

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/271666555>

Comportements de communication de la cochenille néotropicale *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky 1957) (Pseudococcidae: Rhizoecinae) avec sa fourmi symbiote *Acropyga fuhrmanni* (Fore...

Article in *Annales- Societe Entomologique de France* · January 2008

DOI: 10.1080/00379271.2008.10697582

CITATION

1

READS

107

4 authors:



Jacques H C Delabie

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

500 PUBLICATIONS 6,414 CITATIONS

SEE PROFILE

José Eduardo Serrão

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

629 PUBLICATIONS 5,649 CITATIONS

SEE PROFILE



Cléa S. F. Mariano

Universidade Estadual de Santa Cruz

60 PUBLICATIONS 540 CITATIONS

SEE PROFILE



Matile Ferrero Daniele

Muséum National d'Histoire Naturelle

46 PUBLICATIONS 259 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Distribution and diversity patterns of ants in different biomes of the state of Bahia, Brazil [View project](#)



Comportamento reprodutivo e morfofisiologia em *Plebeia lucii* [View project](#)

Comportements de communication de la cochenille néotropicale *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky 1957) (Pseudococcidae : Rhizoecinae) avec sa fourmi symbiote *Acropyga fuhrmanni* (Forel 1914) (Formicidae : Formicinae)

JACQUES HUBERT CHARLES DELABIE⁽¹⁾, JOSÉ EDUARDO SERRÃO⁽²⁾,
CLÉA DOS SANTOS FERREIRA MARIANO⁽¹⁾ & DANIELÈ MATILE-FERRERO⁽³⁾

⁽¹⁾ UPA Laboratório de Mirmecologia, Convênio CEPLAC/UESC, Centro de Pesquisas do Cacau, C.P. 7, 45600-000 Itabuna, BA, Brésil

⁽²⁾ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, 36570-000, Viçosa, MG, Brésil

⁽³⁾ Laboratoire d'Entomologie, Museum National d'Histoire Naturelle, 45 rue Buffon, F-75005 Paris, France

Abstract. Communication behaviors of the Neotropical mealybug *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky 1957) (Pseudococcidae: Rhizoecinae) with its symbiotic ant *Acropyga fuhrmanni* (Forel 1914) (Formicidae: Formicinae). We present several elements of the communication behavior of *Neochavesia caldasiae* (Pseudococcidae, Rhizoecinae) with its host ant *Acropyga fuhrmanni*. These insects live in symbiosis on the cocoa tree roots at Bahia, Brazil. The mealybug antennae are used as a communication organ between the two organisms, aiming to recruit the ant to be sheltered or carried to another gallery of the nest. We describe the "appeasement boxing": the mealybug boxes the ant with its abdominal apex when it is hustled by the ant, aiming this one far from its safe place on the root.

Résumé. Nous présentons différents éléments du comportement de communication du Pseudococcidae Rhizoecinae *Neochavesia caldasiae* avec sa fourmi-hôte *Acropyga fuhrmanni*, insectes qui vivent en symbiose dans la rhizosphère des cacaoyers de Bahia, Brésil. La cochenille utilise ses antennes comme organes de communication afin de recruter la fourmi pour être transportée à l'abri ou dans une autre galerie du nid. Nous décrivons aussi la «gifle d'apaisement» donnée par la cochenille à la fourmi au moyen de son extrémité abdominale quand elle est bousculée par cette dernière, afin de la maintenir à l'écart de sa position assurée sur la racine.

Keywords: Behaviour, rhizosphere, communication, antenna, Neotropical Region.

La cochenille *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky 1957) (Coccoidea : Pseudococcidae : Rhizoecinae : Xenococcini) est connue de Colombie, Trinité et Brésil (Balachowsky 1957 ; Beardsley 1970 ; Williams & Granara de Willink 1992; Johnson *et al.* 2001 ; Williams 2004). Les insectes de ce genre vivent en symbiose avec différentes espèces de fourmis du genre *Acropyga* Roger 1862 (Formicidae : Formicinae : Plagiolepidini) qui les installent sur les racines superficielles de diverses espèces de plantes où elles les élèvent (Delabie *et al.* 1991 ; Williams 1998, 2004 ; Johnson *et al.* 2001 ; LaPolla *et al.* 2002 ; LaPolla 2004). Cette relation serait le produit d'un processus coévolutif datant au moins du Miocène (Johnson *et al.* 2001), ou même du Crétacé (LaPolla 2004). Durant leur vol nuptial, les gynés de fourmis emmènent systématiquement dans leurs mandibules une femelle féconde de cochenille prise dans la fourmilière maternelle (Flanders 1957; Eberhard 1978;

Prins 1982; Campos & Morais 1986; Buschinger *et al.* 1987 ; Johnson *et al.* 2001 ; LaPolla 2004 ; Smith *et al.* 2007). Ce phénomène, qui apparaît par convergence chez quelques autres fourmis associées à des Hemiptera Sternorrhyncha (voir Delabie 2001) a été récemment baptisé trophophorèse (LaPolla *et al.* 2002). Les six espèces de *Neochavesia* Williams & Granara de Willink 1992, ainsi que celles de deux autres genres de la tribu Xenococcini Tang *Eumyrmococcus* Silvestri 1926 et *Xenococcus* Silvestri 1924 présents dans d'autres régions biogéographiques, vivent toutes associées à des *Acropyga* (Williams 1998). Ces Pseudococcidae ont un corps scorpioniforme, d'aspect aberrant par rapport aux autres Coccoidea (Williams 1998, 2004). Cette forme correspond à une adaptation morphologique facilitant leur manipulation et leur transport par les fourmis, et que l'on retrouve, par convergence adaptative, chez quelques autres insectes myrmécophiles, comme par exemple, chez *Hippeococcus* sp. (Pseudococcidae) associé à *Dolichoderus gibbifer* Emery 1887 (Hölldobler & Wilson 1990) ou *Pseudodydorus linsenmairi* Kistner 2003 (Staphylinidae) associé à *Dorylus laevigatus* Smith 1878 (Kistner *et al.* 2003).

E-mail: jacques.delabie@gmail.com, camponotu@hotmail.com,

jeserrao@ufv.br, dmatile@cimrsl.mnhn.fr

Accepté le 29 mai 2008

Les fourmis utilisent le miellat produit par les cochenilles et se nourrissent sans doute des insectes eux-mêmes (Delabie *et al.* 1991; Delabie 2001). *Neochavesia caldasiae* vit associée à la fourmi *Acropyga exsanguis* (Wheeler 1909) (= *Acropyga robae* Donisthorpe 1936) sur les racines de caféiers et cacaotiers en Colombie et Trinité et associée à *Acropyga fuhrmanni* (Forel 1914) (= *Acropyga berwicki* Wheeler 1935) sur les racines de cacaotiers et d'autres plantes dans le sud-est de Bahia, au Brésil (Encarnação *et al.* 1993 ; Williams 1998, 2004 ; Delabie 2001 ; LaPolla 2004).

Nous présentons ci-dessous quelques éléments du comportement de communication de *N. caldasiae* avec sa fourmi-hôte *A. fuhrmanni*. Ces insectes sont rencontrés en abondance dans les champs de cacaotiers à Bahia, et cette étude fait partie d'un ensemble de travaux sur la cochenille qui intègrent des éléments d'écologie, comportement, cytogénétique et histologie (Delabie 2001 ; Delabie *et al.* 2004 et non publié).

Matériel et Méthodes

Les colonies complètes d'*A. fuhrmanni* consistaient en des nids matures établis dans la rhizosphère de cacaoyers *Theobroma cacao* L. (Malvaceae). Ces colonies sont généralement polygynes, comptant toujours au moins plusieurs dizaines d'ouvrières avec au moins un nombre égal d'immatures et plus rarement quelques mâles, ainsi que plusieurs dizaines d'individus du symbionte *N. caldasiae*, de tous âges et presque exclusivement femelles. Elles ont été récoltées dans les cacaoyères du Centre de Recherches sur le Cacao, CEPLAC, Ilhéus, Bahia, Brésil, en 2001 et étudiées au Laboratoire de Myrmécologie de ce Centre et au Département de Biologie de l'Université Fédérale de Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brésil. Plus d'une trentaine de nids de *A. fuhrmanni* ont ainsi pu être observés au cours de cette étude.

Le mutualisme entre Pseudococcidae et fourmis a été étudié du point de vue comportemental sous loupe binoculaire. Mis à part le comportement de transport de la cochenille par la fourmi et celui de prise d'aliment sur les racines par la première, qui sont les plus faciles à démontrer dans les conditions d'observation, les autres observations relatives au comportement de *N. caldasiae* ont été généralement fortuites en fonction de l'éclairage disponible stressant pour les fourmis dans les conditions de vision. Ces comportements font donc l'objet ici d'une description et non d'une quantification, ils ont cependant été observés dans au moins dix colonies d'*A. fuhrmanni* installées au laboratoire. Des deux comportements décrits ci-dessous, celui relatif à la turgescence et à la position des antennes est le plus facile à observer car il est induit aussi bien quand les cochenilles se déplacent naturellement dans les galeries de la fourmilière, que quand elles sont stressées soit par les fourmis, soit par l'observateur. Au moins une centaine d'observations de ce comportement ont été réalisées. Quant au comportement baptisé « appeasement boxing », il n'a pu être observé qu'une dizaine de fois, toujours fortuitement, et n'a jamais pu être induit par l'observateur.

Pour les images d'antennes, après fixation et déshydratation, les cochenilles ont été métallisées à l'or et analysées sur un microscope à balayage (LEO VP1430) de l'Université Fédérale de Viçosa, Minas Gerais, Brésil.

Résultats et Discussion

Divers comportements ont pu être observés, en particulier ceux qui permettent la communication entre les deux organismes et ceux que nous appelons « gifles d'apaisement ».

Les antennes de *N. caldasiae* sont des organes relativement bien développés, composés de cinq segments chez les femelles et six chez les mâles, et qui ont vraisemblablement plus un rôle tactile qu'olfactif, car l'observation en microscopie à balayage n'a pu

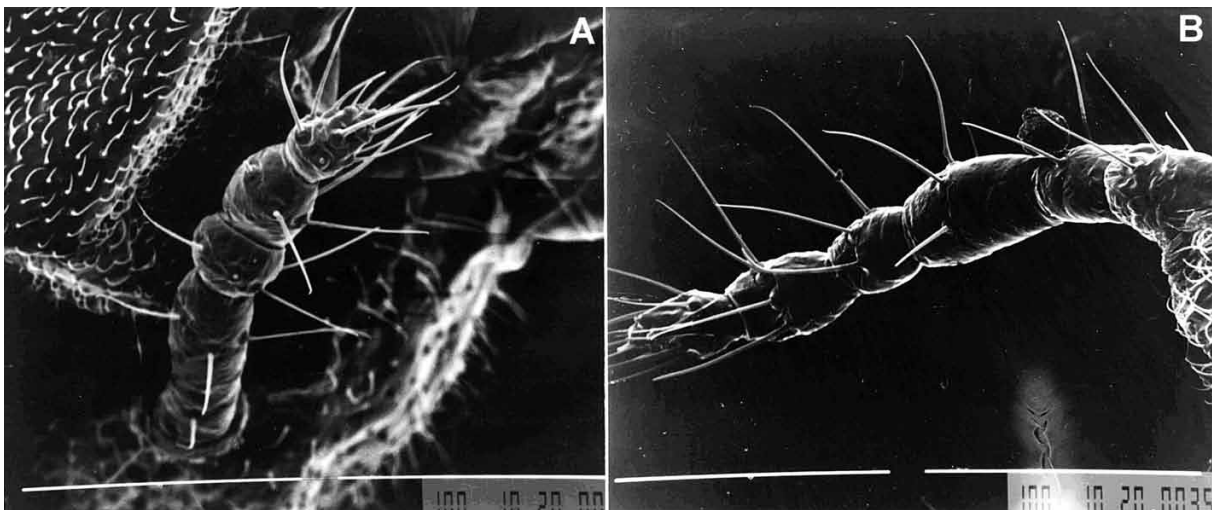


Figure 1
Antennes de *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky). A, femelle adulte; B, mâle adulte. Microscopie électronique à balayage, Barre : 100 µm.

mettre en évidence aucune structure particulière, les quelques sensilles fines et allongées disposées sur l'antenne, surtout à l'apex, n'étant probablement que de simples mécanorécepteurs en raison de leur structure simple, dépourvue de sculpture évidente, et de leur base flexible sur la cuticule de l'antenne (Fig. 1) (Dethier 1963). Le nerf antennaire est de plus assez peu développé ainsi que le deutocérébron, comme le montre l'analyse histologique (Delabie non publié), suggérant que la fonction sensorielle de cette région est extrêmement limitée. Il a été observé qu'en position de repos ou de prise alimentaire, les antennes sont dirigées vers l'arrière du corps, dans une apparente quiescence, alors qu'elles se dressent en s'écartant du corps, avec un remarquable allongement résultant de l'augmentation de leur turgescence (passant d'environ 200 μm à 300 μm), quand l'insecte est irrité ou stressé, ou encore quand il se déplace à l'intérieur de la fourmilière (Fig. 2). Cette manifestation provoque souvent une réponse comportementale de transport par la fourmi la plus proche, suggérant que l'antenne

est utilisée comme organe de communication entre les deux symbiontes, le Pseudococcidae utilisant ce signal pour recruter la fourmi. Comme les deux types d'organismes sont aveugles (la cochenille) ou presque aveugle (la fourmi), et que le comportement décrit se déroule normalement en milieu totalement clos (la fourmilière d'*Acropyga*), le signal ne peut être que quelque chose de simple, et semble transmis par un attouchement antennaire léger de la région céphalique du Pseudococcidae par *Acropyga*. Si elle avait été envisagée initialement, l'hypothèse d'une phéromone d'alarme ou de recrutement libérée simultanément par le Rhizoecinae est assez peu probable, car la diffusion puis l'élimination nécessairement rapide de molécules de ce type ne semble pas adaptée à un milieu confiné comme l'est la fourmilière d'*Acropyga*.

Pour s'alimenter, la cochenille introduit ses stylets dans le corps de la radicule jusqu'à atteindre un vaisseau de phloème. Une fois ceux-ci en place, la prise alimentaire commence, laquelle est maintenue sur le même site probablement un certain nombre de jours.

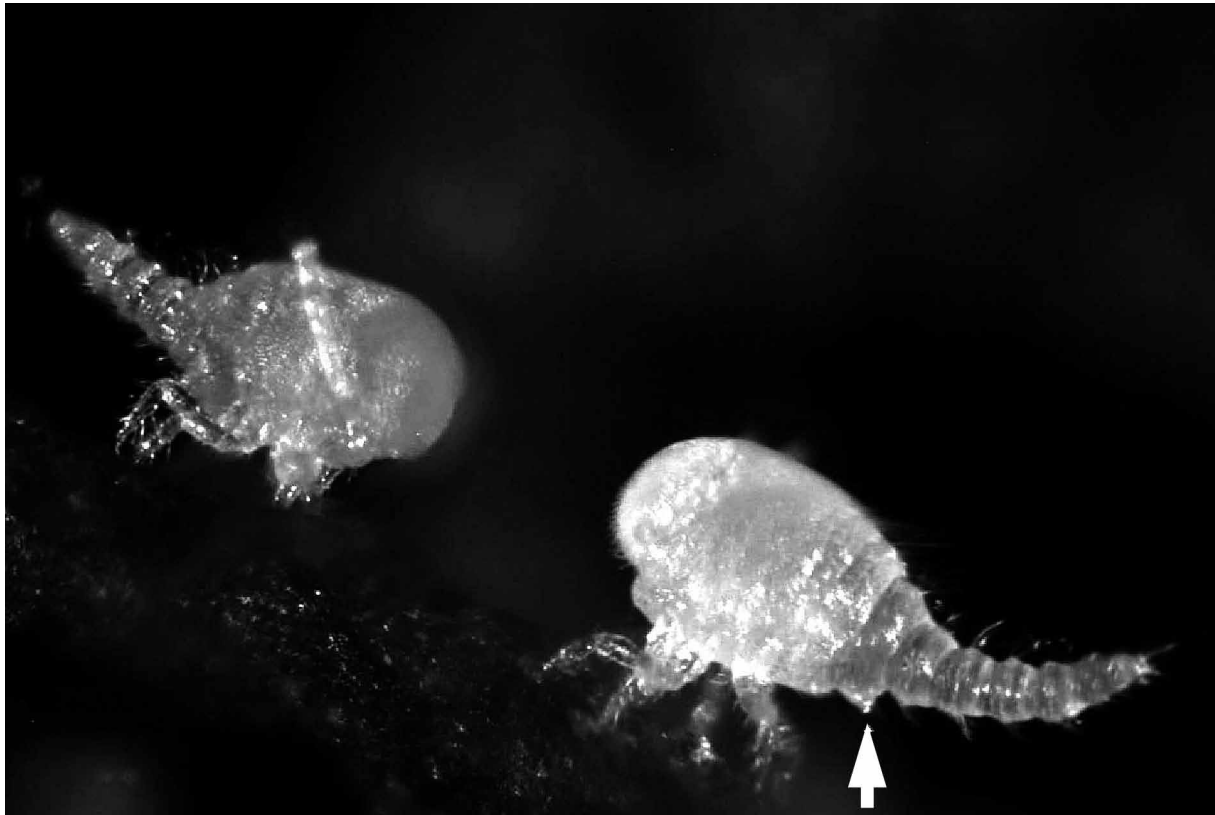


Figure 2

Deux femelles adultes de *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky) abandonnant la position de prise alimentaire sur une racine. Le mouvement est suggéré par l'érection des deux insectes sur leurs pattes, ainsi que par celle des antennes, visible principalement sur l'individu de gauche. Le «circulus», non adhérent au substrat, est indiqué par la flèche (taille réelle d'un individu : environ 1,2 mm).

En effet, à part la phase de dispersion de certaines femelles transportées par la fourmi hôte, *N. caldasiae* réalise tout son cycle dans le nid souterrain des *Acropyga*, lequel paraît être une structure assez stable qui n'est probablement perturbée que par d'éventuels prédateurs spécialisés, comme certaines fourmis des genres *Tranopelta* et *Typhlomyrmex* (Delabie & Fowler 1993 ; Lacau *et al.* 2003). Les fourmis circulent dans les galeries qui accompagnent les radicelles où sont installées les cochenilles produisant le miellat. Dans les galeries les plus longues, plusieurs de celles-ci sont disposées, souvent en file indienne, sur une racine à laquelle elles s'agrippent. Les points de fixation des cochenilles sont donc leurs trois paires de pattes aux extrémités armées de griffes qui s'accrochent de part et d'autre de la racine, les deux paires de stylets à l'avant, introduits profondément dans les tissus de la plante, et l'organe connu comme *circulus*, présent sur le sternite du second segment abdominal et dont le rôle serait celui d'une glande à substance adhésive (Lloyd & Martini 1957 ; Williams 1998). De ces différents points d'ancrage, le plus délicat est sans nul doute celui des pièces buccales et on peut naturellement émettre l'hypothèse que le *circulus* a comme rôle d'amortir n'importe quelle perturbation externe qui pourrait compromettre l'équilibre du Pseudococcidae en phase de production de miellat.

Les fourmis qui circulent dans les galeries sont nombreuses, et parfois assez agitées, surtout quand des gouttelettes sucrées de miellat perlent aux extrémités abdominales des cochenilles, retenues par les nombreux poils qui y sont insérés (Williams 2004). Comme résultat de cette agitation, il arrive qu'une fourmi frôle ou même bouscule l'une des *N. caldasiae* en position de prise alimentaire et production de miellat. Celle-ci, en équilibre délicat pour les raisons décrites plus haut, réagit en repoussant vigoureusement la fourmi

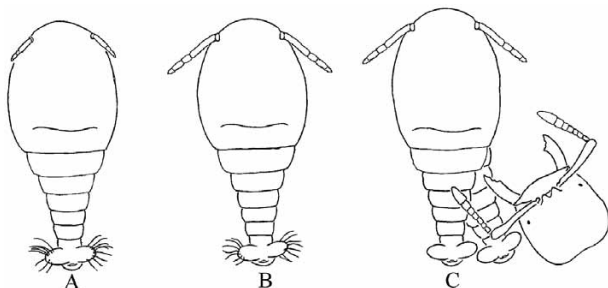


Figure 3
Aspects du comportement de *Neochavesia caldasiae* (Balachowsky) en vue dorsale. **A**, **B**, les deux positions possibles des antennes, **A**, quiescence, **B**, insecte en déplacement ou tentant recruter la fourmi, **C**, «*appeasement boxing*» (= «*gifle d'apaisement*»).

gênante grâce à l'extrémité flexible et musclée de son abdomen par une série de coups. En fait, ces coups sont portés en succession rapide, comportement que nous désignons ici par l'anglicisme «*appeasement boxing*» («*giffes d'apaisement*») (Figure 3). Ce comportement, à notre connaissance unique chez les insectes, paraît extrêmement efficace puisque la fourmi battue recule promptement.

Ces comportements qui permettent une communication assez simple entre la cochenille et son hôte, sont à mettre en parallèle avec ceux observés en Malaisie chez *Malaicoccus formicarii* Takahashi 1951 et la fourmi «*bergère*» *Dolichoderus cuspidatus* (Smith 1857) (Maschwitz & Hänel 1985) ou dans les autres formes les plus différenciées de mutualisme fourmi-cochenilles, comme celles qui caractérisent la trophophorèse (voir révision dans Delabie 2001 ; LaPolla *et al.* 2002).

Remerciements. À José Raimundo Maia dos Santos pour les récoltes de nids de fourmis, à Frederico F. Salles pour les retouches aux figures, au personnel de l'UFV pour les facilités accordées à JD pendant la période passée à Viçosa, au Professeur Alain Lenoir pour sa révision constructive du manuscrit, au CNPq pour la concession de bourses de recherche aux trois auteurs brésiliens.

Références

- Balachowsky A.S. 1957.** Sur un nouveau genre aberrant de cochenille radicole myrmécophile nuisible au caféier en Colombie. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France* **36**: 157-164.
- Beardsley J.W. 1970.** Three new species of *Chavesia* Balachowsky from tropical America (Homoptera Coccoidea). *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* **20**: 509-520.
- Buschinger A., Heinze J., Jessen K., Douwes P., Winter U. 1987.** First European record of a queen ant carrying a mealybug during her mating flight. *Naturwissenschaften* **74**: 101-102.
- Campos L.A.O., Morais H.C. 1986.** Transporte de homópteros por fêmeas de formigas do gênero *Acropyga* (Formicinae) em Viçosa, MG, p. 52-53 in: **Caetano F.H. (ed.)** *Anais do VII Encontro de Mirmecologia do Estado de São Paulo*, Unesp-Fapesp-CNPq, Rio Claro-SP, Brazil.
- Delabie J.H.C. 2001.** Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. *Neotropical Entomology* **30** (4): 501-516.
- Delabie J.H.C., Fowler H.G. 1993.** Physical and biotic correlates of population fluctuations of dominant soil and litter ant species (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian cocoa plantations. *Journal of the New York Entomological Society* **101**: 135-140.
- Delabie J.H.C., Mantovani J.E., Mauricio C.I. 1991.** Observações sobre a biologia de duas espécies de *Acropyga* (Formicidae, Formicinae, Plagiolepidini) associadas à rizosfera do cacauero. *Revista Brasileira de Biologia* **51**: 185-192.
- Delabie J.H.C., Mariano C.S.F., Serrão J.E., Pompolo S.G. 2004.** The karyotype of the aberrant obligate ant-attended mealybug, *Neochavesia caldasiae* (Coccoidea: Pseudococcidae: Rhizococinae). *Caldasia* **26** (1): 185-190.
- Dethier V.G. 1963.** *The physiology of insect senses*. Methuen & Co. Ltd, London.

- Eberhard W.G. 1978.** Mating swarms of a South American *Acropygia* (Hymenoptera: Formicidae). *Entomological News* **89**: 14-16.
- Encarnação A.M.V., Delabie J.H.C., Matile-Ferrero D. 1993.** Novas observações sobre a biologia de *Acropyga* spp e dos seus Pseudococcidae associados nos cacauais da Bahia (Hymenoptera: Formicidae e Homoptera: Coccoidea), p 931 in: *Anais da 45a reunião Anual da SBPC, Vol. 1*, U.F. Pernambuco, Recife, Brazil.
- Flanders S.E. 1957.** The complete interdependence of an ant and a coccid. *Ecology* **38**: 535-536.
- Hölldobler B., Wilson E.O. 1990.** *The ants*. The Belknap Press of the Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Johnson C., Agosti D., Delabie J.H.C., Dumpert K., Williams D.J., Von Tschirnhaus M., Maschwitz U. 2001.** *Acropyga* and *Azteca* ants (Hymenoptera: Formicidae) with scale insects (Sternorrhyncha: Coccoidea): 20 million years of intimate symbiosis. *American Museum Novitates* **3335**: 1-18.
- Kistner D.H., Berghoff S.M., Maschwitz U. 2003.** Myrmecophilous Staphylinidae (Coleoptera) associated with *Dorylus* (*Dichthadia*) *laevigatus* (Hymenoptera: Formicidae) in Malaysia with studies of their behavior. *Sociobiology* **41**(1): 209-266.
- Lacau S., Villemant C., Delabie J.H.C., Jahyny B., Ramos L.S. 2003.** Observações preliminares sobre a ecologia nutricional de *Typhlomyrmex* n.sp. (Ponerinae: Typhlomyrmecini), p. 342-344 in: *Anais do XVI Simpósio de Mirmecologia*, UFSC, Florianópolis –SC, Brazil.
- LaPolla J.S. 2004.** *Acropyga* (Hymenoptera: Formicidae) of the World. *Contributions of the American Entomological Institute* **33** (3): 1-130.
- LaPolla J.S., Cover S.P., Mueller U.G. 2002.** Natural history of the mealybug-tending ant, *Acropyga epedana*, with descriptions of the male and queen castes. *Transaction of the American Entomological Society* **128** (3): 367-376.
- Lloyd D.C., Martini E. 1957.** A note on the circulus as an adhesive organ in some Pseudococcidae. *The Canadian Entomologist* **89**: 46-48.
- Maschwitz U., Hänel H. 1985.** The migrating herdsman *Dolichoderus* (*Diabolus*) *cuspidatus*: an ant with a novel mode of life. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **17**: 171-184.
- Prins A.J. 1982.** Review of *Anoplolepis* with reference to male genitalia, and notes on *Acropyga* (Hymenoptera, Formicidae). *Annals of the South African Museum* **89**: 215-247.
- Smith C.R., Oettler J., Kay A., Deans C. 2007.** First recorded mating flight of the hypogeic ant, *Acropyga epedana*, with its obligate mutualist mealybug, *Rhizoecus colombiensis*. *Journal of Insect Science* **7** (11): 1-5.
- Williams D.J. 1998.** Mealybugs of the genera *Eumyrmococcus* Silvestri and *Xenococcus* Silvestri associated with the ant genus *Acropyga* Roger and a review of the subfamily Rhizoecinae (Hemiptera, Coccoidea, Pseudococcidae). *Bulletin of the Natural History Museum of London (Entomology)* **67**: 1-64.
- Williams D.J. 2004.** A synopsis of the subterranean mealybug genus *Neochavesia* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae: Rhizoecinae). *Journal of Natural History* **38**: 2883-2899.
- Williams D.J., Granara de Willink M.C. 1992.** *Mealybugs of Central and South America*. C.A.B. International, Wallingford.