influenciaram negativamente no parasitoidismo.

Da mesma forma, a idade das plantas está correlacionada negativamente com o parasitoidismo, de forma que plantas jovens de mandioca atraem efetivamente mais parasitóides. Assim, as últimas amostragens realizadas, ou seja, quando o cultivo de mandioca apresentava idade avançada, as porcentagens baixas de parasitoidismo foram baixas.

4.5 Referências

Ayres M, Ayres Jr M, Ayres D L, Santos A S (2000) BioEstat 5.0 - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá. MCT – CNPq.

Bellotti A C, Smith L, Lapointe S L (1999) Recent Advances in Cassava Pest Management. Annual Review of Entomology 44: 343 - 370.

Bellotti A C (2002) Arthropod pests, p.209 – 235. In: Hillocks R J, Thresh J M & Bellotti A C (eds) *Cassava Biology, Production and Utilization*. Cali, CAB International, 480p.

Boza J A, Waddill V H 1978. A cassava shoot fly, *Neosilva perezii* Romero and Ruppel: notes on biology and effect on cassava yield. Proceedings of the Tropical Region. American Society for Horticultural Science, 22: 226-23.

De Moraes C M, Lewis W J, Paré P W, Alborn H T, Tumlinson J H (1998) Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. *Nature* 393: 570-573.

De Moraes C M, Lewis W J, Tumlinson J H (2000) Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 189-203.

Graner E A (1942) Tratamento de mandioca pela colchicina: II. Formas polipóides obtidas. *Bragantia* 02: 23-54.

Lourenção A L, Lorenzi L O, Ambrosano G M B (1996) Comportamento de clones mandioca em relação à infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell) (Diptera: Lonchaeidae). *Scientia Agrícola* 53: 304-308.

May R M (1988) How many species are there on Earth? *Science* 241:1441-1449.

TABELA 1. Total de pupas obtidas (P), moscas emergidas (M), parasitóides emergidos (PR), pupas inviáveis (PI) (*) e suas respectivas porcentagens em relação ao número total de pupas obtidas (**), provenientes de coletas de brotos de mandioca em Jaguariúna (Área 1), Mogi Mirim (Área 2) e Mogi Guaçu (Área 3), de junho a dezembro de 2008

Data	P	M	PR	PI	P	M	PR	PI	P	M	PR	PI
	Área 1				Área 2				Área 3			
Jun	112	50* 44,6**	47* 41,9**	15* 13,3**	110	47* 42,7**	50* 45,4**	13* 11,8**	91	44* 48,3**	35* 38,4**	12* 13,1**
Jul	87	32* 36,7**	27* 31**	28* 32,1**	69	30* 43,4**	19* 27,5**	20* 28,9**	63	41* 65**	19* 30,1**	03* 4,7**
Ago	81	27* 33,3**	28* 34,5**	26* 32**	65	20* 30,7**	13* 20**	32* 49,2**	55	19* 34,5**	09* 16,3*	27* 49**
Set	71	25* 35,2**	13* 18,3**	33* 46,4**	70	22* 31,4**	16* 22,8**	32* 45,7**	68	20* 29,4**	11* 16,1**	37* 54,4**
Out	63	22* 34,9**	15* 23,8**	26* 41,2**	59	19* 32,2**	09* 15,2**	31* 52,5**	43	18* 41,8**	08* 18,6**	17* 39,5**
Nov	60	25* 41,6**	11* 18,3**	24* 40**	52	17* 32,6**	08* 15,3**	27* 51,9**	44	16* 36,3**	06* 13,6**	22* 50**
Dez	61	22* 36**	10* 16,3**	29* 47,5**	46	17* 36,9**	05* 10,8**	24* 52,1**	42	11* 26,1**	08* 19**	23* 54,7**
<i>Total</i>	535	203* 37,9**	151* 28,2**	181* 33,8**	471	172* 36,5**	120* 25,4**	179* 38**	406	169* 41,6**	96* 23,6**	141* 34,7**

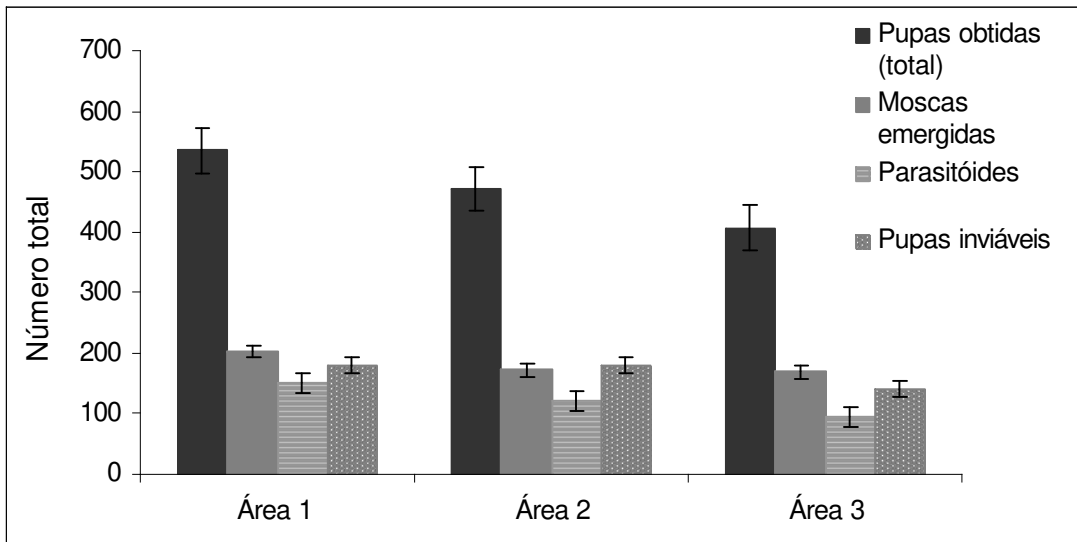


Figura 1. Total de pupas obtidas, moscas emergidas, parasitóides emergidos, pupas inviáveis, provenientes de coletas de brotos de mandioca em Jaguariúna (Área 1), Mogi Mirim (Área 2) e Mogi Guaçu (Área 3), de junho/08 a dezembro/08. $p > 0,05$.

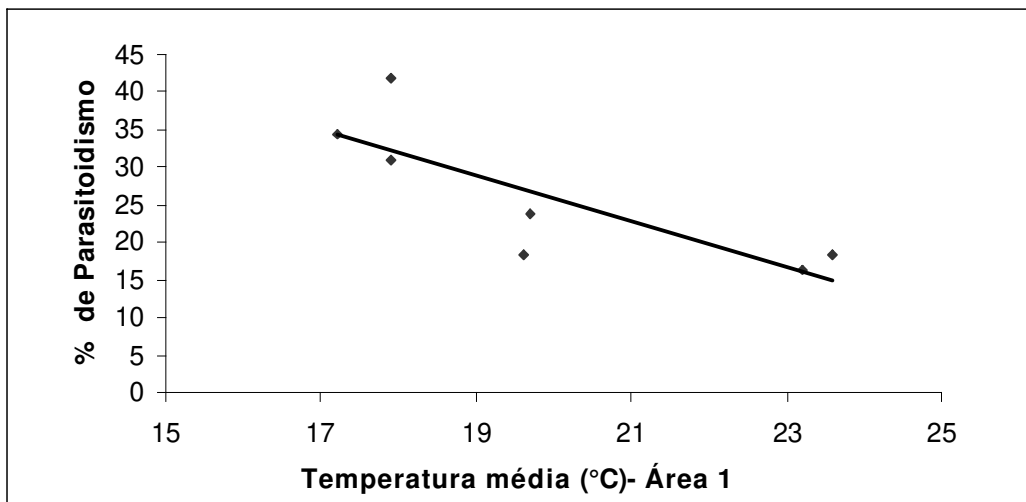


Figura 2. Relação entre a temperatura média do mês anterior a amostragem na área 1 e a porcentagem de parasitoidismo, Jaguariúna/SP, 2009. ($y = -3,0614x + 87,135$; $r^2 = 0,6612$; $r = -0,8$ e $p = 0,02$)

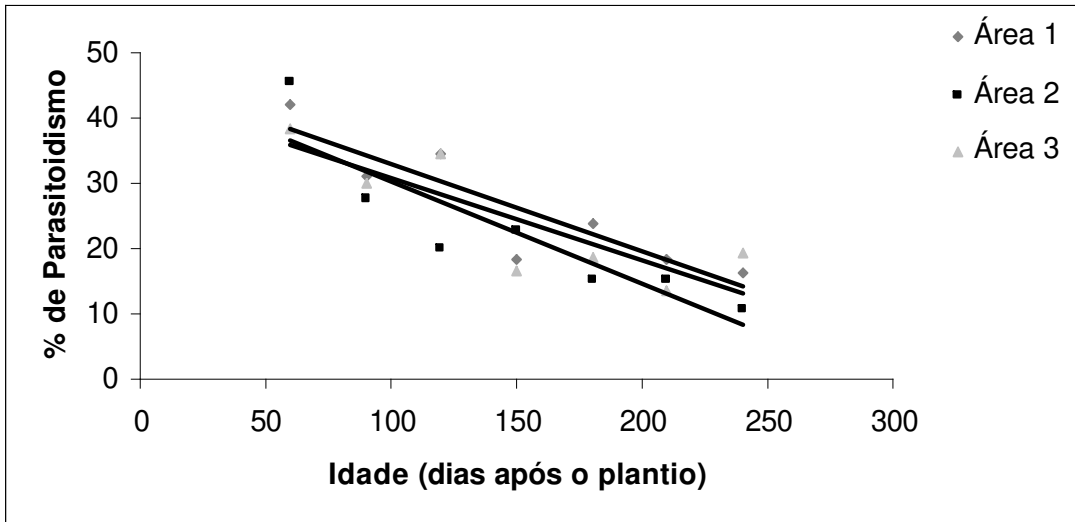


Figura 3. Relação entre a idade das plantas de mandioca e o parasitoidismo por braconídeos (%) em Jaguarúna (área 1), Mogi Mirim (área 2) e Mogi Guaçu (área 3), de junho/08 a dezembro/08. ($y = -0,1344x + 46,461$; $r^2 = 0,803$; $r = -0,89$ e $p = 0,006$ para área 1), ($y = -0,1583x + 46,179$; $r^2 = 0,7919$; $r = -0,88$ e $p = 0,007$ para área 2), ($y = -0,1261x + 43,382$; $r^2 = 0,7089$; $r = -0,84$ e $p = 0,017$ para área 3)

CONCLUSÕES GERAIS

1. Através da elaboração de uma dieta específica para larvas de *N. perezii* foi possível o estudo da biologia e a morfologia desta espécie,
2. No sudoeste do estado de São Paulo a ocorrência de *N. perezii* foi maior no inverno e outono,
3. A dinâmica populacional da mosca-dos-brotos no sudoeste do estado de São Paulo está relacionada, separadamente, com a temperatura, a precipitação e com a idade da plantas,
4. A descoberta de um parasitóide agente de controle biológico natural da larva desta mosca nos leva a considerar outro importante fator na dinâmica de populações em ecossistemas agrícolas de cultivo de mandioca,
5. Dentro os genótipos analisados em relação à infestação por *N. perezii*, o genótipo IAC 15 apresentou as maiores porcentagens de infestação,
6. Em todos os meses de coleta foi verificada a presença de parasitóides em larvas de *N. perezii* sendo que todos exemplares pertencem à família Braconidae, subfamília Alysiinae, e,
7. A porcentagem de parasitoidismo verificada nas três áreas foi bastante alta, sugerindo que o parasitoidismo possa ser um importante fator na dinâmica populacional de *N. perezii*.

BIBLIOGRAFIA GERAL

AYRES, M.; AYRES, M. JR.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas**. Belém, PA: Sociedade Civil Mamirauá, 2000. 272 p.

ALEAN, I. **Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero**. 2003. 107 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e Veterinaria) - Facultad de Ciencias Básicas, Microbiología Agrícola y Veterinaria, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 2003.

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Utilização da análise discriminante em estudos taxonômicos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha Schiner*, (Diptera: Tephritidae). **Scientia agricola**, v. 55, n. 1, p. 105-11, 1998 .

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Hospedeiros e níveis de infestação de *Neosilba pendula* (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, p. 91-94, 2002.

BELLOTTI, A. C.; SCHOONHOVEN, A.V. **Mites and insect pests of cassava**. Annual Review of Entomology, v. 23, p. 39-67, 1978.

BELLOTTI, A.C.; KAWANO, K. Breeding approaches in cassava. In: MAXWELL, F. G.; JENNINGS, P. R. (eds.), **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley & Sons Press. v. 1, 1980. p. 315- 335.

BELLOTTI, A. C., SMITH, L.; LAPOINTE, S. L.. Recent Advances in Cassava Pest Management. **Annual Review of Entomology**. v. 44, n.1, p. 343 - 370, 1999.

BELLOTTI, A. C. Arthropod pests. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (eds.). **Cassava Biology, Production and Utilization**. Cali: CAB International. v. 1, 2002. p. 209 – 235.

BITTENCOURT, M. A. L.; SILVA, A. C. M.; BOMFIM, Z. V.; SILVA, V. E. S.; ARAÚJO, E. L.; STRIKIS, P. C. Novos registros de espécies de *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae) na Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 282-283, 2006.

BLANCHARD, E. E. Sinopsis de los lonchaeidos argentinos. **Revista de Investigación Agrícola**, v. 2, n. 4, p. 57-178. 1948.

BOMFIM, D. A.; UCHOA-FERNANDES, M. A.; BRAGANCA, M. A. L. Hosts and parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritoidea) in the State of Tocantins, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, 2007.

BRINHOLI, O.; NAKAGAWA, J.; MARCONDES, D. A .S. & MACHADO, J. R. Estudo do comportamento de alguns "cultivares" de mandioca ao ataque da broca-dos-brotos (*Silba pendula*). **Revista de Agricultura**, v. 49, p.181-183, 1974.

BOZA, J. A; WAADDILL, V. H. A cassava shoot fly, *Neosilva perezii* Romero and Ruppel: notes on biology and effect on cassava yield. **Proceedings of the Tropical Region American Society for Horticultural Science**, v.22, p. 226-23, 1978.

CARROLL, L. E.; WHARTON, R. A. Morphology of the immature stages of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 82, p. 201-214, 1989.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; FERNANDES, Ê. B. Dados biológicos de *Anastrepha obliqua* Macquart (Diptera: Tephritidae) em manga. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 27, n. 3,1998.

CAIRES, C. S.; UCHÔA-FERNANDES, M. A.; NICACIO J.; STRIKIS, P.C. Frugivoria de larvas de *Neosilba* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) sobre *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler (Santalales, Loranthaceae) no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 272-277, 2009.

CARZOLA, D.; AÑEZ, N. Description of the female of *Lutzomyia ceferinoi* (Ortiz & Alvarez, 1963) and redescription of the male. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 83, n. 3, p. 313-321.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Informe Anual: Cassava production systems**. 1977, 265p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Informe anual: Programa de yuca**. Cali, 1981, 268p.

COSTA LIMA, A. Sobre as moscas-das-frutas que vivem no Brasil. **Chácaras e Quintais**, v.34, n. 1, p. 21-24, 1926.

DE CONTI, E.; DEL VECCHIO, M. C.; DE SOUZA, H. M. L.; MORGANTE, J. S. ; PIEDRABUENA, A. E. Allozymic variability in natural *Silba* spp. Populations (Diptera: Lonchaeidae). **Revista Brasileira de Genética**, v. 7, n. 3, p. 419-432, 1984.

DE MORAES, C. M.; LEWIS, W. J.; PARÉ, P. W.; ALBORN, H. T.; TUMLINSON, J. H. Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. **Nature**, v. 393, p. 570-573, 1998.

DE MORAES, C. M.; LEWIA, W. J.; TUMLINSON, J. H. Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira** v. 29, p. 189-203, 2000.

DEL VECCHIO, M.C. 1981. **Família Lonchaeidae (Díptera: Acalyptratae): Ocorrência de espécies e respectivos hospedeiros em algumas localidades do**

estado de São Paulo. Tese de Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade de Campinas.102p.

EMORI, M. M. 1993. **Interações ecológicas entre Lonchaeidae e Tephritidae (Diptera). Ocorrência de cariótipos de algumas espécies do gênero *Neosilba* (Lonchaeidae).** Tese de Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade de Campinas. São Paulo. 105p.

EWUSIE, E.B. **Potentials and prospect of strip cropping in the management of cassava whitefly *Bemisia tabaci* in Peri – Urban agroecosystems.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Texas Tech University, Texas. 147p.

FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FERREIRA FILHO, J. R. Artrópodes praga associados à cultura da mandioca em Presidente Tancredo Neves, BA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, p. 1- 5, 2005.

FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R.; MATTOS, P. L. P. de. Mosca-do-broto e efeito do ataque em cultivares de mandioca. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/mandioca/index.htm>. Acesso em: 01/08/2009

FENH, L. M. Coleta e reconhecimento de moscas das frutas em região metropolitana de Curitiba e Irati, Paraná, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 10, p. 209-238, 1981.

FONSECA, J. P.; AUTUORI, M. Lista dos principais insetos que atacam plantas cítricas no Brasil. **Revista de Entomologia**, v. 2, n. 2, p. 202-216, 1932.

FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. **Programa de Diversificación. Honduras:** FHIA Press, 2003.76 p.

FRANCO, J. F.; PULZ, F. S.; DOMICIANO, N. L.; PALMA, Y.; DIONIZIO, A.; MARICONI, F. A. M. Ensaio de Campo de Combate à Broca dos Brotos da Mandioca, *Silba pendula* (Bezzi, 1919). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 3, 1976, Maceió - AL. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 1976. v. 3. p. 209-215.

FREITAS, K. F. Estudos **Morfológicos e ecológicos de espécies de Lonchaeidae (Diptera) em frutos de Rubiaceae, Myrtaceae, Rosaceae e Fabaceae.** 2008. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

GATTELLI, T.; SILVA, F. F. DA; MEIRELLES, R. N.; REDAELLI, L. R.; DAL SOGLIO, F. K. Moscas frugívoras associadas a mirtáceas e laranjeira "Céu" na região do Vale do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 38, p. 236-239, 2008.

GISLOTI, L. J.; PRADO, A. P. Parasitismo de larvas de *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae, Acalypratae) em brotos de mandioca no sudoeste do estado de São Paulo, Brasil. **(No prelo)**

GRANER, E. A. Tratamento de mandioca pela colchicina: II. Formas polipóides obtidas. **Bragantia**, v.02, n. 2, p. 23-54, 1942.

HERSHEY, C. H. **Cassava breeding: A multidisciplinary review.** Cali: CIAT, 1987.313 p.

HOGUE, C. L. **Latin American insects and entomology.** Berkeley: iv. California Press, 1993. 94p.

KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America.** London: Overseas Development Administration, 1984. 166p.

JALDO, H. E; GRAMAJO, M. C; WILLINK, E. Mass rearing of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae): a preliminary strategy. **The Florida Entomologist**, v. 84, p. 716–718, 2001.

KRIVOSHEINA, M. G. The structure and topography of spiracles in larvae of the lower Brachycera (Diptera, Brachycera, Orthorrhapha) in relation to their mode of life. **Entomological Review**, v. 85, n. 9, p. 1100-1126, 2005.

LAWRENCE, P. O. Immature stages of the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa*. **Florida Entomologist**, v. 62, p. 214-219, 1979.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. de. **Cultura da mandioca. Campinas**: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993. 41 p. (Boletim técnico, n. 211).

LORENZI, O. L. Cultivares IAC: Mandioca IAC 15. **O Agrônomo**, v. 53, p. 1-1, 2001.

LOURENÇÃO, A. L.; LORENZI, L. O. ; AMBROSANO, G. M. B. Comportamento de clones mandioca em relação à infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell) (Diptera: Lonchaeidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 304-308, 1996.

LOZANO, J. C; BELLOTTI, A.; REYES, J. A; HOWLER, R.; IHNER, D. **Field problems in cassava**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 205 p.

MAGALHÃES, B. P. **Insetos e ácaros nocivos a mandioca na Amazônia**. Belém: Embrapa Amazonia Oriental, 1981. p. 12.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae): Índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia** v. 40, p.17-24, 1980.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; ZUCCHI, R. A. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae): Lista de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, p. 9-16, 1980.

MARCONDES, C. B. Morfometria e DNA mitocondrial de populações sul americanas de *Lutzomyia (Nyssomyia) intermedia* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** v.30, n. 6, p. 533-534, 1997

MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1976. 466p.

MAY, R. M. How many species are there on Earth? *Science*, v. 241, p. 1441-1449, 1988.

McALPINE, J.F. A new species of *Dasiops* (Diptera:Lonchaeidae) injurious to apricots. **The Canadian Entomologist.**, v. 93, p. 539-544, 1961.

McALPINE, J. F.; STEYSKAL, G. C. A revision of *Neosilba* McAlpine with a key to the world genera of Lonchaeidae (Diptera). **The Canadian Entomologist**, v. 114, n. 2, p. 105-138, 1982.

McALPINE, J.F. Lonchaeidae. In: McAlpine, J. F. (ed.), **Manual of Nearctic Diptera**. Ottawa: Biosystematics Research Institute. Research Branch, Agriculture Canada, Monograph 28, 1987. p. 791-796

McALPINE J. F. Morphology and terminology- adults. In: MCALPINE, J. F.; PETERSON, B. V.; SHEWELL, G. E.; TESKEY, H. J.; VOCKEROTH, J. R.; WOOD, D. M. (eds). **Manual of Nearctic Diptera**. Ottawa: Agriculture Canada, v. 1, 1989. p. 9 – 63.

MONTALDO, A. **La yuca o mandioca**. San José: IICA Press, 1985. 386 p.

NORRBOM, A. L. & MCALPINE, J. F. A revision of neotropical species of *Dasiops Rondani* (Diptera: Lonchaeidae) attacking *Passiflora* (Passifloraceae). **Memories Entomological Society**, v. 18, n. 1, p. 189-210, 1997.

OLIVEIRA, F. N. S. **Caracterização botânico-agronômica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Porto Velho, Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE Porto Velho, 1987. 14p.

OLIVEIRA, A. S. **Diferenciação morfométrica e evolução de espécies de *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae)**. 1992. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1992.

OLIVEIRA, A. M. G.; NORONHA, A. C. S, DA.; GOMES, H. S. DE.; SILVA, J. DA.; OLIVEIRA, J. L. DE.; FERREIRA FILHO, J. R.; DINIZ, M. S. DE.; RODRIGUÉZ, M. A. D.; SANTOS, V. S. DA. Elaboração de sistemas de produção de mandioca para o Extremo Sul da Bahia. **Boletim Agropecuário**: artigos técnicos, 21 dez. 2007.

PENA, J. E. & WADDILL, V. Pests of cassava in South Florida. **The Florida Entomologist**, v. 65, p. 143-149, 1982.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F.; ARTHUR, V.; MARTINS, A. L. M. Avaliação da infestação de mosca das frutas em variedades de café (*Coffea spp.*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 63, 59-63. 1996.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F.; ARTHUR, V.; SATO, M.E.; MACHADO, L.A.; BATISTA FILHO, A. Observações sobre a incidência de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em frutos de laranja (*Citrus sinensis*). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 64, p. 125-129, 1997.

REINECKE, J. P. Nutrition: Artificial diets. In: KERKUT, G. A. ; GILBERT, L. I. [eds.] **Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology**. New York: Pergamon Press, v. 4, 1985. p. 391-419.

RODRIGUES, S. R.; Nantes, L. R; Souza, S. R. de.; Abot, A. R.; Uchôa-Fernandes, M. A. Moscas frugívoras (Diptera, Tephritoidea) coletadas em Aquidauana, MS. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 131-134, 2006

ROMERO, J. L.; RUPPEL, R. F. A new species of *Silba* (Diptera, Lonchaeidae) from Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 57, n. 2, p.165-168, 1973.

ROSSETTO, C. J. Principais pragas da mandioca no Estado de São Paulo. In: **Encontro de Engenheiros Agrônomos dos países andinos e do estado de São Paulo**, 1., 1970, Campinas. Pesquisadores em 1º.... Campinas: IAC, 1970. p. 90-95

SAUNDERS, J. L.; COTO, D. T.; KING, A. B. S. **Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central**. Turrialba: CATIE, v. 2, 1998.305 p.

SAMWAYS, M. J. Immigration, population growth and mortality of insects and mites on cassava in Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v. 69. p. 491-505, 1979.

SANTOS, E. "As mocos-das-frutas". **Boletim do Campo**, v. 10, n. 72, p. 10-13, 1954.

SANTOS, W. S., CARVALHO, C. A. L.; MARQUES, O. M. Registro de *Neosilba zadolicha* McAlpine & Steyskal (Diptera: Lonchaeidae) em umbú-cajá (Anacardiaceae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 653-654, 2004.

SCHMITT, A. T. Inimigos naturais do *Erinnyis ello* da mandioca. In: ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 3., 1984, Florianópolis. **Anais**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1984. p.201-208.

SELIVON, D.; PERONDINI, A. L. Description of *Anastrepha sororcula* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) eggs. **The Florida Entomologist**, v. 82, n. 2, p. 347-353, 1999

SETZER, J. **Atlas Climático do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1976. 98 p.

SILVA, A. B.; MAGALHÃES, B. P.; COSTA, M. S. **Insetos e ácaros nocivos à mandioca na Amazônia**. Belém: Embrapa, 1981. 35p. (Boletim de Pesquisa, 31).

SILVA, N. M. da. **Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em quatro locais do Estado do Amazonas**. 1993. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Piracicaba, 152p. 1993.

SILVA, J. R. da.; CHABARIBERY, D. Coeficientes Técnicos e custo de produção da mandioca para mesa na região de Mogi Mirim, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 36, p. 26-32, 2006.

SOBRINHO, R. B.; CÁCERES, C.; ISLAM, A.; WORNOPYORN, V.; ENKERLIN, W. Improving mass rearing technology for south american fruit fly (Diptera:Tephritidae). **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p. 310-316, 2006.

SOUZA, S. P.; MATIAS, E. C.; LOPES, E. B. 1982. **Cultura da mandioca**. João Pessoa: Emater-PB, (Documento).

SOUZA, H. M. L.; CYTRYNOVICZ, M.; MORGANTE, J. S.; PAVAN, O. H. O. Occurrence of *A. fraterculus* (Wied.), *C. capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) and *Silba spp.* (Diptera: Lonchaeidae) eggs in oviposition bores on three host fruits. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 27, n. 3, p. 191-195, 1983.

SOUZA, J. C. de; Reis, P. R. **Cassava pests in Minas Gerais, Brazil [Pseudococcus sp, Coelosternus rugicollis, Anastrepha sp, Neosilba perezii, Vatiga illudens, Erinnyis ello ello]** Belo Horizonte, BINAGRI: Boletim Técnico - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1986. 2232 p.

SOUZA FILHO, M. F. **Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides (Hymenoptera) em plantas hospedeiras no Estado de São Paulo.** 1999. 174p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.

SOUZA, S. A. S.; RESENDE, A. L. S.; STRIKIS, P. C.; COSTA, J. R.; RICCI, M. S. F.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Infestação natural de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) em café arábica, sob cultivo orgânico arborizado e a pleno sol, em Valença, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 639-648, 2005.

SOUZA, J. F. DE.; SOUZA, S. A. S. DA; AGUIAR – MENEZES, E. L. DE.; FERRARA, F. A. A.; NASCIMENTO, S. A.; RODRIGUES, W. C; CASSINO, P. C. R. Diversidade de moscas-das-frutas em pomares de citros no município de Araruama, RJ. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 518-521, 2008.

STECK, G. J.; WHARTON R. A. Description of immature stages of *Anastrepha interrupta*, *A. limae*, *A. grandis* (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 81, p. 994-1003, 1988.

STRIKIS, P. C. **Relação tritrófica envolvendo lonqueídeos, tefritídeos (Diptera : Tephritoidea) seus hospedeiros e seus parasitóides eucoilíneo (Hymenoptera: Figitidae) e braconídeos (Hymenoptera: Braconidae) em Monte Alegre do Sul/SP e Campinas/SP.** 2005. Dissertação (Mestrado em Parasitologia – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

STRIKIS, P. C.; PRADO, A. P. A new species of the genus *Neosilba* (Diptera: Lonchaeidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 828, p. 1-4, 2005.

STRIKIS, P. C.; PRADO, A. P. Lonchaeidae associados a frutos de nêspera, *Eryobotria japonica* (Thunb.). Lindley (Rosacea), com descrição de uma nova espécie de *Neosilba* (Diptera: Tephritoidea). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 49-54, 2009.

TSUNECHIRO, A.; COELHO, P. J. ; CASER, D. V.; AMARAL A. M. P; BUENO, C. R. F; GHOBRI, C. N.; PINATTI, E. Valor da produção agropecuária do estado de São Paulo em 2006. **Informações Econômicas**, v. 37, p. 52-63, 2007.

THOMAZINI, M. J. Flutuação populacional e intensidade de infestação da broca-dos-frutos em cupuaçu. **Scientia Agrícola**, v. 59, p. 463-468, 2002.

UCHÔA-FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; MOLINA, R. M. S.; ZUCCHI, R. A. Species diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea) from hosts in the Cerrado of the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.31, p. 515-524, 2002.

WADDILL, V. H. Biology and economic importance of a cassava shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero and Ruppel). In: BELOTTI, A.; LOZANO, J. C. (eds.), **Cassava Protection Workshop**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978.p. 209-214.

WADDILL, V. H.; WEEMS. The cassava shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero and Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae). Florida: Dept. Agric. DPI **Entomology Circular**, 1978. p.1871-1872.

ZAR, J. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.

ZIKAN, W. 1944. **Notas sobre *Lonchaea pendula* (Bezzi) (Dipt) e *Belonuchus formosus* Gravenh.Col.: Staphilinidae**. Rio de Janeiro: Serv. Inf. Agric., 1944. 11p.

ZIKAN, W. A mosquinha dos mandiocais, *Lonchaea pendula*, Bezzi, 1919. **Chácaras e Quintais**, v. 70, p. 489- 492, 1944.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia, In A. MALAVASI & R.A. Zucchi (eds.), **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. FAPESP-Holos, Ribeirão Preto, 2000. p. 13-24.

ZUCOLOTO, F. S.; PUSCHE, S.; MESSAGE, C. M. Valor nutritivo de dietas artificiais para *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 4, p. 75-80, 1979.