

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

***QUESADA GIGAS* (OLIVIER 1790): PADRÕES DE EMERGÊNCIA,
MORTALIDADE E RECURSO PARA AVES**

CAMILA AOKI
CAMPO GRANDE – MS

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

CAPÍTULO I - Padrão de Emergência, Fatores de Mortalidade e Saciação de Predadores de *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae)

CAPÍTULO II - Predação Diferencial por Pássaros Sobre os Sexos de *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae)

CAPÍTULO III - Aporte de Nutrientes Associados à Emergência de *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae) em um Ecossistema Urbano

CAMILA AOKI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

CAMPO GRANDE – MS

2007

Orientador: Frederico Santos Lopes

SUMÁRIO

Resumo Geral	1
Introdução Geral	2
Referências	3
 Capítulo I - Padrão de Emergência, Fatores de Mortalidade e Saciação de Predadores de <i>Quesada gigas</i> Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae)	5
Abstract	7
Resumo	8
Introdução	9
Material e métodos	10
Resultados	13
Discussão	15
Referências	18
Figuras	22
 Capítulo II - Predação Diferencial por Pássaros Sobre os Sexos de <i>Quesada gigas</i> Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae)	27
Abstract	29
Resumo	30
Introdução	31
Material e métodos	33
Resultados	34
Discussão	35

Referências	39
Tabelas	44
Figuras	47

Capítulo III - Aporte de Nutrientes Associados à Emergência de *Quesada gigas*

Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae) em um Ecossistema Urbano	50
Abstract	52
Resumo	53
Introdução	54
Material e métodos	55
Resultados e Discussão	56
Referências	60
Figuras	65
Anexo I - Normas da Revista Neotropical Entomology	68

Resumo Geral

O presente estudo teve como principal objetivo a obtenção de dados básicos sobre a ecologia de uma espécie de cigarra anual, *Quesada gigas*, vindo, desta maneira, preencher uma lacuna existente no conhecimento deste grupo, bem como de insetos sugadores de regiões tropicais de modo geral, cujos dados são muito escassos. Os dados aqui apresentados mostram o padrão de emergência sincrônico e sazonal dos indivíduos desta espécie e a pronunciada ocorrência de protandria. A primeira lista de espécies predadoras de cigarras anuais tropicais é aqui apresentada, bem como os principais fatores de mortalidade na população de *Q. gigas* estudada. Esses dados de emergência e mortalidade são cruciais para o entendimento da dinâmica populacional desta espécie e servem de subsídio para o desenvolvimento de técnicas de manejo adequadas nas áreas em que esta espécie se tornou praga. As análises bioquímicas realizadas nestes insetos ajudam a entender os padrões de mortalidade ocorrentes na população (maior predação sobre fêmeas do que sobre machos) e a importância destes insetos na ciclagem de nutrientes. Por fim, este trabalho testou hipóteses corroboradas para outros insetos e ainda não testadas em cigarras anuais, como a saciação de predadores e predação diferencial sobre os sexos.

Introdução Geral

As cigarras são insetos de desenvolvimento hemimetabólico cuja fase imatura é passada no solo, sugando seiva das raízes de plantas hospedeiras (Souza *et al.* 1983). Tanto as ninfas quanto os adultos se alimentam de xilema, mas as ninfas de cigarras são subterrâneas e se alimentam nas raízes de plantas, enquanto os adultos são aéreos, e se alimentam em troncos e ramos de árvores e arbustos (Young 1980, Williams & Simon 1995).

Algumas espécies de cigarras são consideradas pragas-chave em algumas culturas no Brasil, principalmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Especialmente em São Paulo, os prejuízos causados nos cafezais são grandes, chegando a ocorrer perdas de lavouras (Almeida 2004). *Quesada gigas* (Olivier) é uma das principais espécies que atacam as raízes do cafeeiro (Gallo *et al.* 1988, Martinelli & Zucchi 1997a) e tem demonstrado importante potencial de danos causados a outras espécies vegetais (Zanuncio *et al.* 2004).

Quesada gigas é uma espécie de cigarra com ampla distribuição geográfica (Martinelli & Zucchi 1997b), cujas ninfas se alimentam de fluidos do xilema por aproximadamente dois anos (Souza *et al.* 1983). Os adultos dessa espécie de cigarra emergem sincrônica e anualmente em densidades relativamente altas, aparentemente não contêm compostos nocivos e possuem poucos comportamentos anti-predação. Assim sendo, um grande número de cigarras é consumido por aves, répteis, pequenos mamíferos e artrópodes (obs. pess.).

Apesar da ampla distribuição, da importância econômica e ecológica, são poucos os estudos desenvolvidos com esta espécie (Souza *et al.* 1983; Sanborn *et al.* 1995; Martinelli & Zucchi 1997a, b; Zanuncio *et al.* 2004). O presente trabalho teve como objetivo, a

obtenção de dados básicos sobre a ecologia desses insetos, ainda indisponíveis na literatura científica.

Referências

Almeida, J.E.M. 2004. Controle biológico de cigarras-do-cafeeiro. Anais da X Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico – Café. Instituto Biológico. Mococa, SP.101-113.

Gallo D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves & J.D. Vendramin. 1988. Manual de Entomologia Agrícola. 2 ed. São Paulo: Ed. Ceres. 649p.

Martinelli, N.M. & R.A. Zucchi. 1997a. Cigarras (Hemiptera: Cicadidae: Tibicinidae) associadas ao cafeeiro: distribuição, hospedeiros e chave para espécies. An. Soc. Entomol. Brasil. 26:133-143.

Martinelli, N.M. & R.A. Zucchi. 1997b. Primeiros registros de plantas hospedeiras de *Fidicina mannifera*, *Quesada gigas* e *Dorisiana drewseni* (Hemiptera: Cicadidae). Rev. de Agricultura. 72:270-281.

Sanborn, A.F., J.E. Heath, M.S. Heath & F.G. Noriega. 1995. Thermoregulation by endogenous heat production in two South American grass dwelling cicadas (Homoptera: Cicadidae: *Proarna*). Fla. Entomol. 78:319-328.

Souza, J.C., P.R. Reis & C.C.A. Melles. 1983. Cigarras-do-cafeeiro: Histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Boletim Técnico EPAMIG. 27p.

Williams, K. S & C. Simon. 1995. The ecology, behavior, and evolution of periodical cicadas. Annu. Rev. Entomol. 40: 269-295

Young, A.M. 1980. Habitat and seasonal relationship of some cicadas (Homoptera: Cicadidae) in Central Costa Rica. Am. Mid. Nat. 103:155-166.

65 Zanuncio, J.C., F.F. Pereira, T.V. Zanuncio, N.M. Martinelli, T.B.M. Pinon & E.M.
66 Guimarães. 2004. Occurrence of *Quesada gigas* in *Schizolobium amazonicum* trees in
67 Maranhão and Pará States, Brazil. *Pesq. Agrop. Bras.* 39:943-945.

68 Camila Aoki
69 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
70 Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Cidade Universitária s/nº - CP: 549 -
71 CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: camilaaoki@pop.com.br

72 Padrão de Emergência, Fatores de Mortalidade e Saciação de Predadores de *Quesada gigas*
73 Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae)

74 CAMILA AOKI¹, FREDERICO S. LOPES^{1,2} & FRANCO L. DE SOUZA^{1,2}

75 ¹. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
76 Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Cidade Universitária s/nº - CP: 549 -
77 CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: camilaaoki@pop.com.br

78 ². Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
79 Departamento de Biologia. Laboratório de Biologia Geral. Cidade Universitária s/nº - CP: 549 -
80 CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: fslopes@nin.ufms.br,
81 flsouza@nin.ufms.br

- 82 Padrão de Emergência, Fatores de Mortalidade e Saciação de Predadores de *Quesada gigas*
- 83 Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae)

ABSTRACT – Patterns of Emergence, Sources of mortality and predator satiation in *Quesada*
gigas Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae) - The emergence of adults cicadas has been
considered an important pulse of resource and energy for many consumers. Some species of
cicadas that emerge in very high densities are regarded as a classical example of predator
satiation. The objective of this study was to investigate the pattern of emergence, to determine the
relative contributions of each factor of mortality, and to test the predator satiation occurrence in a
population of *Quesada gigas*, an annual tropical cicada. The collections were carried in 3
hectares during the adult emergence period, between 2004 and 2005, dead cicadas were collected,
sexed and the cause of mortality was investigated. The data suggest occurrence of protandria in
the studied *Q. gigas* population. The major cause of mortality was the predation, followed by the
deaths for natural causes (senescence and environmental factors). Mortality due to fungal
infection was very low and only a small percentage of the deaths remained with unknown cause.
The adult individuals of *Q. gigas* were consumed almost that exclusively by avian and although
the predator satiation is not so evident as in the periodical cicadas, the data presented here suggest
that it occurs in this species. This study presented, for the first time, detailed data of the pattern of
emergency, the causes of mortality and the predator species of *Q. gigas*. These data are of great
importance for the understanding of the population dynamics of these insects and serve as a
subsidy for the development handling strategies of these species.

KEY-WORDS: protandry, predation, senescence, environmental factors, population dynamics.

RESUMO - Padrão de Emergência, Fatores de Mortalidade e Saciação de Predadores de *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae) - A emergência dos adultos de cigarras tem sido considerada como um importante pulso de recursos e energia para vários consumidores. Algumas espécies de cigarra que emergem em densidades muito altas têm sido utilizadas como exemplo clássico de saciação de predadores. O objetivo deste trabalho foi investigar o padrão de emergência, determinar as contribuições relativas de cada fator de mortalidade e testar a ocorrência de saciação de predadores em uma população de *Quesada gigas*, uma cigarra anual tropical. As coletas foram realizadas em 3 ha no período de emergência dos adultos, entre 2004 e 2005, os indivíduos encontrados mortos foram coletados e sexados e tiveram a causa da mortalidade investigada. Os dados sugerem fortemente a ocorrência de protandria na população de *Q. gigas* estudada. A principal causa de mortalidade foi a predação, seguida das mortes por causas naturais (senescência e fatores ambientais). A mortalidade devido à infecção por fungos foi muito baixa e uma pequena percentagem das mortes permaneceu com causa desconhecida. Os indivíduos adultos de *Q. gigas* foram predados quase exclusivamente por aves e, embora a saciação de predadores não seja tão evidente como nas cigarras periódicas, os dados apresentados aqui sugerem que ela ocorre também nesta espécie. Este trabalho apresentou, pela primeira vez, observações detalhadas do padrão de emergência, as causas de mortalidade e as espécies predadoras de *Q. gigas*. Estes dados são de grande importância para o entendimento da dinâmica populacional destes insetos e servem de subsídio para o desenvolvimento de estratégias de manejo desta espécie.

PALAVRAS-CHAVE: protandria, predação, senescência, fatores ambientais, dinâmica populacional.

As cigarras são insetos de desenvolvimento hemimetabólico cuja fase imatura é passada no solo, sugando seiva das raízes de plantas hospedeiras (Souza *et al.* 1983). Os adultos dessa espécie de cigarra emergem sincrônica e anualmente em densidades relativamente altas, aparentemente não contêm compostos nocivos e possuem poucos comportamentos anti-predação. Assim sendo, um grande número de cigarras é consumido por aves, répteis, pequenos mamíferos e artrópodes (obs. pess.). Até o momento, não há dados quantitativos sobre importância deste e de outros fatores de mortalidade em populações de cigarras anuais de maneira geral.

A emergência dos adultos tem sido associada a importantes pulsos de recursos, aumentando a biomassa microbiana e o nitrogênio disponível no solo das florestas (Callahan Jr *et al.* 2000, Whiles *et al.* 2001, Yang 2004), bem como de energia disponível para vários consumidores, chegando a influenciar demograficamente populações de aves (Koenig & Liebhold 2005).

Algumas espécies de cigarras são consideradas pragas-chave em algumas culturas no Brasil, principalmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Especialmente em São Paulo, os prejuízos causados nos cafezais são grandes, chegando a ocorrer perdas de lavouras (Almeida 2004). *Quesada gigas* (Olivier) é uma das principais espécies que atacam as raízes do cafeeiro (Gallo *et al.* 1988, Martinelli & Zucchi 1997a) e tem demonstrado importante potencial de danos causados a outras espécies vegetais (Zanuncio *et al.* 2004).

Blossey & Hunt-Joshi (2003), em uma ampla revisão sobre insetos herbívoros subterrâneos, incluindo cigarras, destacaram que estudos em regiões tropicais são escassos, e praticamente inexistentes na América do Sul. Ressaltaram ainda que dados sobre herbívoros sugadores, de modo geral, são limitados. Apesar da ampla distribuição, importância econômica e

ecológica, poucos estudos têm sido realizados com *Q. gigas* (Sanborn *et al.* 1995; Souza *et al.* 1983; Martinelli & Zucchi 1997a, b; Zanuncio *et al.* 2004).

A emergência de cigarras periódicas (gênero *Magicicada*) tem sido utilizada como exemplo clássico de saciação de predadores (Karban 1982, Williams *et al.* 1993), ou seja, durante a emergência, quando as cigarras tornam-se um recurso alimentar superabundante, os pássaros podem consumi-las até ficarem saciados e não comerem mais. Se isso realmente ocorre, o risco individual de cada cigarra ser predada decresce com o aumento da sua densidade populacional. Essa teoria ainda não foi testada em espécies de cigarras anuais, que emergem em densidades bastante inferiores às das cigarras periódicas.

Investigações sobre os padrões de emergência e mortalidade são cruciais para o entendimento da dinâmica das populações de cigarras, sendo ferramentas indispensáveis na elaboração de técnicas de controle desses insetos. O objetivo deste trabalho foi investigar o padrão de emergência e determinar as contribuições relativas de cada fator de mortalidade em uma população de *Q. gigas*. Adicionalmente, foi testada, pela primeira vez, a hipótese de saciação de predadores em uma espécie de cigarra anual.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas no período de emergência dos adultos, no início a estação chuvosa, entre setembro e dezembro de 2004 e 2005 em três parcelas de um hectare. Essas parcelas estavam distribuídas em áreas cultivadas, caracterizadas pela presença de espécies vegetais nativas e introduzidas, dispersas entre os gramados e construções no *campus* da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS (20°29'59.4'S 54°36'42.4'W).

O clima da região é do tipo Tropical Chuvoso de Savana (subtipo Aw, Köppen 1948) com duas estações bem definidas, uma seca e fria (inverno) que vai de maio a setembro, e outra chuvosa e quente (verão), de outubro a abril. A precipitação média anual é de 1.532mm, a umidade relativa é geralmente baixa, raramente atingindo 80% e as temperaturas médias anuais estão entre 20 e 22°C (EMBRAPA-CNPQC 1985).

Dentro de cada parcela as exúvias de *Q. gigas* foram coletadas manualmente nos galhos, troncos e folhas para verificação da razão sexual, bem como para estimativa da densidade populacional (Karban 1982). Para garantir que exúvias de coortes anteriores não fossem coletadas, em julho de 2004 todas as exúvias remanescentes de emergências anteriores foram removidas das parcelas.

As parcelas foram cuidadosamente vistoriadas a cada 2-3 dias, os indivíduos encontrados mortos foram coletados e sexados e tiveram a causa da mortalidade investigada, quando possível. Os principais predadores de cigarras na área de estudo são as aves (obs. pess.) que, geralmente, se alimentam apenas do corpo ou partes do corpo, restando as asas sobre o solo (Fig. 1A, Karban 1982, Williams *et al.* 1993, obs. pess.). Todas as asas encontradas dentro das parcelas foram contadas e removidas do local em cada vistoria. Cada par de asas anteriores foi considerado como uma cigarra predada e quando um número ímpar de asas foi coletado, a asa remanescente foi considerada como uma cigarra adicional, conforme Williams *et al.* (1993). Cigarras intactas foram consideradas como mortas por causas “naturais” (por senescência ou ação de chuvas, Fig. 1B). Mortalidade por infecção causada por fungos foi determinada quando a superfície dos corpos, assim como interior do tórax e abdômen, estavam repletos de micélio e esporos, situação facilmente identificável em campo (Fig. 1C).

A análise de dados dos padrões de mortalidade e saciação de predadores foi realizada

conforme Williams *et al.* (1993). Assim, consideramos que o número de cigarras mortas foi igual ao número de cigarras que emergiu ($N_{\text{mort}} = N_{\text{emerg}}$), ou seja, supôs-se que não ocorre imigração e emigração, ou que a probabilidade de entrada de um indivíduo é a mesma de saída de um indivíduo, anulando o efeito destes deslocamentos. A taxa de mortalidade diária foi considerada como o número de indivíduos mortos no dia t dividido pelo total de mortos ao longo da estação reprodutiva ($\%M_t = M_t / \sum M_t$). Para padronizar a mortalidade diária (DM_t), a taxa de mortalidade diária foi multiplicada pelo número de cigarras que emergiram em toda a estação reprodutiva ($DM_t = \%M_t \cdot N_{\text{emerg}}$, sendo que, $\sum DM_t = N_{\text{emerg}}$).

A proporção de mortalidade diária atribuída às causas naturais ($\%N_t$), predação ($\%P_t$) e infecção por fungos ($\%F_t$) foi calculada dividindo-se o número de corpos intactos, pares de asas e corpos com fungos, respectivamente, pelo número total de corpos encontrados no dia t nas parcelas (M_t , conforme Williams *et al.* 1993). Assim, a soma de todas as proporções de mortalidades diárias deve ser igual a um.

$$\%N_t + \%P_t + \%F_t = 1$$

Sendo: $\%N_t = (\text{n}^\circ \text{ de corpos intactos no } t^{\text{ésimo}} \text{ dia}) / M_t$

$$\%P_t = (\text{n}^\circ \text{ de pares de asas no } t^{\text{ésimo}} \text{ dia}) / M_t$$

$$\%F_t = (\text{n}^\circ \text{ de corpos cobertos por fungos no } t^{\text{ésimo}} \text{ dia}) / M_t$$

Para estimar o tamanho diário da população de adultos (A_t), a mortalidade cumulativa diária ($\sum DM_t$) foi subtraída da emergência cumulativa diária ($A_t = [\sum DE_t] - [\sum DM_t]$, sendo DE_t o número de exúvias coletadas a cada dia). O número de cigarras disponíveis para os predadores no dia t (“standing crop”, SC_t) foi calculado pela adição do número de indivíduos predados no dia t (P_t) ao número de sobreviventes diários (A_t). Sendo assim: $SC_t = (A_t + P_t)$

Para determinar se houve ou não saciação de predadores durante o período de emergência

de *Q. gigas*, a eficiência de predação foi calculada para cada dia e comparada com a abundância de cigarras ao longo do tempo. A eficiência de predação foi calculada como a percentagem de cigarras disponíveis que foram predadas a cada dia ($EP = [P_t/SC_t] \times 100$).

Resultados

Emergência - Em 2004 os primeiros indivíduos adultos de *Q. gigas* emergiram no dia 24 de setembro e a emergência continuou por seis semanas e meia, totalizando 6.379 indivíduos emergidos. Em 2005 se iniciou no dia 04 de outubro, continuando por sete semanas, com 9.679 indivíduos emergidos. O pico de emergência ocorreu entre a 2ª e 3ª semanas nos dois anos de estudo. Ao longo dos dois períodos de emergência emergiram 7.996 fêmeas e 8.062 machos, razão sexual que não diferiu de 1♀:1♂ ($\chi^2_{[1]} = 0,2713$, $p = 0,6025$). Ocorreu diferença temporal na emergência dos sexos (Fig. 2), enquanto mais de 40% dos machos já haviam emergido até o final da segunda semana, menos de 15% das fêmeas emergiram neste mesmo período. Entre a terceira e quarta semanas de emergência, emergiram cerca de 75% de todas as fêmeas.

Mortalidade - A maior densidade populacional de cigarras ocorreu durante a quarta semana e nos primeiros dias de emergência só foram registradas mortes devido à predação (Fig. 3). As contribuições relativas de cada fator de mortalidade foram praticamente iguais nos dois anos. A principal causa de mortalidade foi a predação ($67,1\% \pm 2,17\%$), seguida das mortes por causas naturais ($30\% \pm 1,3\%$) e apenas $3,7\% \pm 1,1\%$ das mortes permaneceram com sua causa desconhecida. A mortalidade por infecção por fungos só foi registrada em 2005, neste ano 0,4% das mortes foram atribuídas a esta causa. Contudo, parte considerável dos adultos vivos de ambas as coortes apresentavam infecção por fungos, em 2005 cerca de 80% da população de adultos vivos apresentava o corpo recoberto por fungos (obs. pess.).

Comparando os efeitos relativos de cada uma das causas de mortalidade (Fig. 3) verifica-se que a mortalidade natural não foi observada nos primeiros dias após a emergência, sendo registrada a partir do 12º- 13º dia, e que a predação foi a principal causa mortalidade ao longo de quase todo o período, sendo essa importância ressaltada quando o tamanho populacional de adultos é menor, principalmente no início e final do período de emergência (Fig.3).

Os indivíduos de *Q. gigas* foram predados quase que exclusivamente por aves, as espécies observadas predando ninfas, cigarras em emergência ou adultos foram principalmente sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*), sabiá -laranjeira (*Turdus rufiventris*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), anu-branco (*Guirra guirra*), anu-preto (*Crotophaga ani*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), bem-te-vi-de-bico-chato (*Megarynchus pitangua*), gavião-sovi (*Ictinia plumbea*) e tucano (*Ramphastus toco*). Saguís (*Callithrix penicillata*) foram observados predando cigarras adultas e algumas espécies de formigas predaram cigarras durante a emergência.

Saciação de predadores – Estimou-se que o maior número de indivíduos adultos foi encontrado entre a terceira e quinta semanas após o início da emergência, e foram encontrados indivíduos adultos vivos e mortos durante doze semanas após o início da emergência em ambos os anos. Entre a primeira e segunda semanas, os pássaros predaram em média $4,2\% \pm 3,23\%$, (Fig. 4) da população de cigarras disponíveis, e $13,45\% \pm 11,29\%$ durante o pico de disponibilidade de adultos. Após o pico de emergência a eficiência de predação variou muito, de 0-100%, os valores extremos foram encontrados quando o tamanho populacional era pequeno (menos de 100 ind./3ha) e com poucas asas recuperadas (0-7/dia). Nas últimas semanas (9ª-12ª) a eficiência de predação foi alta, com pássaros predando cerca de $31,35\% (\pm 35,52)$.

Discussão

Emergência — Os dados sugerem fortemente a ocorrência de protandria na população de *Q. gigas* estudada. Young (1980) já havia registrado a ocorrência de protandria em *Q. gigas* na Costa Rica, mas limitou-se a duas coletas de um dia em dois meses, o que não deixou o padrão muito claro. A ocorrência de protandria é comum em insetos com geração discreta (Morbey & Ydenberg 2001) e vários autores discutem significados funcionais para este fenômeno, como, por exemplo, diminuição da endogamia (Petersen 1982 *apud* Wiklund & Fagerström 1977), aumento da oportunidade de cópulas para os machos que emergem mais cedo (Wiklund & Fagerström 1977, Fagerström & Wiklund 1982, Wiklund & Solbreck 1982, Iwasa *et al.* 1983, Wiklund & Forsberg 1991, Nylin *et al.* 1993, Holzapfel & Bradshaw 2002), maior acesso a fêmeas mais férteis por machos que emergem antes (Carvalho *et al.* 1998) e minimização do período pré-reprodutivo das fêmeas (Fagerström & Wiklund 1982, Cueva del Castillo & Núñez-Farfán 2002).

Segundo Young (1980) este padrão em cigarras pode ser resultado de um tempo de desenvolvimento mais curto dos machos, e tem sido justificada com base no fato de que, conquanto machos e fêmeas tenham, aparentemente, aproximadamente a mesma longevidade, machos são capazes de acasalamentos múltiplos, enquanto as fêmeas copulam uma única vez (Karban 1983 *apud* Williams & Simon 1995). Deste modo seria vantajoso para os machos que os sítios de *chorus* já estivessem formados quando as primeiras fêmeas receptivas estivessem disponíveis (Young 1980, Williams *et al.* 1993).

Mortalidade - Considerando que apenas 3,7% das mortes permaneceram com causa desconhecida, podemos afirmar que as causas de mortalidade são muito similares entre as cigarras periódicas (espécies de *Magicicada*) e *Q. gigas*. Entretanto a contribuição de cada fator

diferiu. A predação por pássaros foi superior à encontrada por Williams *et al.* (1993) no Kansas, e predominou durante praticamente todo o período de emergência, enquanto esses autores encontraram maior mortalidade causada por fatores naturais durante o pico de emergência. A mortalidade causada por fungos, embora seja importante em cigarras periódicas (Williams & Simon 1995, Duke *et al.* 2002) teve pouca importância na população estudada.

Hawkins *et al.* (1997), em sua ampla revisão sobre os fatores de mortalidade de insetos herbívoros holometábolos, concluíram que mortalidade devido a inimigos naturais (parasitismo, doenças e predação) é mais freqüente em sistemas tropicais, e a mortalidade devido a eventos climáticos é mais freqüente em climas temperados do que em tropicais.

Embora não haja predadores especializados em cigarras, devido ao seu ciclo de vida, a alta mortalidade por predação observada nesta população (67% dos indivíduos) pode ser explicada pelo fato de que a predação sobre artrópodes é mais intensa em áreas urbanas (Shochat 2004, Faeth *et al.* 2005), assim como o número de predadores generalistas é maior (McIntyre *et al.* 2001). Além disso, *Q. gigas* apresenta algumas características que podem estar associadas com a elevada predação, como a escassez de comportamentos anti-predação, emissão de som pelos machos (que faz com que os sítios de *chorus* sejam prontamente localizados por predadores), baixa habilidade de vôo, grande tamanho corpóreo em comparação com outros insetos, a qual é uma característica comumente escolhida por pássaros (Stamps & Gon 1983, Greemberg *et al.* 2000) e época de emergência, que coincide com o período em que a maioria dos pássaros está se reproduzindo (Matarazzo-Neuberger 1995, Sick 1997).

Saciação de predadores – A eficiência de predação aumentou do início para o final do período reprodutivo de *Q. gigas*. A hipótese de saciação de predadores pressupõe que a eficiência de predação deve ser maior em baixas densidades, o que não foi inteiramente observado no presente

estudo. Nas primeiras duas semanas a oferta de cigarras foi baixa e a eficiência de predação também. No fim do ciclo, a oferta de cigarras também foi baixa, mas a eficiência de predação foi alta. No início do período os pássaros podem ainda não ter formado imagem de busca por cigarras, o que pode explicar a baixa taxa de captura neste período. No final do período, a alta eficiência de predação pode estar relacionada com o aumento no número de predadores (atração de aves devido à abundância de recursos) e por aprendizagem por pássaros jovens, entretanto, mais estudos envolvendo estes aspectos são necessários.

Em cigarras periódicas, cujo período de emergência é bem mais curto e a densidade muito mais alta a saciação de predadores é bem caracterizada (Williams *et al.* 1993). Em cigarras anuais e tropicais, como *Q. gigas*, que apresentam uma certa sincronia, periodicidade e emergem em densidades relativamente altas, talvez a saciação de predadores não seja tão evidente como nas periódicas, mas os dados apresentados aqui sugerem que ela também ocorre nesta espécie. Vários autores têm afirmado que a emergência sincrônica e tempo de vida curto como adultos são adaptações de insetos para reduzir a predação por insetívoros (Corbet 1957, Sweeney & Vannote 1982, Ballinger & Lake 2006).

Este trabalho apresentou, pela primeira vez, observações detalhadas do padrão de emergência, as causas de mortalidade e as espécies predadoras de *Q. gigas*, uma das maiores espécies de cigarras da América do Sul e uma das principais pragas de culturas de café no Brasil. Estes dados são de grande importância para o entendimento da dinâmica populacional destes insetos, servem de subsídio para o desenvolvimento de estratégias de manejo desta espécie, bem como, pode auxiliar no desenvolvimento de planos de controle para a família de maneira geral.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa concedida e à professora Andréa Lúcia Teixeira de Souza pela leitura crítica e auxílio nas análises estatísticas.

Referências

- Almeida, J.E.M. 2004. Controle biológico de cigarras-do-cafeeiro. Anais da X Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico – Café. Instituto Biológico. Mococa, SP.101-113.
- Ballinger, A. & P.S. Lake 2006. Energy and nutrient fluxes from rivers and streams into terrestrial food webs. Mar. Freshw. Res. 57:15-28.
- Blossey, B. & T.R. Hunt-Joshi. 2003. Belowground herbivory by insects: Influence on plants and aboveground herbivores. Annu. Rev. Entomol. 48:521-547.
- Callahan Jr, M.A., M. R. Whiles, C. K. Meyer, B. L. Brock, & R. E. Charlton. 2000. Feeding ecology and emergence production of annual cicadas (Homoptera: Cicadidae) in tallgrass prairie. Oecologia. 123:535-542.
- Carvalho, M.C., P.C.D. Queiroz & A. Ruzsczyk. 1998. Protandry and female size-fecundity variation in the tropical butterfly *Brassolis sophorae*. Oecologia. 116:98- 102.
- Corbet, P. S. 1957. The life history of the emperor dragonfly *Anax imperator* Leach (Odonata: Aeschnidae). J. Anim. Ecol. 26:1-69.
- Cueva del Castillo, R. & J. Núñez-Farfán. 2002. Female mating success and risk of pré-reproductive death in a protandrous grasshopper. Oikos. 96:217-224.
- Duke L., D.C. Steinkraus, J.E. English & K.G. Smith. 2002. Infectivity of resting spores of *Massospora cicadina* (Entomophthorales: Entomophthoraceae), an entomopathogenic fungus of periodical cicadas (*Magicicada* spp.) (Homoptera: Cicadidae). J. Invert. Path. 80:1-6.

354 EMBRAPA – CNPGC. 1985. Boletim Agrometeorológico. Campo Grande, MS.

355 Faeth, S.H., P.S. Warren, E. Shochat & W.A. Marussich. 2005. Urban trophic dynamics.
356 BioScience. 55:399-407.

357 Fagerström, T. & C. Wiklund. 1982. Why do males emerge before females? Protandry as a
358 mating strategy in male and female butterflies. Oecologia. 52:164-166.

359 Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P.
360 Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves & J.D. Vendramin. 1988. Manual de Entomologia Agrícola. 2
361 ed. São Paulo: Ed. Ceres. 649p.

362 Greenberg, R., P. Bichier, A.C. Angon, C. MacVean, R. Perez & E. Cano. 2000. The impact of
363 avian insectivory on arthropods and leaf damage in some guatemalan coffee plantations.
364 Ecology. 81:1750-1755.

365 Hawkins B.A., H.V. Cornell & M.E. Hochberg. 1997. Predators, parasitoids, and pathogens as
366 mortality agents in phytophagous insect populations. Ecology. 78:2145-2152.

367 Holzapfel, C.M. & W.E. Bradshaw. 2002. Protandry: the relationship between emergence time
368 and male fitness in the pitcher-plant mosquito, *Wyeomyia smithii*. Ecology. 83:607-611.

369 Iwasa, Y., J.F. Odendaal & D.D. Murphy. 1983. Emergence patterns in male butterflies: a
370 hypothesis and a test. Theor. Popul. Biol. 23:363-379.

371 Karban, R. 1982. Increased reproductive success at high densities and predator satiation for
372 periodical cicadas. Ecology. 63:321-328.

373 Karban R. 1983. Sexual selection, body size, and sex-related mortality in the cicada *Magicicada*
374 *cassini*. Am. Mid. Nat. 109:324-30.

375 Koenig, W.D. & A.M. Liebhold. 2005. Effects of periodical cicada emergences on abundance
376 and synchrony of avian populations. Ecology 86:1873-1882.

377 Köppen, W. 1948. Climatologia. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires Trad. de Guendriss
 378 du Klimakunde. 1923p.

379 Martinelli, N.M. & R.A. Zucchi. 1997a. Cigaras (Hemiptera: Cicadidae: Tibicinidae) associadas
 380 ao cafeeiro: distribuição, hospedeiros e chave para espécies. An. Soc. Entomol. Brasil. 26:133-
 381 143.

382 Martinelli, N.M. & R.A. Zucchi. 1997b. Primeiros registros de plantas hospedeiras de *Fidicina*
 383 *mannifera*, *Quesada gigas* e *Dorisiana drewseni* (Hemiptera: Cicadidae). Rev. de Agricultura.
 384 72:270-281.

385 Matarazzo-Neuberger, W. M. 1995. Comunidade de cinco parques e praças da Grande São Paulo,
 386 Estado de São Paulo. Ararajuba. 3:13-19.

387 McIntyre, N.E, J. Rango, W.F. Fagan & S.H. Faeth. 2001. Ground arthropod community
 388 structure in a heterogeneous urban environment. Landsc. Urban Plann. 52: 257-274.

389 Morbey, Y.E. & R.C. Ydenberg. 2001. Protandrous arrival timing to breeding areas: a review.
 390 Ecol. Lett. 4:663-673.

391 Nylin, S., C. Wiklund, P.O. Wickman & E. Garcia-Barros. 1993. Absence of trade-offs between
 392 sexual size dimorphism and early male emergence in a butterfly. Ecology. 74:1414-1427.

393 Sanborn, A.F., J.E. Heath, M.S. Heath & F.G. Noriega. 1995. Thermoregulation by endogenous
 394 heat production in two South American grass dwelling cicadas (Homoptera: Cicadidae:
 395 *Proarna*). Fla. Entomol. 78:319-328.

396 Shochat, E. 2004. Credit or debit? Resource input changes population dynamics of city slicker
 397 birds. Oikos 106:622-626.

398 Sick, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 912p.

399 Souza, J.C., P.R. Reis & C.C.A. Melles. 1983. Cigarras-do-cafeeiro: Histórico, reconhecimento,
400 biologia, prejuízos e controle. Boletim Técnico EPAMIG. 27p.

401 Stamps, J. A. & S.M. GON III. 1983. Sex-biased pattern variation in the prey of birds. Ann. Rev.
402 Ecol. Syst. 14:231-253.

403 Sweeney, B. W. & R. L. Vannote. 1982. Population synchrony in mayflies: a predator satiation
404 hypothesis. Evolution 36:810-821.

405 Whiles, M.R., M.A. Callahan Jr., C.K. Meyer, B.L. Brock & R.E. Charlton. 2001. Emergence
406 of Periodical Cicadas (*Magicicada cassini*) from a Kansas riparian forest: Densities, biomass
407 and nitrogen flux. Am. Mid. Nat. 145:176-187.

408 Wiklund, C. & T. Fagerström. 1977. Why do males emerge before females? A hypothesis to
409 explain the incidence of protandry in butterflies. Oecologia. 31:153-158.

410 Wiklund, C. & C. Solbreck. 1982. Adaptive versus incidental explanations for the occurrence of
411 protandry in butterfly, *Leptidea sinapis* L. Evolution. 36: 56-62.

412 Wiklund, C., S. Nylin & J. Forsberg. 1991. Sex-related variation in growth rate as a result of
413 selection for large size and protandry in a bivoltine butterfly, *Pieris napi*. Oikos. 60:241-250.

414 Williams, K.S., K.G. Smith & F.M. Stephen. 1993. Emergence of 13-yr periodical cicadas
415 (Cicadidae: Magicicada): phenology, mortality and predator satiation. Ecology. 74:1143-1152.

416 Williams, K.S. & C. Simon. 1995. The ecology, behavior and evolution of periodical cicadas.
417 Annu. Rev. Entomol. 40:269-95.

418 Yang, L. H. 2004. Periodical cicadas as resource pulses in North American forests. Science.
419 306:1565-1567.

420 Young, A.M. 1980. Habitat and seasonal relationship of some cicadas (Homoptera: Cicadidae) in
421 Central Costa Rica. Am. Mid. Nat. 103:155-166.

422 Zanuncio, J.C., F.F. Pereira, T.V. Zanuncio, N.M. Martinelli, T.B.M. Pinon & E.M. Guimarães.
423 2004. Occurrence of *Quesada gigas* in *Schizolobium amazonicum* trees in Maranhão and Pará
424 States, Brazil. *Pesq. Agrop.Bras.* 39:943-945.

Figuras

Figura 1. Indivíduos mortos por predação por aves (A), por causas naturais (B) e por infecção por fungos (C).

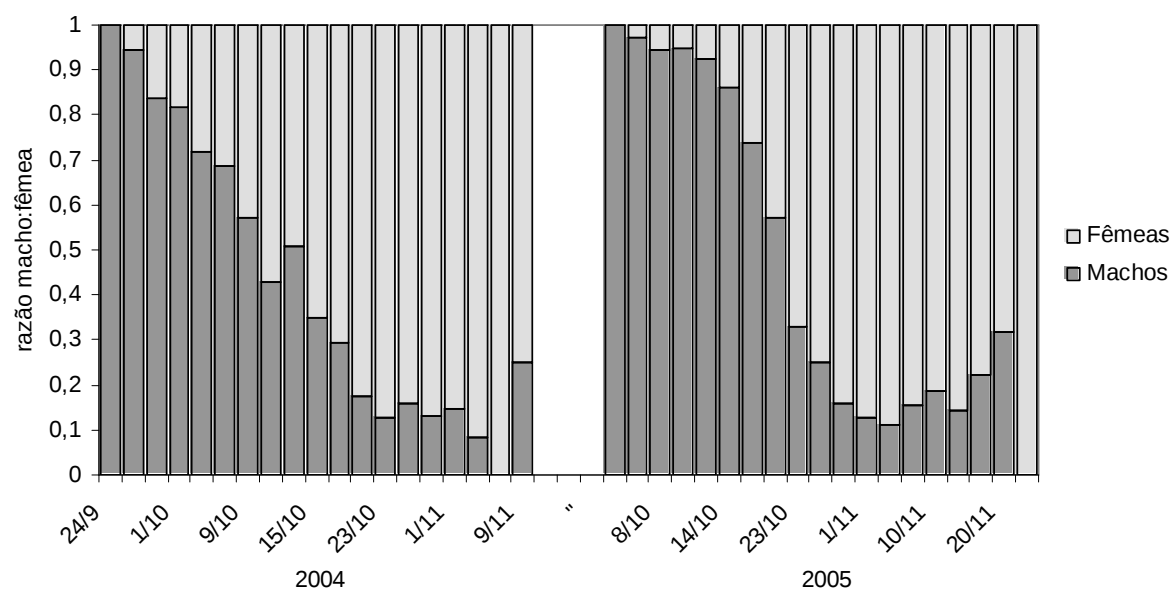
Figura 2. Razão sexual ao longo do período de emergência de *Q. gigas*, nos anos de 2004 e 2005, baseada na coleta de exúvias em 3 ha de área, em Campo Grande, MS.

Figura 3. Percentagem das mortes de cigarras adultas devido à predação e aos fatores naturais (senescência e chuva). A linha representa a população estimada de cigarras adultas (A_t) e as barras a percentagem das mortes diárias relacionadas a cada fator (%Nt, %Pt), A: 2004, B: 2005.

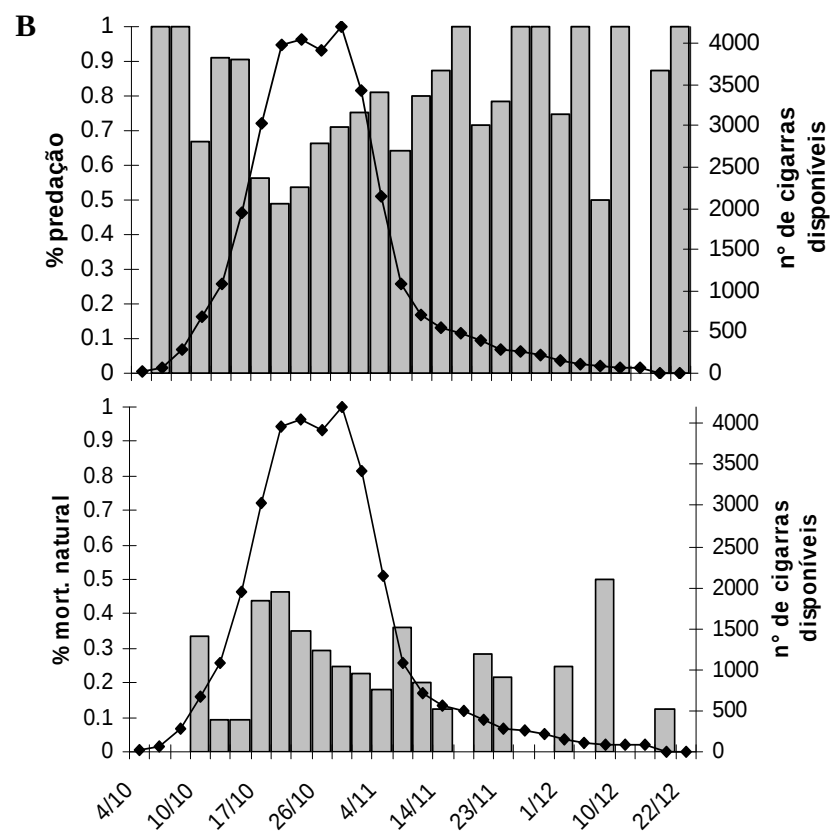
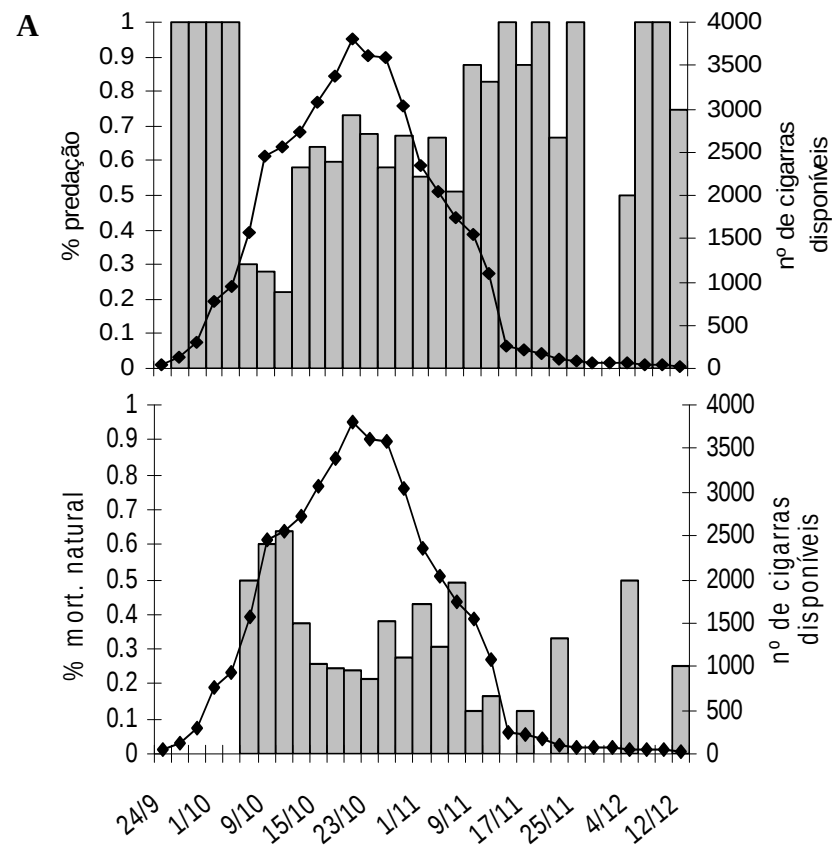
Figura 4. Número de cigarras disponíveis para predação e a eficiência de predação antes, durante e após o pico de emergência, com base nas exúvias e asas coletadas em 3ha no *campus* da UFMS, Campo Grande/MS, nos anos de 2004 e 2005. ○= antes do pico, ■= durante o pico e ▲= após o pico de emergência.



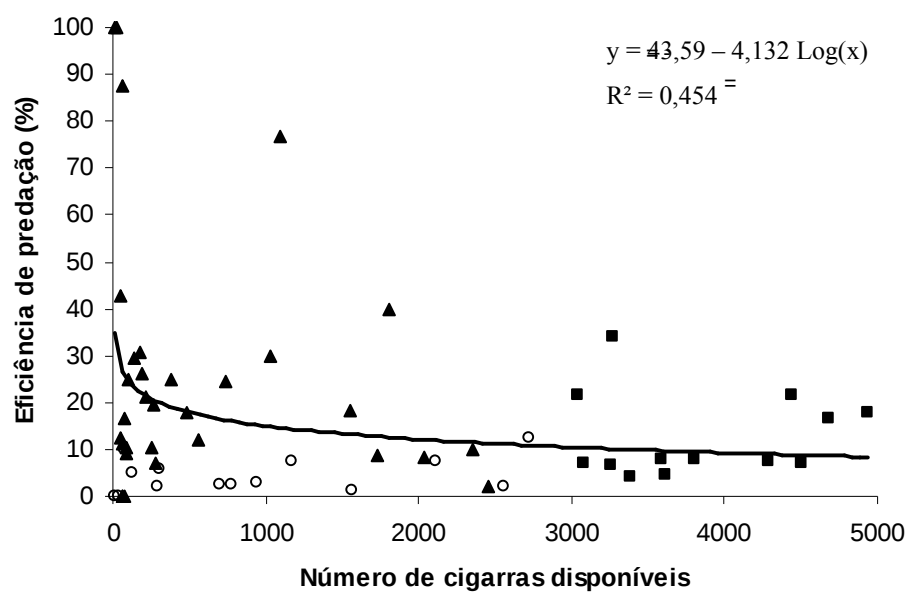
443 Figura 2



365 Figura 3



366 Figura 4



367 Camila Aoki
368 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
369 Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Cidade Universitária s/nº - CP:
370 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: camilaaoki@pop.com.br

371 Predação Diferencial por Pássaros Sobre os Sexos de *Quesada gigas* Olivier 1790
372 (Hemiptera: Cicadidae)

373 CAMILA AOKI¹, FREDERICO S. LOPES^{1,2,3}, AURORA M.R. DE OLIVEIRA³, FRANCO L. DE
374 SOUZA^{1,2}

375 ¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
376 Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Cidade Universitária s/nº - CP:
377 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: camilaaoki@pop.com.br

378 ² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
379 Departamento de Biologia. Laboratório de Biologia Geral. Cidade Universitária s/nº - CP:
380 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: fslopes@nin.ufms.br,
381 flsouza@nin.ufms.br

382 ³ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mestrado em Biologia Vegetal. Programa
383 de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.
384 Cidade Universitária s/nº - CP: 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-
385 mail: aurora.rosa@gmail.com

- 386 Predação Diferencial por Pássaros Sobre os Sexos de *Quesada gigas* Olivier 1790
387 (Hemiptera: Cicadidae)

ABSTRACT – Differential predation on the sexes of *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae) by avian – The vertebrate predation, especially by avian, has a strong impact on arthropod population and the choice for a determined type of prey is generally associated with specific characteristics that can be perceived and evaluated. In the present study, we evaluate the occurrence of differential predation on the sexes of *Quesada gigas* by avian and we investigated if size, mass and nutritional quality can be used by predators to choose one of the sexes. The collections had been carried through between September and November of 2006 into 1,5 hectares. During this period, 723 adult individuals of *Q. gigas* were captured, about 14% were recaptured, and 42% of these presented characteristics of avian predation. Predation on females was significantly higher than on males. Although the females were significantly smaller than the males, the size of the individuals captured by avian did not differ from the size of the available individuals in the population. The adult males were heavier than females of *Q. gigas*, and the mass had high correlation with the length. The total mass of protein and nitrogen per individual did not differ between males and females, however, females contain twice as much lipid per individual as the males. Females presented greater protein and lipids percentage per gram of dry mass, but they did not differ in nitrogen percentage. Amongst the characteristics analyzed in the present study, the nutritional content seems to be the main factor that can affect the choice for females of *Q. gigas* by avian.

KEY-WORDS: length, mass, protein, lipids, nitrogen

409 RESUMO - Predação diferencial por pássaros sobre os sexos de *Quesada gigas* Olivier
410 1790 (Hemiptera: Cicadidae) - A predação por vertebrados, especialmente aves, tem um
411 forte impacto sobre as populações de artrópodes e a escolha por um determinado tipo de
412 presa geralmente está associada a características que podem ser percebidas e avaliadas
413 pelos predadores. O presente estudo teve por objetivo avaliar a ocorrência de predação
414 diferencial por pássaros sobre os sexos de *Quesada gigas* e investigar se o tamanho, a
415 massa e a qualidade nutricional podem estar sendo utilizadas na escolha de um dos sexos.
416 As coletas foram realizadas entre setembro e novembro de 2006 em 1,5ha. Durante este
417 período, 723 indivíduos adultos de *Q. gigas* foram capturados, cerca de 14% foram
418 recapturados, e destes, 42% apresentavam características de predação por aves. Fêmeas
419 foram significativamente mais predadas do que machos. Embora as fêmeas apresentem um
420 comprimento corporal significativamente menor que os machos, o tamanho dos indivíduos
421 predados não diferiu do tamanho dos indivíduos disponíveis na população. A massa dos
422 machos adultos de *Q. gigas* foi significativamente maior que a das fêmeas, e teve alta
423 correlação com o comprimento. A massa total de proteínas e nitrogênio disponibilizada por
424 indivíduo não diferiu entre fêmeas e machos, mas as fêmeas, entretanto, apresentaram o
425 dobro de massa de lipídeos por indivíduo. Fêmeas apresentaram maior percentagem de
426 proteínas e lipídeos por grama de peso seco, mas não diferiram em percentagem de
427 nitrogênio. Dentre as características analisadas no presente estudo, o conteúdo nutricional
428 parece ser o principal fator que pode afetar a escolha de fêmeas de *Q. gigas* por pássaros.
429
430 PALAVRAS-CHAVE: comprimento, massa, proteínas, lipídeos, nitrogênio

431 Estudos realizados em comunidades tropicais e em áreas temperadas têm mostrado
432 que a predação por vertebrados produz forte impacto sobre a abundância de artrópodes
433 (Fowler *et al.* 1991, Dial & Roughgarden 1995, Gunnarsson 1996, Recher & Majer 2006).
434 Devido a sua abundância, alta demanda energética e resposta às diferenças na distribuição e
435 abundância dos artrópodes, os pássaros são considerados um dos principais grupos de
436 predadores de insetos (Gunnarsson & Hake 1999, Hooks 2003), podendo reduzir
437 significativamente as populações dos insetos presa (Holmes *et al.* 1979, Bock *et al.* 1992,
438 Greenberg *et al.* 2000, Hooks *et al.* 2003).

439 Predação sobre artrópodes pode ser um poderoso agente seletivo (Gunnarsson 1998)
440 e uma mudança nos padrões de mortalidade de uma população, causada por uma mudança
441 na intensidade de predação ou seletividade do predador, pode interferir nos valores ótimos
442 dos componentes da história de vida como a idade e o tamanho na maturidade (Ernsting *et*
443 *al.* 1999, Danner & Joern 2004, Ide 2005). Tanto respostas fisiológicas (McPeck *et al.*
444 2001, Li 2002) quanto genéticas (Nosil 2004) podem mudar em função da pressão de
445 predação e até a razão sexual dos adultos pode ser alterada devido a maior predação sobre
446 um dos sexos (Stoks 2001, Ohsaki 2005).

447 São várias as explicações para que ocorra escolha de um determinado tipo de presa.
448 Modelos de forrageamento ótimo geralmente assumem que o predador escolhe uma dada
449 presa baseado em características que eles podem perceber prontamente e avaliar
450 acuradamente nos itens alimentares e que servem como um indicador real da qualidade da
451 presa (Stephens & Krebs 1986). Muitos predadores tomam suas decisões baseados em
452 características físicas da presa (Mitchell 1989, Heinrich *et al.* 1997, Langen & Gibson
453 1998) e essas decisões tendem a se aproximar das escolhas ótimas (Janetos & Cole 1981).

Deste modo, tamanho e peso têm sido comumente utilizados por vários autores para explicar a escolha de determinados itens por pássaros. Segundo Stamps & Gon (1983), é esperado que pássaros selecionem presas maiores devido ao maior conteúdo de energia. E alguns estudos têm demonstrado que pássaros são capazes de avaliar a massa da presa optando por itens mais pesados (e.g. Heinrich *et al.* 1997, Langen & Gibson 1998). Estudos realizados com *Corvus caurinus* revelaram que, quando apresentados a espécies de moluscos que diferiam em massa e rentabilidade, os corvos preferiram presas mais pesadas, mesmo que esses itens fossem a opção menos rentável (O'Brian *et al.* 2005).

Vários estudos têm destacado ainda a importância da qualidade nutricional das presas na escolha dos predadores. Esta importância é amplamente conhecida na literatura de aves frugívoras (Herrera 1987,1998; Fuentes 1994; Pryor *et al.* 2001), porém, poucos dados estão disponíveis para insetívoros (e.g. Goss-Custard 1977, Krebs & Avery 1984, Brodmann & Reyer 1999).

Em outro estudo (Aoki *et al.* em preparação) a predação por pássaros foi apontada como a principal causa de mortalidade em *Quesada gigas* Olivier. Esta é uma espécie de cigarra anual que emerge sincrônica e anualmente durante a estação chuvosa. Aparentemente não contém compostos nocivos e possui poucos comportamentos anti-predação, sendo consumida por uma grande variedade de predadores.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a ocorrência de predação diferencial por pássaros sobre os sexos de *Q. gigas* e investigar quais características físicas (tamanho e massa) e nutricionais (quantidade de proteínas, lipídeos e nitrogênio) podem estar sendo utilizadas na escolha das presas.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas do dia 08 de setembro a 16 de novembro de 2006 em seis parcelas de 2500m² (totalizando 1,5ha). Essas parcelas estavam distribuídas em áreas cultivadas, caracterizadas pela presença de espécies vegetais nativas e introduzidas, dispersas entre os gramados e construções no *campus* da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS (20°29'59.4"S 54°36'42.4"W).

O clima da região é do tipo Tropical Chuvoso de Savana (subtipo Aw, Köppen 1948) com duas estações bem definidas, uma seca e fria (inverno) que vai de maio a setembro, e outra chuvosa e quente (verão), de outubro a abril. A precipitação média anual é de 1.532 mm, a umidade relativa é geralmente baixa, raramente atingindo 80% e as temperaturas médias anuais estão entre 20 e 22°C (EMBRAPA-CNPQC 1985).

Indivíduos adultos de *Q. gigas* foram coletados manualmente ou com o auxílio de uma rede entomológica, sexados, medidos com o auxílio de um paquímetro de precisão 0,01mm, marcados com tinta acrílica de cor escura (não-conspícua) nas asas anteriores e soltos no local de captura. As parcelas foram cuidadosamente vistoriadas a cada três dias e os indivíduos marcados encontrados mortos foram examinados. A causa da mortalidade foi identificada como sendo predação por aves quando restavam apenas asas ou partes do corpo sobre o solo (Williams *et al.* 1993, Aoki *et al.* em preparação).

A maior predação sobre um dos sexos de *Q. gigas* foi testada utilizando teste Qui-Quadrado, confrontando o número de fêmeas e machos encontrados mortos por predação em relação aos recapturados. A estimativa da massa média associada a cada sexo foi obtida através da coleta de indivíduos realizada ao longo do período de emergência. (32 fêmeas, 34 machos). Esses indivíduos foram pesados em balança de precisão (0,01g), o peso seco foi obtido após quatro dias em estufa a 50°C. Esses mesmos indivíduos foram utilizados

para estimativa de conteúdo de proteínas, lipídeos e nitrogênio. A comparação entre as médias de tamanho, massa e quantidade de nutrientes de machos e fêmeas foi realizada através do teste *t*. O tamanho dos indivíduos encontrados mortos por predação foi comparado com o dos indivíduos disponíveis (todos os indivíduos capturados e medidos) para verificação de preferência por tamanho, o teste utilizado foi o de *Kolmogorov-Smirnov* (Sokal & Rohlf 1969).

Para estimar o conteúdo de proteínas, 0,400 gramas de material seco foram homogeneizados em 20 mL de tampão fosfato (0,1M pH 7,0), centrifugadas (2000rpm/10°C) e filtradas em malha de nylon para a determinação do teor de proteínas solúveis segundo Bradford (1976). A extração de lipídeos totais foi feita em Soxhlet, por 1 hora a 105°C, utilizando éter de petróleo. O solvente foi posteriormente evaporado e resfriado em dessecador, e o material resultante foi pesado e utilizado para cálculo da concentração de lipídeos totais (Instituto Adolfo Lutz 1985). O teor de nitrogênio foi avaliado utilizando-se o método de Kjeldahl, um dos métodos mais comuns de análise em materiais biológicos, que envolve a digestão do material, seguido de análises colorimétricas.

Resultados

Durante o período de estudo, 723 indivíduos adultos de *Q. gigas* foram capturados, dos quais 55% eram machos (Tabela 1). Cerca de 14% dos indivíduos foram recapturados, e destes, 42% apresentavam características de predação por aves. Considerando o fato de que houve maior recaptura de machos que de fêmeas ($\chi^2_{[1]} = 6,64$, $p = 0,014$), ainda assim, fêmeas foram significativamente mais predadas do que machos ($\chi^2_{[1]} = 8,99$, $p = 0,009$),

situação confirmada pela recaptura proporcionalmente maior de machos não predados (Tabela 1).

Machos e fêmeas de *Q. gigas* diferiram nos aspectos físicos (massa e tamanho) e nutricionais, os quais podem ser responsáveis pela maior taxa de predação sobre um dos sexos. Embora as fêmeas apresentem um comprimento corporal significativamente menor ($43,1 \pm 2,9\text{mm}$) que os machos ($48,8 \pm 4,1\text{mm}$, $t = -21,86$, $p < 0,001$), o tamanho dos indivíduos predados não diferiu do tamanho dos indivíduos disponíveis na população (Kolmogorov-Smirnov não-significativo, $p = 0,73$, Fig. 1).

A massa dos indivíduos teve alta correlação com o comprimento do corpo ($R^2 = 0,60$, $p < 0,001$, Fig. 2) e os machos adultos de *Q. gigas* apresentaram massa fresca significativamente maior que a das fêmeas ($t = -4,097$, $p < 0,01$, Tabela 2). A massa seca também se mostrou significativamente diferente, com machos pesando cerca de 20% mais que as fêmeas ($t = -3,728$, $p < 0,01$).

A massa total de proteínas ($t = 1,420$, $p = 0,16$, Tabela 2) e nitrogênio ($t = 0,892$, $p = 0,37$) disponibilizada por indivíduo não diferiu entre fêmeas e machos, entretanto, fêmeas apresentaram o dobro de massa de lipídeos por indivíduo ($t = 3,52$, $p = 0,002$). Fêmeas apresentaram maior percentagem de proteínas ($t = 2,496$, $p = 0,019$, Tabela 3) e lipídeos ($t = 4,807$, $p < 0,001$) por grama de peso seco, mas não diferiram em percentagem de nitrogênio ($t = 0,892$, $p = 0,38$).

Discussão

Os dados obtidos mostraram que as fêmeas foram proporcionalmente mais predadas que os machos. Stamps & Gon (1983) sugeriram que a maior predação sobre fêmeas do que sobre machos de insetos deve-se ao fato de pássaros selecionem presas maiores devido ao

maior conteúdo de energia, pois na maioria dos insetos as fêmeas são maiores que os machos (Fairbairn 1997). Contudo, em *Q. gigas* os dados apresentados aqui mostraram que machos são maiores que fêmeas.

Não foram constatadas preferências dos predadores por qualquer tamanho particular de indivíduos na população aqui estudada. Karban (1983) também encontrou maior taxa de predação sobre fêmeas do que sobre machos em *Magicalada cassini*, uma espécie de cigarra periódica (que emerge a cada 13-17 anos) e também não observou relação da intensidade da predação com o tamanho em *M. cassini*, embora neste caso as fêmeas sejam maiores que os machos. Então, este autor sugeriu que preferência pelas fêmeas poderia estar relacionada com o peso e/ou qualidade nutricional, uma vez que, em média, as fêmeas de *M. cassini* pesam duas vezes mais que os machos e contêm mais que o dobro de proteínas e lipídeos (Brown & Chippendale 1973).

As análises de conteúdo nutricional mostraram que as fêmeas de *Q. gigas* são itens alimentares mais ricos que os machos, sugerindo que esta seja a razão da preferência pelas fêmeas. O'Brian *et al.* (2005) sugeriram que a seleção da presa por pássaros pode estar relacionada com a quantidade de recurso limitante, assim, se o predador é limitado por cálcio ou lipídios, ele pode selecionar preferencialmente espécies de presa que provêem este tipo de nutriente. O nitrogênio, embora seja um recurso limitante para vários animais (Matson 1980, Witmer 1998), aparentemente não deve ser responsável pela predação diferencial dos sexos em *Q. gigas*, já que não houve diferença significativa nem na quantidade, nem na concentração deste nutriente entre os sexos.

Embora não haja diferença significativa na quantidade de proteínas disponibilizada pelos sexos de *Q. gigas*, fêmeas fornecem mais proteínas por grama de peso consumido e talvez esta característica faça delas, presas mais rentáveis. Dados sobre a discriminação de

573 proteínas por pássaros estão limitados a uma espécie de tico-tico, *Zonotrichia leucophrys*,
574 que conseguiu discriminar alimentos que diferiam em concentração de alguns tipos de
575 proteínas (Murphy & King 1987, 1989).

576 Alguns estudos envolvendo a qualidade nutricional de frutos, demonstraram a
577 preferência de pássaros por frutas ricas em lipídeos (Fuentes 1994, Herrera 1998). Três
578 espécies de sanhaço estudadas por Schaefer *et al.* (2003) foram capazes de detectar 2% de
579 diferença no conteúdo de lipídeos. Segundo Dudley *et al.* (2002), mariposas fêmeas
580 também são mais predadas que os machos e fêmeas mais ricas em lipídeos são mais
581 atacadas por aves do que fêmeas com menor quantidade deste recurso. Assim, estes autores
582 sugerem que os pássaros conseguem reconhecer a presa caloricamente mais rentável,
583 atacando preferencialmente fêmeas.

584 Os pássaros podem aprender a identificar as fêmeas de cigarras pela ausência de
585 emissão de som e por seus abdomens mais pontudos (Karbon 1983). A emissão de som
586 durante ataque por pássaros diminuiu significativamente a taxa de captura dos machos de
587 espécies de *Magicicada* por eles (Steward *et al.* 1988). Segundo o autor os pássaros podem
588 deixar de insistir na captura de machos, por identificar que são presas menos rentáveis.

589 Em *Q. gigas*, o peso apresenta alta correlação com o comprimento dos indivíduos e,
590 como citado anteriormente, não houve preferência por tamanho das cigarras, o que nos leva
591 a crer que o peso não deva ser o fator responsável pela maior predação das fêmeas.
592 Entretanto, é importante ressaltar que o peso pode ter influência na habilidade de vôo e
593 conseqüentemente na capacidade de escape de predadores (Srygley & Dudley 1993, Dudley
594 & Srygley 1994, Srygley & Kingsolver 2000).

595 Vários estudos sobre insetos (Holmes 1990, Polis *et al.* 1998) e aranhas (Avery &
596 Krebs 1984) têm demonstrado que os padrões de movimentação influenciam a escolha dos

597 pássaros predadores. Alto nível de atividade da presa é associado com alto risco de
598 mortalidade (Gunnarsson 1998). Sendo assim, estudos comparando a velocidade de voo e
599 manobrabilidade de machos e fêmeas de *Q. gigas* são necessários para esclarecer este
600 ponto.

601 Entre as características analisadas no presente estudo, o conteúdo nutricional parece
602 ser um fator que pode afetar a escolha por fêmeas. Tanto a quantidade, no caso dos lipídios,
603 quanto à concentração, no caso das proteínas e lipídeos, pode ter um papel relevante na
604 escolha de fêmeas pelos pássaros. Entretanto, características comportamentais devem ser
605 analisadas cuidadosamente, pois diferenças nos comportamentos anti-predação e nos
606 padrões de deslocamento podem desviar a pressão de predação para um dos sexos.

607

608 **Agradecimentos**

609 Ao CNPq pela bolsa concedida; ao laboratório de Bioquímica (Departamento de
610 Morfofisiologia) na pessoa da Dra. Maria Rita Marques, por disponibilizar espaço físico e
611 equipamentos para as análises bioquímicas; ao Paulo Francis pelo auxílio laboratorial e aos
612 estagiários Bruno, Dayene, Inara, Jennifer, Lélis e Ricardo pelo auxílio nas atividades de
613 campo.

Referências

- Avery, M.I. & J.R. Krebs. 1984. Temperature and foraging success of great tits *Parus major* hunting for spiders. *Ibis*. 126:90-94.
- Bock, C.E., J.H. Bock & M.C. Grant. 1992. Effects of bird predation on grasshopper densities in an Arizona grassland. *Ecology*. 73:1706-1717.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid e sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- Brodmann, A.B. & H.U. Reyer. 1999. Nestling provisioning in water pipits (*Anthus spinoletta*): do parents go for specific nutrients or profitable prey? *Oecologia*. 120:506-514.
- Brown, J.J. & G.M. Chippendale. 1973. Nature and fate of the nutrient reserves of the periodical (17year) cicada. *J. Insect Physiol.* 19:607-14.
- Danner, B. J. & A. Joern. 2004. Development, growth, and egg production of *Ageneotettix deorum* (Orthoptera: Acrididae) in response to spider predation risk and elevated resource quality. *Ecol. Entomol.* 29:1-11.
- Dial, R. & J. Roughgarden. 1995. Experimental Removal of Insectivores from Rain Forest Canopy: Direct and Indirect Effects. *Ecology*. 76:1821-1834.
- Dudley R. & R. B. Srygley. 1994. Flight physiology of Neotropical butterflies: allometry of airspeeds during natural free flight. *J. Exp. Biol.* 191:125-139.
- Dudley, R., R.B. Srygley, E.G. Oliveira & P.J. DeVries. 2002. Flight speed, lipid reserves, and predation of migratory Neotropical Moth *Urania fulgens*. *Biotropica*. 34: 452-458.
- EMBRAPA – CNPGC. 1985. Boletim Agrometeorológico. Campo Grande, MS.

637 Ernsting G, G.J. Brandjes, W. Block & J.A. Isaaks. 1999. Life-history consequences of
 638 predation for a subantarctic beetle: evaluating the contribution of direct and indirect
 639 effects. *J. Anim. Ecol.* 68:741-752.

640 Fairbairn, D.J. 1997. Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the
 641 coevolution of body size in males and females. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 28: 659-687.

642 Fowler, A.C., R.L. Knight, George T.L. & L.C. McEwen. 1991. Effects of avian predation
 643 on grasshopper population in North Dakota Grassland. *Ecology.* 72:1775-1781.

644 Fuentes, M. 1994. Diets of fruit-eating birds: what are the causes of interspecific
 645 differences? *Oecologia.* 97:134–142.

646 Goss-Custard, J.D. 1977. Optimal foraging and the size selection of worms by Redshank
 647 (*Tringa totanus*), in the field. *Anim. Behav.* 25:10-29.

648 Greenberg, R., P. Bichier, A.C. Angon, C. MacVean, R. Perez & E. Cano. 2000. The
 649 impact of avian insectivory on arthropods and leaf damage in some Guatemalan coffee
 650 plantations. *Ecology.* 81:1750–1755.

651 Gunnarsson, B. & M. Hake. 1999. Bird predation affects canopy-living arthropods in city
 652 parks. *Can. J. Zool.* 77:1419-1428.

653 Gunnarsson, B. 1996. Bird predation and vegetation structure affecting spruce-living
 654 arthropods in a Temperate Forest. *J. Anim. Ecol.* 65: 389-397.

655 Gunnarsson, B. 1998. Bird predation as a sex- and size-selective agent of the arboreal
 656 spider *Pityohyphantes phrygianus*. *Funct. Ecol.* 12: 453-458.

657 Heinrich, B., C.C. Joerg, S.S. Madden & E.W. Sanders Jr. 1997. Black-capped chickadees
 658 and redbreasted nuthatches weigh sunflower seeds. *Auk.* 114:298-299.

659 Herrera, C.M. 1987. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: A study of fruit
 660 characteristics. *Ecol. Monog.* 57: 305-331.

661 Herrera, C. M. 1998. Long-term dynamics of mediterranean frugivorous birds and fleshy
 662 fruits: a 12-year study. *Ecol. Monog.* 68:511-538.
 663 Holmes, R.T. (1990) Ecological and evolutionary impacts of bird predation on forest
 664 insects: an overview. *Stud. Avian Biol.* 13:6-13.
 665 Holmes, R.T., J.C. Schultz & P. Nothnagle. 1979. Bird predation on forest insects: an
 666 exclosure experiment. *Science*. 206:462-463.
 667 Hooks, C.R.R., R.P. Pandey & M.W. Johnson. 2003. Impact of avian and arthropod
 668 predation on lepidopteran caterpillar densities and plant productivity in an ephemeral
 669 agroecosystem *Ecol. Entomol.* 28:522-532.
 670 Ide, J.Y. 2005. Sexual and seasonal differences in the frequency of beak marks on the
 671 wings of two *Lethe* butterflies. *Ecol. Res.* 21: 453-459.
 672 Instituto Adolfo Lutz. 1985. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos
 673 químicos e físicos para análises de alimentos. 3ª edição, São Paulo. 533 p.
 674 Janetos, A.C. & B.J. Cole. 1981. Imperfectly optimal animals. *Behav. Ecol. Sociobiol.*
 675 9:203-209.
 676 Karban, R. 1983. Sexual selection, Body size and sex-related mortality in the cicada
 677 *Magicicada cassini*. *Am. Midl. Nat.* 109:324-330
 678 Köppen, W. 1948. Climatologia. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires. Trad. de
 679 Guendriss du Klimakunde. 1923p.
 680 Krebs, J.R. & M.I. Avery. 1984. Chick growth and prey quality in the European Bee-eater
 681 (*Merops apiaster*). *Oecologia*. 64:363-368.
 682 Langen, T.A. & R. M. Gibson. 1998. Sampling and information acquisition by western
 683 scrub-jays, *Aphelocoma californica*. *Anim. Behav.* 55:1245-1254.

684 Li, D. 2002. Hatching responses of subsocial spitting spiders to predation risk. *Proc. R.*
685 *Soc. Lond. B.* 269:2155–2161.

686 Mattson, W.J. 1980 Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*
687 11:119-161.

688 McPeck, M.A., M. Grace & J.M.L. Richardson. 2001. Physiological and behavioral
689 responses to predators shape the growth/predation risk trade-off in damselflies.
690 *Ecology.* 82:1535-1545.

691 Mitchell, W.A. 1989. Informational constraints on optimally foraging hummingbirds.
692 *Oikos.* 55:145-154.

693 Murphy, M.E. & King, J.R.1987. Dietary discrimination by moulting white-crowned
694 sparrows given diets differing only in sulphur amino acid concentration. *Physiol. Zool.*
695 60:279-289.

696 Murphy, M.E. & King, J.R.1989. Sparrows discriminate between diets differing in valine or
697 lysine concentrations. *Physiol. Behav.* 45:423-430.

698 Nosil, P. 2004. Reproductive isolation caused by visual predation on migrants between
699 divergent environments. *Proc. R. Soc. Lond.* 271:1521-1528.

700 O'Brian, E.L., A.E. Burger & R.D. Dawson. 2005. Foraging decision and prey species
701 preferences of Northwestern Crows (*Corvus caurinus*). *Ethology* 111:77-87.

702 Ohsaki, N. 2005. A common mechanism explaining the evolution of female-limited and
703 both-sex Batesian mimicry in butterflies. *J. Anim. Ecol.* 74:728-734.

704 Polis, G.A., J.D. Barnes, M.K. Seely, J.R. Henschel & M.M. Enders. 1998. Predation as a
705 major cost of reproduction in namib desert tenebrionid beetles. *Ecology.* 7:2560-2566.

706 Pryor G. S., D. J. Levey & E. S. Dierenfeld. 2001. Protein requirements of a specialized
707 frugivore, Pesquet's Parrot (*Psitttrichas fulgidus*). *Auk.* 118:1080-1088.

708 Recher, H.F. & J.D. Majer. 2006. Effects of bird predation on canopy arthropods in wandoo
 709 *Eucalyptus wandoo* woodland. Austral. Ecol. 31:349-360.
 710 Schaefer, H.M., V. Schmidt & F. Bairlein. 2003. Discrimination abilities for nutrients:
 711 Which difference matters for choosy birds and why? Anim. Behav. 65: 531-541.
 712 Sokal, R.R. & F. J. 1969. Rohlf. Biometry. San Francisco: Freeman. 776p.
 713 Srygley, R.B. & R. Dudley. 1993. Correlations of the position of center of body mass with
 714 butterfly escape tactics. J. Exp. Biol. 174:155-166.
 715 Srygley R.B. & J.G. Kingsolver. 2000. Effects of weight loading on flight performance and
 716 survival of palatable Neotropical *Anartia fatima* butterflies. Biol. J. Linn. Soc. 70:707-
 717 725.
 718 Stamps, J.A. & S.M. Gon III. 1983. Sex-biased pattern variation in the prey of birds. Ann.
 719 Rev. Ecol. Syst. 14:231-253.
 720 Stephens, D.W. & J.R. Krebs. 1986. Foraging Theory. Princeton Univ. Press, Princeton,
 721 NJ, USA.
 722 Steward, V.B., K.G. Smith & F.M. Stephen. 1988. Red-winged blackbird predation on
 723 periodical cicadas (Cicadidae: *Magicicada* spp.): Bird behavior and cicada responses.
 724 Oecologia. 76: 348-352.
 725 Stoks, R. 2001. What causes male-biased sex ratios in mature damselfly populations? Ecol.
 726 Entomol. 26:188-197.
 727 Williams, K.S., K.G. Smith & F.M. Stephen. 1993. Emergence of 13-yr periodical cicadas
 728 (Cicadidae: *Magicicada*): phenology, mortality and predator satiation. Ecology.
 729 74:1143-1152.
 730 Witmer MC (1998) Ecological and evolutionary implications of energy and protein
 731 requirements of avian frugivores eating sugary diets. Physiol. Zool. 71: 599-610.

732 Tabela 1. Número de indivíduos adultos de *Q. gigas* capturados e recapturados (predados
 733 ou não) no *campus* da UFMS, Campo Grande, MS.

Sexo	Capturado	Predado	Recapturado		Total
			Não Predado		
Fêmea	324	22	11		33
Macho	399	21	47		68
Total	723	43	58		101

734 Tabela 2. Peso líquido, peso seco e peso de proteínas, lipídeos e nitrogênio ($\pm$ desvio
 735 padrão) de fêmeas e machos adultos de *Q. gigas*. (*): p significativo ($<0,05$).

Sexo	Peso líquido (g)	Peso seco (g)	Proteínas (g)	Lipídeos (g)	Nitrogênio (mg)
Fêmea	3,416 ($\pm 0,54$)*	0,932 ($\pm 0,22$)*	0,12 ($\pm 0,025$)	0,12 ($\pm 0,06$)*	36,27 ($\pm 7,20$)
Macho	4,107 ($\pm 0,80$)*	1,142 ($\pm 0,24$)*	0,11 ($\pm 0,023$)	0,06 ($\pm 0,03$)*	34,14 ($\pm 6,56$)

736 Tabela 3. Percentagem média ($\pm$ desvio padrão) de proteína, lipídeo e nitrogênio por grama
 737 de peso seco de fêmeas e machos adultos de *Q. gigas*. (*) p significativo ($<0,05$).

Sexo	% Proteína	% Lipídeo	% Nitrogênio
Fêmea	14,7 ($\pm 5,86$)*	11,7 ($\pm 5,69$)*	5,17 ($\pm 1,03$)
Macho	10,3 ($\pm 4,01$)*	4,75 ($\pm 1,84$)*	4,87 ($\pm 0,93$)

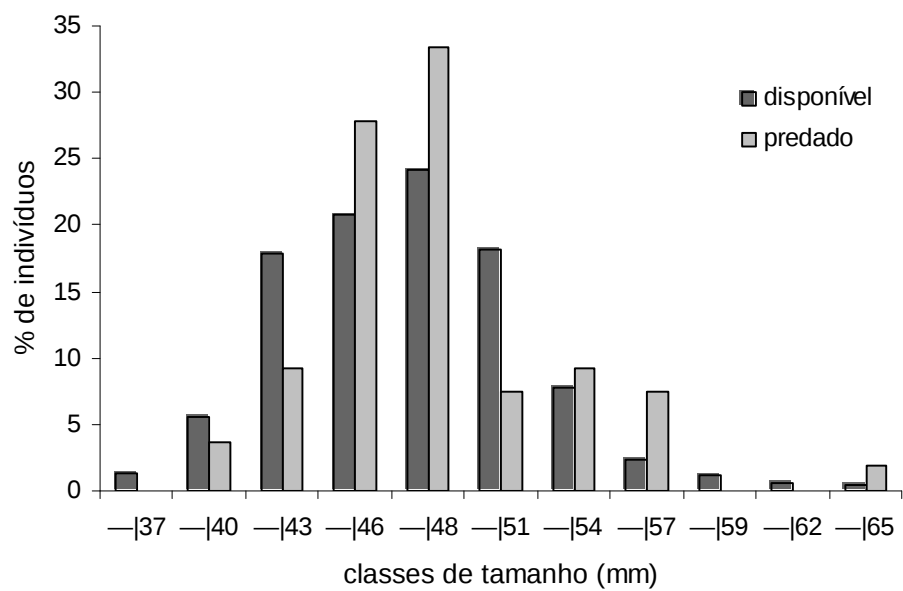
738

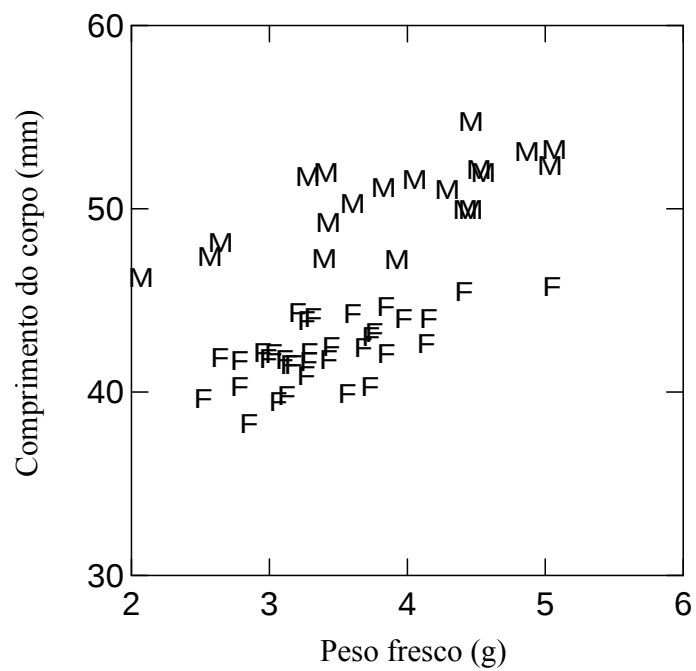
Figuras

739 Fig. 1. Histograma da percentagem de indivíduos adultos de *Q. gigas* disponíveis na
740 população e de indivíduos predados por pássaros, classificados por tamanho.

741 Fig. 2. Correlação entre o comprimento do corpo e o peso fresco de machos e fêmeas de *Q.*
742 *gigas*. M: machos, F: Fêmeas.

743 Figura 1





745 Camila Aoki
746 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
747 Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Cidade Universitária s/nº - CP:
748 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: camilaaoki@pop.com.br

749 Aporte de Nutrientes Associados à Emergência de *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera:
750 Cicadidae) em um Ecossistema Urbano

751 CAMILA AOKI¹, FREDERICO S. LOPES^{1,2,3}, AURORA M.R. DE OLIVEIRA³, FRANCO L. DE
752 SOUZA^{1,2}
753

754 ¹. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e
755 Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Cidade Universitária s/nº - CP:
756 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: camilaaoki@pop.com.br

757 ². Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
758 Departamento de Biologia. Laboratório de Biologia Geral. Cidade Universitária s/nº - CP:
759 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-mail: fslopes@nin.ufms.br,
760 flsouza@nin.ufms.br

761 ³. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mestrado em Biologia Vegetal. Programa
762 de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.
763 Cidade Universitária s/nº - CP: 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande, MS - Brasil; e-
764 mail: aurora.rosa@gmail.com

- Aporte de Nutrientes Associados à Emergência de *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera:
Cicadidae) em um Ecossistema Urbano

ABSTRACT – Nutrient flux associated with *Quesada gigas* (Hemiptera: Cicadidae) emergence in an urban ecosystem - Arthropods with large bodies, as cicadas, are capable to redistribute significant amounts of material during the emergency of the adults. *Quesada gigas* has characteristics that suggest that this species represents a potentially important flux of nutrients and energy from belowground to aboveground. The objective of this study was to estimate the amount of nitrogen, protein and lipids resultant of the emergency of *Q. gigas* in an urban ecosystem. Adult individuals were captured during the emergence period in 2006 and analysis of mass and nutrient content was conducted. The density was approximately 4,200 individuals per hectare. The individual average dry mass was 1,03g, which is composed for 12,6% of proteins, 8,4% of lipids and 5% of nitrogen. The total biomass contribution of this species was of 4,3kg ha⁻¹ year⁻¹, resulting in an annual redistribution of approximately 545g protein, 363g of lipids and 216g of nitrogen per hectare. Our data indicate that the emergency of *Q. gigas* is an important event, because it offers a high amount of essential nutrients for many animals and it translocates the nutrients from belowground to aboveground.

KEY-WORDS: *Quesada gigas*, biomass, protein, lipids, nitrogen

RESUMO - Aporte de Nutrientes Associados à Emergência de *Quesada gigas* Olivier 1790 (Hemiptera: Cicadidae) em um ecossistema urbano - Artrópodes com grande tamanho corpóreo, como as cigarras, são capazes de redistribuir significantes quantidades de material durante a emergência dos adultos. *Quesada gigas* possui características que sugerem que esta espécie representa um importante recurso e um importante fluxo de nutrientes do subsolo para a parte aérea. O objetivo deste trabalho foi estimar a quantidade de nitrogênio, proteína e lipídio resultantes da emergência de *Q. gigas* em um ecossistema urbano. Indivíduos adultos foram capturados durante o período de emergência em 2006, pesados e analisados bioquimicamente. A densidade foi de aproximadamente 4.200 indivíduos por hectare. A massa seca média por indivíduo foi de 1,03g, a qual é composta por 12,6% de proteínas, 8,4% de lipídeos e 5% de nitrogênio. A contribuição total desta espécie, em biomassa, foi de 4,3 kg ha⁻¹ ano⁻¹, resultando em uma redistribuição anual de aproximadamente 545g de proteínas, 363g de lipídeos e 216g de nitrogênio por hectare. Nossos dados indicam que a emergência de *Q. gigas* é um evento relevante, por disponibilizar uma grande quantidade de nutrientes essenciais para vários animais, translocando-os do subsolo para a parte aérea.

PALAVRAS-CHAVE: *Quesada gigas*, biomassa, proteína, lipídeo, nitrogênio

803 Em muitos ecossistemas, os artrópodes constituem a maioria dos herbívoros e
804 detritívoros (Seastedt & Crossley 1984), influenciando a quantidade de matéria orgânica
805 viva e morta nos sistemas e a ciclagem de nutrientes (Seastedt 1984, Seastedt 1988, Naiman
806 1988). Estudos realizados até a década de 1970 sugeriam que a quantidade de massa,
807 energia e nutrientes disponibilizados pelos artrópodes não representavam pulsos de recursos
808 significativos nos ecossistemas (Schowalter & Crossley 1983, Seastedt & Crossley 1984).
809 Entretanto, desde então, vários estudos tem indicado que os artrópodes possuem uma
810 grande influência sobre a produtividade das plantas e os processos de ciclagem de
811 nutrientes (e.g. Seasted & Tate 1981, Owen & Wiegert 1981, Brown & Gange 1989,
812 Hunter 2001, Bardgett & Wardle 2003, Whiles & Charlton 2006).

813 A emergência de insetos tem sido mais comumente relacionada com o fluxo de
814 nutrientes entre os ecossistemas terrestres e aquáticos (Nakano *et al.* 1999, Collier *et al.*
815 2002, Sabo & Power 2002, Ballinger & Lake 2006), e quase nada se sabe sobre a
816 importância desses animais no fluxo de nutrientes e de energia do subsolo para a superfície
817 (Callaham Jr *et al.* 2000).

818 A emergência de algumas espécies de cigarras pode ser considerada como pulso de
819 recursos, ou seja, recursos disponíveis por um curto período de tempo e em altas densidades
820 (Ostfeld & Keesing 2000). Como são artrópodes de tamanho corpóreo relativamente
821 grande, são capazes de redistribuir quantidades significativas de matéria e energia durante a
822 emergência dos adultos (Callaham Jr *et al.* 2000, Whiles *et al.* 2001, Whiles & Charlton
823 2006). Somado a isto está a importância da translocação de nutrientes do subsolo para a
824 parte aérea realizada por estes insetos, visto que as ninfas de cigarras se alimentam de
825 xilema nas raízes e os adultos são aéreos (Young 1980, Williams & Simon 1995).

Blossey & Hunt-Joshi (2003), em uma ampla revisão sobre insetos herbívoros subterrâneos, incluindo cigarras, destacaram que estudos sobre a importância destes insetos em regiões tropicais são escassos e praticamente inexistentes na América do Sul. Ressaltaram ainda que dados sobre herbívoros sugadores, de modo geral, são limitados. *Quesada gigas* é uma espécie de cigarra anual com ampla distribuição geográfica, cujos indivíduos possuem tamanho corpóreo grande (~46mm) e emergem em densidades relativamente altas, sugere-se então que esta espécie represente um importante recurso alimentar e um importante fluxo de nutrientes e energia do subsolo para a parte aérea.

O objetivo deste trabalho foi estimar a quantidade de nitrogênio total, proteínas solúveis totais e lipídios totais translocada do subsolo para a parte aérea durante a emergência de *Q. gigas* em um ecossistema urbano.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas de setembro a novembro de 2006 em seis parcelas de 2500m² (totalizando 1,5ha), distribuídas em áreas cultivadas caracterizadas pela presença de espécies vegetais nativas e introduzidas, distribuídas entre os gramados e construções no *campus* da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS (20°29'59.4"S 54°36'42.4"W).

O clima da região é do tipo Tropical Chuvoso de Savana (subtipo Aw, Köppen 1948) com duas estações bem definidas, uma seca e fria (inverno) que vai de maio a setembro, e outra chuvosa e quente (verão), de outubro a abril. A precipitação média anual é de 1.532 mm, a umidade relativa é geralmente baixa, raramente atingindo 80% e as temperaturas médias anuais estão entre 20 e 22°C (EMBRAPA-CNPQC 1985).

Para a estimativa de densidade, todas as exúvias de *Q. gigas* encontradas dentro das parcelas foram coletadas manualmente a cada três dias. Indivíduos adultos foram coletados ao longo do período de emergência, com auxílio de uma rede entomológica, pesados em balança de precisão (0,01g) e processados bioquimicamente. O peso seco foi obtido após quatro dias em estufa a 50°C.

Para estimar o conteúdo de proteínas, 0,400 gramas de material seco foram homogeneizados em 20 mL de tampão fosfato (0,1M pH 7,0), centrifugadas (2000rpm/10°C) e filtradas em malha de nylon para a determinação do teor de proteínas solúveis segundo Bradford (1976). A extração de lipídeos totais foi feita em Soxhlet, por 1 hora a 105°C, utilizando éter de petróleo. O solvente foi posteriormente evaporado e resfriado em dessecador e o material resultante foi pesado e utilizado para cálculo da concentração de lipídeos totais (Instituto Adolfo Lutz 1985). O teor de nitrogênio foi avaliado utilizando-se o método de Kjeldahl, um dos métodos mais comuns de análise em materiais biológicos, que envolve a digestão do material, seguido de análises colorimétricas.

Resultados e Discussão

A emergência de *Q. gigas* no *campus* da UFMS iniciou-se por volta do dia 08 de setembro e se estendeu até 16 de novembro, totalizando aproximadamente dez semanas consecutivas de emergência (figura 1). Em média, 4.200 indivíduos adultos emergiram por hectare (0,42 ind.m⁻²).

A massa fresca média dos indivíduos de *Q. gigas* foi de 3,75g ($\pm 0,75$), sendo 72,3% ($\pm 4,5$) de água (figura 2). Essa alta percentagem de água está dentro da média encontrada em insetos, que varia de 70-75%, segundo a revisão de Bell (1990). O peso seco médio

873 encontrado foi de 1,03g ($\pm 0,25$), o qual é composto por 12,6% ($\pm 5,4$) de proteínas, 8,4%
874 ($\pm 5,5$) de lipídeos e 5% ($\pm 0,9$) de nitrogênio. Assim sendo, cada indivíduo de *Q. gigas*
875 contribui com aproximadamente 129,8mg de proteínas, 86,5mg de lipídeos e 51,5mg de
876 nitrogênio.

877 O único estudo envolvendo o conteúdo de proteínas e lipídeos de cigarras realizado
878 anteriormente foi o de Brown & Chippendale (1973), com *Magicalcaca cassini*, uma espécie
879 que emerge a cada 17 anos. Esses autores encontraram uma contribuição variando entre 51-
880 110mg de proteínas e 19-58mg de lipídeos por indivíduo.

881 Quanto à percentagem de nitrogênio, Fagan *et al.* (2002) em uma ampla
882 revisão envolvendo um grande número de ordens de insetos herbívoros,
883 encontraram uma percentagem média de nitrogênio de 9,65% ($\pm 0,15\%$) por
884 grama de peso seco e, segundo Mattson (1980), essa quantidade varia de 7 a
885 14%. Embora alguns destes trabalhos tenham utilizado o método de combustão (método
886 de Dumas) para análise de nitrogênio, a diferença encontrada na concentração de nitrogênio
887 entre as espécies não deve ser metodológica, pois os dois métodos (Kjeldahl e Dumas) tem
888 demonstrado excelente correspondência, sendo viável comparação de trabalhos que os
889 tenham utilizado (Perez *et al.* 2001, Watson & Galliher 2001). A percentagem
890 relativamente baixa de nitrogênio presente nos tecidos de *Q. gigas* pode ter
891 como causa, a disponibilidade de nitrogênio nos hospedeiros. Insetos que se alimentam
892 de matéria pobre em nitrogênio, em geral apresentam baixo conteúdo de nitrogênio em seus
893 tecidos (Fagan *et al.* 2002).

894 Entretanto, conquanto a percentagem de nitrogênio seja baixa, devido ao seu
895 tamanho relativamente grande, os indivíduos adultos de *Q. gigas* contribuem com altas
896 quantidades de nitrogênio. Um indivíduo desta espécie fornece 14 vezes mais nitrogênio

897 que indivíduos da espécie *Cicadetta calliope*, e duas vezes mais que o fornecido por
898 *Tibicen aurifera* e *Magicicada cassini* (conforme dados apresentado por Callaham *et al.*
899 2000 e Whiles *et al.* 2001).

900 A estimativa de massa seca total associada à emergência de *Q. gigas* foi de 4,3 kg
901 ha⁻¹ por ano, resultando em uma redistribuição anual de aproximadamente 545g de
902 proteínas, 363g de lipídeos e 216g de nitrogênio por hectare. Desta forma, *Q. gigas* chega a
903 redistribuir 3% dos valores estimados de entrada de nitrogênio em área de cerradão via
904 precipitação, uma das principais formas de entrada desse nutriente em ecossistemas (Lima
905 1985).

906 Somado a isto, está a importância de que a emergência de insetos que habitam o
907 solo, como as cigarras, é uma das poucas formas de fluxo não-gasoso de nitrogênio do
908 subsolo para a parte aérea (Whiles *et al.* 2001). De modo similar à translocação de
909 nitrogênio por plantas, o fluxo de nitrogênio associado à emergência de cigarras não é um
910 *input* de “novo” nitrogênio para o sistema. Tanto as larvas quanto os adultos de *Q. gigas*
911 retiram seus nutrientes do xilema das plantas hospedeiras, e esses nutrientes poderiam ser
912 utilizados pelas plantas para formar folhas, flores, frutos, sementes que, também ficariam
913 disponíveis na parte aérea. Entretanto, as cigarras acabam contemplando uma ampla
914 variedade de animais que não utilizariam diretamente essas partes vegetais, por exemplo,
915 pássaros insetívoros e aranhas. Além disso, segundo Robbins *et al.* (2005), as proteínas dos
916 insetos possuem maior qualidade que as proteínas das sementes e frutos, sendo
917 preferencialmente consumidas pelas aves como fonte protéica.

918 Esses macronutrientes são fundamentais para o crescimento e reprodução da maioria
919 dos animais. Em pássaros, os principais predadores de cigarras na área de estudo (Aoki *et*
920 *al.* em preparação), a quantidade de lipídeos pode afetar o tamanho da ninhada (Ankney &

Afton 1988) e a inserção de proteínas na dieta pré-reprodutiva destes, pode alterar a massa/tamanho dos ovos (Selman & Houston 1996, Williams 1996) que, por sua vez, pode alterar a sobrevivência dos filhotes (Bolton 1991, Magrath 1992, Blomqvist *et al.* 1997). Já que a maioria das aves se reproduz durante a estação chuvosa (Matarazzo-Neuberger 1995, Sick 1997) e *Q. gigas* emerge no início desta estação, possui poucos comportamentos anti-predação e, aparentemente, não possui compostos tóxicos, é possível que seja uma espécie chave na reprodução das populações de pássaros locais.

A emergência de *Q. gigas* pode ainda alterar o ciclo de nutrientes neste ecossistema, visto que, a maioria dos nutrientes disponibilizados por esta espécie passam por, pelo menos, um nível trófico adicional, já que é consumida por uma grande variedade de predadores vertebrados (aves, mamíferos e répteis) e invertebrados (formigas e aranhas, Aoki *et al.* em preparação). Também pode alterar a velocidade da ciclagem de nutrientes, pois, na maioria das vezes, os corpos de insetos são decompostos mais rapidamente do que o material vegetal da serapilheira (Schowalter *et al.* 1986), pois eles não requerem a decomposição de matéria orgânica complexa, sendo considerados componentes do ciclo rápido (*fast cycle*) proposto por McNaughton *et al.* (1988).

Sendo assim, os nossos dados demonstram que *Q. gigas* representa um importante pulso de recursos do subsolo para a parte aérea, disponibilizando uma grande quantidade de nutrientes fundamentais para uma ampla variedade de consumidores secundários e detritívoros, podendo, inclusive, influenciar a ciclagem desses nutrientes no ecossistema estudado.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa concedida; ao laboratório de Bioquímica (Departamento de

945 Morfofisiologia) na pessoa da Dra. Maria Rita Marques, por disponibilizar espaço físico e
946 equipamentos para as análises bioquímicas; ao Paulo Francis pelo auxílio laboratorial e aos
947 estagiários Bruno, Dayene, Inara, Jennifer, Lélis e Ricardo pelo auxílio nas atividades de
948 campo.

949 **Referências**

- 950 Ankney, C.D. & A.D. Afton. 1988. Bioenergetics of breeding Northern Shovelers: diet,
951 nutrient reserves, clutch size, and incubation. *Condor*. 90:459-472.
- 952 Ballinger, A. & P.S. Lake 2006. Energy and nutrient fluxes from rivers and streams into
953 terrestrial food webs. *Mar. Freshw. Res.* 57:15-28.
- 954 Bardgett, R.D. & D.A. Wardle. 2003. Herbivore mediated linkages between aboveground
955 and belowground communities. *Ecology*. 84:2258-2268.
- 956 Bell, G.P. 1990. Birds and mammals on an insect diet: A primer on diet composition
957 analysis in relation to ecological energetics. *Stud. Avian Biol.* 13:416-422.
- 958 Blomqvist D., O.C. Johansson & F. Götmark. 1997. Parental quality and egg size affect
959 chick survival in a precocial bird, the Lapwing *Vanellus vanellus*. *Oecologia*. 110:18-
960 24.
- 961 Blossey, B. & T.R. Hunt-Joshi. 2003. Belowground herbivory by insects: Influence on
962 plants and aboveground herbivores. *Annu. Rev. Entomol.* 48:521-547.
- 963 Bolton, M. 1991. Determinants of chick survival in the lesser black-backed gull: relative
964 contributions of egg size and parental quality. *J. Anim. Ecol.* 60:949-960.
- 965 Bradford, M.M. 1976. A rapid e sensitive method for the quantitation of microgram
966 quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*
967 72:248-254.

968 Brown, J.J. & G.M. Chippendale. 1973. Nature and fate of the nutrient reserves of the
 969 periodical (17year) cicada. *J. Insect Physiol.* 19:607-14.

970 Brown, V.K. & A.C. Gange. 1989. Herbivory by soil-dwelling insects depresses plant
 971 species richness. *Funct. Ecol.* 3:667-671.

972 Callaham Jr, M.A., M. R. Whiles, C. K. Meyer, B. L. Brock, & R. E. Charlton. 2000.
 973 Feeding ecology and emergence production of annual cicadas (Homoptera: Cicadidae)
 974 in tallgrass prairie. *Oecologia.* 123:535-542.

975 Collier K. J., S. Bury & Gibbs. 2002. A stable isotope study of linkages between stream
 976 and terrestrial food webs through spider predation. *Freshw.Biol.* 47:1651-659.

977 EMBRAPA – CNPGC. 1985. Boletim Agrometeorológico. Campo Grande, MS.

978 Fagan, W.F., E. Siemann, C. Mitter, R.F. Denno, A.F. Huberty, H.A. Woods & J.J. Elser.
 979 2002. Nitrogen in isects: implications for trophic complexity and species
 980 diversification. *Am. Midl. Nat.* 160:784-802.

981 Hunter, M.D. 2001 Out of sight, out of mind: The impacts of rootfeeding insects in natural,
 982 managed systems. *Agric. For. Entomol.* 3:3-10.

983 Instituto Adolfo Lutz. 1985. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos
 984 químicos e físicos para análises de alimentos. 3ª edição, São Paulo. 533 p.

985 Köppen, W. 1948. Climatologia. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires. Trad. de
 986 Guendriss du Klimakunde. 1923p.

987 Lima, W.P. 1985. Ação das chuvas no ciclo biogeoquímico de nutrientes em plantações de
 988 pinheiros tropicais em cerradão. *IPEF.* 30:13-17.

989 McNaughton, S. J., R.W. Ruess & S.W. Seagle. 1988. Large mammals and process
 990 dynamics in African ecosystems. *Bioscience* 38: 794-800.

991 Magrath, R.D, 1992. Roles of egg mass and incubation pattern in establishment of hatching
 992 hierarchies in the blackbird (*Turdus merula*). *Auk* 109:474-487.

993 Matarazzo-Neuberger, W. M. 1995. Comunidade de cinco parques e praças da Grande São
 994 Paulo, Estado de São Paulo. *Ararajuba*. 3:13-19.

995 Mattson, W.J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol.*
 996 *Syst.* 11:119-161.

997 Naiman R.J. 1988. Animal influences on ecosystem dynamics. *BioScience* 38:750-752.

998 Nakano, S., H. Miyasaka & N. Kuhara. 1999. Terrestrial-aquatic linkages: riparian
 999 arthropod inputs alter trophic cascades in a stream food web. *Ecology*. 80:2435-2441.

1000 Ostfeld, R.S. & F. Keesing. 2000. Pulsed resources and community dynamics of consumers
 1001 in terrestrial ecosystems. *Trends Ecol. Evol.* 15:232-237.

1002 Owen D.F. & R.G. Wiegert. 1981. Mutualism between grasses and grazers: an evolutionary
 1003 hypothesis. *Oikos*. 36:376–378.

1004 Perez, D.V., S. de Alcantara, R. J. Arruda & N.D.A. Meneghelli. 2001. Comparing two
 1005 methods for soil carbon and nitrogen determination using selected Brazilian soils.
 1006 *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32:295-309.

1007 Robbins, C.T., L.A. Felicetti & M. Sponheimer. 2005. The effect of dietary protein quality
 1008 on nitrogen isotope discrimination in mammals and birds. *Oecologia*. 144:534-540.

1009 Sabo, J.L. & Power, M.E. (2002). River–watershed exchange: effects of riverine subsidies
 1010 on riparian lizards and their terrestrial prey. *Ecology*, 83, 1860–1869.

1011 Schowalter, T.D. & D.A. Crossley Jr. 1983. Forest canopy arthropods as sodium,
 1012 potassium, magnesium, and calcium pools in forests. *For. Ecol. Manag.* 7: 143-148.

- 1013 Schowalter, T.D., W.W. Hargrove & D.A.J. Crossley. 1986. Herbivory in forested
1014 ecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* 31:177-196.
- 1015 Seastedt, T.R. & C.M. Tate. 1981. Decomposition rates and nutrient contents of arthropod
1016 remains in forest litter. *Ecology* 62:13-19.
- 1017 Seastedt T.R. & D.A.J. Crossley 1984. The influence of arthropods on ecosystems.
1018 *Bioscience.* 34:157-161.
- 1019 Seastedt, T.R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization
1020 processes. *Annu. Rev. Entomol.* 29:25-46.
- 1021 Seastedt, T.R. 1988. Mass, nitrogen, and phosphorus dynamics in foliage and root detritus
1022 of tallgrass prairie. *Ecology.* 69:59-65.
- 1023 Selman, R. G. & D.C. Houston. 1996. The effect of prebreeding diet on reproductive output
1024 in zebra finches. *Proc. R. Soc. Lond.* 263:1585-1588.
- 1025 Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 912p.
- 1026 Watson, M.E. & T.L. Galliher. 2001. Comparison of Dumas and Kjeldahl methods with
1027 automatic analyzers on agricultural samples under routine rapid analysis conditions.
1028 *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32:2007-2019.
- 1029 Whiles, M.R. & R.E. Charlton 2006. The ecological significance of tallgrass prairie
1030 arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 51:387-412.
- 1031 Whiles, M.R., M.A. Callahan Jr., C.K. Meyer, B.L. Brock & R.E. Charlton. 2001.
1032 Emergence of Periodical Cicadas (*Magicicada cassini*) from a Kansas riparian forest:
1033 Densities, biomass and nitrogen flux. *Am. Mid. Nat.* 145:176-187.

- 1034 Williams, T.D. 1996. Variation in reproductive effort in female zebra finches (*Taeniopygia*
1035 *guttata*) in relation to nutrient-specific dietary supplements during egg laying. *Physiol.*
1036 *Zool.* 69:1255-1275.
- 1037 Williams, K.S. & C. Simon. 1995. The ecology, behavior and evolution of periodical
1038 cicadas. *Annu. Rev. Entomol.* 40:269-95.
- 1039 Young, A.M. 1980. Habitat and seasonal relationship of some cicadas (Homoptera:
1040 Cicadidae) in Central Costa Rica. *Am. Mid. Nat.* 103:155-166.

1041

Figuras

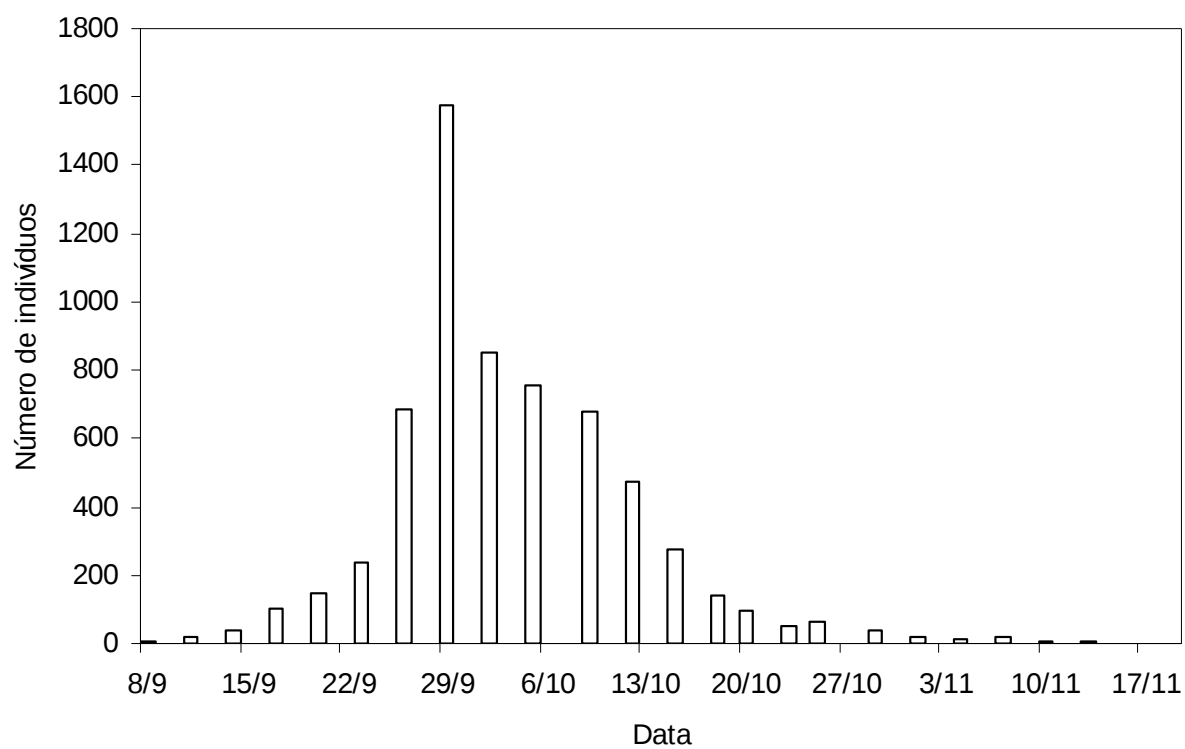
1042

1043 Fig. 1. Período de emergência e número de indivíduos de *Q. gigas* que emergiram em 1,5ha
1044 no ano de 2006, no *campus* da UFMS, Campo Grande, MS.

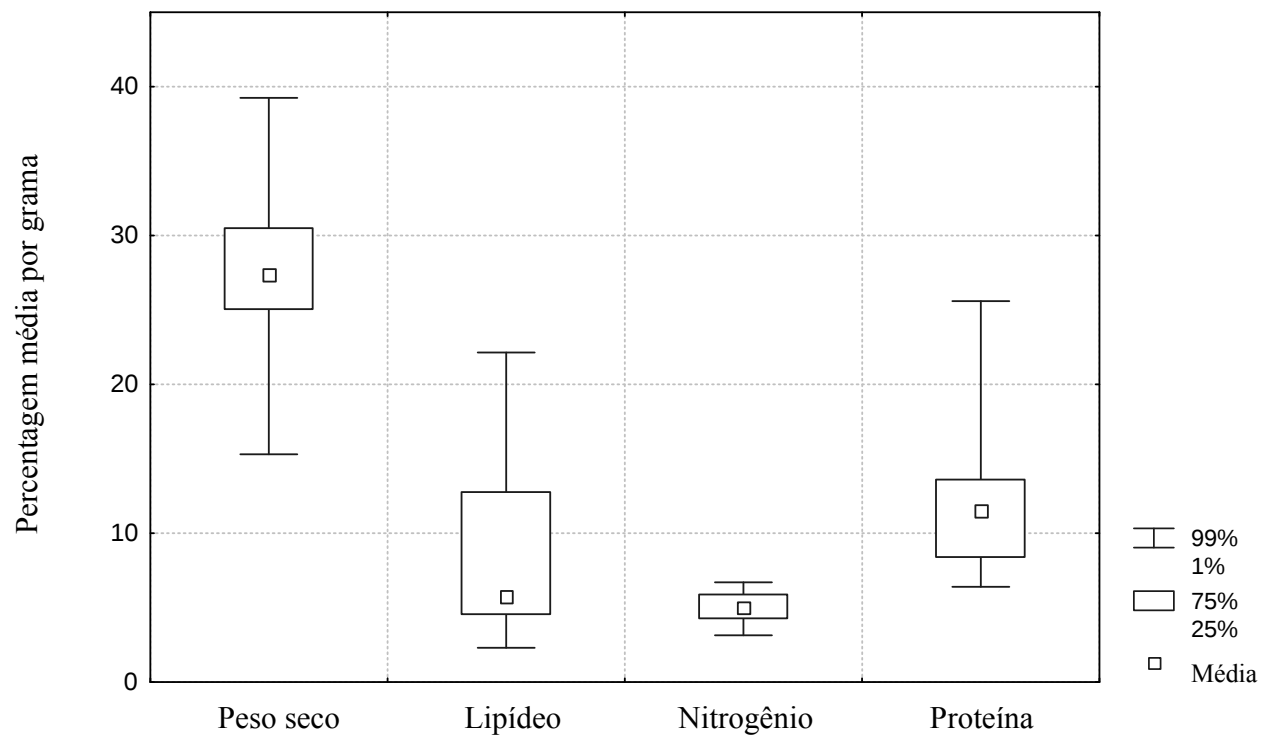
1045

1046 Fig. 2. Percentagem de peso seco em relação ao peso bruto e percentagem de lipídeos,
1047 nitrogênio e proteínas por grama de peso seco de *Q. gigas*.

1048 Figura 1.



1049



Normas da Revista Neotropical Entomology

Author Guidelines

Neotropical Entomology publishes original scientific articles that significantly contribute to entomological knowledge. Articles previously submitted to or accepted by other journals are not accepted. Technological-content papers with bioassays on efficacy of methods to control insects and mites are not accepted. Manuscripts are peer-reviewed and acceptance for publication is based on recommendations by the editorial board and peer-reviewers.

Languages. Manuscripts should preferably be in English, although texts in Portuguese and Spanish are also considered.

Types of manuscript. Manuscripts can be published as scientific articles, scientific notes and forum articles.

Submission. All manuscripts should be submitted electronically using the form available at www.seb.org.br/neotropical.

Manuscript requirements. Please submit manuscripts as MS Word 97 or other recent word processors with a page size of 21.0 x 29.7 cm. Type all pages as double-spaced with 2.5 cm margins. Use the font Times New Roman with a size of 12 points. Number all lines and pages consecutively, beginning with the title page.

Front page. Justify the name and the regular and electronic mail addresses of corresponding author on the upper right of the page. Center-justify the title using capital initials (except for prepositions and articles). Scientific names in the title should be followed by the descriptor's name (do not mention the year) and by the order and family names in parentheses. Author names should be center-justified below the title using small capital letters; only the first and last names of authors should be written in full. Next, list authors' affiliation including mail and email addresses; call numbers should be used for more than one address. This page is not sent to peer-reviewers, to preserve author identity.

Page 2. Title page. Write the title of the manuscript.

Page 3. Abstract in a second language. For articles submitted in English, the abstract can be in Portuguese or in Spanish. For articles originally in Portuguese or Spanish, the abstract should be in English. The abstract should be easy to understand and not require reference to the body of the article. Only very important results should be presented in the abstract; it must not contain any abbreviations or statistical details. Initials of the original title should be in capital initials (except for prepositions, conjunctions and articles). Below the title type RESUMO, RESUMEN or ABSTRACT followed by a hyphen and the text. The abstract should be one-paragraph long and not exceed 250 words. Skip one line and type PALAVRAS-CHAVE, PALABRAS-CLAVE or KEY WORDS in capital letters.

Type three to five words separated by commas; these words can not be in the title.

Page 4. Abstract. This page contains the abstract in the same language as the article. Abstracts and Resumo must have exactly the same content.

Page 5. Introduction. Do not type the subtitle "Introduction". The introduction should clearly state the problem, the hypothesis, and the objectives of the study. When first mentioned, scientific names should be followed by the descriptor's name (do not mention the year), and by the order and family in parentheses.

Material and Methods. The subtitle "Material and Methods" should be in bold and center-justified. Include all information for replication of the study, including the statistical design used and if appropriate, the statistical program used for data analysis.

Results and Discussion. Center-justify the subtitle "Results and Discussion" or "Results" and "Discussion" separately, using bold face. The conclusions should be stated in the end of Discussion.

Acknowledgement. The subtitle should be in bold and centralized. Acknowledgements should be concise and contain your recognition to people first, and then to affiliations or sponsors.

References. References should be typed in a separate page, in alphabetical order. The author's last names are typed in full and capital initials followed by a period should be used for Christian names; commas separate the names of authors. Next, type the year. The first author is cited by the last name first and then name initials; all others are cited by their name initials first and then last names in full. Use the symbol "&" before citing the last author. Abbreviate the titles of bibliographical sources, starting with capital letters. Use journal acronyms according to BIOSIS Serial Sources (http://csssrrv.entnem.ufl.edu/~pmc/journals/all_journals.htm or <http://www.library.uq.edu.au/faqs/endnote/biosciences.txt>). Abbreviation of Brazilian journal titles must follow each journal requirements. Please avoid citations of dissertations, theses, and extension materials. Do not cite restricted-circulation materials (such as institutional documentation and research reports), monographs, partial research reports, or abstracts of papers presented at scientific meetings. Citation examples for books, book chapters, journal articles, and on-line materials are available at the Neotropical Entomology site.

Tables. Tables and respective titles should be typed in MS Word 97 or other recent programs and uploaded separately, one per page, after the References section. Please number tables consecutively with Arabic numbers followed by a full

stop, in the order they occur in the text. Footnotes must have call numbers. Example of a table title:

Table 1. Mean ($\pm$ SE) duration and survivorship of larvae and pupae of *T. absoluta* fed on leaves of different tomato genotypes. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH: 70% and photophase: 14h.

Figures. Insert the list of figures after the tables. Use the abbreviation "Fig." Figures should be smaller than 500 kb and in JPG (photos) or GIF (graphs or schema). Original or higher resolution figures can be required after manuscript approval. Figure files should be named according to figure numbers. Examples: fig1.gif or fig2.jpg.

Fig. 1. Flutuação populacional de *M. fimbriolata* em São Carlos, SP, 2002 a 2005

In-text citations

Scientific names. Write the scientific names in full, followed by the descriptor's name, when they are mentioned for the first time in the Resumo, Abstract and Introduction. E.g.: *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Use the abbreviated generic name in the rest of the paper, including tables and figures. E.g.: *S. frugiperda*.

References. Please write the author's last name with capital initial, followed by the year of publication (for example, Martins 1998). More than one publication by the same author are chronologically ordered (for example: Martins 1998, Garcia 2002, Gomes 2005). Use "&" for two authors (such as Martins & Gomes 2004). Please use italicized "*et al.*" for more than two authors (as in Garcia *et al.* 2003); for more than two citations of the same author, use a semi-colon between authors (for example.: Garcia 2003; Toledo 2001, 2005).

Tables: Use the word "Table" in full in the text (example: Table 1).

Figures: Use the abbreviation "Fig." in the text (such as Fig. 3).

Scientific Notes. Manuscripts that register trophic occurrences and interactions and new methods for the study of insects can be accepted. Manuscript requirements are the same as for scientific articles but the Introduction, the Material and Methods, and the Results and Discussion sections are written as one paragraph without subtitles. The abstract can have up to 100 words.

Forum. Extensive interpretative or evaluative articles on current topics in Entomology are published in this section. Controversial articles are welcome and must present both the currently accepted and the controversial paradigms or views. Neotropical Entomology and its Editorial Board are not responsible for the opinions expressed in this section.

Printing Costs. SEB members non-resident in Brazil pay US\$ 12.00 (twelve dollars) per printed page, non-members pay US\$ 18.00 (eighteen dollars) per page. Color reproduction should only be included when highly necessary. Authos pay additionally US\$ 35.00 (thirty five dollars) per color page. All articles can be assessed and downloaded free of charge from the Neotropical Entomology and Scielo site (www.scielo.br/ne).

Further information:

Regina Lúcia Sugayama

Editor in Chief

Caixa postal 441 – CEP 95.200-000

Vacaria – RS – Brasil

Fone: 55 54 232 4938 Fax: 55 54 232 0101

regina.sugayama@neotrop.entomol.com.br

www.seb.org.br/neotropical

Instruções aos Autores

Escopo. A Neotropical Entomology publica artigos originais e que representem contribuição significativa para o conhecimento da Entomologia, desde que não estejam publicados ou submetidos a outra revista. Os artigos devem ter caráter científico. Trabalhos de cunho tecnológico como aqueles envolvendo bioensaios de eficiência de métodos de controle de insetos e ácaros de interesse agrícola, médico, veterinário ou florestal não são considerados para publicação. Os manuscritos são analisados por revisores *ad hoc* e a decisão de aceite para publicação pauta-se nas recomendações dos editores adjuntos e revisores *ad hoc*.

Seções. “Controle Biológico”, “Ecologia, Comportamento e Bionomia”, “Sistemática, Morfologia e Fisiologia”, “Proteção de Plantas” e “Saúde Pública”.

Idiomas. Os manuscritos devem estar preferencialmente em inglês, mas são considerados também artigos em português ou espanhol.

Formatos aceitos. São publicados artigos científicos completos, comunicações científicas e revisões (Fórum).

Submissão. Deve ser feita apenas por meio eletrônico através do formulário apropriado, disponível em www.seb.org.br/neotropical

Preparação e formatação do manuscrito. Utilize editor de texto Word 97 ou superior, página A4, com margens de 2,5 cm e linhas e páginas numeradas seqüencialmente ao longo de todo o documento. Utilize fonte Times New Roman tamanho 12 e espaçamento duplo.

Página de rosto. No canto superior direito, deve conter o nome completo e endereço (postal e eletrônico) do autor responsável pelo artigo. O título do artigo deve aparecer no centro da página, com iniciais maiúsculas (exceto preposições e artigos). Nomes científicos no título devem ser seguidos pelo nome do classificador (sem o ano) e pela ordem e família entre parênteses. Abaixo do título e também centralizado, listar os nomes dos autores em maiúsculas pequenas (versalete), usando apenas o primeiro nome e o sobrenome de cada autor por extenso. A seguir, liste as instituições dos autores, com endereço postal e endereço eletrônico, com chamada numérica, quando houver mais de um endereço. Esta página será suprimida pelo Editor Adjunto ao enviar o arquivo eletrônico para os revisores *ad hoc*, resguardando-se a identidade dos autores.

Página 2. Título do artigo.

Página 3. Resumo em idioma alternativo. Artigo em Inglês: Resumo em Português ou Espanhol. Artigo em Português ou Espanhol: Abstract em Inglês. Incluir o título

traduzido, que deve ser grafado com letras minúsculas com apenas as iniciais maiúsculas (exceto preposições, conjunções e artigos). A seguir, escreva RESUMO, RESUMEN ou ABSTRACT, seguido de hífen, continuando com o texto em parágrafo único e, no máximo, 250 palavras. Pule uma linha e mencione o termo PALAVRAS-CHAVE, PALABRAS-CLAVE ou KEY WORDS em maiúsculas. Use de três a cinco termos separados por vírgulas e diferentes das palavras que aparecem no título do trabalho.

Página 4. Resumo no idioma do artigo. A página 4 deve trazer o resumo no mesmo idioma do artigo, sem o título. Os conteúdos do Resumo e do Abstract devem ser exatamente iguais. Siga as instruções para elaboração do segundo resumo (item anterior).

Introdução. Inicia na página 5, sem incluir o subtítulo “Introdução”. Deve contextualizar claramente o problema investigado e trazer a hipótese científica que está sendo testada, bem como os objetivos do trabalho.

Material e Métodos. Centralize o subtítulo “Material e Métodos” com letras em negrito. Apresente informações suficientes para que o trabalho possa ser repetido. Inclua o delineamento estatístico e, se for o caso, o nome do programa utilizado para as análises.

Resultados e Discussão. Centralize o subtítulo “Resultados e Discussão” ou os subtítulos “Resultados” e “Discussão”, com letras em negrito. As conclusões devem estar contidas no texto final da discussão.

Agradecimentos. O subtítulo deve estar em negrito e centralizado. O texto deve ser breve, iniciando pelos agradecimentos a pessoas e depois a instituições ou agências de fomento.

Referências. Iniciar a lista de referências em uma nova página, sob o título **Referências**, dispondo-as em ordem alfabética, usando apenas as iniciais do(s) nome(s) do(s) autor(es) maiúsculas, seguido do ano da referência. Cite apenas o número do volume (sem o número do fascículo). Use vírgulas para separar os nomes dos autores. Cite o primeiro autor pelo sobrenome seguido das iniciais dos nomes. Do segundo autor em diante, use primeiro as iniciais do nome e após o sobrenome por extenso. Use o símbolo “&” antes de citar o último autor. Abrevie os títulos das fontes bibliográficas, sempre iniciando com letras maiúsculas. Utilize as abreviaturas de periódicos de acordo com o BIOSIS Serial Sources (http://csssrrv.entnem.ufl.edu/~pmc/journals/all_journals.htm ou <http://www.library.uq.edu.au/faqs/endnote/biosciences.txt>). Os títulos nacionais deverão ser

abreviados conforme indicado no respectivo periódico. Evite citar dissertações, teses, revistas de divulgação. Não cite documentos de circulação restrita (boletins internos, relatórios de pesquisa, etc), monografias, pesquisa em andamento e resumos de encontros científicos. Exemplos de citação de artigo, livro, capítulo de livro e página de internet estão disponíveis no site da revista.

Tabelas. Devem ser elaboradas em Word 97 ou superior, incluindo o título. Devem ser inseridas no texto após as Referências. Coloque uma tabela por página, numerada com algarismo arábico seguido de ponto final. As notas de rodapé devem ter chamada numérica. Por exemplo:

Table 1. Mean ($\pm$ SE) duration and survivorship of larvae and pupae of *T. absoluta* fed on leaves of different tomato genotypes. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH: 70% and photophase: 14h.

Figuras. Após as tabelas, coloque a lista de legendas das figuras. Use a abreviação Fig.. As figuras devem estar no formato jpg (fotos) ou gif (gráficos e esquemas) e com tamanho inferior a 500 kb. As figuras originais ou com maior resolução poderão ser solicitadas após o aceite. Devem ser enviadas em arquivos individuais e nomeadas com segundo o número da figura. Exemplos: fig1.gif, fig2.jpg.

Fig. 1. Flutuação populacional de *M. fimbriolata* em São Carlos, SP, 2002 a 2005.

Citações no texto

Nomes científicos: Escreva o(s) nome(s) científico(s) por extenso, seguido do autor descritor, quando mencionados pela primeira vez no Resumo, Abstract e na Introdução. Ex.: *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). No restante do trabalho e nas legendas das figuras e cabeçalhos das tabelas, use o nome genérico abreviado. Ex.: *S. frugiperda*.

Fontes de consulta: As referências no texto devem ser mencionadas com o sobrenome do autor, com a inicial maiúscula seguido pelo ano da publicação (ex.: Martins 1998). No caso de mais de uma publicação, ordená-las pelo ano de publicação (ex.: Martins 1998, Garcia 2002, Gomes 2005). Para dois autores, use o símbolo "&" (ex.:

Martins & Gomes 2004). Para mais de dois autores, utilize "et al." (em itálico) (ex.: Garcia et al. 2003); para duas ou mais citações do mesmo autor, use ponto e vírgula entre os autores (ex.: Garcia 2003; Toledo 2001, 2005).

Tabelas: No texto, use a palavra por extenso (ex.: Tabela 1).

Figuras: No texto, use a palavra abreviada (ex.: Fig. 1).

Comunicações científicas. Registros de ocorrência e interações tróficas e novos métodos para estudo de insetos são considerados para publicação como comunicação científica. As instruções são as mesmas dos artigos completos. Entretanto, a Introdução, Material e Métodos e Resultados e Discussão devem ser escritos em texto corrido, sem subtítulos. O resumo deve ter até 100 palavras.

Revisões (Fórum). Revisões extensivas ou artigos sobre tópicos atuais em Entomologia são publicados nesta seção. Artigos controversos são bem-vindos, porém o texto deve explicitar as opiniões controversas e referir a versão comumente aceita. A Neotropical Entomology e o Corpo Editorial não se responsabilizam pelas opiniões emitidas nesta seção.

Taxas de impressão. Será cobrada a taxa de R\$ 25, (vinte e cinco reais) por página impressa para sócios SEB com anuidade em dia e R\$ 35,00 (trinta e cinco reais) para não sócios. Figuras coloridas devem ser inseridas quando estritamente necessárias e serão cobradas R\$ 80,00 (oitenta reais) adicionais por página colorida. Não serão fornecidas separatas. Os artigos estarão disponíveis para consulta e download gratuito no site da revista e da Scielo (www.scielo.br/ne).

Informações

Regina Lúcia Sugayama/ Editora Chefe
Caixa postal 441 – CEP 95.200-000
Vacaria – RS – Brasil
Fone: 55 54 232 4938 Fax: 55 54 232 0101
regina.sugayama@neotrop.entomol.com.br
www.seb.org.br/neotropical