

MICROCORYPHIA (INSECTA) DE UMA FLORESTA PERIODICAMENTE INUNDADA POR ÁGUA MISTA NA AMAZÔNIA CENTRAL: FENOLOGIA, DENSIDADE E ADAPTAÇÃO

José WELLINGTON DE MORAIS¹ e Joachim ADIS^{2†}

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Pesquisas em Entomologia (CPEN). C.P. 478, 69.011-970, Manaus, AM (BRASIL).

Email: morais@inpa.gov.br.

²Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie, Postfach 165, D-24302, Plön (GERMANY)

† Este trabalho é dedicado à memória do meu orientador, professor Dr. Joachim Adis que faleceu em 29 de agosto de 2007.

RESUMO

Os Microcoryphia são na maioria noturnos que vivem na serrapilheira, sobre cascas de árvores, em fendas, sob pedras e troncos. Alimentam-se principalmente de algas, líquens, musgos, restos de vegetais e frutas em decomposição. No Brasil as informações sobre este grupo de insetos ainda são escassas. Este trabalho teve como objetivo estudar a fenologia, a abundância e a densidade dos Microcoryphia em uma área inundável por água mista na Amazônia Central. Foram feitas 2 coletas mensais com fotoelectores de solo, durante o período não inundado (agosto/1987 a maio/1988) para registrar a densidade de atividade e coletas semanais com fotoelectores arbóreos para registrar a migração nos troncos. Foram capturados 145 indivíduos, dos quais 37,2% (n = 54) foram coletados em fotoelectores de solo e 62,8% (n = 91) em fotoelectores arbóreos direcionados para cima e para baixo. As espécies coletadas foram: *Meinertellus adisi* Sturm, 1983; *Neomachilellus scandens* Wygodzinsky, 1978 e *N. adisi* Wygodzinsky, 1978. *N. scandens* foi coletado apenas na serrapilheira e sua reprodução ocorreu no início da época não inundada, com desenvolvimento pós-embriônico de aproximadamente 40 a 50 dias (de ovo a subadulto). A maioria de *M. adisi* foi de indivíduos imaturos, coletados nos troncos e a reprodução foi polivoltina. Não houve migração vertical no período em estudo. Não foram obtidos resultados estatisticamente significativos entre a densidade populacional de *N. scandens* ou de *M. adisi* e os fatores abióticos da área experimental.

Palavras-chave: Microchoryphia; áreas inundáveis; Amazônia central; invertebrados do solo.

RESUMEN

Los Microcoryphia son en la mayoría de hábitos nocturnos, viven en la hojarasca, en la corteza de árboles, en hendiduras, sobre piedras y troncos. Se alimentan principalmente de algas, líquenes, musgos y restos de vegetales. En el Brasil las informaciones sobre este grupo de insectos todavía son escasas. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la fenología, la abundancia y la densidad de los Microcoryphia en una área inundada por agua mixta en la Amazonía central brasilera. Fueron realizadas 2 recolecciones mensuales con fotoelectores de suelo, durante el período no inundado (agosto/1987 a mayo/1988) para registrar la densidad de la actividad y recolecciones semanales con fotoelectores arbóreos para registrar la migración en los troncos. Fueron recolectados un total de 145 individuos, de los cuales 37.2% (n =

54) fueron realizados en fotoelectores de suelo y 62.8% (n = 91) en fotoelectores arbóreos direccionados para arriba y para abajo. Las especies encontradas fueron: *Meinertellus adisi* Sturm, 1983; *Neomachilellus scandens* Wygodzinsky, 1978 y *N. adisi* Wygodzinsky, 1978. *N. scandens* fue recolectada en la hojarasca y su reproducción ocurrió en el inicio de la época no inundada, con desarrollo post-embionario de aproximadamente 40 a 50 días (del huevo a sub adulto). La especie *M. adisi* presentó una reproducción polivoltina durante el período de estudio. La mayoría de los individuos de *M. adisi* fueron juveniles, siendo encontrados en troncos. No fue observada migración vertical en el período de estudio. La correlación entre los factores abióticos del área experimental y la densidad poblacional de *N. scandens* y *M. adisi*, no fue estadísticamente significativa.

Palabras clave: Microchoryphia; áreas inundables; Amazonia central; invertebrados del suelo.

ABSTRACT

Most of the Microcoryphia are nocturnal that live in litter, soil cavities, on tree barks, under stones and logs. Essentially they feed on algae, lichens, plant remains and decaying fruits. In Brazil scientific information about this group of insects is scarce yet. The aim of the present work is to investigate the phenology, abundance and density of the Microcoryphia inhabiting flooded mixed-water forest in Central Amazon. Two monthly samplings with ground photo-electors, were carried out during the dry season (August/1987 to May/1988) to register the activity and density meanwhile weekly samplings with arboreal photo-electors were performed to detect vertical migration on trunks upwards and downwards. A total of 145 individuals were captured, from which 37.2% (n=54) were collected in ground photo-electors and 62.8% (n=91) in arboreal photo-electors. The species collected were: *Meinertellus adisi* Sturm, 1983; *Neomachilellus scandens* Wygodzinsky, 1978 e *N. adisi* Wygodzinsky, 1978. *N. scandens* were only collected on litter and their reproduction occurred at the beginning of the dry season with post-embryonic development of approximately 40 to 50 days (from egg to sub-adult). The majority of *M. adisi* were immature, collected on trunks and the reproduction was plurivoltine. No vertical migration was observed during the sampling periods. We found no statistical significance between the population density of neither *N. scandens* of *M. adisi* and abiotic factors in the studied area.

Key-words: Microchoryphia; flooded areas; Central Amazon; soil invertebrates.

INTRODUÇÃO

Os Microcoryphia são insetos ápteros, terrestres, cujo tamanho varia de 10 a 15 mm de comprimento. Sua forma é cilíndrica, olhos compostos com 3 ocelos (2 laterais e 1 mediano) bem desenvolvidos. Apresenta tórax um tanto arqueado, abdome com no mínimo 10 tergitos, bem desenvolvidos e, no mínimo, 9 esternitos, 2-9 estilos ventrais, três apêndices caudais (2 cercos e 1 filamento caudal mediano), corpo sempre coberto de escamas.

A maioria dos Microcoryphia é noturna. Eles vivem sobre cascas, na serrapilheira, em fendas de pedras, alimentam-se principalmente de algas, mas comem também líquens, musgos, restos de vegetais, frutas em decomposição e materiais similares. Várias espécies comem suas exúvias e fragmentos de outros artrópodos foram encontrados no interior do seu intestino. Sua reprodução é geralmente sexual e sazonal (Borror *et al.* 1976, Wallace & Mackerras 1973).

O nome Microcoryphia refere-se a cabeça pequena com uma única articulação (monocôndilica). É uma ordem relativamente pequena (Sturm & Bach de Roca 1992)

e em dados recentemente publicados por Mendes (2002a), ficou estabelecido 64 gêneros e 493 espécies, mesmo considerando eventuais sinonímias.

Existem apenas duas famílias: Machilidae, que está concentrada principalmente no Hemisfério norte, e Meinertellidae, predominantemente distribuídas no Hemisfério sul. Ambas ocorrem no Norte da América e no México (Sturm & Bach de Roca 1992).

No Brasil ocorre apenas Meinertellidae (Sturm & Adis 1984, Morais, 1995). Os primeiros dados sobre a história natural e ecologia dos Meinertellidae na Amazônia Central (Adis & Sturm 1987a) indicaram a existência de representantes dos gêneros *Neomachilellus* e *Meinertellus* na região próxima de Manaus/AM.

Nos estudos desenvolvidos até o momento foram abordados aspectos referentes a mudanças evolutivas na biologia reprodutiva (Goldbach 2000), taxonomia (Wygodzinsky 1978, Sturm 1983, 1984, 2001a, Sturm & Bach de Roca 1993, Sturm & Messner 1995, Sturm & Machida 2001, Mendes 1996, 1998, 2002a, 2002b), relações filogenéticas, zoogeografia, comportamento e evolução (Sturm & Bach de Roca 1988, Sturm 2001b). Outros estudos envolvendo a descrição de novas espécies foram baseados em material fóssil (Sturm & Poinar Jr. 1997, Mendes 1997, Labandeira *et al.* 1988, Bitsch & Nel 1999). Estes registros são fundamentais para se entender a história da evolução não só dos Microcoryphia como dos insetos. No Brasil as informações ecológicas ainda são bastante escassas e são conhecidos apenas os trabalhos de Sturm & Adis (1984), Adis & Sturm (1987a,b), Adis (1992b), Wolf & Adis (1992).

Este trabalho teve como objetivo estudar a fenologia, a abundância e a distribuição vertical dos Microcoryphia em áreas periodicamente inundadas por água mista da Amazônia Central.

ÁREA DE ESTUDO

A área experimental localiza-se na região do Lago Janauarí (03° 20' S, 60° 17' W), uma faixa de terra entre o Rio Negro e o Rio Solimões, distante aproximadamente 10 Km de Manaus. A área de água mista (várzea e igapó; Amaral *et al.* 1997) sofre influência da inundação do Rio Solimões durante o período de enchente e, do Rio Negro, durante a vazante. Não existe conexão direta da área experimental com áreas de terra firme não inundáveis (Adis & Righ 1989).

Clima. Estudos desenvolvidos por Ribeiro & Adis (1984) sobre a variação anual da precipitação na região amazônica, confirmaram a existência de uma época seca (= menos chuvosa) de junho a novembro e uma época chuvosa de dezembro a maio. Os dados foram baseados na precipitação registrada durante o período de 1910 a 1979 em Manaus. Assim, a época menos chuvosa foi caracterizada com uma precipitação média de 550,8 mm e a época chuvosa com uma precipitação média de 1.553,8 mm. A precipitação anual registrou 2.105mm, com aproximadamente 75% de precipitação

referente à época de chuva e foi menor nas regiões inundadas. Os padrões de intensidade, frequência e hora de chuva variaram de acordo com o local. Os dados registraram que meses de maior precipitação são, geralmente, de janeiro a abril e os meses de menor precipitação são de julho a setembro.

Na área experimental a precipitação pluviométrica variou de 81,5 a 291,3 mm, sendo que, durante a estação menos chuvosa, foi registrado um total de 814 mm (de julho a novembro/1987 e junho/1988) e, durante a estação chuvosa foi registrado um total de 1.200 mm (de dezembro/1987 a maio 1988). A temperatura do ar variou de 21,5 °C a 29,8 °C e a umidade relativa do ar de 73,0 % a 100 %. Na camada de solo de 0-3,5 cm de profundidade a umidade variou de 10,8 % a 23,3 %, a temperatura de 24,7 °C a 27,0 °C e o pH de 4,1 a 5,5. O teor de argila nos primeiros 3,5 cm de profundidade foi de 33,2 % e o teor de silte foi de 61,6 %.

MATERIAL E MÉTODOS

Os *Microcoryphia* foram coletados no período de julho/1987 a junho/1988. A inundação da área em estudo ocorreu no final de julho/1987 e a partir de junho/1988 (fase aquática). O período não inundado foi de agosto/1987 a maio/1988 (fase terrestre). Os *Microcoryphia* foram coletados na superfície do solo, durante o período não inundado através de 4 fotoelectores de solo (Funke 1971, Adis & Schubart 1984, Adis 2002) e nos troncos, durante o período não inundado e inundado através de 1 fotoelector arbóreo direcionado para cima e 1 fotoelector arbóreo direcionado para baixo (Funke 1971, Adis 1981, Adis 2002) colocados em árvores separadas.

Foram feitas duas coletas mensais com fotoelectores de solo, ao longo do período não inundado (agosto/1987 a maio/1988), sendo a primeira coleta entre os dias 14 e 16 de cada mês e a segunda entre os dias 29 e 02 do mês seguinte. Para registrar a migração nos troncos, as coletas com fotoelectores arbóreos foram feitas semanalmente. O fotoelector de árvore direcionado para cima foi instalado em *Virola surinamensis* (Rol.) Wars. (Myristicaceae), conhecida regionalmente como Ucuúba. O fotoelector de árvore direcionado para baixo foi instalado em *Hevea spruceana* Muell.(Euphorbiaceae), conhecida regionalmente como seringueira. Ambas foram instaladas a uma altura de aproximadamente 3 metros, acima do nível máximo da enchente. A montagem dos fotoelectores de árvores foi feita durante o período do nível mais alto do rio. Maiores informações sobre técnicas de amostragem e estudo da área são fornecidas por Morais (1995), Adis (1981) e Funke (1971). O material coletado foi conservado em álcool 70% glicerinado para posterior identificação.

Foram coletadas também amostras de solo, a 14 cm de profundidade, para extração dos invertebrados em laboratório através do aparelho de extração Kempson (Kempson *et al.* 1963, Adis 1987).

A abundância de *Microcorypha* foi avaliada com os fatores abióticos locais (temperatura, pH, umidade do solo, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica), com testes de correlação linear (Cavalli-Sforza 1972).

A identificação das espécies foi feita por um especialista em Microcoryphia, Prof. Dr. Helmut Sturm da Universidade de Hildesheim, Hildesheim, Alemanha.

RESULTADOS

Foram capturados 145 indivíduos, dos quais 37% (n = 54) foram coletados em fotoeclectores de solo (Tabela I) e 63% (n = 91) em fotoeclectores arbóreos direcionados para cima e para baixo (Tabela II). Nenhum indivíduo foi coletado nas amostras de solo extraído através do método de Kempson (Kempson *et al.* 1963, Adis 1987, Adis 2002). As espécies coletadas em fotoeclectores arbóreos e fotoeclectores de solo foram: *Meinertellus adisi* (n = 23); *Neomachilellus scandens* (n = 31) e *N. adisi* (n = 1).

Tabela I. Captura mensal dos estágios de desenvolvimento de *Neomachilellus scandens* e *Meinertellus adisi* (Meinertellidae: Microcoryphia) na serrapilheira, em 4 fotoeclectores de solo, no período de agosto/ 1987 a maio/1988, na floresta inundada por água mista (número de captura, percentagem (%), média, indivíduos/m² e desvio padrão (S)).

Espécies/mês	ago./87	set	out	nov	dez	jan./88	fev	mar	abr	mai	Total	%	Média	Ind./m ²	S
1)- <i>N. scandens</i>															
Imaturos	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	45	1,4	3,5	4,4
Machos	0	2	1	2	1	0	1	0	0	0	7	23	0,7	1,8	0,8
Fêmeas	0	6	0	2	1	0	0	1	0	0	10	32	1	2,5	1,9
Total	14	8	1	4	2	0	1	1	0	0	31	100			
Ind./m ²	3,5	2	0,3	1	0,5	0	0,3	0,3	0	0	7,8				
%	45	26	3	13	7	0	3	3							
2)- <i>M. adisi</i>															
Imaturos	2	1	13	0	0	0	3	1	0	0	20	87	2	0,5	4
Machos	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	9	0,2	0	0,4
Fêmeas	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0,1	0	0,3
Total	2	1	13	0	0	2	3	2	0	0	23	100	2,3	6	
Ind./m ²	0,5	0,3	3,3	0	0	0,5	0,8	0,5	0	0	5,8				
%	9	4	56	0	0	9	13	9							
Soma (1) + (2)	16	9	14	4	2	2	4	3	0	0	54	100	5,4	13,5	
Ind.m2	4,0	2,2	3,5	1,0	0,5	0,5	1,0	1,8	0,0	0,0	13				
%	30	26	16	7	4	4	7	6	0,0	0,0					

Captura na serrapilhera. A densidade média de *Microcoryphia*, capturados com fotoelectores de solo, foi de aproximadamente 13 indivíduos/m²/mês. A época de maior abundância ocorreu durante o período menos chuvoso com 80% do total capturado.

Aproximadamente 45% da população de *N. scandens* foi representada por imaturos, e 55%, por adultos. Os imaturos ocorreram somente no início do período não inundado. A maior abundância ocorreu durante o período menos chuvoso, com 87% do total capturado, enquanto 13% foi capturado no período chuvoso. A maior densidade populacional ocorreu no início do período não inundado (agosto/1987), com aproximadamente 45% do total (Tabela I)

No que diz respeito a *Meinertellus adisi*, aproximadamente 87% dos indivíduos coletados foram representados por imaturos e 13%, por adultos. Os imaturos coletados em fotoelectores de solo foram mais jovens do que aqueles capturados nos troncos. Com relação às estações anuais, *M. adisi* foi mais abundante durante a estação menos chuvosa com 70%, enquanto na estação chuvosa foi capturado 30% do total. Ao longo do ano, a maior abundância ocorreu durante o mês de outubro/1987, com 56% do total capturado (Tabela I).

Apenas um exemplar de *Neomachilellus adisi* (fêmea) foi capturado durante a época de coleta, através de fotoelectores de solo, em janeiro/1988.

Tabela II. Captura mensal e estágios de desenvolvimento de *Meinertellus adisi* (Meinertellidae: Microcoryphia), em fotoelector de árvore direcionado para cima e para baixo, no período de julho/1997 a junho/1988, na floresta inundada por água mista (número de captura, percentagem (%), média e desvio padrão (S)).

<i>M. adisi</i>	jul/87	ago	set	out	nov	dez	jan/88	fev	mar	abr	mai	jun	Total	%	Média	S
Imaturos																
Cima	0	2	1	7	7	5	6	13	7	6	1	0	55	60	6,6	3,9
Baixo	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	0,3	0,6
Machos																
(cima)	0	3	0	3	2	1	2	3	1	0	0	0	15	17	1,2	1,3
Fêmeas																
(cima)	0	0	0	4	5	3	1	3	2	0	0	0	18	20	1,5	1,8
Total	0	5	1	16	14	9	9	19	10	7	1	0	91	100	7,58	
%	0	5	1	18	15	10	10	21	11	8	1					

Captura nos troncos. Foi capturado apenas *Meinertellus adisi*. Em fotoelectores direcionados para cima foram coletados 88 indivíduos e apenas 3 em fotoelector de árvore direcionado para baixo (Tabela II). Aproximadamente 64% dos indivíduos capturados foram imaturos e 36% foram adultos (Figura 1). A maior

freqüência ocorreu durante o período chuvoso com 60% do total capturado, enquanto no período menos chuvoso foi capturado 40% do total. A maior densidade populacional de *M. adisi*, nos troncos, ocorreu em fevereiro/1988 com 21% do total coletado (Tabela II).

Não foram obtidos resultados estatisticamente significativos entre a densidade populacional de *N. scandens* e *M. adisi* e os fatores abióticos da área experimental.

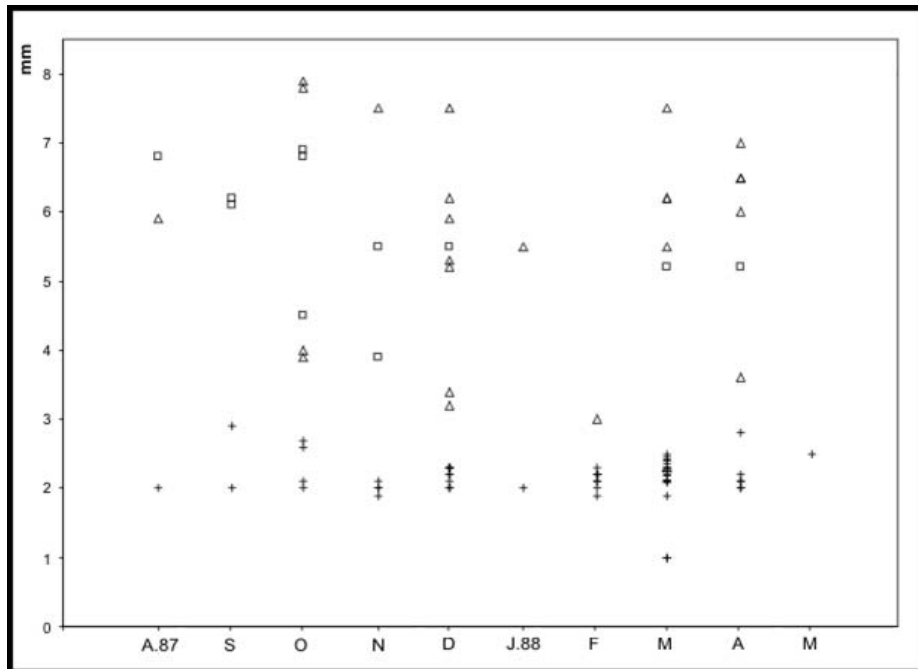


Figura 1-. Ocorrência dos estágios de desenvolvimento baseada nas medições do comprimento da cabeça (mm) e datas de captura mensal de *Meinertellus adisi* (Microcoryphia: Meinertellidae), em fotoelector de árvore direcionado para cima, na floresta inundada por água mista (agosto/1987 a maio/1988). Δ = fêmeas adultas; □ = machos adultos e + = imaturos.

DISCUSSÃO

Neomachilellus scandens foi coletado apenas na serrapilheira. A presença de imaturos pequenos, somente no início da época não inundada (agosto/1987; Tabela I), indica um período definido de reprodução. A eclosão dos ovos deve ter ocorrido no início deste período, pois, no mês seguinte (setembro/1987), apenas adultos foram capturados, indicando, que a espécie apresenta um desenvolvimento pós-embrionário

rápido, de aproximadamente 40 a 50 dias (de ovo a subadulto). Nenhum indivíduo foi coletado descendo ou subindo nos troncos indicando que todo o desenvolvimento ocorre no solo. Sendo, portanto, *N. scandens* considerada uma espécie terrícola não migrante e univoltina. Os ovos sobrevivem à inundação durante um período de 5 a 6 meses e eclodem no início do período não inundado (Adis & Sturm 1987a, 1987b).

Ao contrário, em floresta primária e secundária de terra firme, *N. scandens* praticamente não foi coletada no solo (Penny & Arias 1982, Morais 1985, Rodrigues 1986, Morais & Adis 2008) e neste ambiente de terra firme é considerada uma espécie arborícola. Vive principalmente nas regiões mais baixas do tronco e apresenta um período de reprodução polivoltino ao longo do ano (Adis & Sturm 1987a). A mais alta densidade de atividade de *N. scandens*, na área experimental do Lago Januari, ocorreu em agosto/1987 (3,5 indivíduos/m²) (Tabela I), durante a eclosão, e foi duas vezes mais baixa que a encontrada para florestas inundáveis por água preta (7 indivíduos/m²) (Adis & Sturm 1987a).

Estudos genéticos desenvolvidos com eletroforese, utilizando animais provenientes da área experimental, e comparados com áreas inundadas por água preta e regiões de terra firme, indicam que, apesar de morfológicamente “idênticas”, existe uma grande diferença genética entre as populações das duas regiões. Uma parte dos indivíduos da floresta inundada por água mista apresentou características genéticas da população existente em floresta inundada por água preta, enquanto outra parte apresentou características genéticas da população de floresta de terra firme, e, segundo Wolf & Adis (1992) as duas espécies são consideradas simpátricas. Morfológicamente estas duas populações não podem ser distinguidas com o microscópio de luz (Sturm & Adis 1984). Muito provavelmente a população de terra firme vizinha (= colinas ilhadas) migrou para a floresta inundada de água mista devido a um desmatamento, resultando na destruição do seu habitat (Wolf & Adis 1992). A mudança de *N. scandens* de um ciclo de vida polivoltino para univoltino e, portanto, sazonal, representa uma adaptação ecológica ao “pulso de inundação” (Junk *et al.* 1989).

A maioria dos indivíduos de *Meinertellus adisi* foi coletada nos troncos (Tabela II), sendo a maior parte representada por imaturos, os quais ocorreram durante todo o ano indicando (Figura 1), deste modo, uma reprodução polivoltina. Não houve aumento significativo na atividade, para cima e para baixo, suficiente para caracterizar uma migração vertical no período de estudo (Tabela II). Somente alguns imaturos (n = 3) foram coletados ocasionalmente no sentido da copa para o solo (outubro/1987 e abril/1988). Um macho e uma fêmea foram obtidos por fumigação de copas com piretróide em agosto de 1979 durante a fase aquática (Sturm 1983). Deste modo, *M. adisi* pode ser caracterizada, na área experimental, como uma espécie arborícola não migrante, conforme indicam os trabalhos de Adis (1992a, b). A espécie foi mais ativa nos troncos durante o período não inundado e somente

alguns indivíduos imaturos e adultos desceram até o solo. Estes dados diferem dos apresentados por Adis & Sturm (1987a) para floresta inundada por água preta, onde *M. adisi* aparentemente apresenta um período definido de reprodução (bivoltina ou univoltina) e têm a sua ocorrência limitada à região da copa e parte superior do tronco. Somente durante o período menos chuvoso os animais desceram temporariamente para a região mais baixa do tronco, mas não chegaram até o solo como ocorreu na floresta inundada por água mista. Segundo Adis & Sturm (1987a) em floresta primária de terra firme, *M. adisi* apresentou uma reprodução polivoltina, e a atividade se limitou às áreas da copa e do tronco. Entretanto, em floresta secundária de terra firme, alguns subadultos e últimos estágios imaturos foram capturados no solo durante a estação menos chuvosa, aparentemente para procurar alimentação que é menos abundante na copa neste período (Adis, não publicado). Na floresta inundada por água mista, o número de indivíduos capturados nos troncos (n = 91; Tabela II) foi intermediário ao encontrado em florestas primária e secundária de terra firme. A quantidade de indivíduos capturados nos troncos da área em estudo foi duas vezes menor que à registrada na floresta secundária (n = 195) por Adis e Sturm (1987a) e superior à registrada na floresta primária. Para saber se *M. adisi* que vive na região de água mista representa uma população originada de áreas ilhadas da terra firme vizinha faz-se necessário um estudo genético comparativo.

Na floresta inundável por água mista da região do Lago Janauari, *M. adisi*, é uma espécie arborícola não migrante com reprodução polivoltina e *N. scandens* é uma espécie terrícola não migrante, com reprodução univoltina, cujos ovos sobrevivem à inundações durante um período de 5 a 6 meses e eclodem no início do período não inundado.

Agradecimentos. Este estudo é parte da tese de doutorado do primeiro autor e teve apoio financeiro da Academia Alemã de Intercâmbio (DAAD) que lhe forneceu bolsa de estudo. Agradecemos também ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA-Coordenação de Pesquisas em Entomologia-CPEN e ao Prof. Dr. W. J. Junk coordenador aposentado do Grupo de Trabalho em Ecologia Tropical do Instituto Max-Planck de Biologia e Evolução para Limnologia em Plön, Alemanha e ao Márcio Alexandre Silva, pela leitura crítica do texto.

LITERATURA CITADA

- Adis, J. 1981. Comparative ecological studies of the terrestrial arthropod fauna in Central Amazonian inundation-forests, *Amazoniana* 7: 87-173.
- _____. 1987. Extraction of arthropods from Neotropical soils with a modified Kempson apparatus. *Journal of Tropical Ecology* 3: 131-8.
- _____. 1992a. How to survive six months in a flooded soil: Strategies in Chilopoda and Symphyla from Central Amazonian floodplains. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 27: 117-129.
- _____. 1992b. Überlebensstrategien terrestrischer Invertebraten in Überschwemmungswäldern Zentralamazoniens. *Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg* 33: 21-114.
- _____. 2002. Recommended sampling techniques. Pp. 555-569 In: J. Adis, (Ed). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft Publ., Sofia, Bulgaria.

- Adis, J. & G. Righ.** 1989. Mass migration and life cycle adaptation - a survival strategy of terrestrial earthworms in Central Amazonian inundation forests. *Amazoniana* 11: 23-30.
- Adis, J. & H. O. R. Schubart.** 1984. Ecological research on arthropods in Central Amazonian forest ecosystems with recommendations for study procedures. Pp:11-114. In: J. H. Cooley and F. B. Gooley (Eds). *Trends in ecological research for the 1980.*, Series I: Ecology, NATO Conference Series, Plenum Press, New York.
- Adis, J. & H. Sturm.** 1987a. On the natural history and ecology of Meinertellidae (Archaeognatha, Insecta) from dryland and inundation forests of Central Amazonia. *Amazoniana* 10: 197-218.
- _____. 1987b. Flood resistance of eggs and life-cycle adaptation, a survival strategy of *Neomachillellus scandens* (Meinertellidae, Archaeognatha) in Central Amazonian inundation forests. *Insect Science and its Application* 8: 523- 528.
- Amaral, I. L. do, J. Adis & G. T. Prance.** 1979. On the vegetation of a seasonal mixedwater inundation forest near Manaus, Brazilian Amazonia. *Amazoniana* 14: 335-347.
- Bitsch, J. & A. Nel.** 1999. Morphology and classification of the extinct Archaeognatha and related taxa (Hexapoda). *Annales de la Societe Entomologique de France* 35: 17-29.
- Borror, D.J, D.M. Delong & C.A. Triplehorn.** 1976. *An introduction to the study of insects*, Saunders College, New York.
- Cavalli-Storza, L.** 1972. *Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik*. G. Fischer, Stuttgart.
- Funke, W.** 1971. Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. *Ecological Studies* 2: 81-93.
- Goldbach, B.** 2000. The evolutionary chances in the reproductive biology of the Archaeognatha (Insecta). *Zoologischer Anzeiger* 239: 215-229.
- Kempson, D., M. Lloyd & R. Ghelardi.** 1963. A new extractor for woodland "litter". *Pedobiologia* 3: 1-21.
- Junk, W.J., P. B. Bayley & R. E. Sparks.** 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 110-127.
- Labandeira, C.C., B. S. Beall & F. M. Hueber.** 1988. Early insect diversification: Evidence from a Lower Devonian bristletail from Quebec. *Science* 242: 913-916
- Mendes, L. F.** 1996. Novos dados e descrição de tisanuros (Microcoryphia e Zygentona: Insecta) da América do Sul. *Garcia de Orta Serie de Zoologia* 21: 129-144.
- Mendes, L. F.** 1997. On a new fossil Microcoryphia (Insecta: Apterygota) from South- American Copal. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia* 18: 245-251.
- Mendes, L. F.** 1998. On the quoted uniformity of Machiloides (Microcoryphia: Meinertellidae), with description of two new genera, a new subgenus and one new species. *Garcia de Orta Serie de Zoologia* 22: 45-53.
- _____. 2002a. Taxonomy of Zygentoma and Microcoryphia historical overview, present status and goals for the new millennium. *Pedobiologia* 46: 225-233.
- _____. 2002b. Novos dados sobre tisanuros (Microcoryphia e Zygentona: Apterygota) e descrição de uma nova espécie do Brasil. *Garcia de Orta Serie de Zoologia* 24: 81-87.
- Morais, J. W. de.** 1985. *Abundância e distribuição vertical de Arthropoda do solo numa floresta primária não inundada. Manaus, AM.* Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.
- _____. 1995. *Abundância, distribuição vertical e fenologia da fauna de Arthropoda de uma região de água mista, próxima de Manaus, AM.* Tese de Doutorado Universidade de São Paulo-USP/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-ESALQ. Piracicaba. São Paulo.
- Morais, J. W. de. & J. Adis.** 2008. *Arthropoda do solo: distribuição vertical e abundância.* In: C.R.V. Fonseca, C. Magalhães, J.A. Rafael and E. Franklin (Eds). *A fauna de artrópodos da Reserva*

Florestal Adolpho Ducke. *Estado atual do conhecimento taxonômico e biológico*. Manaus (no prelo).

- Penny, N. D. & J. R. Arias.** 1982. *Insects of an Amazon Forest*. Columbia University Press. New York.
- Ribeiro, M. N. G. & J. Adis.** 1984. Local rainfall variability - a potential bias for biological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica* 14: 159-74.
- Rodrigues, J. M. G.** 1986. *Abundância e distribuição vertical de Arthropoda do solo em Capoeira de terra firme*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Sturm, H.** 1983. Contribucion al conocimiento de los machiloidea de Colombia (Archaeognatha; Insecta). *Caldasia* 13: 787-816.
- _____. 1984. Zur Systematik, Biogeographie und Evolution der südamerikanischen Meinertellidae (Machiloidea, Archaeognatha, Insecta). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 22: 27-44.
- _____. 2000. El comportamiento de algunos artrópodos colobianos y europeos y su significado evolutivo. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 25: 429-433.
- _____. 2001. *Machilinus meyi* sp. n., eine neue *Machilinus*-Art (Meinertellidae, Archaeognatha, Insecta) aus den Hochanden Chiles. *Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg* 13: 289-293.
- Sturm, H. & J. Adis.** 1984. Zur Entwicklung und zum Paarungsverhalten zentralamazonischer Meinertelliden (Machiloidea, Archaeognatha, Insecta). *Amazonian* 8: 447-73.
- Sturm, H. & G. O. Poinar Jr.** 1997. A new *Neomachilellus* species from Miocene amber of the Dominican Republic and its phylogenetic relationships (Archaeognatha: Meinertellidae). *Entomologia Generalis* 22:157-170.
- Sturm, H. & C. Bach de Roca.** 1988. Archaeognatha (Insecta) from the Krakatau Islands and the Sunda strait area, Indonesia. *Memoirs of Museum of Victoria* 49: 367-383.
- _____. 1992. New American Meinertellidae (Archaeognatha, Machiloidea) *Pan-Pacific Entomologist* 68: 174-191.
- _____. 1993. On the systematics of the Archaeognatha (Insecta). *Entomologia Generalis* 18: 55-90.
- Sturm, H. & R. Machida.** 2001. Archaeognatha (im Druck) In: N.P. Kristensen. and R.G. Beutel (Eds). *Handbook of Zoology. Arthropoda: Insecta*, Berlin.
- Sturm, H. & B. Messner.** 1995. Chetotaxy of tergites in the Archaeognatha (Insecta) and its taxonomic significance. *Zoologischer Anzeiger* 234: 85-100.
- Wallace, M. M. H. & I. M. Mackerras.** 1973. The entognathous Hexapods, Pp 205-216. In: CSIRO (Eds). *The Insects of Australia. A textbook for students and research workers*. Melbourne Univ. Press. Victoria.
- Wolf, H. G. & J. Adis.** 1992. Genetic differentiation between population of *Neomachilellus scandens* (Meinertellidae; Archaeognatha, Insecta) inhabiting neighbouring forest in Central Amazonia. *Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg* 33: 5-13.
- Wygodzinsky, P.** 1978. Two new species of *Neomachilellus* Wygodzinsky (Meinertellidae, Microcoryphia) from the state of Amazonas, Brazil. *Acta Amazônica* 8: 303-307.

Recibido: 31 de enero de 2008

Aceptado: 21 de marzo de 2008