

## AVALIAÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO POR FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) NUMA CRONOSSEQUÊNCIA DE CACAUAIS DO SUDESTE DA BAHIA

*Eltamara Souza da Conceição*<sup>1</sup>, *Antonio de Oliveira Costa-Neto*<sup>2</sup>, *Jacques Hubert Charles Delabie*<sup>3,4\*</sup>, *Terezinha Maria Castro Della Lucia*<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia, C.P. 59, 48.040-210 Alagoinhas, Bahia, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, 44036-900 Feira de Santana, Bahia, Brasil. <sup>3</sup>Laboratório de Mirmecologia, CEPEC/CEPLAC/SEFIT, 45650-970 Itabuna, Bahia, Brasil. <sup>4</sup>Departamento de Ciência Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, 45662-900 Ilhéus, Bahia, Brasil. <sup>5</sup>Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

\*Autor para correspondência: jacques.delabie@gmail.com

O controle biológico com formigas em cultivos perenes tem chamado atenção dos pesquisadores em função da disponibilidade permanente desses predadores nas plantações. Formigas têm a vantagem de poder ser eventualmente manejadas para aumentar sua abundância, distribuição e eficácia. Um bom exemplo são cacauais da Região Sudeste da Bahia, cultivo que abriga rica mirmecofauna, onde espécies arbóricolas exercem um importante papel no controle natural de pragas. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial do controle biológico por formigas durante as diferentes fases do desenvolvimento do cacauero em cacauais de um, três, quatro, oito, 15 e 33 anos de idade situados nas áreas experimentais do Centro de Pesquisa do Cacau, Ilhéus, Bahia, Brasil. Fez-se avaliação dos padrões de danos das principais pragas e avaliou-se a aptidão das formigas para sua predação. Na maioria das idades avaliadas, as formigas contribuíram para reduzir a ação das pragas a nenhum dano ou a níveis baixos de danos. A dolichoderine *Linepithema neotropicum* foi a que apresentou maior índice de predação. A eficácia da predação parece melhor nas plantações mais novas, enquanto em cacauais mais velhos, a proteção das formigas não é tão eficiente.

**Palavras-chave:** controle biológico, Formicidae, predação, *Theobroma cacao* L.

**Evaluation of biological control by ants (Hymenoptera: Formicidae) according a chronosequency in a cocoa plantation of South East Bahia, Brazil.** Biological control with ants in perennial crops has called attention of researchers due to the permanent availability of these predators in the plantations. Ants have the capability to be eventually managed to increase their abundance, distribution and effectiveness. A good example is the cocoa plantations in southeastern Bahia, Brazil, where this crop houses a rich ant fauna, with arboreal species which play an important role in natural pest control. The aim of this study was to evaluate the potential of biological control by ants during the different phases of cocoa tree development in cocoa tree plantations of one, three, four, eight, 15 and 33 year old situated in experimental areas of Cocoa Research Center, at Ilhéus. The damage patterns of the main pests were evaluated and the ants' ability to predation was evaluated. In most of the evaluated ages of the trees, the ants contributed to reduce the pest action from none to low damages. The dolichoderine *Linepithema neotropicum* showed the highest rate of predation. The efficacy of predation appears to be better in newer plantations, while in older plantations ant protection is not so efficacious.

**Key words:** biological control, Formicidae, predation, *Theobroma cacao* L.

## Introdução

O controle biológico natural de pragas utilizando formigas em sistemas agroflorestais (SAFs), tais como em cacauais ou cafezais, tem chamado a atenção no último meio século em função da ubiquidade e abundância desses predadores nas plantações (Majer, 1972; Leston, 1973; Majer, 1976a; Kenne et al., 1999; Perfecto, 1991; Way & Khoo, 1992). O mais antigo caso de controle biológico reportado na literatura mundial foi de formigas predadoras quando, no século III de nossa era, os chineses recomendavam seu uso contra pragas de citrus (Pavan & Ceballos, 1979; Perfecto & Castiñeiras, 1998; Gallo et al., 2002). Desde o último século, diversos experimentos foram realizados a fim de utilizar as formigas como agentes de controle biológico (Pavan & Ceballos, 1979; Jolivet, 1996; Parys & Johnson, 2012; Kergunteuil et al., 2013; Navarrete et al., 2013, por exemplo) e alguns autores sugerem até como as manipularem para este fim (Bruneau de Miré, 1969; Majer 1976a, 1976b; Khoo & Chung, 1989; Kenne et al., 1999; Armbrrecht et al., 2001; Mele, 2008). Em agroecossistema cafeeiro, por exemplo, *Azteca sericeasur* Longino, 2007 é considerada espécie-chave para o controle biológico de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), a broca-do-café (Morris et al., 2015). Em cacauais da Indonésia e da Malásia, *Dolichoderus thoracicus* (F. Smith, 1860) é utilizada no controle biológico dos Miridae do cacau (Khoo & Chung, 1989; Way & Khoo, 1992). Por sua vez, *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863), conhecida como “pixixica” no Brasil (Delabie, 1988), é utilizada no controle biológico dos Miridae do cacau na República de Camarões, apesar dessa formiga ser invasora (Bruneau de Miré, 1969).

Características como: manutenção das populações de insetos abaixo do nível de danos econômicos; abundância, mesmo quando as presas estão escassas; colônias perenes devido à sua estrutura social; disponibilidade de espécies que formam grandes colônias e que necessitam de alimento em abundância; construção de ninhos polidômicos; habilidade para ocupar áreas amplas mantendo uma alta densidade de população, fazem das formigas agentes efetivos no controle biológico (Finnegan, 1971; Risch & Carrol, 1982; Majer, 1986; Medeiros et al., 1995). Além disso,

ainda são susceptíveis de serem manejadas nas plantações para aumentar sua abundância, distribuição e eficácia (Majer, 1986).

A recente queda nos preços mundiais de cacau e o aumento permanente dos custos de inseticidas e outros insumos agrícolas têm ampliado o interesse pelas formigas como agentes de controle biológico natural, uma vez que isso pode auxiliar, a baixo custo, os produtores a conquistar o mercado de produtos orgânicos (Mele, 2008). Os cacauais do Sudeste da Bahia são colonizados por uma rica fauna de formigas e algumas espécies têm excelente potencial para controlar pragas, sendo uma característica importante dessas, a dominância hierárquica, onde diversas espécies dominantes competem com outras (Majer, 1986; Majer & Delabie, 1993; Majer et al., 1994; Delabie et al., 2007).

A região cacauera da Bahia tem sofrido forte impacto negativo em decorrência da ação de diversas pragas e doenças do cacauero, tendo o abandono localizado desse cultivo gerado grandes prejuízos para a economia (Alger e Caldas, 1996). A ação de diversos insetos praga reduz a produtividade das plantas, provocando impactos negativos na geração de recursos para os produtores.

Portanto avaliar a organização temporal das espécies com potencial predador, ou que tenham pelo menos insetos na sua dieta, é relevante. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia das formigas como agentes de controle biológico natural numa lógica de sucessão da assembleia desses insetos, em função do desenvolvimento e do envelhecimento dos cacauais. Com esse fim, testou-se se existiam associações entre formigas e danos (ocorrência ou ausência de danos) e se as formigas tiveram sucesso como agentes de controle biológico.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em cacauais situados nas Quadras E, F, G e H' (nomenclatura CEPEC) das áreas experimentais do Centro de Pesquisas do Cacau (14°47'55"S 39°02'01"W), Ilhéus, Bahia, Brasil. Localizada na microrregião sudeste da Bahia, esta área é caracterizada por um clima quente e úmido do tipo AF (Köppen, 1936), com temperatura anual variando entre 20 e 25°C (Santana et al., 2003); A floresta tropical

é o principal ecossistema regional, incluído na Mata Atlântica, com uma pluviosidade regional anual de 2.000 a 2.400 mm, em média, e a uma altitude de cerca de 60 m acima do nível do mar (Santana et al., 2003).

Cacauais com uma área de pelo menos quatro hectares foram escolhidos por se apresentarem em diferentes estágios de desenvolvimento, com 1, 3, 4, 8, 15 e 33 anos de idade, plantados sob o sistema “derruba total”, tendo *Erythrina* sp. como sombreamento. Todas as áreas foram submetidas a condições culturais e tratamentos edafoclimáticos semelhantes. Trezentos cacauais foram selecionados aleatoriamente dentro das áreas plantadas. Com pelo menos 25m de intervalo entre as árvores, 50 árvores foram selecionadas por faixa etária de plantio, mantendo um mínimo de 25m de distância da borda. As amostras foram coletadas entre setembro de 2008 e março de 2009.

As avaliações das injúrias causadas pelas principais pragas, definidas a partir de Abreu et al. (1989) e Gallo et al. (2002), foram realizadas em galhos de tamanhos iguais, tanto no fruto quanto na planta como um todo nos cacauais das diferentes idades, a saber: 1) Tripes (*Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901), Thysanoptera, Thripidae): queima das folhas, emponteiramento e ferrugem dos frutos; 2) Formiga cortadeira ou saúva (*Atta cephalotes* (Linnaeus, 1758), Hymenoptera, Formicidae): corte das folhas; 3) Chupança (*Monalonion bondari* (Costa Lima, 1938), Hemiptera, Miridae): morte dos ponteiros, frutos com bexiga e queda, e frutos com manchas pretas e/ou esbranquiçadas; 4) Vaquinha (*Percolapsis ornata* (Germar, 1824), Coleoptera, Chrysomelidae): pequenos furos em folhas novas e ataque dos ponteiros dos lançamentos foliares.

As injúrias foram quantificadas, gerando as informações sobre danos, de acordo com Mody & Linsenmair (2004), tomando-se como referência a relação entre as partes sadias e danificadas, categorizados seguindo Fournier (1974). As categorias corresponderam aos níveis de danos e foram assim indicadas: 0 = 0% de dano (sem dano algum); 1= 1 a 25% (1 a 25% da parte da planta avaliada apresentava algum dano); sucessivamente 2= 26 a 50%; 3 = 51 a 75% e; 4 = 76 a 100%.

Além disso, avaliou-se a aptidão das formigas para a predação, metodologia adaptada de Medeiros (1992)

e Conceição et al. (2009), usando larvas de *Nasutitermes* sp. (Blattoidea, Isoptera, Termitidae). Esse experimento foi realizado em março de 2009. Uma larva, de cada vez, foi colocada numa folha da parte central da copa do cacaualeiro escolhido aleatoriamente e onde as espécies de formigas mais frequentes que se pretendia testar ocorrem. Foram realizadas dez observações de até 5 minutos para cada espécie (Figuras 1 e 2), anotando o número de vezes em que cada espécie de formiga capturou a isca e o tempo que levou até a captura.

A escolha das espécies de formigas para as avaliações foi baseada no Percentil 95%; os testes relativos à predação somente foram realizados com as espécies: *Ectatomma tuberculatum* (Olivier, 1792), *Linepithema neotropicum* Wild, 2007 e *W. auropunctata*. Com relação à associação com os danos, houve casos em que grupos de cacauais de determinadas idades não apresentaram ocorrências de formigas com frequência suficiente para as análises. Para verificar a associação entre formigas e danos para plantação de cada idade, foi feita uma Análise Multivariada de Sérição Restrita, utilizando matrizes de presença/ausência (Brower & Kile, 1988).

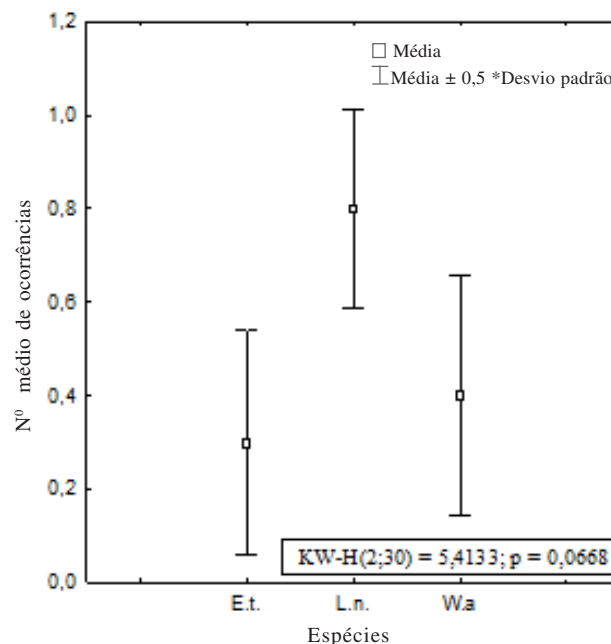


Figura 1. Ocorrência de ataques das formigas às iscas (larvas de *Nasutitermes* sp.) em cacauais do sudeste da Bahia. Março de 2009. E.t= *Ectatomma tuberculatum*; L.n= *Linepithema neotropicum*; W.a= *Wasmannia auropunctata*.

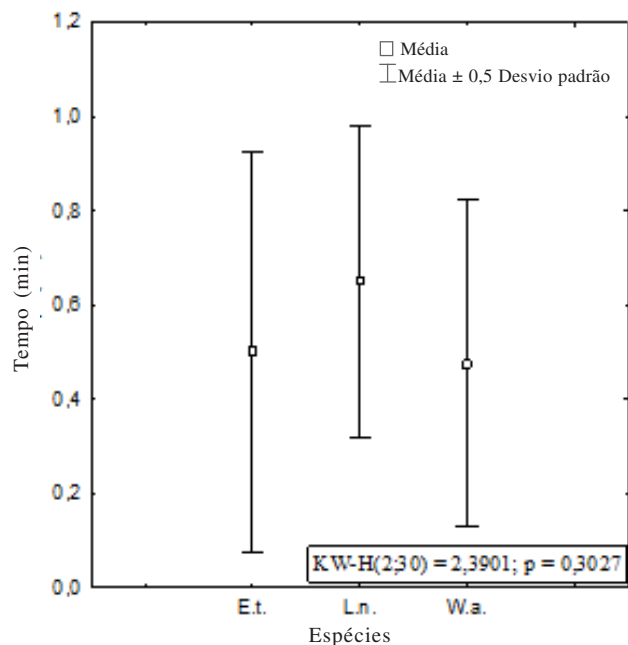


Figura 2. Tempo médio para o ataque das formigas às iscas (larvas de *Nasutitermes* sp.) em cacauais do sudeste da Bahia. Março de 2009. E.t.= *Ectatomma tuberculatum*; L.n.= *Linepithema neotropicum*; W.a.= *Wasmannia auropunctata*.

Posteriormente, com auxílio do programa Past (Hammer et al., 2001), as matrizes foram comparadas a partir do teste de “Monte Carlo”, testando a existência ou não de associação a 95% de confiança ( $p < 0,05$ ). Foram calculados os índices, bem como, as médias do tempo de predação. Os índices foram obtidos através de:  $IP = N_{pe}/N_{te} \cdot 100$  onde: IP = índice de predação para a espécie estudada;  $N_{pe}$  = número total de observações de predação pela espécie estudada;  $N_{te}$  = número total de ensaios. Foi realizado um teste não paramétrico de comparação de médias (Prova de Kruskal-Wallis) (Arango, 2012), com relação ao número de ocorrências e ao tempo médio de ataque.

## Resultados

Para os tipos de injúria “corte de folhas por *Atta cephalotes*” (Tabela 1) e “queima de folhas por *Selenothrips rubrocinctus*” (Tabela 2), o nível de dano 1 foi o que apresentou maior número de associações com formigas. As espécies associadas a essas injúrias e nesse nível de dano nas idades de 3, 4, 8 e 15 anos, foram *Crematogaster erecta* Mayr, 1866 e *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851), assim como,

de forma um pouco mais discreta, *E. tuberculatum* e *W. auropunctata*. *Crematogaster erecta* e *M. floricola* também estiveram mais associadas ao nível 2 de dano para “furos nas folhas por *Percolapsis ornata*” (Tabela 3) ocorrendo em um maior número de cacauais de diferentes idades (4, 8 e 15 anos). A espécie *C. erecta* se destacou ainda por estar associada em maior número de cacauais de idades diferentes no nível de dano 3 para a ocorrência de “furos nas folhas por *P. ornata*” (Tabela 3), nas idades de 3, 4, 8 e 15 anos.

Para o tipo de injúria “manchas do fruto por *Monalonion bondari* (Tabela 4), bem como “morte dos ponteiros por *M. bondari*” e “emponteiramento por *S. rubrocinctus*” (Tabela 5), as espécies de formigas estiveram associadas principalmente ao nível 1 de dano no cacauai de 15 anos. Já para “ferrugem dos frutos por *S. rubrocinctus*” (Tabela 6), as associações ocorreram somente no nível de dano 4 em cacauais de 33 anos. Com exceção para o tipo de injúria “ferrugem dos frutos provocada por *S. rubrocinctus*”, *C. erecta*, portanto, teve destaque em todas as associações com os diferentes tipos de injúrias, em níveis diversos de danos, e em alguns casos, pelo menos em uma idade de cacauais.

Ao comparar as formigas em relação ao potencial como predadoras nos cacauais, *L. neotropicum* apresentou maior número de ataques às iscas oferecidas; no entanto, essa espécie também foi a que demorou em média o maior tempo para atacar as iscas (Figuras 1 e 2). *Ectatomma tuberculatum* e *W. auropunctata* apresentaram um número inferior de ataques às iscas, mas em compensação, o tempo de ataque foi mais curto. Não houve diferença significativa entre ambas as espécies para o período de reconhecimento às iscas e ataque (Figuras 1 e 2). Por sua vez, *M. floricola* não apresentou qualquer atitude de ataque às iscas oferecidas.

## Discussão

Cacauais que sofreram danos relevantes não estavam relacionados com espécies de formigas consideradas dominantes nessas plantações (Majer et al., 1994), com exceção de *C. erecta*, *W. auropunctata* e *E. tuberculatum*. A ocorrência da associação dos danos com essas espécies foi observada

Tabela 1. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano de “corte das folhas provocado por *A. cephalotes*” em cacauais de idades distintas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009

Espécies	Nível de dano nas plantas (Categoria)				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis bondari</i>	-	(3,33,4)	(33)	-	-
<i>Brachymyrmex admotus</i>	(1)	(3)	-	-	-
<i>Brachymyrmex heeri</i>	-	(1)	(8)	-	-
<i>Camponotus (Myrmobrachys) sp.1</i>	-	-	(33)	-	-
<i>Camponotus crassus</i>	-	(3,4,15)	(4)	-	-
<i>Camponotus fastigatus</i>	-	4)	(4,15)	-	-
<i>Cardiocondyla minutior</i>	-	(3)	-	-	-
<i>Cephalotes atratus</i>	-	(3,4)	(4,15)	-	-
<i>Crematogaster carinata</i>	-	(33)	(33)	-	-
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	-	(8)	(8,33)	(8)	(8)
<b><i>Crematogaster erecta</i></b>	-	<b>(3,4,8,15)</b>	<b>(4,15)</b>	<b>(8)</b>	-
<i>Crematogaster longispina</i>	-	(3,4)	(4)	-	-
<i>Crematogaster moelleri</i>	-	-	(33)	-	-
<i>Crematogaster victima</i>	-	(3)	-	-	-
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	-	(33)	(33)	-	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	-	(3)	-	-	-
<b><i>Ectatomma tuberculatum</i></b>	-	<b>(8,15,33)</b>	<b>(8,33,15)</b>	<b>(8)</b>	<b>(8)</b>
<i>Linepithema neotropicum</i>	(1)	(1,3,4)	(8)	-	-
<b><i>Monomorium floricola</i></b>	-	<b>(3,4,8,15)</b>	<b>(4,8)</b>	<b>(8,15)</b>	-
<i>Nylanderia fulva</i>	-	(15)	(33)	-	-
<i>Neoponera inversa</i>	-	(33)	(33)	-	-
<i>Pheidole</i> gp. <i>Fallax</i> sp.9	-	(3)	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	(33)	-	-	-
<b><i>Wasmannia auropunctata</i></b>	-	<b>(3,8)</b>	<b>(4,33,8)</b>	<b>(8)</b>	-

\*Existe associação significativa pelo método de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ).

\*\* Entre parêntesis as idades das plantas em que se observaram os valores de ocorrência indicados.

\*\*\* Em negrito, as espécies consideradas dominantes segundo Majer et al. (1994).

geralmente em cacauais de idades mais avançadas (>8 anos de plantio), embora tenha havido maior número de associações dessas espécies com a injúria “furos nas folhas provocados por *P. ornata*” e em níveis variados de danos. A associação de qualquer formiga com níveis baixos de danos é algo que pode ser considerado positivo para o controle biológico natural, uma vez que se presuponhe que a atividade da formiga tem contribuído para evitar a ação da praga.

As injúrias da formiga cortadeira *At. cephalotes* estão entre as mais temidas pelos cacauicultores, porque podem ocasionar a morte das plantas novas (Abreu & Delabie, 1986; Delabie et al., 1993). Em cacauais de um ano, a ocorrência de *Brachymyrmex admotus* Mayr, 1887 e *L. neotropicum* sempre estava associada à ausência de injúrias nas plantas, no entanto, parece pouco provável que essas duas pequenas

espécies de formigas sejam capazes de inibir o corte de folhas pela saúva.

As espécies de formigas que estiveram associadas a um número maior de tipos de injúrias, tais como *M. floricola* (13 tipos) e *C. erecta* (12 tipos), são consideradas competitivas (Andersen, 1997) e poderiam assumir um papel controlador das populações de insetos praga. Isso seria esperado principalmente para *M. floricola*, que se apresenta como dominante na assembleia de formigas estudadas (Conceição et al., 2015), mas que não possui comportamento agressivo e não atacou nenhuma isca durante os testes comportamentais. Em geral, espécies dominantes apresentam notável impacto na composição de outros invertebrados arborícolas por possuir associações mutualísticas com hemípteros (Delabie, 2001), agressividade, preferência de cada

Tabela 2. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano de "queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus*" em cacauais de idades distintas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009

Espécies	Nível de dano nas plantas (Categoria)				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis bondari</i>	-	(3,33,4)	(33)	-	-
<i>Brachymyrmex admotus</i>	(1)	(3)	-	-	-
<i>Brachymyrmex heeri</i>	-	(1)	(8)	-	-
<i>Camponotus (Myrmobrachys) sp.1</i>	-	-	(33)	-	-
<i>Camponotus crassus</i>	-	(3,4,15)	(4)	-	-
<i>Camponotus fastigatus</i>	-	(4)	(4,15)	-	-
<i>Cardiocondyla minutior</i>	-	(3)	-	-	-
<i>Cephalotes atratus</i>	-	(3,4)	(4, 15)	-	-
<i>Crematogaster carinata</i>	-	(33)	(33)	-	-
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	-	(8)	(8,33)	(8)	(8)
<b><i>Crematogaster erecta</i></b>	-	<b>(3,4,8,15)</b>	<b>(4,15)</b>	<b>(8)</b>	-
<i>Crematogaster longispina</i>	-	(3,4)	(4)	-	-
<i>Crematogaster moelleri</i>	-	-	(33)	-	-
<i>Crematogaster victima</i>	-	(3)	-	-	-
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	-	(33)	(33)	-	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	-	(3)	-	-	-
<b><i>Ectatomma tuberculatum</i></b>	-	<b>(8,15,33)</b>	<b>(8,33,15)</b>	<b>(8)</b>	<b>(8)</b>
<i>Linepithema neotropicum</i>	(1)	(1,3,4)	(8)	-	-
<b><i>Monomorium floricola</i></b>	-	<b>(3,4,8,15)</b>	<b>(4,8)</b>	<b>(8,15)</b>	-
<i>Nylanderia fulva</i>	-	(15)	(33)	-	-
<i>Neoponera inversa</i>	-	(33)	(33)	-	-
<i>Pheidole gp. Fallax sp.9</i>	-	(3)	-	-	-
<i>Solenopsis sp3</i>	-	(33)	-	-	-
<b><i>Wasmannia auropunctata</i></b>	-	<b>(3,8)</b>	<b>(4,33,8)</b>	<b>(8)</b>	-

\*Existe associação significativa pelo método de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ).

\*\* Entre parêntesis as idades das plantas em que se observaram os valores de ocorrência indicados.

\*\*\* Em negrito, as espécies consideradas dominantes segundo Majer et al. (1994).

espécie por tipos e tamanhos específicos de presas, dietas particulares e associação com espécies subdominantes (Majer et al., 1994).

Os danos causados pelo "corte de folhas" só não foram significativos em cacauais de 33 anos e, nas idades onde ocorreu, o impacto foi mais evidente em plantas mais novas. Portanto, a influência das outras formigas (as espécies predadoras) sobre as cortadeiras, é provavelmente mínima. Apesar disso, estudos relatam o uso, pelos índios Kayapós, de espécies de *Azteca*, comuns na lavoura cacauaieira, para controlar *At. cephalotes* e *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758) no Pará (Overall e Posey, 1988). Além disso, *E. tuberculatum*, comum nos cacauais do CEPEC, é conhecida por caçar as operárias de *At. cephalotes* e outras formigas (Delabie, 1999; Delabie e Mariano, 2000).

Os danos causados pela "queima das folhas por *S. rubrocinctus*" e "furos nas folhas por *P. ornata*" ocorreram em todas as idades com alguma variação. As pragas que ocasionam esses tipos de danos têm atividade sazonal e a ação controladora das formigas pode ocorrer de forma bastante irregular em função disso. Essa flutuação pode ter ocorrido também em função dos recursos disponíveis na planta, tais como lançamentos foliares e produção de bilros (Abreu et al., 1989; Ferronato, 1999). Esta sazonalidade é hipoteticamente responsável pela ocorrência dos herbívoros na planta e a resposta destes às condições do cultivo e, isso inclui o tipo de tecido vegetal escolhido pela praga para o ataque, comportamento alimentar ou reprodutivo, entre outros (Marquis, 1992).

*Wasmannia auropunctata* esteve presente em cacauais onde ocorreram os danos causados pela

Tabela 3. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano de "furos nas folhas provocados por *P. ornata*" em cacauais de idades distintas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009

Espécies	Nível de dano nas plantas (Categoria)				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis bondari</i>	-	(4)	(4)	(33)	-
<i>Brachymyrmex admotus</i>	(1)	(1)	(1)	-	-
<i>Camponotus crassus</i>	-	(4,15)	(4,15)	(3,4)	(4)
<i>Camponotus fastigatus</i>	-	-	5(4)	-	-
<i>Cephalotes atratus</i>	-	(4,15)	(8,15)	(3,15)	-
<i>Crematogaster acuta</i>	-	-	-	(33)	(33)
<i>Crematogaster carinata</i>	-	(33)	(4)	-	-
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	-	-	(8)	(8,33)	(8,33)
<b><i>Crematogaster erecta</i></b>	-	<b>(4,15)</b>	<b>(4,8,15)</b>	<b>(3,8,4,15)</b>	<b>(4)</b>
<i>Crematogaster longispina</i>	-	-	(33)	-	-
<b><i>Ectatomma tuberculatum</i></b>	-	<b>(15,33)</b>	<b>(8,15)</b>	<b>(8,15,33)</b>	<b>(8,33)</b>
<i>Linepithema neotropicum</i>	(1)	(1,4)	(4,8)	(3)	-
<i>Monomorium floricola</i>	-	-	(4,8,15)	(3,8,15)	(8,15)
<i>Nylanderia sp.2</i>	-	-	-	(15)	-
<i>Neoponera inversa</i>	-	-	-	(33)	-
<i>Neoponera baccronica</i>	-	-	(15)	-	-
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	-	-	(15)	-	-
<i>Solenopsis sp.3</i>	-	-	-	(8)	-
<b><i>Wasmannia auropunctata</i></b>	-	<b>(33)</b>	<b>(8)</b>	<b>(8,33)</b>	<b>(8)</b>

\*Existe associação significativa pelo método de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ).

\*\* Entre parêntesis as idades das plantas em que se observaram os valores de ocorrência indicados.

\*\*\* Em negrito, as espécies consideradas dominantes segundo Majer et al. (1994).

“queima das folhas por *S. rubrocinctus*” e “furos nas folhas por *P. ornata*”, em todas as idades. Suspeita-se que a “pixixica” não exerça controle biológico sobre nenhuma delas, uma vez que a maior parte da atividade dessa formiga parece ligada à serapilheira, ao tronco e aos frutos do cacauzeiro (Delabie, 1988) e não à folhagem. Além do mais, é notável a maioria das associações de *W. auropunctata* com número elevado de danos. Majer & Delabie (1993) observaram a ocorrência das mesmas espécies estudadas aqui (*W. auropunctata* e *E. tuberculatum*) associadas a níveis intermediários de abundância de outros invertebrados em cacauzeiros, constatando que o número de indivíduos de invertebrados de cada táxon foi bastante variável entre as árvores dominadas por determinadas formigas (Majer & Delabie, 1993). Comunidades de artrópodes com características diferentes podem estar associadas a cada espécie de formiga dominante (ou codominante), com uma composição dependente da ação predatória, do manejo da plantação e da especialização alimentar das formigas (Majer, 1976a). Estas espécies podem ter algum valor no controle

biológico (Bruneau de Miré, 1969; Majer & Delabie, 1993; Medeiros et al., 1995), mas os indivíduos de *W. auropunctata* são pequenos e somente parecem reduzir as taxas de invertebrados nas plantas onde ocorrem com um grau moderado. Por sua vez, *E. tuberculatum*, apesar de formar pequenas populações (~200-500 indivíduos por formigueiro, sendo um por árvore), consegue dominar áreas grandes e contínuas das copas através da justaposição de suas populações; além disso, essa espécie é de grande tamanho e é particularmente agressiva (Majer et al., 1994; Hora et al., 2005).

As plantas começam a apresentar danos mais evidentes a partir de três anos, sendo mais severos aos 33. Isso talvez ocorra porque as formigas têm ação mais efetiva no controle das pragas no estágio inicial de desenvolvimento ou senão porque as plantas ainda não são atrativas o suficiente às pragas a ponto de ocasionarem tais danos. Além disso, uma planta jovem ocupa um espaço (volume, altura) reduzido, o que faz com o que, hipoteticamente, qualquer herbívoro possa naturalmente ser facilmente descoberto por algum

Tabela 4. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano de "manchas dos frutos provocadas por *Monalonion bondari*" em cacauais de idades distintas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009

Espécies	Nível de dano nas plantas (Categoria)				
	0	1	2	3	4
<i>Camponotus atriceps</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Cephalotes atratus</i>	-	(15)	-	-	-
<b><i>Crematogaster erecta</i></b>	-	<b>(15)</b>	-	-	-
<b><i>Ectatomma tuberculatum</i></b>	-	<b>(15)</b>	-	-	-
<i>Linepithema neotropicum</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Monomorium floricola</i>	-	(15)	-	-	-
<b><i>Wasmannia auropunctata</i></b>	-	<b>(15)</b>	-	-	-

\*Existe associação significativa pelo método de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ). \*\* Entre parêntesis as idades das plantas em que se observaram os valores de ocorrência indicados. \*\*\* Em negrito, as espécies consideradas dominantes segundo Majer et al. (1994).

Tabela 5. Associação\* entre espécies de formigas e cacauais com o nível de dano de "morte dos ponteiros provocada por *Monalonion bondari*", "emponteiramento provocado por *S. rubrocinctus*" e "ataque dos ponteiros provocado por *P. ornata*" em cacauais de idades distintas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009

Espécies	Nível de dano nas plantas (Categoria)				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis bondari</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Camponotus atriceps</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Camponotus fastigatus</i>	(15)	(15)	-	-	-
<i>Camponotus trapezoideus</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Camponotus crassus</i>	(15)	(15)	-	-	-
<i>Cephalotes atratus</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Cephalotes pavonii</i>	-	(15)	-	-	-
<b><i>Crematogaster erecta</i></b>	<b>(15)</b>	<b>(15)</b>	-	-	-
<i>Dorymyrmex thoracicus</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Linepithema humile</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Monomorium floricola</i>	(15)	(15)	-	-	-
<i>Nylanderia fulva</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Nylanderia</i> sp.2	-	(15)	-	-	-
<i>Odontomachus haematodus</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Neoponera inversa</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Paratrechina longicornis</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Solenopsis geminata</i>	-	(15)	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	(15)	-	-	-

\*Existe associação significativa pelo método de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ). \*\* Entre parêntesis as idades das plantas em que se observaram os valores de ocorrência indicados. \*\*\* Em negrito, as espécies consideradas dominantes segundo Majer et al. (1994).

Tabela 6. Associação\* entre espécies de formigas e cacauais com o nível de dano de "ferrugem dos frutos provocada por *S. rubrocinctus*" em cacauais de diferentes idades. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009

Espécies	Nível de dano nas plantas (Categoria)				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis bondari</i>	-	-	-	-	(33)
<i>Brachymyrmex heeri</i>	-	-	-	-	(33)
<i>Camponotus</i> ( <i>Myrmobrachys</i> ) sp.1	-	-	-	-	(33)
<i>Crematogaster acuta</i>	-	-	-	-	(33)
<i>Crematogaster carinata</i>	-	-	-	-	(33)
<i>Nylanderia fulva</i>	-	-	-	-	(33)
<i>Neoponera inversa</i>	-	-	-	-	(33)
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	-	-	(33)
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	-	-	-	(33)
<b><i>Wasmannia auropunctata</i></b>	-	-	-	-	<b>(33)</b>

\*Existe associação significativa pelo método de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ). \*\* Entre parêntesis as idades das plantas em que se observaram os valores de ocorrência indicados. \*\*\* Em negrito, as espécies consideradas dominantes segundo Majer et al. (1994).

predador e tem maior probabilidade de ser atacado. Por sua vez, a planta mais velha ocupa um espaço bem mais complexo, oferecendo certa conectividade com as plantas adjacentes, onde pragas encontram muitas oportunidades de se alimentar e se esconder, havendo maior competição entre predadores e, conseqüentemente, menor probabilidade de as mesmas serem atacadas.

Determinadas pragas só são capazes de usar recursos em plantas a partir de certa idade. Esse é o caso de *P. ornata* e *M. bondari* que têm uma probabilidade baixa de ocorrer em plantas jovens ou baixas, onde esses insetos não têm como cumprir a totalidade de seu ciclo biológico, a menos que, por algum motivo, a árvore apresente uma excepcional quantidade de lançamentos foliares, de tecidos vegetais novos, ou ainda um sistema radicular similar a uma planta adulta (inferências baseadas em Abreu et al., 1989; Ferronato, 1999). Já as formigas cortadeiras desfolham as plantas por vezes sucessivas, atacando uma a uma todas as plantas com os requisitos de sua escolha ao alcance de sua área de forrageamento (Delabie et al., 1993), e o ataque a um pé de cacauero novo pode ser letal, se a desfolha for integral. Embora a organização das formigas em mosaico pareça ter uma grande influência na distribuição das pragas de cacauero (Leston, 1978; Majer & Delabie, 1993;

Majer et al., 1994; Jolivet, 1996) e o conhecimento das associações entre as espécies dominantes e subordinadas possa ser útil para o controle de pragas, não foi possível concluir neste estudo que a redução do ataque das pragas do cacauero deve-se à sucessão das espécies de formigas no plantio, em função do desenvolvimento e envelhecimento da árvore.

Nenhum dano foi observado em cacauais de qualquer idade quando a formiga dominante associada à árvore foi *Azteca chartifex* Forel, 1896. Esse fato reforça sua reputação como agente de controle biológico tradicional em cacauais da região, o que corroboram diversas publicações (Delabie, 1990; Majer et al., 1994; Delabie et al., 2007). A espécie *Az. sericeasur* também é considerada importante agente de controle biológico da broca-do-café, no México, independente da densidade da praga (Morris et al., 2015). No presente estudo, a baixa frequência de *Az. chartifex* impossibilitou que qualquer tipo de associação com danos fosse detectável. Segundo Majer & Delabie (1993), seu valor como agente de controle biológico tem sido ponto de discussão desde a época de Bondar (1939), mas que, apesar de protegerem hemípteros, que potencialmente podem ocasionar danos às plantas, quando em alta densidade, essas formigas certamente reduzem substancialmente populações de muitos invertebrados em seu território. Prova disso é que as árvores que apresentam essa espécie têm sua produção aumentada enquanto suas operárias excluem numerosos insetos (Delabie, 1990). Assim *A. chartifex* é uma opção interessante para programas de controle biológico, pois é um predador eficiente de *S. rubrocinctus* e *Monalonion* spp. (Majer & Delabie, 1993; Medeiros et al., 1999) e apresenta relações negativas com a ocorrência de danos aos cacauais causados por insetos fitófagos, bem como possui um comportamento ativo de predação (Medeiros et al., 1995). Numa perspectiva de manejo, foi a única espécie que conseguiu ampliar mais de 10% da sua área territorial em cacauais, ao longo de um ano (Medeiros et al., 1995).

É conhecido que as formigas mais frequentes nos cacauais são, em geral, predadoras oportunistas e generalistas (Delabie et al., 2007). Algumas dessas espécies, normalmente vistas como boas candidatas a agentes de controle biológico, tais como *M. floricola* (Moura et al., 1994; Conceição et al., 2009), se

mostraram de fato predadoras ineficientes. Formigas do gênero *Ectatomma* são comumente conhecidas como predadoras de amplo espectro (Delabie et al., 2007; Conceição et al., 2009), o que se confirmou com *E. tuberculatum*. Também considerada como inimigo natural potencial, a “pixixica” *W. auropunctata* (Majer et al., 1994; Way & Bolton, 1997) só teve desempenho regular como predadora. Sob esse aspecto, pode até ser sugerida como agente de controle biológico (vide Bruneau de Miré, 1969), mas com restrições drásticas em função dos numerosos problemas que ocasiona em cacauais (Delabie, 1988, 1990; Medeiros et al., 1995; Delabie et al., 2007).

Observações sobre a comunidade de formigas sugerem que as estratégias a serem sugeridas numa perspectiva de manejo devem ter em vista as particularidades das espécies, que, apesar de apresentarem, às vezes, atributos adequados como agentes de controle de pragas, possuem numerosas limitações. Qualquer manipulação com esse intuito deveria oferecer um controle biológico eficaz durante todo o desenvolvimento do cacauero. O manejo dos formigueiros de determinadas espécies, por exemplo, pode ser usado para favorecer uma espécie em detrimento de outras (Majer, 1976b; Djieto-Lordon & Dejean, 1999). A substituição de espécies menos eficientes por mais benéficas poderia promover a proteção do cacauero contra muitas pragas potenciais (Majer, 1976b), pois há muitos insetos susceptíveis ao ataque de uma grande variedade de formigas predadoras (Leston, 1970; Way & Khoo, 1992). A ocorrência de espécies predadoras pode ser um importante trunfo na proteção da planta, manipulando-se as populações a fim que elas possam manter ou aumentar seus territórios.

Observamos que, em geral, cacauais novos apresentam níveis mais baixos de danos do que plantações mais antigas. Nossa interpretação é que as plantas mais jovens ainda não oferecem recursos suficientes para a maioria das pragas ali se desenvolver (caso das vaquinhas, por exemplo, cujas larvas certamente não encontram recursos suficientes no subsolo). Isso não vale para o forrageamento das formigas cortadeiras que possuem grande capacidade de se deslocar através da plantação. Portanto, num ponto de vista de Manejo Integrado de Pragas (MIP), o uso de pesticidas pode ser recomendado, se

necessário, principalmente em cacauais mais velhos, na ocasião do surto inesperado e abrupto de determinadas pragas. De qualquer forma, mesmo que mudanças sucessivas na organização das comunidades de formigas não influenciem o controle das principais pragas do cacauero, a ocorrência e a atividade de determinadas espécies de formigas contribui para manter as populações dessas pragas em níveis economicamente aceitáveis.

### Agradecimentos

À UNEB, CEPLAC e UFV pelas condições de execução do projeto. Ao José Raimundo Maia dos Santos, José Crispim Soares do Carmo e estagiários do laboratório pelo apoio em campo. Ao Ivan Cardoso do Nascimento e Alexandre Arnhold pela revisão de uma versão anterior do manuscrito. A UNEB pela bolsa de doutorado PAC/UNEB a ESC. Ao CNPq pela bolsa de produtividade a JHCD.

### Literatura Citada

- ABREU, J. M. et al. 1989. Manejo de pragas do cacauero. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 32p.
- ABREU, J. M.; DELABIE, J. H. C. 1986. Controle das formigas cortadeiras em plantio de cacau. *Revista Theobroma (Brasil)* 16(4):199-211.
- ALGER, K.; CALDAS, M. 1996. Cacau na Bahia. *Ciência Hoje (Brasil)* 117(20):28-35.
- ANDERSEN, A. N. 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography* 24(4):433-460.
- ARANGO, H.G. 2012. Bioestatística teórica e computacional. Rio de Janeiro, RJ, Guanabara Koogan. 438p.
- ARMBRECHT, I. et al. 2001. An ant mosaic in the Colombian rain forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 37(38):491-509.
- BROWER, J. C.; KILE, K. M. 1988. Sedation of an original data matrix as applied to paleoecology. *Lethaia* 21:79-93.
- BRUNEAU DE MIRÉ, P. 1969. Une fourmi utilisée au Cameroun dans la lutte contre les mirides du cacaoyer: *Wasmannia auropunctata* Roger. *Café Cacao Thé* 13(3):209-212.
- CONCEIÇÃO, E. S. et al. 2015. Structural changes in arboreal ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in an age sequence of cocoa plantations in the south-east of Bahia, Brazil. *Austral Entomology* 54:315-324.
- CONCEIÇÃO, E. S. et al. 2009. Atividade de formigas nas inflorescências do coqueiro no sudeste baiano, com enfoque sobre o período entre a antese e a formação de fruto. *Agrotropica (Brasil)* 21(2):113-122.
- DELABIE, J. H. C. 1988. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia. *Revista Theobroma (Brasil)* 18(1):29-37.
- DELABIE, J. H. C. 1990. The ant problems of cocoa farms in Brazil. In: Vander Meer, R. K.; Jaffe, K.; Cedeño A. *Applied Myrmecology: A World Perspective*. Colorado, Westview Press. pp.555-569.
- DELABIE, J. H. C. 1999. Aspectos da mirmecofagia na Região Neotropical. *Naturalia* 24 (n.esp.): 225-231.
- DELABIE, J. H. C. 2001. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Stenorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. *Neotropical Entomology* 30 (4):501-516.
- DELABIE, J. H. C.; ENCARNAÇÃO, A. M. V.; CAZORLA, I. M. 1993. Impact d'une fourmière d'*Atta cephalotes* (L.) (Formicidae; Myrmicinae; Attini) sur une cacaoyère en formation. *Actes des Colloques Insectes Sociaux* 8:63-70.
- DELABIE, J. H. C. et al. 2007. Contribution of cocoa plantations to the conservation of native ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) with a special emphasis on the Atlantic Forest fauna of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16:2359-2384.
- DELABIE, J. H. C.; MARIANO, C. S. F. 2000. Papel das formigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) no controle biológico natural das pragas do cacauero na Bahia: síntese e limitações. In: *International Cocoa Research Conference*, 13. Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Proceedings*.

- Lagos Nigéria, Cocoa Producer's Alliance. pp.2359-2384.
- DJIETO-LORDON, C.; DEJEAN, A. 1999. Tropical arboreal ant mosaics: innate attraction and imprinting determine nest site selection in dominant ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 45(3):219-225.
- FERRONATTO, E. M. O. 1999. Fluctuation in the abundance of immature forms and imagoes of Eumolpinae (Coleoptera: Chrysomelidae) in *Theobroma cacao* (Sterculiaceae) in the south of Bahia, Brazil. In: Cox, M. L. *Advances in Chrysomelidae Biology*, 1 ed. Leiden: Backhuys Publishers. pp.271-297.
- FINNEGAN, R. J. 1971. An appraisal of indigenous ants as limiting agents of forest pests in Quebec. *Canadian Entomologist* 103:1489-1493.
- FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba (Costa Rica)* 24:422-423.
- GALLO, D. et al. 2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba, SP, FEALQ. 920p.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1):1-9.
- HORA, R. R. et al. 2005. Facultative polygyny in *Ectatomma tuberculatum* (Formicidae, Ectatomminae). *Insectes Sociaux* 52:194-200.
- JOLIVET, P. 1996. *Ants and Plants: an Example of Coevolution*. Paris, Société nouvelle des éditions Boubée. 254p.
- KENNE, M.; CORBARA, B.; DEJEAN, A. 1999. Impact des fourmis sur les plantes cultivées en milieu tropical. *Année Biologique* 38(3-4):195-212.
- KERGUNTEUIL, A.; BASSO, C.; PINTUREAU, B. 2013. Impact of two ant species on egg parasitoids released as part of a biological control program. *Journal of Insect Science* 13(106):1-8.
- KHOO, K. C.; CHUNG, G. F. 1989. Use of the black cocoa ant to control mirid damage in cocoa. *The Planter* 65:370-383.
- KÖPPEN, W. 1936. Das Geographisches System der Klimate. In: W. Köppen, W. Geiger (eds.), *Handbuch der Klimatologie (Kapitel 3 V.1)*. Berlin: Teil. C. Ebr. Bornträger.
- LESTON, D. 1970. Entomology of the cocoa farm. *Annual Review Entomology* 15:273-294.
- LESTON, D. 1978. A Neotropical ant mosaic. *Annals of Entomological Society of America* 71(4):649-653.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic-tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. *Pest Articles and News Summaries* 19:311-341.
- MAJER, J. D. 1972. The ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Bulletin of Entomological Research* 62: 151-60.
- MAJER, J. D. 1976a. The influence of ants and ant manipulation on the cocoa farm fauna. *Journal Applied Ecology* 13:157-175.
- MAJER, J. D. 1976b. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: further structural considerations. *Journal Applied Ecology* 13:145-155.
- MAJER, J. D. 1986. Utilizing economically beneficial ants. In: Vinson. *Economic Impact and Control of Social Insects*. New York, Praeger Press. pp.314-331.
- MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C. 1993. An evaluation of Brazilian cocoa farm ants as potential biological control agents. *Journal of Plant Protection in the Tropics* 10(1):43-49.
- MAJER, J. D; DELABIE, J. H. C.; SMITH M. R. B. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica* 26(1):73-83.
- MARQUIS, R. J. 1992. Selective impact of herbivores. In: Fritz, R.S.; Simms, E. L. *Plant Resistance to Herbivores and Pathogens: Ecology, Evolution, and Genetics*. Chicago, University of Chicago Press. pp.301-325.
- MEDEIROS, M. A. 1992. *Ecologia e comportamento de Azteca chartifex spiriti* Forel (Formicidae: Dolichoderinae) e sua perspectiva como agente de controle biológico natural de pragas de cacauzeiros em Ilhéus - Bahia. *Dissertação de Mestrado*. Rio Claro, São Paulo, UNESP. 97p.

- MEDEIROS, M. A.; FOWLER, H. G.; DELABIE, J. H. C. 1995. O mosaico de formigas (Hymenoptera; Formicidae) em cacauais do sul da Bahia. *Científica (Brasil)* 23(2):291-300.
- MEDEIROS, M. A.; FOWLER, H. G.; DELABIE, J.H.C. 1999. Formiga ataca pragas de cacau. *Ciência Hoje* 26(152):59-61.
- MELE, P. V. 2008. A historical review of research on the weaver ant *Oecophylla* in biological control. *Agricultural and Forest Entomology* 10:13-22.
- MODY, K.; LINSENMAYER, K. E. 2004. Plant-attracted ants affect arthropod community structure but not necessary herbivory. *Ecological Entomology* 29:217-225.
- MORRIS, J. R.; VANDERMEER, J.; PERFECTO, I. 2015. A keystone ant species provides robust biological control of the coffee berry borer under varying pest densities. *PLoS ONE* 10(11):1-15.
- MOURA, J. I. L.; MARIAU, D.; DELABIE, J. H. C. 1994. Stratégie de lutte contre *Amerrihinus ynca* Sahlb, 1823 (Coleoptera, Curculionidae) foreur du rachis foliaire du cocotier (*Cocos nucifera* L.) au Brésil. *Oléagineux Corps Gras Lipides* 49:221-226.
- NAVARRETE, B.; MCAUSLANE, H.; DEYRUP, M.; PEÑA, J. E. 2013. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with *Diaphorina citri* (Homoptera: Liviidae) and their role in its biological control. *Florida Entomologist* 96(2):590-597.
- OVERALL, W. L.; POSEY, D. A. 1988. Uso de formigas *Azteca* spp. para controle biológico de pragas agrícolas entre os índios Kayapós do Brasil. In: *International Congress of Ethnobiology. Proceedings*. Belém, UFPA. pp.218-225.
- PARYS, K. A.; JOHNSON, S. J. 2012. Impact of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), on biological control of *Salvinia minima* (Hydropteridales: Salviniaceae) by *Cyrtobagous salviniae* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist* 95(1):136-142.
- PAVAN, M.; CEBALLOS, P. 1979. Comptes rendus de la réunion des groupes de travail *Formica rufa* et "Vertébrés Prédateurs des Insectes" de l'OILB (Varenna, Italie, 1978). *Bulletin Srop* II-3. 514p.
- PERFECTO, I.; CASTIÑEIRAS, A. 1998. Deployment of the predaceous ants and their conservation in agroecosystems. In: Barbosa, P. *Perspectives on the Conservation of Natural Enemies of Pest Species*. San Diego, Academic Press. pp.269-289.
- PERFECTO, I. 1991. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology* 84(1):65-70.
- RISCH, S. J.; CARROL, C. R. 1982. The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. *Oecologia* 55(1):114-119.
- SANTANA, S. O. et al. 2003. Zoneamento Agroecológico do Município de Ilhéus, Bahia, Brasil, Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Ilhéus: Boletim Técnico n.186. 144p.
- WAY, M. J.; BOLTON, B. 1997. Competition between ants for coconut palm nesting sites. *Journal of Natural History* 31:439-455.
- WAY, M. J.; KHOO, K. C. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology* 37(1):479-503.

