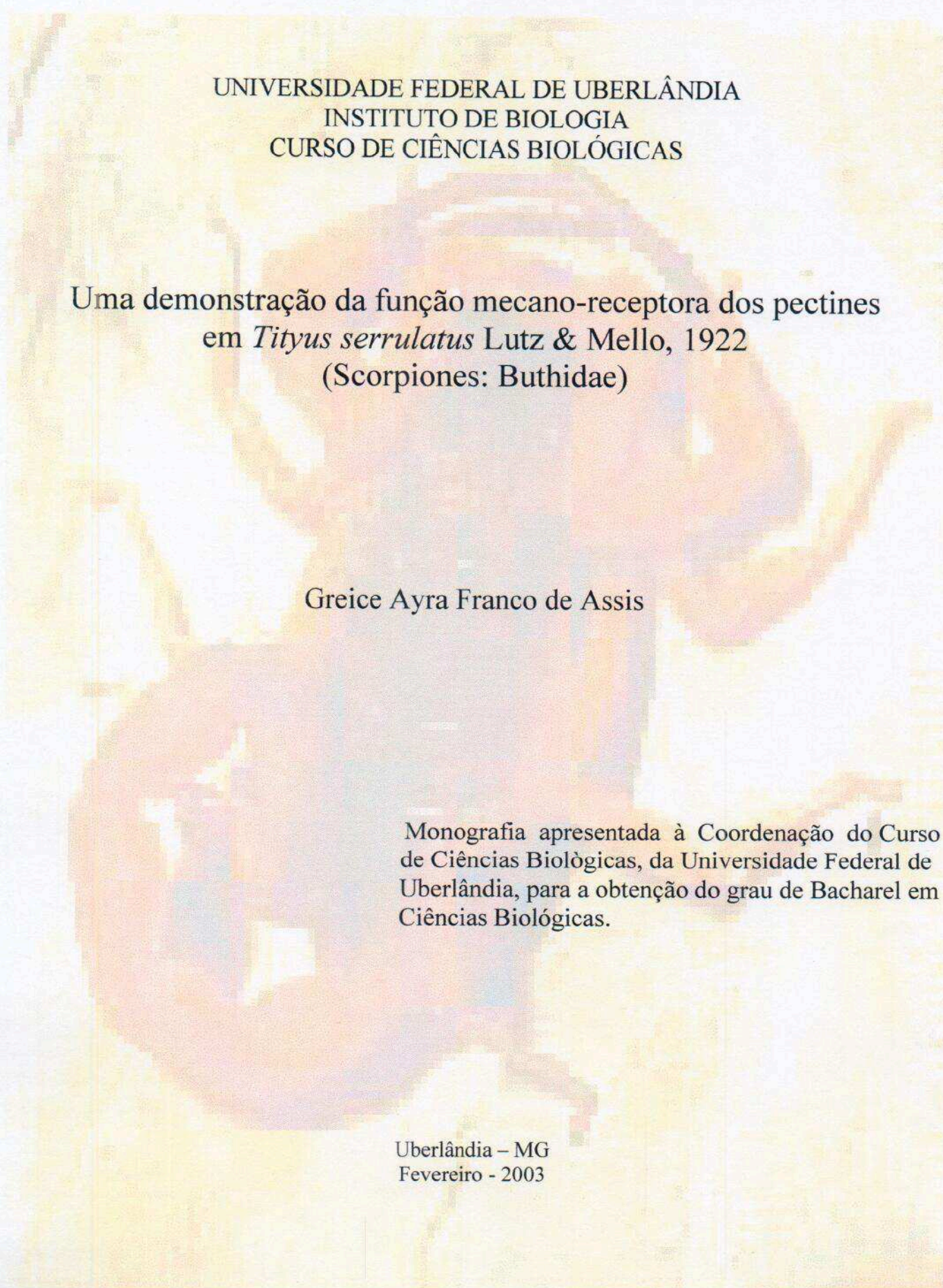




UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Uma demonstração da função mecano-receptora dos pectines
em *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922
(Scorpiones: Buthidae)

Greice Ayra Franco de Assis

Monografia apresentada à Coordenação do Curso
de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG
Fevereiro - 2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Uma demonstração da função mecano-receptora dos pectines
em *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922
(Scorpiones: Buthidae)

Greice Ayra Franco de Assis

Prof. Dr. Kleber Del-Claro
(Orientador)

Monografia apresentada à Coordenação do Curso
de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de
Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

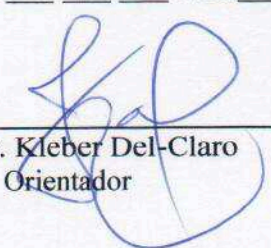
Uberlândia – MG
Fevereiro - 2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Uma demonstração da função mecano-receptora dos pectines
em *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922
(Scorpiones: Buthidae)

Greice Ayra Franco de Assis

Aprovado Pela Banca Examinadora em ____/____/____ Nota ____



Prof. Dr. Kleber Del-Claro
Orientador

Prof. Dr. Oswaldo Marçal Júnior
Biólogo Examinador

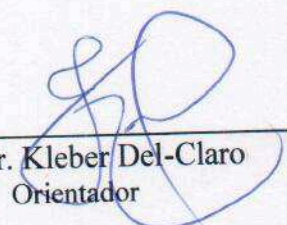
Prof. Dr. José Fernando Pinese
Biólogo Examinador

Uberlândia ____ de ____ de 20 ____.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Uma demonstração da função mecano-receptora dos pectines
em *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922
(Scorpiones: Buthidae)

Greice Ayra Franco de Assis



Prof. Dr. Kleber Del-Claro
Orientador

Homologado pela coordenação do Curso
de Ciências Biológicas em ____/____/____.

Prof.^a Dr.^a Ana Angélica A. Barbosa
Coordenadora

Uberlândia – MG
Fevereiro - 2003



(*Tityus serrulatus*. Fotografia de Greice Ayra Franco de Assis).

Esta monografia foi escrita na forma de artigo científico
sob as normas de publicação da revista *Journal of*
Arachnology, revisado em Maio de 2002 (vide apêndice).

UMA DEMONSTRAÇÃO DA FUNÇÃO MECANO-RECEPTORA DOS PECTINES EM *TITYUS SERRULATUS* LUTZ & MELLO, 1922 (SCORPIONES:BUTHIDAE).

Kleber Del-Claro¹, Greice Ayra Franco de Assis & Marina Farcic Mineo: ¹Instituto de Biologia, Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações, Universidade Federal de Uberlândia. Cx.P. 593, Uberlândia, MG, 38400-902, Brasil.
Telefax: 034-2182243 / delclaro@ufu.br

RESUMO. Neste estudo, investigamos a função mecano-receptora dos pectines em *Tityus serrulatus* (Buthidae), um escorpião comum no sudeste do Brasil. Duas séries de experimentos foram conduzidas sob condições de laboratório, com escorpiões portando pectines (controle) e outros que tiveram essa estrutura removida (tratamento). No primeiro experimento, presas foram oferecidas para os dois grupos experimentais e as respostas comportamentais foram registradas. Na segunda série de experimentos, os dois grupos de animais foram testados através de vibrações no substrato produzidas pelos observadores e monitoradas por instrumentos mecânicos. O grupo dos escorpiões com pectines tiveram um êxito significativamente maior na captura da presa do que o grupo tratamento. Os resultados sugerem que os pectines no *T. serrulatus* respondem excepcionalmente bem às vibrações nos substratos, e têm uma função orientadora neste escorpião.

Palavras-chaves: Escorpiões, pectines, *Tityus serrulatus*, função mecano-receptora, sistema sensorial.

O sistema sensorial dos escorpiões tem sido o interesse principal de vários estudos, (Cloudsley-Thompson 1955; Abushama 1964; Fleissner 1977a, 1977b; Foelix & Schabronath 1983; Brownell & Polis 2001 e suas referências) com grande ênfase nos pectines. Esses, são estruturas sensoriais do tipo pente, únicos nos escorpiões (Hjelle, 1990). Embora observações preliminares sugerem que as principais funções dos pectines seriam detectar a vibração do solo (Cloudsley-Thompson 1955), alguns autores sugeriram que elas são usadas primariamente para detectar substratos arenosos e áreas preferenciais para a deposição de espermátóforos (Carthy 1968; Harrington & Root 1983), ou como receptor de umidade (Abushama 1964). Estudos morfo-anômicos confirmam a idéia de que os pectines podem ter tanto a função quimio-receptora quanto a mecano-receptora (Ivanov & Balashov 1979; Foelix & Müller-Vorholt 1983; Brownell 2001).

De acordo com discussões mais recentes sobre o sistema neural dos escorpiões, “ há mais especulação teórica do que dados convincentes e fortes para a maioria das funções pectinais sugeridas” (Root 1990; Brownell & Polis 2001). Há também uma forte sugestão de que informações convincentes seriam melhor adquiridas através de uma combinação de estudos fisiológicos e comportamentais bem monitorados (Root 1990). No presente estudo, conduzimos uma série de experimentos laboratoriais monitorados para demonstrar a função mecano-receptora dos pectines no escorpião *Tityus serrulatus*, um Buthidae comum no sudeste do Brasil.

Quarenta fêmeas adultas, medindo $5,01 \pm 0,23$ cm ($\bar{X} \pm 1SD$) do escorpião partenogênético *T. serrulatus* foram coletadas em áreas urbanas de Uberlândia (18°57'Sul – 48°12'Oeste), estado de Minas Gerais, entre Maio de 2001 e Fevereiro de 2002. Transferimos os animais para o Laboratório de Ecologia

Comportamental e de Interações da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e os mantivemos sob condições controladas (18-22° C, 65% de umidade, 12 horas de luz). Os animais foram alimentados uma vez por semana com baratas adultas vivas. O material testemunho foi depositado no Museu da Biodiversidade do Cerrado (MBC – UFU) e no Museu de Zoologia da USP (MZSP).

No primeiro experimento, classificamos 20 animais em grupo controle ($n = 10$) ou grupo tratamento ($n = 10$), aleatoriamente. Os animais foram alimentados com uma barata adulta e no dia seguinte os pectines foram removidos no grupo tratamento. Manipulamos os indivíduos do grupo controle, para causar um estresse semelhante ao dos animais do grupo tratamento, mas seus pectines não foram removidos. A seguir, os escorpiões foram mantidos por sete dias em condições laboratoriais, recebendo apenas água. No oitavo dia, foi oferecido a cada escorpião uma barata adulta ($5,21 \pm 0,33$ cm de comprimento; $\bar{X} \pm 1$ SD; $n = 10$) e observamos cada indivíduo por uma hora (sentido *ad libitum*, Altmann 1974) e registramos seus comportamentos predatórios tais como: ferrear a presa, capturar a presa com o pedipalpo quelado, e iniciar o consumo da barata.

No segundo experimento, outros 20 escorpiões foram divididos em grupo controle ($n = 10$, com pectines) e grupo tratamento ($n = 10$, pectines removidos), de acordo com os mesmos procedimentos da etapa anterior. Esta nova série de experimentos foi conduzida com o auxílio do Instituto de Engenharia Mecânica, Laboratório de Sistemas Mecânicos (LSM) na UFU. O LSM preparou uma caixa plástica (28 x 14 cm) acoplada a um acelerômetro (sensibilidade referencial a 50 Hz x 100 m.s⁻²) conectado a um multímetro digital (referências em m/s), que registraram todas as vibrações produzidas no substrato. Os animais foram testados na caixa um por um, alternando entre os grupos controle e tratamento, para avaliar suas reações a um estímulo vibratório provocado através da arranhadura no substrato da caixa com auxílio e uma pinça. O estímulo foi sempre produzido frontalmente a cada escorpião a uma distância de 1 cm de seu prosoma, com uma intensidade de 0,1 até 1,8 m/s. Entre cada teste a caixa foi limpa para remover possíveis odores ou substâncias químicas deixadas pelos animais testados previamente. Uma barata adulta caminhando na caixa produziu uma vibração no substrato de aproximadamente 0,47 m/s.

Os resultados do primeiro experimento demonstraram que os escorpiões portando pectines (controle) reagiram imediatamente (menos de 10s) à presença da presa, atacando, ferreando, e comendo a presa em nove de 10 casos. Esses indivíduos foram capazes de ferrear a presa na primeira ou na segunda tentativa. Somente um escorpião não atacou a presa.

Por outro lado, no grupo tratamento, somente um escorpião foi capaz de detectar e dominar a presa. Este animal levou um tempo consideravelmente maior (43 minutos) em relação ao grupo controle para detectar e

ferir a presa com o télson. Os outros indivíduos, apesar de perceberem que a presa estava próxima, tentaram sem sucesso ferroar as baratas. Estes escorpiões (grupo tratamento) aparentemente estavam desorientados, moveram o télson, dando sucessivas ferroadas ao acaso em relação à presa. O único que capturou a barata com sucesso, o conseguiu através das pinças de seus pedipalpos e apenas depois ferroou a presa.

Os resultados da segunda série de experimentos mostraram que todos os escorpiões portando pectines (controle) reagiram às vibrações do solo a partir de 0,1 m/s. O estímulo inicial foi percebido por uma mudança na postura, com a elevação do télson que ocorreu a aproximadamente 0,28 m/s ($0,28 \pm 0,15$ m/s, $\bar{X} \pm 1SD$). Quando o estímulo alcançou aproximadamente 0,4 m/s ($0,42 \pm 0,07$ m/s, $\bar{X} \pm 1SD$), os animais apresentaram uma postura de ataque direcionando o télson para a pinça. Três animais atacaram a pinça quando o estímulo estava além de 0,6 m/s. Os escorpiões do grupo tratamento não reagiram, nem se moveram ou tentaram ferroar ou capturar a pinça com os pedipalpos, nem mesmo na vibração máxima do substrato produzida, a 1,8 m/s.

Nós também observamos *T. serrulatus* usando seus pectines como braços durante o parto. Dependentemente das pressões evolucionárias geradas por uma interação entre uma espécie e seu meio, as conseqüências desta relação poderiam ser responsáveis por uma função mais ou menos intensa dos pectines na detecção de vibrações no substrato.

A primeira abordagem experimental sobre as funções dos pectines no escorpião foi realizada por Cloudsley-Thompson (1955). Ele cobriu os pectines de *Androctonus australis* Linnaeus, 1758 com parafina e demonstrou que houve diminuição das respostas às vibrações do solo por parte destes animais. Para a mesma espécie, a amputação dos pectines anulou esta resposta (Cloudsley-Thompson 1955). Foelix & Muller-Vorholt (1983) mostraram que os pectines têm ambas as funções quimio-receptora e mecano-receptora. Em um outro estudo conduzido com *Leiurus quinquestriatus* Ehrenberg, 1828; entretanto, indivíduos com os pectines removidos continuaram respondendo às vibrações do solo, o que sugere que outras estruturas, tais como o sensillum basitarsal e os pêlos tarsais, podem também mediar a sensibilidade à vibração (Carthy 1968, ver também Brownell & Polis 2001). Observações de campo e laboratoriais do escorpião do deserto, *Paruroctonus mesaensis* Stahnke, 1957, demonstraram que os indivíduos não responderam aos estímulos visuais próximos ou vibrações sonoras produzidas por presas em potencial, mas eles são excepcionalmente capazes de responder às vibrações no substrato até meio metro de distância (Brownell & Farley 1979 a, b, c). Neste caso, dois diferentes receptores nas pernas estavam respondendo às vibrações no substrato: os pêlos tarsais e sensillum basitarsais (Brownell & Farley 1979 a; ver também Brownell, 2001).

Nossos experimentos conduzidos com *Tityus serrulatus* corroboram a idéia de que os pectines têm uma importante função mecano-receptora, especialmente na detecção das vibrações do solo. O estudo também demonstrou, pela primeira vez, que os pectines têm um papel crucial na detecção da presa. Os indivíduos sem pectines foram ineficientes em detectar e dominar a presa. Entretanto, os pectines podem ter funções adicionais (Root 1990; Hjelle 1990; Polis 1990).

Uma outra consideração é a de que a sensibilidade às vibrações do substrato pode ter envolvimento não somente como uma resposta à otimização da captura da presa, mas também com uma adaptação que permita uma melhor fuga dos predadores.

Agradecimentos

Agradecemos a Alfredo Peretti, Glauco Machado e Gustavo Q. Homero, por seus comentários prévios do manuscrito. Em especial agradecemos à Regina Macedo por melhorar a versão em inglês. KDC agradece ao Conselho Brasileiro de Pesquisa, CNPq (PQ – 522168/95 – 7) e também a Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais, Fapemig pela ajuda financeira. Os autores também agradecem ao Instituto de Biologia UFU, ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais UFU, ao Centro de Controle de Zoonoses de Ituiutaba - MG e ao Dr. Marcos Antônio Viana Duarte do Laboratório de Sistemas Mecânicos da UFU, por ter fornecido condições para os experimentos laboratoriais. Aos Professores do Instituto de Biologia UFU: Dr. Oswaldo Marçal Júnior e Dr. José Fernando Pinese por compor a banca examinadora do presente trabalho. Às companheiras de trabalho Carla e Marina por auxiliarem nos momentos difíceis e por serem grandes companheiras.

Referência Literária

- Abushama, F. T. 1964: On behavior and sensory physiology of scorpion *Leiurus quinquestriatus* (H & E). Anim. Behav. 12(1): 140-153.
- Alcock, J. 1997: Animal behavior, on evolutionary approach. Sunderland, Sinavier Associates.
- Altmann, J. 1974: Observational study of behavior: Sampling methods. Behavior 49: 227-265.
- Brownell, P. & R.D. Farley. 1979: Prey localizing behavior of the nocturnal desert scorpion, *Paruroctonus mesaensis*: orientation to substrate vibrations. Anim. Behav. 27: 185-193.
- Brownell, P. & R.D. Farley. 1979: Orientation to vibrations in sand by the nocturnal scorpion, *Paruroctonus mesaensis*: mechanism of target localization, J. Comp. Physiol. 131: 31-38.
- Brownell, P. & G. A. Polis. 2001: Scorpion Biology and research. 1st ed. Oxford University Press, 448pp.
- Brownell, P.H. 2001. Sensory ecology and orientation behaviors. In Brownell, P.H. & Polis, G. A. (eds.): Scorpion Biology and research. 1st ed. Oxford University Press, 448pp.
- Carthy, J. D. & G. E. Newell. 1968: Invertebrate receptors, symposia of the zoological society of London. # 23. 1st ed. London: Academic Press.
- Cloudsley-Thompson, J. L. 1955: On the function of the pectines of scorpions. Ann. Mag. nat. Hist. (12) 8: 556-560.
- Fleissner, R.G. 1977: Entrainment of the scorpion's circadian rhythm via the median eyes. J. Comp. Physiol. 118: 93-99.
- Fleissner, R. G. 1997: The absolute sensitivity of the median and lateral eyes of the scorpion *Androctonus australis* L. (Buthidae: Scorpiones). J. Comp. Physiol. 118: 109-120.
- Foelix, R. F. & J. Schabronath. 1983: The fine structure of scorpion sensory organs. I. Tarsal sensilla. Bull. Br. arachnol. Soc. 6(2): 53-67.
- Foelix, R. F. & G. Müller-Vorholt. 1983: The fine structure of scorpion sensory organs. II. Pecten sensilla. Bull. Br. arachnol. Soc. 6 (2): 68-74.
- Gaffin, D. & G. A. Polis. 2001. Chemosensory behavior and Physiology. In Brownell, P.H. & Polis, G. A. (eds.): Scorpion Biology and research. 1st ed. Oxford University Press, 448pp.
- Ivanov, V. P. & Yu. S. Balashov. 1979: The structural and functional organization of the pectine in a scorpion *Buthus eupeus* Kock (Scorpiones: Buthidae) studied by the electron microscopy (In Russian); Trudy. zool. Inst. Leningr. 85: 73-87.
- Krebs, J. & N. Davies. 1993: An introduction to behavioral ecology. Oxford, Blackwell.

- McCormick, & G. A. Polis. 1990: Prey, Predators, Parasites. *In*: G. A. Polis (ed). The biology of scorpions. Stanford, CA: Stanford University Press: 317-320.
- Polis, G. A. 1990: Ecology. *In*: G. A. Polis (ed). The biology of scorpions. Stanford, CA: Stanford University Press: 260-263.
- Polis, G. A. & W. D. Sissom. 1990: Life history. *In*: G. A. Polis (ed). The biology of scorpions. Stanford, CA: Stanford University Press: 161-223.
- Root, T. M. 1990: Neurobiology. *In*: G. A. Polis (ed). The biology of scorpions. Stanford, CA: Stanford University Press: 341-413

Apêndice

Instructions to Authors Submitting Articles to the Journal of Arachnology

(instructions last revised May 2002)

General: Manuscripts are accepted in English only. Authors whose primary language is not English may consult the editors for assistance in obtaining help with manuscript preparation. All manuscripts should be prepared in general accordance with the current edition of the Council of Biological Editors Style Manual unless instructed otherwise below. Authors are advised to consult a recent issue of the Journal of Arachnology for additional points of style. Manuscripts longer than three printed journal pages should be prepared as Feature Articles, shorter papers as Short Communications.

Submission: Send four identical copies of the typed material together with copies of illustrations to the Managing Editor of the Journal of Arachnology:

Paula E. Cushing, Managing Editor

Denver Museum of Nature and Science
Zoology Department
2001 Colorado Blvd.
Denver, CO 80205-5798 USA

Telephone: (303) 370-6442; **FAX:** (303) 331-6492

E-mail: PCushing@dmns.org or PECushing@juno.com

The Managing Editor will forward your manuscript to one of the Subject Editors for the review process. You will receive correspondence acknowledging the receipt of your manuscript from the responsible Subject Editor or the Managing Editor, with the manuscript number of your manuscript. Please use this number in all correspondence regarding your manuscript. Correspondence relating to manuscripts should be directed to the Managing Editor or the appropriate Subject Editor. After the manuscript has been accepted, the author will be asked to submit the manuscript on a PC computer disc in a widely-used word processing program. The file also should be saved as a text file. Indicate clearly on the computer disc the word processing program used.

Voucher Specimens: Voucher specimens of species used in scientific research should be deposited in a recognized scientific institution. All type material must be deposited in a recognized collection/institution.

FEATURE ARTICLES

Title page -The title page will include the complete name, address, and telephone number of the author with whom proofs and correspondence should be exchanged, a FAX number and electronic mail address if available, the title in capital letters, and each author's name and address, and the running head (see below).

Abstract -The heading in capital letters should be placed at the the beginning of the first paragraph set off by a period. A second abstract, in a language pertinent to the nationality of the author(s) or geographic region(s) emphasized, may be included.

Keywords - Give 3-5 appropriate keywords following the abstract.

Text -Double-space text, tables, legends, etc. throughout. Three levels of heads are used.

- The first level (METHODS, RESULTS, etc.) is typed in capitals and on a separate line.
- The second level head begins a paragraph with an indent and is separated from the text by a period and a dash.
- The third level may or may not begin a paragraph but is italicized and separated from the text by a colon.

Use only the metric system unless quoting text or referencing collection data. All decimal fractions are indicated by the period (e.g., -0.123).

Citation of references in the text: Cite only papers already published or in press. Include within parentheses the surname of the author followed by the date of publication. A comma separates multiple citations by the same author(s) and a semicolon separates citations by different authors, e.g., (Smith 1970), (Jones 1988; Smith 1993), (Smith 1986, 1987; Smith & Jones 1989; Jones et al. 1990). Include a letter of permission from any person who is cited as providing unpublished data in the form of a personal communication.

Citation of taxa in text: Please include the complete taxonomic citation for each arachnid taxon when it appears first in the paper. For Araneae, this taxonomic information can be found on-line at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/INTRO2.html>. For example, *Araneus diadematus* Clerck 1757.

Literature cited section -Use the following style and include the full unabbreviated journal title.

Lombardi, S. J. & D. L. Kaplan. 1990. The amino acid composition of major ampullate gland silk (dragline) of *Nephila clavipes* (Araneae, Tetragnathidae). *Journal of Arachnology* 18:297-306.

Kraft, B. 1982. The significance and complexity of communication in spiders. Pp. 15-66, *In* Spider Communications: Mechanisms and Ecological Significance. (P. N. Witt & J. S. Rovner, eds.). Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Footnotes -Footnotes are permitted only on the first printed page to indicate current address or other information concerning the author. All footnotes are placed together on a separate manuscript page. Tables and figures may not have footnotes.

Running head -The author's surname(s) and an abbreviated title should be typed all in capital letters and must not exceed 60 characters and spaces. The running head should be placed near the top of the title page.

Taxonomic articles -Consult a recent taxonomic article in the *Journal of Arachnology* for style or contact the Subject Editor for Systematics. Papers containing the original taxonomic description of the focal arachnid taxon should be given in the Literature Cited section.

Tables -Each table, with the legend above, should be placed on a separate manuscript page. Only horizontal lines (usually three) should be included. Tables may not have footnotes; instead, include all information in the legend. Make notations in the text margins to indicate the preferred location of tables in the printed text.

Illustrations -Original illustrations should not be sent until the article is accepted for publication. Address all questions concerning illustrations to the **Editor** of the *Journal of Arachnology*:

Dan Mott Editor-In-Chief
Lincoln Land Community College
5250 Shepherd Road
PO Box 19256
Springfield, IL 62794-9256 USA

Telephone (217) 786-2384
FAX: (217) 786-2251
E-mail: dan.mott@llcc.cc.il.us

All art work must be camera-ready - i.e., mounted and labeled - for reproduction. Figures should be arranged so that they fit (vertically and horizontally) the printed journal page, either one column or two columns, with a minimum of wasted space. When reductions are to be made by the printer, pay particular attention to width of lines and size of lettering in line drawings. Multiple photos assembled on a single plate should be mounted with only a minimum of space separating them. In the case of multiple illustrations mounted together, each illustration must be numbered sequentially rather than given an alphabetic sequence. Written on the back should be the name(s) of author(s) and an indication of top edge. Indicate whether the illustration should be one column or two columns in width. The overall dimensions should be no more than 11 inches (28 cm) x 14 inches (36 cm). Larger drawings present greater difficulty in shipping and greater risks of damage for which the *Journal of Arachnology* assumes no responsibility. In manuscripts for review, photocopies should be included, and should be reduced to the exact measurements that the author wants to appear in the final publication. Make notations in the text margins to indicate the preferred position of illustrations in the printed text. Color plates can be printed, but the author must assume the full cost, currently about \$600 per color plate.

Legends for illustrations should be placed together on the same page(s) and separate from the illustrations. Each plate must have only one legend, as indicated below:

Figures 1-4. *A-us x-us*, male from Timbuktu. 1, Left leg; 2, Right chelicera; 3, Dorsal aspect of genitalia; 4, Ventral aspect of abdomen.

Figures 27-34. -Right chelicerae of species of *A-us* from Timbuktu. 27, 29, 31, 33, Dorsal views; 28, 30, 32, 34, Prolateral views of moveable finger; 27, 28, *Aus x-us*, holotype male; 33, 34, *A-us y-us*, male. Scale = 1.0 mm.

Assemble manuscript for mailing. Assemble the separate sections or pages in the following sequence; title page, abstract, text, footnotes, tables with legends, figure legends, figures.

Page charges, proofs and reprints. There are no page charges, but the author will be charged for changes made in the proof pages. Reprints are available only from the Allen Press and should be ordered when the author receives the proof pages. Allen Press will not accept reprint orders after the paper is published. For the present at least, the *Journal of Arachnology* also is published on-line by the Society and by BioOne. Therefore, you can download the PDF version of your article from either this website or, if your institution is a member, from the BioOne site. You may distribute such electronic reprints as you wish.

SHORT COMMUNICATIONS

Short Communications are usually limited in length to three journal pages, including tables and figures. They will be printed in a smaller (10 point) typeface. The format for these is less constrained than for feature articles: the text must still have a logical flow, but formal headings, except Abstract, are omitted and other deviations from standard article format can be permitted when warranted by the material being covered. Short Communications must include an Abstract.

Journal of Arachnology, On-Line

last modified 5 / 15 / 2002

