

**ELTAMARA SOUZA DA CONCEIÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO DO MOSAICO  
DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS DOMINANTES E SUA IMPORTÂNCIA NO  
CONTROLE BIOLÓGICO NATURAL DOS INSETOS ASSOCIADOS AO  
CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.)**

**Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Entomologia, para  
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.**

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C744d  
2011

Conceição, Eltamara Souza da, 1970-

Desenvolvimento do mosaico de formigas arborícolas dominantes e sua importância no controle biológico natural dos insetos associados do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) / Eltamara Souza da Conceição. – Viçosa, MG, 2011. x, 120f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Terezinha Maria Castro Della Lucia.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Formiga. 2. Inseto - Controle biológico. 3. Cacau - Doenças e pragas. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.


CDD 22. ed. 595.796

**ELTAMARA SOUZA DA CONCEIÇÃO**


**DESENVOLVIMENTO DO MOSAICO  
DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS DOMINANTES E SUA IMPORTÂNCIA NO  
CONTROLE BIOLÓGICO NATURAL DOS INSETOS ASSOCIADOS AO  
CACAUUEIRO (*Theobroma cacao* L.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

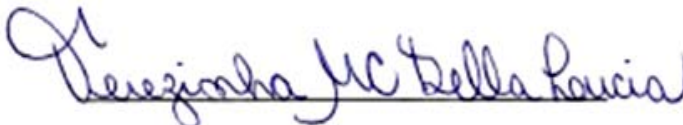
**APROVADA:** 21 de fevereiro de 2011.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie  
(Co-orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Sérgio Fiuza Ferreira  
(Co-orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cidália Gabriela Santos Marinho

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Terezinha Maria Castro Della Lucia  
(Orientadora)



À minha mãe Edinalva e ao meu pai Haroldo

À minha filha Gabriela e ao meu marido Antonio

Aos meus irmãos e sobrinha-afilhada, Jaqueline

Josenaldo, Ronaldo e Laís, com amor,

Ofereço

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela benção da existência e pela oportunidade de gozar do prazer e a satisfação do cumprimento de mais uma obrigação;

À minha mãe, Dona Dinalva, que sempre descobre a melhor forma de me manter feliz e de facilitar a realização dos meus sonhos;

À minha filha Gabriela pela paciência e amor ilimitados, dedicados a mim, o que fortalece e me impulsiona a realizar o que me é de obrigação;

À minha família, Jaqueline, Naldo, Laís e Ronaldo, pelo apoio, muitas vezes além das suas possibilidades, para me ajudar a seguir em frente e alcançar meus objetivos;

Ao meu esposo, Antonio Neto, pelo amor, dedicação e confiança a mim dedicados, além de todo apoio durante a realização de todo o curso e análises estatísticas da tese;

Ao meu Pai, Seu Haroldo, por acreditar em mim e pelo apoio em todas as minhas realizações;

À minha orientadora, Professora Terezinha Maria Castro Della Lucia, pela grande sabedoria e generosidade com o seu saber e pela confiança que me oportunizou viver e aprender muito sobre ciência e sobre a vida;

Ao meu co-orientador, mestre-amigo Jacques Hubert Charles Delabie, por me proporcionar progredir no campo profissional e por sua maestria sobre simplicidade e doçura para um bom viver, que contagia a todos que os cercam;

Aos amigos Cidália Gabriela, Ivan Cardoso e Luiza, minha imensa gratidão pela amizade sincera, apoio, confiança e por serem um belo exemplo de como é bom ter amigos;

Às amigas Sandra e Raquel pelo apoio moral e a certeza de que se possui um ombro amigo, quando se precisa;

À querida família amiga baiano-mineira Adriana, Marcos Magalhães, Mari e Arthurzinho, pela doçura e prontidão para ajudar sempre e por me darem o privilégio de me fazerem sentir membro de uma família tão exemplar e tão do bem;

Aos amigos e funcionários do Laboratório de Mirmecologia, José Raimundo Maia pelo apoio nos trabalhos de campo, mas também pela generosidade com seus conhecimentos e experiências, importantes na condução do experimento e construção da tese, José Crispim do Carmo e Gilmar, pelo importante apoio no desenvolvimento das tarefas de campo;

Aos amigos, estagiários e estudantes do Laboratório de Mirmecologia, Alennay, Brena, Linsmara e Flávia pela amizade e apoio nas tarefas de campo, bem como, a Ana Flávia, Cléa e Karina, pelo apoio e amizade, essenciais prá se trilhar, sobretudo nos momentos de adversidades;

Aos amigos inesquecíveis do Insetário e da UFV, Myriam, Marquinhos, Zé Milton e Fabrícia, minha imensa gratidão pelo apoio e por tornarem minha vida tão mais fácil longe da família;

Ao Sr. Manoel pela amizade e apoio em atividades do Insetário da UFV.

Aos Professores Paulo Sérgio Fiuza, Simon Elliot e Elias Silva, pela grande contribuição para melhoria da qualidade da tese durante a qualificação;

Aos mestres da UFV, por terem a generosidade de proporcionarem momentos inesquecíveis de aprendizagem;

Aos colegas da UFV, por compartilharem momentos inusitados de aprendizagem, com responsabilidade, respeito, mas sem perder de vista a sutileza do humor;

Aos amigos Rogério Silvestre e Wesley da Rocha por compartilhar importantes e especiais informações no finalzinho da produção da tese;

Ao Pesquisador Dr. Wilson Monteiro, pela liberação das áreas da Seção de Genética do CEPEC/CEPLAC e ao funcionário Wildson, pelo apoio e orientações para o uso dessas áreas na instalação do experimento;

Às secretarias da Entomologia Dona Paula e Míriam, pela gentileza e cordialidade em nos receber e prontidão com que resolvem nossos problemas;

À Universidade Federal de Viçosa e a CEPLAC pelas oportunidades para o desenvolvimento do curso e obtenção do título;

À Universidade do Estado da Bahia pela oportunidade de realização do curso, através da minha liberação e pela bolsa PAC/UNEB concedida;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.



## **BIOGRAFIA**

ELTAMARA SOUZA DA CONCEIÇÃO, filha de Edinalva do Amparo de Souza Cruz e Haroldo da Conceição, nasceu em Ilhéus, Bahia, em 11 de setembro de 1970.

Concluiu o ensino Médio em Ilhéus, no Centro Educacional Dom Eduardo.

De março de 1992 a fevereiro de 1995 participou de projetos de pesquisa vinculados ao SECEN e ao Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPLAC, em Ilhéus-BA, como voluntária e bolsista do CNPq.

Em setembro de 1993 graduou-se em Ciências – Habilitação em Biologia, pela Universidade Estadual de Santa Cruz, em Ilhéus-Bahia.

Em março de 1995 ingressou no Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, pela Universidade Federal da Bahia, em Cruz das Almas – BA, defendendo sua dissertação em 12 de dezembro de 1997.

Iniciou sua carreira docente na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em agosto de 1998, como professora substituta, onde permaneceu até março de 2000. Na Universidade do Estado da Bahia, onde é Professora Assistente, ingressou como docente em 08 de julho de 2002, atuando na disciplina Zoologia dos Invertebrados e disciplinas afins e desenvolvendo atividade de pesquisa e extensão.

Em março de 2007 ingressou no curso de Doutorado em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – Minas Gerais, completando o que é exigido para a obtenção do título de “Doctor Science” em fevereiro de 2011.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
CAPÍTULO 1. RELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO DO CACAUUEIRO ( <i>Theobroma cacao</i> L.) E A COMUNIDADE DE FORMIGAS NUM SISTEMA AGROFLORESTAL DO SUDESTE DA BAHIA.	
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS.....	26
DISCUSSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
CAPÍTULO 2. DESENVOLVIMENTO DO MOSAICO DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS DOMINANTES EM CACAUAIS DO SUDESTE DA BAHIA.	
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
INTRODUÇÃO.....	50

MATERIAL E MÉTODOS.....	51
RESULTADOS.....	53
DISCUSSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
CAPÍTULO 3. INFLUÊNCIA DA IDADE DO MOSAICO DE FORMIGAS DOMINANTES DO CACAUEIRO SOBRE A OCORRÊNCIA DE DANOS DAS PRINCIPAIS PRAGAS DA LAVOURA.	
RESUMO.....	80
ABSTRACT.....	81
INTRODUÇÃO.....	82
MATERIAL E MÉTODOS.....	83
RESULTADOS.....	85
DISCUSSÃO.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
CONCLUSÕES GERAIS.....	99
ANEXOS.....	101

## RESUMO

CONCEIÇÃO, Eltamara Souza da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011. **Desenvolvimento do mosaico de formigas arborícolas dominantes e sua importância no controle biológico natural dos insetos associados ao cacauero (*Theobroma cacao* L.)**. Orientadora: Terezinha Maria C. Della Lucia. Co-Orientadores: Jacques Hubert Charles Delabie e Paulo Sérgio Fiuza Ferreira.

Agroflorestas contribuem para a sobrevivência de muitas espécies nativas. Os cacauais implantados no bioma Mata Atlântica do Sudeste da Bahia contribuem para a conservação de uma grande quantidade de organismos, tais como, as formigas. A avaliação da sucessão ontogenética de formigas pode facilitar o entendimento da dinâmica do mosaico de formigas arborícolas. Como o mosaico pode exercer papel controlador das pragas do cacauero, estudos sobre essa organização em cacauais de idades distintas se fazem necessário, a fim de avaliar a organização temporal das formigas que são agentes de controle biológico em cacauais. O objetivo deste estudo foi verificar se há relação entre o ciclo de desenvolvimento do cacauero e a riqueza e diversidade de espécies de formigas; em que fase do desenvolvimento a estrutura do mosaico se torna mais complexa e se essa complexidade ocorre progressivamente e; se há um período em que o mosaico se encontra em melhor condição de influenciar o impacto das principais pragas da lavoura. O experimento foi realizado em 50 plantas de cacauais de um, três, quatro, oito, 15 e 33 anos, nas áreas experimentais do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia. Os métodos utilizados foram: coleta manual, iscas à base de mel e iscas à base de sardinha, lençol e “pitfall”, perfazendo um total de 1500 amostras. Foi feita uma avaliação dos tipos de danos ocasionados pelas principais pragas e avaliou-se a aptidão das formigas para a predação. Foram feitas análises de frequência, calculados índices de diversidade e riqueza, análise de correspondência destendenciada e análise de componentes principais (PCA), índice de dominância de Berger-Parker, análises de co-ocorrência e sobreposição de nicho, análise multivariada de Seriação Restrita, correlações e calculados índices de predação. Com base nos dados obtidos, os valores médios dos índices de diversidade e riqueza não demonstraram crescimento nem redução. O cacauai de 15 anos foi o que apresentou maior valor score no PCA. As espécies apresentaram oscilações em relação aos índices de dominância, com destaque para *Wasmannia auropunctata*. A espécie com maior dominância comportamental foi *Monomorium floricola*. A co-ocorrência apenas pôde ser

efetivamente detectada em cacauais de três a 15 anos. As sobreposições de nichos ocorreram mais frequentemente em plantações de idades mais avançadas. Na maioria das idades, as formigas estiveram associadas a níveis de danos baixos ou nenhum dano por parte das pragas, e somente em cacauais de maior idade, esses danos foram altos. A espécie *Linepithema neotropicum* foi a que apresentou maior índice de predação. Não se observou um gradiente de diversidade e riqueza no processo de sucessão da comunidade de formigas, à medida que o desenvolvimento da planta avançou. As alterações na distribuição das espécies e a regulação entre as populações de formigas foi constatada, na medida em que se estrutura e se organiza o mosaico durante o desenvolvimento da planta. Provavelmente isso contribuiu para as variações desuniformes na diversidade e riqueza de espécies. A complexidade da estrutura do mosaico de formigas arborícolas nos cacauais é mais evidente em plantios de idades intermediárias. No entanto, o grau de complexidade durante o desenvolvimento da planta não se alterou progressivamente. O mosaico sofreu oscilações quanto aos territórios das espécies que o compõem, havendo ampla influência de espécies invasoras, reconfigurando sua estrutura. Não se pode afirmar que as mudanças sucessivas na organização da estrutura do mosaico influenciam o controle das principais pragas do cacau, mas que a presença de algumas espécies em particular, pode influenciá-lo.

## ABSTRACT

CONCEIÇÃO, Eltamara Souza da, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2011. **Development of the mosaic of dominant arboreal ants and its importance to the biological control of insects associated with cocoa (*Theobroma cacao* L.)**. Adviser: Terezinha Maria C. Della Lucia. Co-advisers: Jacques Hubert Charles Delabie and Paulo Sérgio Fiuza Ferreira.

Agroforests contribute to the survival of many native species. The cocoa plantations inserted in the Atlantic Forest biome in Southeast Bahia contribute to the conservation of a large amount of organisms, including ants. The evaluation of the ontogenetic succession of ants can help understanding the mosaic dynamics of the arboreal ants. Since this mosaic can play a role in suppressing cocoa pests, it is important to conduct studies on the organization of cocoa plantations of different ages. This will help to verify the organization of ants that are biological control agents throughout time. The purpose of this study was to investigate if there is a relation to investigate if there a relation between the cocoa developmental cycle and the richness and diversity of ant species. Furthermore, it also aimed to investigate in which cocoa development phase the mosaic structure becomes more complex and if this complexity occurs gradually. At last, this work evaluated if there is a period when the mosaic is in better conditions to influence the impact of the main insect pests of this crop. The experiment was conducted in 50 plants of cocoa plantations of three, four, eight, 15 and 33 years of age the experimental areas of the Cocoa Research Center, Ilhéus, Bahia. The methods used were: hand collecting, honey baits and tuna fish baits, sheet and pitfall. A total of 1500 samples was taken. The evaluation of damage types caused by the main cocoa pests was conducted with the evaluation of the ants ability for predation. The following analyses were performed frequency, calculations of diversity and richness indices; unbiased correspondence analyses and principal component analysis (PCA); Berger-Parker dominance index, analysis of co-occurrence and niche overlapping, multivariate analysis of Restrict Seriation and predation indeces. Mean values of the diversity and richness indeces did not show either growth or reduction. 15-year old cocoa plantation had the highest score value in the PCA. Ant species had fluctuations in their dominance indeces, but values for *Wasmannia Auropunctata* were the highest. *Monomorium floricola* had the highest behavioral dominance. Co-occurrence was detected only in cocoa plantations of three to 15-years of age. Niche overlappings

occurrence most frequently in older cocoa plantations. Ants were mostly associated with low levels or absence of damage by pests. The oldest cocoa plantations had the highest damage level. *Linepithema neotropicum* showed the highest predation level. There was no species diversity and richness gradient in the succession of the ant community as the plant grew older. Changes in species distribution and regulation among ant populations were detected as the mosaic gets organized during plant development. This probably contributed to the uneven variation in species diversity and richness. The complexity of the mosaic of arboreal ants in cocoa is more evident in plantations of intermediate ages. However, the degree of complexity during plant development did not change progressively. The mosaic had fluctuations in its species territories. There was a great influence of invading ant species. It can not be said that successive changes in the mosaic organization structure influence the control of the main cocoa pests, but the presence of some particular species play a certain role in this pest control.

## INTRODUÇÃO GERAL

Agroflorestas são sistemas de manejo agrícola complexos, que se assemelham e funcionam como ecossistemas florestais naturais (Michon & De Foresta, 1995). Esse fator é satisfatório para o ambiente, no entanto, a expansão agrícola provoca claramente perda significativa de biodiversidade local (Norris *et al.*, 2010). Muitas espécies ainda têm a capacidade de sobreviver em habitats perturbados ou agrícolas (Lugo, 1988). Elas permanecem no ambiente após a perda de floresta primária, principalmente quando se agregam métodos agroflorestais que combinem espécies plantadas, vegetação secundária natural e maior proximidade com florestas nativas (Henriques, 2003; Cassano *et al.*, 2009), como exemplo disso, tem-se o sistema o plantio da agrofloresta cacaueteira, “cabruca”, que é alternativo ao sistema de “derruba total”. Na “cabruca” ocorre, tradicionalmente, o crescimento das plantações onde são conservadas árvores nativas para o sombreamento (Delabie *et al.*, 2007; Cassano *et al.*, 2009). Nesse caso, a extração seletiva de madeira parece ter muito menos impacto sobre a diversidade da fauna, que a conversão de florestas nativas em florestas plantadas, tanto inicialmente, quanto depois que as áreas são abandonadas (Dunn, 2004). No sistema de “derruba total”, o plantio de árvores exóticas como *Eritrina fusca* Lour. tem sido usado para garantir o sombreamento dos cacaueteiros (Delabie *et al.*, 2007).

Nos cacaueteiros da Região Sudeste da Bahia, a maior área cacaueteira do Brasil, a estrutura das comunidades de formigas arborícolas é considerada bastante similar à da Mata Atlântica (Delabie *et al.*, 2000, 2007). Isto se deve ao fato de que cacaueteiros e seu sombreamento são frequentemente associados ao sub-bosque e às árvores da mata, no sistema de plantio “cabruca”, ou situarem-se nas proximidades de pequenas áreas de mata primária ou secundária (Majer & Delabie, 1993; Delabie & Mariano, 2000; Roth *et al.*, 1994). Isso é um benefício extraordinário que torna especialmente importante a manutenção da economia cacaueteira na região. É o tipo de cultivo que mais contribui para a preservação da biodiversidade, pelo menos no tocante aos invertebrados (Delabie *et al.*, 2000; 2007). Isso reforça o interesse em se apoiar essa cultura como uma das principais atividades econômicas da região, garantindo a preservação de uma fração representativa da biodiversidade da Mata Atlântica. Embora o bioma já esteja consideravelmente fragmentado, continua a ser ameaçado pelo desmatamento e uso do solo para outros tipos de cultivos.



No sistema da agrofloresta cacaujeira são encontradas interações entre formigas e pragas, que são vantajosas para o cultivo, daí a importância de se estudar essas relações. Diversos aspectos podem ser destacados para explicar a importância das formigas nos ecossistemas, o que torna óbvia a escolha do táxon para estudos de biodiversidade. É um grupo de invertebrados dominante nas florestas tropicais; suas interações com outros organismos tornam as espécies do grupo como “elemento chave” no processo de interação; além das formigas serem possíveis agentes dispersores de sementes, predadoras e engenheiros de ecossistemas; entre outras justificativas (Bihn *et al.*, 2008).

Há evidência da ligação entre as mudanças ambientais e seu efeito sobre as formigas e outros componentes da fauna (Andersen, 1990). A redução da biomassa vegetal deve diminuir a diversidade de microhabitats, além de afetar a distribuição de espécies de formigas, reduzindo a diversidade local (Caldas & Moutinho, 1993). A riqueza de espécies está relacionada com a textura dos solos, bem como, com a densidade da vegetação, porque nos habitats mais heterogêneos, há maior variedade de sítios de nidificação, alimento, microclima e interações interespecíficas para as formigas se estabelecerem (Corrêa *et al.*, 2006; Graham *et al.*, 2009). Florestas manejadas (plantações de espécies arbóreas, instituídas com a cobertura da floresta raleada) podem ajudar na manutenção da diversidade, tanto de invertebrados como de vertebrados (Lawton *et al.*, 1998). Diversos sistemas agroflorestrais, onde as lavouras são cultivadas na sombra das árvores da floresta, são detentores de elevada riqueza de espécies (Bisseleua *et al.*, 2009). Cacauais, por exemplo, apresentam maior número de espécies de plantas de pequeno porte do que a floresta de dossel aberto (Attua, 2003), e muitas espécies de formigas continuam a sobreviver nos cacauais, após derruba da floresta nativa (Belshaw & Bolton, 1993; Delabie *et al.*, 2007). A riqueza de espécies de formigas encontradas em uma plantação de cacau sombreado por *E. fusca* é similar à de floresta de baixa diversidade (mata secundária) (Delabie *et al.*, 2007).

Underwood & Fisher (2006) destacaram cinco campos de estudo onde as formigas forneceram informações valiosas para o acompanhamento da gestão ambiental: na detecção da presença de espécies invasoras; na avaliação sobre o grau de ameaça para espécies em perigo de extinção; sobre tendências em relação ao papel de espécies-chave nos ecossistemas; na avaliação das ações de manejo da terra; e na avaliação das alterações do ecossistema em longo prazo.

O potencial das florestas secundárias para a conservação de espécies florestais nativas em desenvolvimento é incerto. A quantificação do valor desses ambientes como habitat para plantas ou comunidades de animais é fator crucial na predição do futuro da biodiversidade nos trópicos; além disso, é insuficiente o conhecimento da dinâmica da biodiversidade durante a sucessão nas florestas tropicais (Bihn *et al.*, 2008).

Estudos sobre padrões de diversidade são considerados importantes para o desenvolvimento de estratégias de conservação das espécies, tornando possível prever os efeitos das alterações ambientais, tais como fragmentação e simplificação dos habitats (Soares, 2003). Vários trabalhos têm sido feitos para verificar a variação da riqueza de espécies ao longo dos gradientes de complexidade vegetal (Graham *et al.*, 2009; Retana & Cerdá, 2000; Oliveira *et al.*, 2011), latitudinais e altitudinais (Soares, 2003; Sanders, 2002). Sendo assim, estudos de padrões de diversidade em sistemas agroflorestais como em cacauais poderão ajudar a compreender as variações durante o desenvolvimento da planta, permitindo verificar como se dá a estruturação das comunidades em tal sistema.

O mosaico de formigas arborícolas é um conjunto de territórios de espécies dominantes, que não se sobrepõem e que gera uma organização hierárquica entre as espécies, em função das suas aptidões em colonizar tais territórios, bem como, seus níveis de agressividade e características de suas populações (Majer *et al.*, 1994, Leston, 1973). Os níveis de agressividade entre as espécies decorrem de mecanismos comuns ao comportamento territorial e da dominância hierárquica entre essas (Mercier, 1999), sendo as estratégias territoriais especialmente elaboradas em animais que vivem em sociedades bem organizadas (Hölldobler & Lumdsden, 1980), como é o caso das formigas.

As formigas arborícolas que se distribuem em mosaico podem ser agrupadas em espécies dominantes, codominantes, subdominantes e não dominantes (Majer, 1976a; Majer *et al.*, 1994). As não dominantes são as que ocorrem junto com as dominantes, pelas quais são simplesmente toleradas (Room, 1971, Dejean *et al.*, 2003). As subdominantes se excluem mutuamente, mas são toleradas pelas dominantes, sendo capazes de defender um território e adquirir, em determinadas condições, “status” de dominante, desenvolvendo outras estratégias de exploração dos recursos (Silvestre *et al.*, 1998). As espécies codominantes são dominantes que compartilham do mesmo território (Fernández & Palácio, 2003; Dejean *et al.*, 2007). Isso frequentemente resulta

em ritmos complementares de atividade de cada tipo de espécie (Fernández & Palácio, 2003).

O cultivo do cacauero parece favorecer a presença de espécies dominantes e formação do mosaico de formigas arborícolas (Hora *et al.*, 2005). Este foi inicialmente estudado na África (Leston, 1973; Majer, 1976a; Majer, 1976b), no entanto, posteriormente vários estudos foram desenvolvidos nos cacauais brasileiros (Leston, 1978; Majer & Delabie, 1993; Majer *et al.*, 1994; Medeiros *et al.*, 1995; Delabie *et al.*, 2000; Dejean *et al.*, 2003). De acordo com Floren & Linsenmair (2000), numa plantação, onde o alimento é abundante e de fácil monopolização, o estabelecimento de amplos territórios de formigas dominantes é esperado; já em condições contrárias, como por exemplo, em área de floresta de solo pobre onde o alimento é disperso, isso não acontece.

Savolainen & Vepsäläinen (1988) catalogaram as formigas em níveis hierárquicos competitivos de acordo com a organização social: "territorialistas", que defendem suas áreas de forrageamento e correspondem às espécies dominantes; "casuais", que defendem suas fontes de alimento e que correspondem às formigas subdominantes e; "subordinadas", que defendem somente seus ninhos e que correspondem às não dominantes.

Espécies dominantes são numericamente superiores e podem mediar a estrutura do restante da comunidade (Leston, 1973; Sanders *et al.*, 2007). Elas desagregam a organização das outras espécies (Sanders *et al.*, 2007) e todas as outras ocorrem de forma aleatória em toda a comunidade; essa ocorrência é provavelmente governada por uma mistura de fatores, como tamanho do corpo (Fellers, 1987; Majer *et al.*, 1994) e outros aspectos estocásticos da colonização e extinção, como a disponibilidade de recursos alimentares e tolerância a oscilações sazonais (Sanders *et al.*, 2007).

A agressividade, que decorre de um mecanismo de reconhecimento entre as espécies, modula um contexto da territorialidade, na defesa e conquista do território (Soroker *et al.*, 1995; Mercier, 1999). É conhecido que existe uma área denominada zona de domínio vital, que é utilizada para a defesa do ninho ou competição alimentar nas relações intra e interespecífica (Kenne *et al.*, 1999; Leston, 1973; Mercier, 1999). A identificação de um inimigo é provavelmente o principal mecanismo comportamental que intervém na regulação do mosaico (Hölldobler, 1983). Mas, apesar do processo de competição ser importante regulador da organização de um mosaico, provavelmente não

é o único, pois processos estocásticos também estão envolvidos na sua estruturação (Ribas & Schoereder, 2002).

Processos sucessionais podem ser mediados por diferenças em relação à sobrevivência da colônia entre espécies, devido à sua eficiência na defesa ou capacidade competitiva, relacionada com a eficácia dos mecanismos de proteção da planta hospedeira (Djiéto-Lordon *et al.*, 2004). Diferenças na capacidade competitiva podem não depender somente de características intrínsecas às formigas, mas também podem ser condicionadas pelo estágio de desenvolvimento da planta (Djiéto-Lordon *et al.*, 2004).

Dejean *et al.* (2008) consideram alguns fatores que influenciam a determinação da distribuição espaço-temporal das espécies de formigas: o aumento da intensidade de sombreamento, frequentemente acompanhada por alta umidade, é inapropriada para espécies que necessitam de um ambiente mais seco; a taxa de hemípteros associados a algumas espécies, que variam com a idade e tamanho da planta, modulando a disponibilidade de alimento; a atratividade seletiva das árvores, com a familiarização das formigas no contato com as folhas; as modificações sofridas pela planta hospedeira durante seu desenvolvimento e a habilidade de algumas espécies para se sobrepor no mosaico diante de condições adversas.

O surgimento e a dinâmica do mosaico de formigas poderia ser mais bem compreendida pela avaliação da sucessão ontogênica de formigas em árvores tropicais. Esta é acompanhada por diversas alterações de fatores bióticos e abióticos, que permitem o aparecimento de nichos ecológicos de diferentes espécies, uma sucedendo a outra, num processo de formação do mosaico (Dejean *et al.*, 2008).

A idéia da utilização de formigas no controle biológico de culturas perenes tem se desenvolvido particularmente em plantações de cacau e vários outros cultivos tropicais (Majer, 1972; Majer, 1976c; Kenne *et al.*, 1999). No entanto, a influência das formigas no desenvolvimento e exploração de plantas de interesse econômico pode ser benéfica ou não a essas (Mercier, 1999). Esses himenópteros são considerados agentes importantes nesses cultivos, nos trópicos e subtropicais (Leston, 1973; Perfecto, 1991; Way & Khoo, 1992), sendo também o primeiro relato de uso de formigas no controle biológico de pragas na literatura (Pavan & Ceballos, 1979; Perfecto & Castiñeiras, 1998).

Intensas práticas agrícolas, com a perda da biodiversidade, são conseqüências potencialmente drásticas para as funções dos ecossistemas úteis aos seres humanos, mas especialmente quando a diversidade de formigas e outros predadores é alta, como em

tradicionais sistemas agroflorestais, tanto a função do agroecossistema, como metas de conservação são favorecidas pela proteção da biodiversidade (Philpott & Armbrechtl, 2006). Apesar do reconhecido papel das formigas na proteção de lavouras em que se estruturam mosaicos, o declínio da sua biodiversidade com a intensificação das lavouras de café e cacau ainda carece de conhecidos mecanismos, sobretudo para verificar como essa perda da diversidade pode afetar o seu papel como predador (Philpott & Armbrechtl, 2006).

Atributos importantes das formigas relacionados à sua utilização como agentes de controle biológico são resumidos por Finnegan (1971), Risch & Carrol (1982), Majer (1986) e Medeiros *et al.* (1995): 1) Elas são responsáveis pela manutenção da praga em potencial abaixo do nível de dano econômico; 2) Permanecem abundantes, mesmo quando as presas estão escassas, pois podem canibalizar sua prole e utilizar açúcares produzidos por homópteros como recursos estáveis e/ou alternativos de energia; 3) Podem estocar alimento e continuar a capturar mais presas; 4) Do mesmo modo que matam muitos insetos, podem repelí-los; 5) Devido à estrutura social das colônias, podem eventualmente ser manejadas para aumentar sua abundância, distribuição e eficácia no controle dos fitófagos; 6) Apresentam permanência temporal, que permite a estabilidade necessária para a implementação de estratégias de manejo; 7) Existem espécies com indivíduos grandes, particularmente importantes quando a praga é grande ou bem protegida; 8) Há espécies com grandes colônias, que necessitam de mais alimento para sobreviver; 9) As espécies com ninhos polidômicos, são consideradas hábeis para ocupar relevantes áreas em alta densidade; 10) Há espécies poligínicas, que apresentam colônias mais duradouras; 11) Espécies tolerantes a flutuações sazonais de temperatura, umidade, incidência solar e de recursos alimentares são desejáveis; 12) Espécies dominantes são também indicadas, pois não são suscetíveis de serem dominadas por outras espécies.

A recente queda nos preços mundiais de cacau e o aumento dos custos de inseticidas e outros insumos usados na agricultura provocou um renovado interesse na investigação sobre formigas, para ajudar os agricultores a conquistarem o mercado de orgânicos (Mele, 2008). A distribuição de ninhos de *Oecophylla smaragdina* (Fabricius, 1775) em citrus, para o combate de pragas é uma velha tradição na China e no Vietnã (Jolivet, 1996). Experimentos bem sucedidos foram realizados na Itália e Rússia, nos quais foram introduzidas as formigas *Formica lugubris* Zetterstedt 1838, *Formica rufa* Linnaeus 1758 e *Formica polyctena* Foerster 1850, para o combate a pragas florestais

(Pavan & Ceballos, 1979). As espécies *Dolichoderus bituberculatus* Mayr 1862 e *Wasmannia auropunctata* Roger 1868 foram usadas para controlar capsídeos de cacau em Java, com sucesso e *Oecophylla smaragdina*, para controlar o coreídeo *Amblypelta coccophaga*, em coqueiros, em Solomons (Jolivet, 1996).

Conhecer o impacto das formigas de um mosaico, a fim de efetuar a manipulação da estrutura desse mosaico a favor das condições ecológicas das plantações, é extremamente relevante para o controle biológico (Kenne *et al.*, 1999). O padrão de distribuição de uma espécie dominante que participa de um mosaico tridimensional é, em geral, resultante da agressividade e competição por alimento e locais de nidificação (Majer, 1972; Leston, 1973). Esse tipo de organização tem sido descrito para uma variedade de agroecossistemas tropicais (Majer *et al.*, 1994) e já foi constatado que as formigas que assim se organizam, podem ser usadas como auxiliares no controle biológico em plantações de cacau e dossel de florestas (Majer, 1976a, Armbrichtl *et al.*, 2001). Em zonas tropicais, os gêneros *Oecophylla*, *Dolichoderus*, *Anoplolepis*, *Azteca* e a espécie *W. auropunctata* têm sido utilizados com sucesso em plantações de coco, citros, café e cacau (Kenne *et al.*, 1999). Assim, essas formigas podem ser selecionadas e utilizadas em programas de controle de pragas (Majer & Camer-Pesci, 1991).

Apesar de já terem sido feitos estudos explorando a estruturação do mosaico de formigas em função dos estádios de desenvolvimento da planta, estes se restringiram a árvores pioneiras de ambientes naturais e plantações de manga na África (Mercier, 1997 *apud* Dejean *et al.*, 2003), não a cacauais. A atividade de forrageamento das formigas em cacauais tem efeito controlador sobre certas pragas e doenças, o que indica que estas podem ser utilizadas em controle integrado (Majer, 1982). É óbvia a importância de se desenvolver mais estudos referentes ao mosaico de formigas, sobretudo para revelar como esse se estrutura, em função do desenvolvimento da planta. Tais estudos podem servir de suporte para o avanço de estudos de mosaico, não apenas no cacau, mas em diversos cultivos perenes. Além disso, os resultados obtidos com esse estudo podem servir de base e/ou complemento para estudos de mosaico em florestas naturais. No entanto, devem-se prever as alternativas ecológicas das espécies a serem utilizadas, mas também as estratégias de uso dessas espécies nas lavouras (Mele, 2008).

O objetivo deste estudo foi verificar se há relação entre o ciclo de desenvolvimento do cacau e a riqueza e diversidade de espécies de formigas; em que fase do desenvolvimento a estrutura do mosaico se torna mais complexa e se essa

complexidade ocorre progressivamente e se há um período em que o mosaico se encontra em melhor condição de influenciar o impacto das principais pragas da lavoura.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ANDERSEN, A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proceedings of the Ecological*. 16: 347-357.
- ARMBRECHT, I.; JIMÉNEZ, E.; ALVAREZ, G.; ULLOA-CHACON, P. & ARMBRECHTL, H. 2001. An ant mosaic in the Colombian Rain Forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 37: 491-509.
- ATTUA, E. 2003. Land cover change impacts on the abundance and composition of flora in the Densu basin. *West African Journal of Applied Ecology*. 4: 27-33.
- BELSHAW, R. & BOLTON, B. 1993. The effect of forest disturbance on leaf litter ant fauna in Ghana. *Biodiversity and Conservation*. 2: 656-666.
- BISSELEUA, D.H.B.; MISSOUP, A.D.; VIDAL, S. 2009. Biodiversity conservation, ecosystem functioning, and economic incentives under cocoa agroforestry intensification. *Conservation Biology*. 23: 1176-1184.
- BIHN, J.H.; VERHAAGH, M.; BRANDLE, M. & BRANDL, R. 2008. Do secondary forest act as refuges for old growth forest animals? Recovery of ant diversity in Atlantic forest of Brazil. *Biological Conservation*. 141: 733-743.
- CALDAS, A. & MOUTINHO, P.R.S. 1993. Composição e diversidade da fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em áreas sob remoção experimental de árvores na Reserva Florestal de Linhares, ES, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 37: 299-304.
- CASSANO, C.R.; SCHROTH, D.F. & DELABIE, J.H.C. 2009. Landscape and form scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of Southern Bahia, Brazil. *Biodiversity Conservation*. 18: 577-603.
- CORRÊA, M.M.; FERNANDES, W.D. & LEAL, I.R. 2006. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em Capões do Pantanal Sul Matogrossense: Relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomological*. 35: 724-730.

- DEJEAN, A.; CORBARA, B.; ORIVEL, J. & LEPONCE, M. 2007. Rainforest canopy ants: The Implications of territoriality and predatory behavior. *Functional Ecosystems and Communities*. 1: 105-120.
- DEJEAN, A.; DJIÉTO-LORDON, C.; CÉRÉGHINO, R. & LEPONCE, M. 2008. Ontogenetic succession and the ant mosaic: an empirical approach using pioneer trees. *Basic and applied ecology*. 9: 316–323.
- DEJEAN, A.; DUROU, S.; OLMSTED, I.; SNELLING, R.R. & ORIVEL, J. 2003. Nest site selection by ants in a flooded Mexican mangrove, with special reference to the epiphytic orchid *Myrmecophila christinae*. *Journal of Tropical Ecology*. 19: 325–331.
- 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. *Proceedings of XIII International Cocoa Research Conference*. 1: 725-731.
- DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D. & NASCIMENTO, I.C. do. 2000. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic Rain Forest region. p. 1-17. *In.*: Agosti, D., J.D. Majer, L. Tennant & T. Schultz (Eds.). *Sampling ground-dwelling ants: Cases Studies from the World's rain forests*. Perth. Curtin School of environment biology.
- DELABIE, J.H.C.; JAHYNY, B.; NASCIMENTO, I.C. do; MARIANO, C.S.F.; LACAU, S.; CAMPIOLO, S.; PHILPOTT, S.M. & LEPONCE, M. 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 Conservation*. 16: 2359-2384.
- DJIÉTO-LORDON, A; DEJEAN, A.; GIBERNAU, M.; HOSSAERT-MCKEY, M. & MCKEY, D. 2004. Symbiotic mutualism with a community of opportunistic ants: protection, competition, and ant occupancy of the myrmecophyte *Barteria nigritana* (Passifloraceae). *Acta Oecologica*. 26: 109-116.
- DUNN, R.R. 2004. Managing the tropical landscape: a comparison of the effects of logging and forest conversion to agriculture on ants, birds, and Lepidoptera. *Forest Ecology and Management*. 191: 215-224.
- FELLERS, J. H. 1987. Interference and exploitation in a guild of woodland ants. *Ecology*. 68: 1466–1478.



- FERNANDÉZ, F. & PALACIO, E. E. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 p.
- FINNEGAN, R.J. 1971. An appraisal of indigenous ants as limiting agents of forest pests in Quebec. *Canadian Entomologist*. 103: 1489-1493.
- FLOREN, A. & LINSENMAR, K.E. 2000. Do ant mosaics exist in pristine lowland rain forests? *Oecologia*. 123: 129-137.
- GRAHAM, J.H.; KRZYSIK, A.J.; KOVACIC, D.A.; DUDA, J.J.; FREEMAN, D.C.; EMLER, J.M.; ZAK, J.C.; LONG, W.R.; WALLACE, M.P.; CHAMBERLIN-GRAHAM, C.; NUTTER, J.P. & BALBACH, H.E. 2009. Species richness, equitability, and abundance of ants in disturbed landscapes. *Ecological indicators*. 9: 866–877.
- HENRIQUES, L.M.P. 2003. Aves de uma plantação de Paricá. (*Shizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no Município de Paragominas. Leste do Estado do Pará, Brasil. *Ararajuba*. 11: 105-110.
- HÖLLDOBLER, B. & LUMSDEN, C.J. 1980. Territorial strategies in ants. *Science*. 210: 732-739.
- HÖLLDOBLER, B. 1983. Territorial behavior in the green tree ant (*Oecophylla smaragdina*). *Biotropica*. 15: 241-250.
- HORA, R.R.; VILELA, E.; FÉNÉRON, R.; PEZON, A.; FRESNEAU, D. & DELABIE, J. 2005. Facultative polygyny in *Ectatomma tuberculatum* (Formicidae, Ectatomminae). *Insectes Sociaux*. 52: 194–200.
- JOLIVET, P. 1996. Importance of ants in agriculture. Soil modification. Mean of control. Biological control ant ants. Integrated control and ants. p. 204-223. *In*: Jolivet, P. (Ed.). *Ants and plants: an example coevolution*. Paris, Société nouvelle des éditions Boubée.
- KENNE, M.; CORBARA, B. & DEJEAN, A. 1999. Impact des fourmis sur les plantes cultivées en milieu tropical. *Année Biologique*. 38: 195-212.
- LAWTON, J.H.; BIGNELL, D.E.; BOLTON, B.; BLOEMERS, G.F.; EGGLETON, P.; HAMMOND, P.M.; HODDA, M.; HOLT, R.D.; LARSENK, T.B.; MAWDSLEY, N.A.; STORK, N.E.; SRIVASTAVA, D.S. & WATT, A.D. 1998.

- Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*. 391: 72-76.
- LESTON, D. 1978. A Neotropical ant mosaic. *Annals of Entomological Society of America*. 71: 649-653.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic-tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. *Pest Artic News Summary* 19:311-341.
- LUGO, A.E. 1988. The future of the forest. *Environment*. 30: 17-45.
- MAJER, J. D. 1972. The ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Bulletin of Entomological Research*. 62: 151-60.
- MAJER, J.D. 1976a. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: further structural considerations. *Journal Applied Ecology*. 13: 145-155.
- MAJER, J. D. 1976b. The maintenance of the ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Journal Applied Ecology*. 13: 123-144.
- MAJER, J.D. 1976c. The influence of ants and ant manipulation on the cocoa farm fauna. *Journal Applied Ecology*. 13: 157-175.
- MAJER, J.D. 1982. The foraging activity of some West African cacao farm ants. *Revista Theobroma*. 12: 155-162.
- MAJER, J.D. 1986. Utilising economically beneficial ants. p.314-331. *In*: Vinson (Ed.). *Economic Impact and control of social insects*. New York, Praeger Press.
- MAJER, J. D. & CAMER-PESCI, P. 1991. Ant species in tropical Australian tree crop and native ecosystems – Is there a Mosaic? *Biotropica*. 23: 173-181.
- 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: 43-49.
- MAJER, J.D; DELABIE, J.H.C. & SMITH, M.R.B. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica*. 26: 73-83.
- MEDEIROS, M.A. de; FOWLER, H.G. & DELABIE, J.H.C. 1995. O mosaico de formigas (Hymenoptera; Formicidae) em cacauais do sul da Bahia. *Científica*. 23: 291-300.
- MELE, P. V. 2008. A historical review of research on the weaver ant *Oecophylla* in biological control. *Agricultural and Forest Entomology*. 10: 13-22.

- MERCIER, J.L. 1999. Territorialité et agressivité intra- et interspécifique dans les mosaïques de fourmis arboricoles. *L'Année Biologique*. 38: 149-168.
- MICHON, G. & DE FORESTA, H., 1995. Agroforests: an original model from smallholder farmers for environmental conservation and sustainable development. P. 52-58. *In*: Ishizuka, K., Hisajima, S., Macer D.R.J. (eds.), *Traditional Technology for Environmental Conservation and Sustainable Development in Asian-Pacific Region*. Proceedings of the UNESCO-University of Tsukuba International Seminar, Tsukuba Science City, Japan.
- NORRIS, K.; ASASE, A.; COLLEN, B.; GOCKOWSKI, J.; MASON, J.; PHALAN, B. & WADE, A. 2010. Biodiversity in a forest-agriculture mosaic – The changing face of West African rainforests. *Biological Conservation*. doi:10.1016/j.biocon.2009.12.032.
- OLIVEIRA, M.A.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MORATO, E.F.; AMARO, M.A. & MARINHO, C.G.S. 2011. Vegetation structure and richness: effects on ant fauna of the Amazon – Acre, Brazil (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 57: 1-16.
- PAVAN, M. & CEBALLOS, P. 1979. Comptes rendus de la réunion des groupes de travail *Formica rufa* e “vertebrados predadores de insetos” de L’Oilib (Varenna, Italie, 1978). *Bulletin Srop II-3*. 514pp.
- PERFECTO, I. & CASTIÑEIRAS, A., 1998. Deployment of the predaceous ants and their conservation in agroecosystems. p. 269-289. *In*: Barbosa, P. (ed.), *Perspectives on the Conservation of Natural Enemies of Pest Species*. Academic Press, San Diego.
- PERFECTO, I., 1991. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*. 84: 65–70.
- PHILPOTT, S.M. & ARMBRECHT, I. 2006. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. *Ecological Entomology*. 31: 369–377.
- RETANA, J. & CERDÁ, X. 2000. Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia*. 123: 436-444.

- RIBAS, C.R. & SCHOEREDER, J.H. 2002. Are all ant mosaics caused by competition? *Oecologia*. 131: 606-611.
- RISCH, S.J. & CARROL, C.R. 1982. The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. *Oecologia*. 55: 114-119.
- ROOM, P.M. 1971. The relative distributions of ant species in Ghana's cocoa farms. *Journal of Animal Ecology*. 40:735-751.
- ROTH, D.S.; PERFECTO, I. & RATHCKE, B. 1994. The Effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecologie Applied*. 4: 423-436.
- SANDERS, N.; CRUTSINGER, M.; DUNN, R.; MAJER, J.D. & DELABIE, J.H.C. 2007. An ant mosaic revisited: Dominant ant species disassemble arboreal ant communities but co-occur randomly. *Biotropica*. 39: 422-427.
- SANDERS, N.J. 2002. Elevational gradients in ant species: área, geometry, and Rapoport's Rule. *Ecography*. 25: 25-32.
- SAVOLAINEN, R. & VEPSALAINEN, K. 1988. A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos*. 51: 135-155.
- SILVESTRE, R.; MENEZES, A.A.R. & BRANDÃO, C.R.F. 1998. Competition among ant species visiting baits in the Brazilian "Cerrado". p. 442-442. *In*: SCHWARTZ, M.P. & K. HOGENDOORN (eds.). Proceedings of the XIII International Congress of IUSI.
- SOARES, S.M. 2003. Gradiente Altitudinal de Riqueza de Espécies de Formigas (Hymenoptera, Formicidae). UFV. (Tese de Doutorado).
- SOROKER, V.; VIENNE, C. & HEFETZ, A. 1995. Hydrocarbon dynamics within and between nestmates in *Cataglyphis niger* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Chemical Ecology*. 21: 365-378.
- UNDERWOOD, E.C. & FISHER, B.L. 2006. The role of ants in conservation monitoring: If, when, and how. *Biological Conservation*. 132: 166-182.
- WAY, M.J. & KHOO, K.C., 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology*. 37: 479-503.

## Capítulo 1

### RELAÇÃO ENTRE O DESENVOLVIMENTO DO CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L.) E A COMUNIDADE DE FORMIGAS NUM SISTEMA AGROFLORESTAL DO SUDESTE DA BAHIA.

#### Resumo

A maioria dos cultivos agrícolas favorece a perda da diversidade, no entanto, os sistemas agroflorestais contribuem para a sobrevivência de muitas espécies. A cacauicultura é um exemplo de atividade agrícola que favorece a manutenção da riqueza de espécies. No Sudeste da Bahia, os cacauais implantados no bioma Mata Atlântica contribuem para a conservação de uma grande quantidade de organismos nativos; entre estes, as formigas. O objetivo do estudo foi verificar se há relação entre o ciclo de desenvolvimento do cacauero e a riqueza e diversidade de espécies de formigas, no Sudeste da Bahia. O experimento foi realizado em 50 plantas de cacauais de um, três, quatro, oito, 15 e 33 anos, nas áreas experimentais do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia. Os métodos utilizados foram: coleta manual, iscas à base de mel e iscas à base de sardinha, lençol e “pitfall”, perfazendo um total de 1500 amostras. Os dados foram analisados através de frequência das espécies, índices de análises ecológicas e análise de correspondência destendenciada. Os maiores valores dos índices de diversidade e riqueza foram observados em cacauais de 15 anos; porém, o de diversidade não diferiu significativamente dos de três e 33 anos. Os valores médios de ambos os índices não apresentaram tendência ao crescimento nem à redução. Também não houve correlações significativas nem entre diversidade, nem riqueza e idade das plantas. Em relação à composição faunística, houve similaridade entre plantas de idades próximas. Não se observou um gradiente de diversidade e riqueza no processo de sucessão da comunidade de formigas, à medida que o desenvolvimento da planta avançava. As alterações na distribuição das espécies e a regulação entre as populações de formigas na medida em que se estrutura e se organiza o mosaico durante o

desenvolvimento da planta, provavelmente contribuíram para as variações desuniformes na diversidade e riqueza de espécies.

Palavras-chave: Cacaueiros, Formicidae, Diversidade.

RELATIONSHIP BETWEEN THE DEVELOPMENT OF COCOA (*THEOBROMA CACAO* L.) AND THE ANT COMMUNITY IN A AGROFORESTRY SYSTEM OF SOUTHEAST BAHIA.

Abstract

Agroforestry systems have characteristics that contribute to the survival of several species, although agricultural activities usually result in losses of part of this diversity. Several crops such as the cocoa plantations favour species maintenance. In Southeast Bahia the cocoa plantations inserted in the Atlantic Forest biome contribute to the conservation of a great amount of native organisms, among which the ants are included. There is a number of evidence that ants respond well to environmental variation. The objective of this study was to verify if there is a relation between the cocoa developmental cycle and the ant species richness and diversity in Southeast Bahia. The experiments were conducted using 50 plants in cocoa plantations of the following ages: one, three, four, eight, 15 and 33 years at the experimental areas of the Cocoa Research Center, Ilhéus, Bahia. Collecting methods were: hand, honey and tuna fish baits, sheet and pitfall traps. A total of 1500 samples were collected. Data were analyzed using species frequency, ecological indices and unbiased correspondence analysis. The higher values of diversity and richness indices were obtained in the 15-year old cocoa plantations, however diversity was not statistically different from those in 3 and 33 year-old plantations. Average values of both indices did not show reduction tendencies. Similarly there were not significant correlations between either diversity or richness with plant age. There was similarity among plants of similar age, regarding faunistic composition. Diversity and richness gradients in the succession of the ant community were not verified throughout plant development. Changes in species distribution and regulation among ant populations during mosaic formation and organization probably contributed to uneven variation in species diversity and richness during plant development.

Keywords: Cocoa plants, Formicidae, Diversity.

## INTRODUÇÃO

A expansão agrícola pode provocar perda significativa de biodiversidade local (Norris *et al.*, 2010), no entanto, muitas espécies podem sobreviver em habitats perturbados ou agrícolas (Lugo, 1988). Alguns sistemas agrofloretais se assemelham e funcionam como ecossistemas florestais naturais (Michon & De Foresta, 1995). Nesses locais, muitas espécies permanecem no ambiente mesmo após a perda de floresta primária, sobretudo quando se utilizam métodos que combinam espécies plantadas, vegetação secundária natural e maior proximidade com florestas nativas (Henriques, 2003; Cassano *et al.*, 2009). Os sistemas “cabruca” e “derruba total” utilizados na cacauicultura são exemplos desse tipo de manejo agrícola. Na “cabruca”, o plantio é feito entre árvores nativas conservadas para o sombreamento (Delabie *et al.*, 2007; Cassano *et al.*, 2009). Nesse caso a extração seletiva de madeira desse sistema é muito menos impactante sobre a diversidade da fauna, do que a conversão de florestas nativas em florestas plantadas (Dunn, 2004). Já no sistema de “derruba total”, o plantio de árvores exóticas como *Eritrina fusca* Lour. é feito para garantir o sombreamento dos cacauzeiros (Delabie *et al.*, 2007) e são localizados nas proximidades da floresta nativa. Assim, em ambos os sistemas de plantio, ocorrem a combinação de espécies plantadas e vegetação secundária, o que, por sua vez, favorece a diversidade animal local, a exemplo das formigas (Delabie *et al.*, 2000, Delabie & Mariano, 2000)

De acordo com Delabie *et al.* (2007), mesmo após a derruba da floresta nativa, muitas espécies de formigas continuam a sobreviver nos cacauais. Esses mesmos autores relatam ainda que a riqueza de espécies de formigas encontradas no plantio sombreado por *E. fusca* é similar à de floresta de baixa diversidade (mata secundária). Os Formicidae são animais invertebrados dominantes nas florestas tropicais e se relacionam com outros organismos como espécies “elemento chave” no processo de interação e são possíveis agentes dispersores de sementes, predadoras e engenheiros de ecossistemas (Bihn *et al.*, 2008). Essas e outras características permitem destacar a importância do táxon nos ecossistemas, tornando óbvia a sua escolha para estudos de biodiversidade.

Nos cacauzeiros da Região Sudeste da Bahia, a maior área cacauzeira do Brasil, a estrutura das comunidades de formigas arborícolas é considerada bastante similar à da Mata Atlântica (Delabie *et al.*, 2000, 2007). Isto se deve ao fato de que cacauzeiros e seu sombreamento são frequentemente associados ao sub-bosque e às árvores da mata, no sistema de plantio “cabruca”, ou situarem-se nas proximidades de pequenas áreas de mata primária ou secundária (Majer & Delabie, 1993; Delabie & Mariano, 2000; Roth *et al.*, 1994).

As mudanças ambientais já são conhecidas por afetar a comunidade de formigas e outros componentes da fauna (Andersen, 1990). A riqueza de formigas pode estar positivamente relacionada com a densidade da vegetação, porque nos habitats mais heterogêneos, há maior variedade de sítios de nidificação, alimento, microclima e interações interespecíficas (competição, predação, mutualismo) para as formigas se estabelecerem, do que nos habitats menos complexos (Corrêa *et al.*, 2006).

Estudos sobre padrões de diversidade são considerados importantes para o desenvolvimento de estratégias de conservação das espécies, tornando possível prever os efeitos das alterações ambientais, tais como fragmentação e simplificação dos habitats (Retana & Cerdá, 2000; Soares, 2003; Graham *et al.*, 2009). Sendo assim, estudos de padrões de diversidade e riqueza em sistemas agroflorestais como em cacauais, poderão ajudar a compreender as variações durante o desenvolvimento da planta, permitindo verificar como se dá a estruturação das comunidades em tal sistema. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar a relação entre o ciclo de desenvolvimento do cacauzeiro e a riqueza e diversidade de espécies de formigas, no Sudeste da Bahia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado nas áreas experimentais do Centro de Pesquisa do Cacau – CEPEC/CEPLAC (14°47'55”S 39°02'01”W), município de Ilhéus, Bahia. Este se localiza na microrregião litorânea do sudeste do estado, abrangendo uma área de 1.841 km<sup>2</sup> e possuindo um clima quente e úmido do tipo AF (Köppen, 1936), com temperatura anual que oscila entre 20 e 25<sup>0</sup>C (Santana *et al.*, 2003; IBGE, 2010). O ecossistema predominante é a Mata Higrófila e a precipitação regional varia entre 2.000 e 2.400 mm. Além disso, a fisiografia corresponde ao tipo “Tabuleiro” com relevo plano e suavemente ondulado, cortado por vales profundos, ou ondulado e constituído por



camadas estratificadas de sedimentos argilosos e arenosos, com uma altitude média de 60 metros acima do nível do mar (Santana *et al.*, 2003).

Foram selecionadas áreas de cacauais em diferentes fases de desenvolvimento, plantados sob regime de “derruba total”, submetidos às mesmas condições de tratamentos culturais e edafoclimáticas. Esses foram localizados nas mesmas quadras experimentais, em adjacentes ou em quadras bem próximas (Quadras E, F, G e H) do Centro de Pesquisas do Cacau (Figura 1). Os plantios selecionados apresentavam a idade de um, três, quatro, oito, 15 e 33 anos no período das amostragens (Figura 2). O plantio de 33 anos é o mais velho disponível na região e em condições para instalação desse tipo de experimento, em função da renovação das lavouras que vem ocorrendo ao longo das últimas décadas.

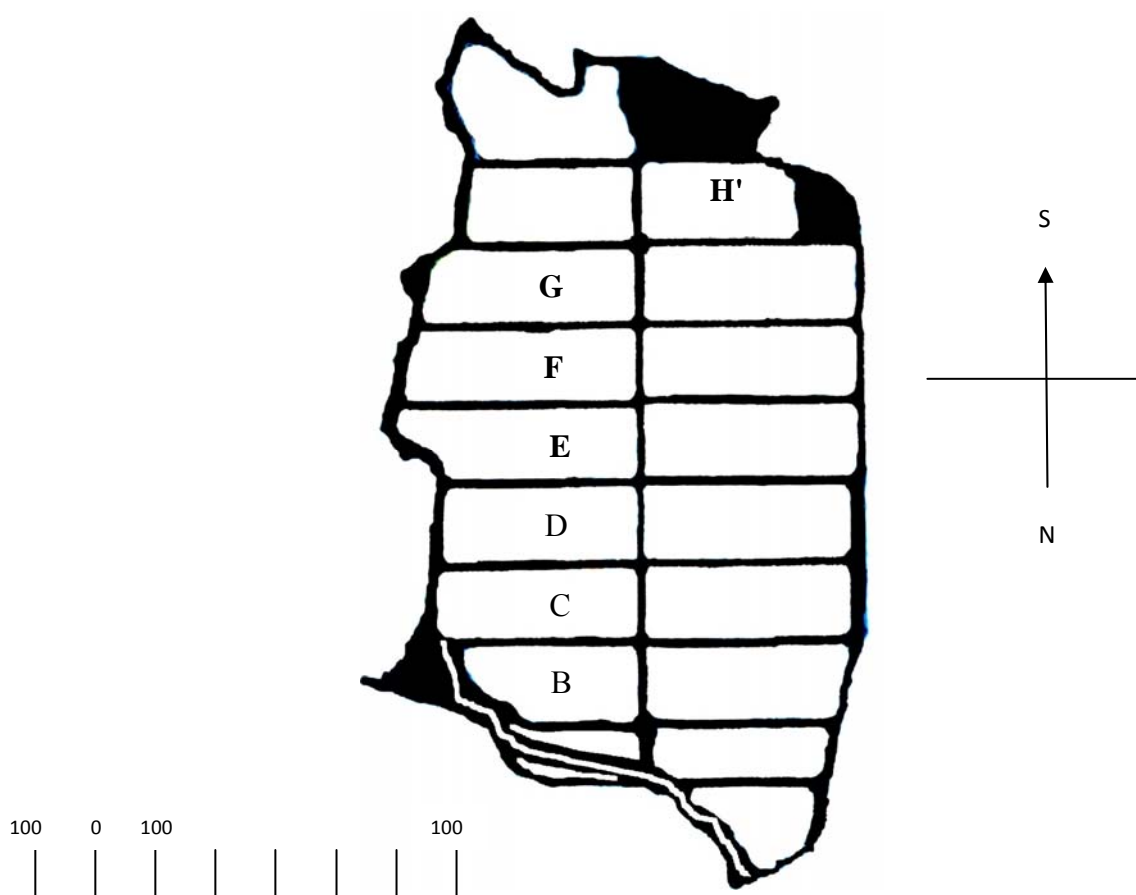


Figura 1. Mapa das áreas experimentais do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) (Modificado, identificando as quadras onde foram feitas as coletas de Formicidae).

\* Extraído do Mapa do Solos da Área do CEPEC - Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Ilhéus – BA.  
\* Fonte: Silva & Melo (1968).



Figura 2. Cacauais em diferentes estádios de desenvolvimento. Na seqüência a= 1 ano, b= 3 anos, c= 4 anos, d= 8 anos, e= 15 anos e f= 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

As coletas foram efetuadas de setembro de 2008 a março de 2009, período em que nenhuma prática cultural foi aplicada nas áreas experimentais. Escolheu-se, aleatoriamente, no interior das áreas plantadas e a intervalos mínimos de 25 metros (uma distância superior à recomendada por Majer *et al.* (1994), um total de 300 cacaueiros de idades diferentes, 50 em cada plantio, por classe de idade. Isso foi feito para assegurar relativa independência da amostragem, onde a probabilidade de duas plantas sucessivamente amostradas serem ocupadas pelas mesmas colônias de formigas fosse nula). Manteve-se uma distância mínima de 25 metros da borda. Em cada uma das árvores foram aplicados cinco métodos convencionais de coleta de formigas, de acordo com a revisão de Bestelmeyer *et al.* (2000): 1) iscas à base de sardinha, 2) iscas à base de mel; 3) coleta manual; 4) lençol entomológico e 5) “pitfall”; perfazendo um total de 1.500 amostras (Figura 3).





Figura 3. Métodos utilizados para coleta dos Formicidae em cacauais. Na seqüência: a= Coleta manual, b= disposição das iscas de mel e das iscas à base de sardinha na árvore, c= isca de mel com formigas, d= lençol entomológico em cacauero de 1 ano de plantio, e e= pitfall. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Foram tomadas as medidas em metros, da altura das eritrinas, dos cacaueiros, da serapilheira, bem como, do diâmetro da copa dos cacaueiros.

As eritrinas foram medidas, colocando-se um transferidor e uma régua sobre uma base de madeira de um metro de altura, distanciando-se da base da árvore a ser medida, até o alcance da visão do cume dessa planta (Figuras 4 e 5). Essa distância da base era calculada, e a partir desse local, media-se o ângulo, apontando a régua para o cume da árvore, para assim obter-se a altura da planta (ae), aplicando a fórmula seguinte:

$$ae: \text{sen}\alpha \cdot d + l$$

Onde:  $\text{sen}\alpha$  = seno do ângulo obtido da distância entre a base da árvore e o observador;  $l$  = é a altura (m) do suporte usado para mensuração do ângulo.



Figura 4. Avaliação das condições ecológicas: a: altura do cacaueteiro, b: altura da eritrina e c: espessura da serapilheira.

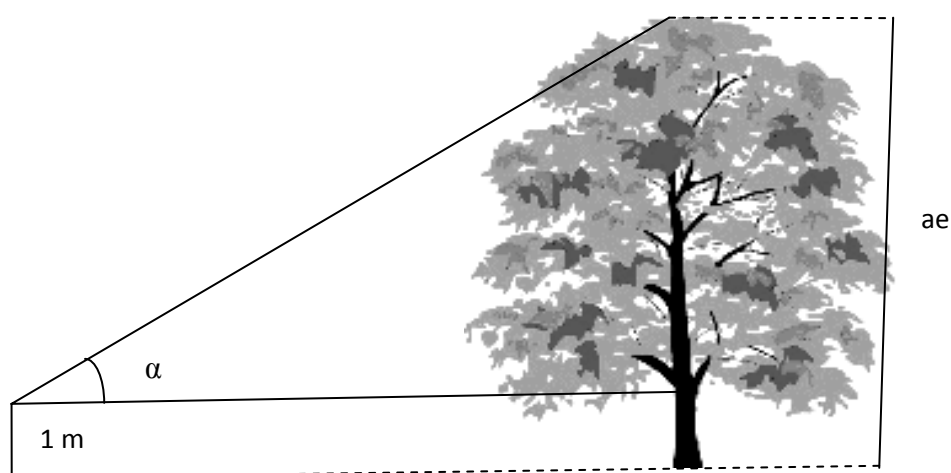


Figura 5. Medida da altura das eritrinas associadas aos cacaueteiros (\* Figura de uma árvore obtida de: [forest.ap.nic.in/.../Animated-treelg.gif](http://forest.ap.nic.in/.../Animated-treelg.gif))

A serapilheira foi medida usando-se uma régua, a partir de um corte no perfil da mesma sobre o solo.

O volume ( $v$ ) da copa do cacaueteiro foi medido tomando-se as medidas da altura e diâmetro da copa (Figura 6). O cálculo do volume foi feito usando a seguinte fórmula:

$$v = \pi/2.ac.(\phi)^2$$

Onde:  $ac$ =altura da copa;  $\phi$ = diâmetro da copa.

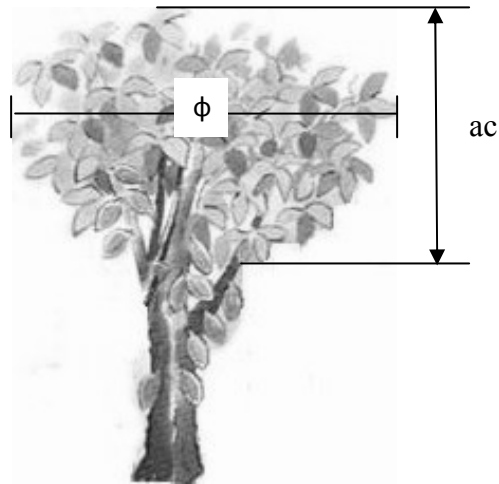


Figura 6. Medida da copa dos cacauzeiros.

(\* Figura de um cacauzeiro obtida de: <http://cantinodaleitura2009.blogspot.com/>.)

As árvores foram marcadas no dia anterior ao início das coletas. Cada método de coleta foi aplicado na mesma planta, no mesmo período e condições para cada estágio de desenvolvimento da planta. Na base de cada uma delas, foram instaladas armadilhas do tipo “pitfall” para a captura das formigas, as quais permaneceram por 24 horas.

As iscas foram colocadas em recipientes (copos descartáveis), cada um contendo um tipo de atrativo (sardinha ou mel) e elas foram distribuídas em dois pontos extremos, sobre os galhos da copa de cada árvore. Após duas horas, foram retiradas e as formigas acondicionadas em recipientes com álcool 70%. A coleta manual foi feita com o auxílio de uma pinça, onde foram capturadas as formigas que forrageavam no tronco de cada árvore, até uma altura de 1,50 metros, durante 10 minutos de observação. Por último, foram realizadas 10 batidas ou sacudidas no tronco de cada árvore e os Formicidae coletados num lençol entomológico disposto no chão, capturados e acondicionados em álcool 70%.

Todo o material biológico foi triado e identificado usando chaves taxonômicas e por comparação com os Formicidae da coleção de Mirmecologia do Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), onde uma coleção de referência foi depositada. A nomenclatura segue Bolton (2003) e Bolton *et al.* (2007).

A frequência das espécies de formigas foi calculada usando-se o Programa Excel versão 2007, aplicando-se a seguinte relação:

$$FR = \frac{N_{ae}}{N_t} \times 100$$

Onde: FR = frequência relativa da espécie de formiga; Nae = número de amostras com a espécie; Nt = número total de amostras.

Para obtenção dos valores de índices riqueza estimada utilizou-se Chao 2, a partir do programa EstimateS versão 7.5 (Cowell, 2005). Para os cálculos dos índices de diversidade por armadilha utilizada e por idade, utilizou-se o índice de Shannon Winner, a partir do EstimateS e do Programa PAST (Paleontological Statistics), versão 1.97 (Hammer *et al.*, 2001), respectivamente. Para cada ano, calcularam-se os índices de diversidade e riqueza para cada tipo de coleta com armadilhas diferentes e combinando-se as matrizes de lençol, coleta manual, iscas de mel e sardinha por amostra, para obtenção das matrizes de formigas encontradas nas árvores.

Para verificar a correlação entre diversidade e riqueza de formigas arborícolas em função da idade, bem como, entre essa e os valores das medidas auferidas dos cacauzeiros, da eritrina e serapilheira, foi feita a aplicação do coeficiente de correlação de Pearson (r) (Arango, 2005) e estes foram analisados pelo teste t. Também foi feito um teste t exclusivo para aplicação a valores de diversidade (Magurran, 1988), que permitiu a comparação do índice entre as fases de desenvolvimento do cacauzeiro.

Para a verificação da relação entre altura da planta e volume da copa com índices de diversidade foi feita uma regressão polinomial e para a relação com índices de riqueza, regressão exponencial, as quais foram sugeridas pelos respectivos diagramas de dispersão.

Foram feitos Dendrogramas de Similaridade para comparação da composição faunística entre as áreas usando o programa MVSP (Multi-variant Statistical Package) (Kovach, 1999).

Foram calculados os índices de similaridade, usando o Programa PAST versão 1.97 (Hammer *et al.*, 2001), para comparar a fauna de formigas encontrada nas árvores com a de solo em cada idade da planta estudada e posteriormente observada a sua variação ao longo do desenvolvimento das plantas.

Uma Análise de Correspondência Destendenciada foi feita para verificar a ordenação das áreas de diferentes idades de acordo com a composição faunística, excluindo-se as espécies que apenas apareceram até uma vez por área (Santos, 2008), usando o Programa PAST. Essa análise também foi feita a partir das matrizes contendo as espécies encontradas nas árvores.

## RESULTADOS

As espécies que apresentaram maiores valores de frequência em todas as idades foram: *Azteca paraensis*, *Brachymyrmex patagonicus*, *Camponotus fastigatus*, *Camponotus crassus*, *Cephalotes atratus*, *Crematogaster curvispinosa*, *Crematogaster erecta*, *Linepithema neotropicum*, *Monomorium floricola*, *Pachycondyla inversa* e *Wasmannia auropunctata* (Tabela 1), mas esses valores variaram muito com o desenvolvimento da planta.

Tabela 1. Frequência absoluta de espécies de formigas arborícolas em cacauais nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Frequência/Idade dos cacauzeiros (ano)					
	1	3	4	8	15	33
<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus 1758)	0	1	0	1	3	0
<i>Azteca chartifex</i> Forel 1912	0	0	0	0	0	3
<b><i>Azteca paraensis</i> Borgmeier 1937</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<i>Brachymyrmex heeri</i> Forel 1874	3	4	2	7	3	7
<b><i>Brachymyrmex patagonicus</i> Mayr 1868</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1	0	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	4	4	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp.3	0	0	0	1	0	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 1) (Fr. Smith 1858)	0	0	0	0	6	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 2) (Fr. Smith 1858)	0	0	0	0	1	0
<i>Camponotus balzani</i> Emery 1894	0	0	0	0	1	0
<i>Camponotus bidens</i> Mayr 1870	0	0	3	0	0	0
<i>Camponotus chartifex</i> (Fr. Smith 1860)	0	0	1	0	0	3
<i>Camponotus cingulatus</i> (Mayr 1862)	0	1	3	0	0	1
<b><i>Camponotus fastigatus</i> Roger 1863</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>2</b>
<i>Camponotus sexguttatus</i> (Fabricius 1793)	0	0	0	0	1	0
<i>Camponotus trapezoideus</i> Mayr 1870	0	3	0	1	2	0
<b><i>Camponotus crassus</i> Mayr 1862</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>1</b>
<i>Camponotus (Myrmobrachys) canescens</i> Mayr 1870	0	0	0	0	1	2
<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp.1	0	1	0	0	0	3
<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp.2	0	0	1	2	0	0
<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp.3	0	0	0	0	2	0
<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp.4	0	0	0	0	2	0
<i>Cardiocondyla minutior</i> (Forel 1899)	1	4	2	1	1	0
<i>Cardiocondyla obscurior</i> (Wheeler 1929)	0	1	0	0	0	0

Continuação... Tabela 1. Frequência absoluta de espécies de formigas arborícolas em cacauais nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Frequência/Idade dos cacauzeiros (ano)					
	1	3	4	8	15	33
<i>Cephalotes angustus</i> (Mayr 1862)	0	1	0	0	0	0
<b><i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus 1758)</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>3</b>
<i>Cephalotes goeldii</i> (Forel 1912)	0	1	0	0	0	0
<i>Cephalotes maculatus</i> (Fr. Smith 1876)	0	1	1	0	1	0
<i>Cephalotes pallens</i> (Klug 1824)	0	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes pavonii</i> (Latreille 1809)	0	3	0	1	4	0
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug 1824)	0	0	2	0	1	0
<i>Cephalotes umbraculatus</i> (Fabricius 1804)	0	1	0	0	0	0
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius 1804)	0	2	2	0	0	7
<i>Crematogaster carinata</i> (Mayr 1862)	0	1	7	2	0	11
<b><i>Crematogaster curvispinosa</i> Mayr 1862</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
<b><i>Crematogaster erecta</i> Mayr 1866</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>0</b>
<i>Crematogaster limata</i> Fr. Smith 1858	0	0	0	2	0	3
<i>Crematogaster longispina</i> (Forel 1904)	0	7	9	1	2	9
<i>Crematogaster moelleri</i> (Forel 1912)	0	0	0	0	0	6
<i>Crematogaster</i> sp. prox. <i>crucis</i>	0	0	0	0	2	0
<i>Crematogaster tenuicula</i> (Forel 1904)	0	0	0	0	0	3
<i>Crematogaster victima</i> Fr. Smith 1858	0	6	5	0	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i> (Fabricius 1775)	1	2	6	4	3	9
<i>Dolichoderus bidens</i> (Linnaeus 1758)	0	0	0	0	7	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i> (Olivier 1792)	1	9	3	0	0	3
<i>Dolichoderus diversus</i> Emery 1894	1	0	0	1	0	0
<i>Dolichoderus imitator</i> Emery 1894	0	0	0	2	0	0
<i>Dolichoderus lutosus</i> (Fr. Smith 1858)	2	3	0	0	1	1
<i>Doromyrmex thoracicus</i> (Fr. Smith 1860)	0	0	0	0	1	0
<i>Ectatomma brunneum</i> Fr. Smith 1858	0	0	0	1	0	0
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel 1908	0	0	1	0	1	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier 1791)	0	0	0	26	22	15
<i>Gnamptogenys annulata</i> Mayr 1887	0	0	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.1	0	0	0	1	0	0
<i>Hypoponera</i> sp.5	0	0	0	0	1	0
<i>Linepithema humile</i> (Mayr 1866)	2	3	0	2	5	1
<b><i>Linepithema neotropicum</i> Wild 2007</b>	<b>31</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<i>Megalomyrmex goeldii</i> Forel 1912	0	0	0	0	0	1
<b><i>Monomorium floricola</i> (Jerdon 1852)</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>31</b>	<b>1</b>
<i>Myocepurus smith</i> Forel 1893	2	0	1	0	0	0
<i>Nesomyrmex spininodis</i> Mayr 1887	0	0	0	0	1	0
<i>Nesomyrmex tristani</i> (Emery 1896)	0	1	1	4	1	1
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr 1862)	2	3	4	4	2	5
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel 1885)	0	1	0	1	0	4
<i>Nylanderia</i> sp.1	0	0	0	0	0	1
<i>Nylanderia</i> sp.2	0	0	1	0	8	0
<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus 1758)	0	0	0	0	1	0
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel 1905	0	0	0	0	0	1



Continuação... Tabela 1. Frequência absoluta de espécies de formigas arborícolas em cacauais nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Frequência/Idade dos cacauzeiros (ano)					
	1	3	4	8	15	33
<i>Pachycondyla crenata</i> (Roger 1861)	0	2	1	2	0	0
<b><i>Pachycondyla inversa</i> (F. Smith 1858)</b>	0	0	0	0	8	13
<i>Pachycondyla mesonotalis</i> (Santschi 1923)	0	1	1	0	0	0
<i>Pachycondyla subversa</i> (Sensu Lucas et al. 2000)	0	1	0	1	7	0
<i>Pachycondyla unidentata</i> (Mayr 1862)	0	3	2	0	1	3
<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius 1804)	0	0	0	0	0	1
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille 1802)	0	0	0	0	5	0
<i>Pheidole diligens</i> (Smith 1858)	0	0	1	0	0	0
<i>Pheidole flavida</i> Mayr 1887	0	0	0	0	1	2
<i>Pheidole manuana</i> Wilson 2003	1	1	1	0	0	1
<i>Pheidole midas</i> Wilson 2003	0	0	0	0	1	1
<i>Pheidole nitidula</i> Emery 1888	0	3	2	0	0	0
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr 1884	1	1	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	3	6	2	3	4	0
<i>Pheidole</i> sp.10 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.11 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.12 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Pheidole</i> sp.15 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	0	3	1
<i>Pheidole</i> sp.4 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	2	3	0
<i>Pheidole</i> sp.5 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.8 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	0	0	3
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	5	6	0	4	0	0
<i>Procryptocerus spiniperdus</i> Forel 1899	0	0	0	0	2	1
<i>Pseudomyrmex elongatus</i> (Mayr 1870)	0	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius 1804)	1	2	3	0	6	1
<i>Pseudomyrmex holmgreni</i> Wheeler 1925	0	0	2	0	0	0
<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i> (Emery 1890)	0	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i> (Fr. Smith 1855)	0	0	1	1	3	1
<i>Pseudomyrmex pupa</i> (Forel 1911)	0	1	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex sericeus</i> (Mayr 1870)	0	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1 gp. <i>pallidus</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> (Fabricius 1804)	0	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Fr. Smith 1855)	0	5	4	3	8	0
<i>Sericomyrmex bondari</i> Borgmeier 1937	0	0	0	0	0	1
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius 1804)	3	3	4	4	8	0
<i>Solenopsis saevissima</i> (Fr. Smith 1855)	0	0	0	0	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.1	0	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	2	1	1	8	3
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	3	4	7	2	5
<i>Strumigenys elongata</i> Roger 1863	0	0	0	0	1	0
<i>Strumigenys spathula</i> Lattke and Goitia 1997	0	0	1	0	0	0
<i>Tetramorium simillimum</i> (Fr. Smith 1851)	0	0	0	0	3	0

Continuação... Tabela 1. Frequência absoluta de espécies de formigas arborícolas em cacauais nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Frequência/Idade dos cacauais (ano)					
	1	3	4	8	15	33
<b><i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger 1863)</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
<i>Wasmannia rochai</i> Forel 1912	0	1	0	1	2	0
Número de espécies por idade	26	52	45	42	62	51
Número total de espécies	113					
	30					

Considerando os tipos de armadilhas utilizadas, com relação aos índices de diversidade e riqueza, observou-se que não houve tendência ao aumento ou decréscimo em relação à idade das plantas. Quando se usou coleta manual, a área que apresentou maior índice de diversidade e riqueza foi a de 15 anos. Já com uso de lençol entomológico, o maior índice de diversidade ocorreu numa área de baixa idade (três anos), enquanto o índice de riqueza também foi maior na de 15 anos (Tabela 2).

Maiores valores de índices de diversidade e riqueza foram observados na área de oito anos de plantio, quando se usou iscas a base de mel. Já para as iscas a base de sardinha, o maior índice de diversidade foi observado na área de quatro anos, enquanto o maior índice de riqueza foi na de 15. Na serapilheira, os valores dos índices foram surpreendentemente maiores, tanto para diversidade, quanto para riqueza, em áreas de baixa idade de plantio (um, três e quatro anos) (Tabela 2).

Em geral, houve maior tendência ao aumento dos índices de diversidade e riqueza na área de 15 anos, não na área de maior idade (33 anos), como se esperava (Tabela 2).

Fazendo-se uma correlação entre a idade das plantas e índices de diversidade e riqueza dessas, puderam-se verificar correlações não significativas ( $p > 0,05$ ) em todas elas (Tabela 3), apesar de que algumas correlações estiveram mais próximas da significância. Portanto, pode-se considerar que não existe correlação entre idade dos cacauais e índices de riqueza e diversidade, usando-se dados coletados a partir dos cinco tipos de armadilhas.

Tabela 2. Índices de diversidade (Shannon Winner) e riqueza (Chao 2) de espécies de formigas em cacauais de diferentes idades, utilizando diversos métodos de coleta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade		Método de	Índice de	Índice de riqueza
1 ano	Copa	Coleta manual	2,52	30,78
		Lençol	2,51	23,06
		Mel	1,66	9,96
		Sardinha	0,93	6,47
		Pitfall	3,0	102,6
3 anos	Copa	Coleta manual	3,25	41,11
		Lençol	3,50	52,69
		Mel	2,38	22,82
		Sardinha	2,35	16,45
		Pitfall	3,53	75,71
4 anos	Copa	Coleta manual	2,86	35,78
		Lençol	3,11	38,99
		Mel	2,11	12,45
		Sardinha	2,49	17,84
		Pitfall	3,48	80,99
8 anos	Copa	Coleta manual	2,05	19,86
		Lençol	2,94	39,09
		Mel	2,73	39,17
		Sardinha	2,29	21,86
		Pitfall	3,17	38,41
15 anos	Copa	Coleta manual	3,32	72,05
		Lençol	3,43	57,70
		Mel	2,37	16,94
		Sardinha	2,12	34,95
		Pitfall	2,85	33,43
33 anos	Copa	Coleta manual	3,26	64,99
		Lençol	3,11	44,43
		Mel	2,21	16,86
		Sardinha	2,23	15,90
		Pitfall	2,92	38,98

Tabela 3. Correlações entre índices de diversidade (Shannon Winner) e Riqueza (Chao 2) de formigas e idade dos cacauzeiros, utilizando diversos métodos de coleta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Tipo de armadilha	Equação de regressão	Índice de correlação/valor de p
Coleta Manual	Índice de Diversidade = $2,68+0,02 \times \text{Idade}$	$r = 0,44$ ; $p = 0,38$
Coleta manual	Índice de Riqueza = $31,3859+1,1915 \times \text{Idade}$	$r = 0,70$ ; $p = 0,12$
Lençol	Índice de Diversidade = $3,03+0,01 \times \text{Idade}$	$r = 0,22$ ; $p = 0,68$
Lençol	Índice de Riqueza = $38,94+0,35 \times \text{Idade}$	$r = 0,34$ ; $p = 0,50$
Sardinha	Índice de Diversidade = $1,93+0,01 \times \text{Idade}$	$r = 0,27$ ; $p = 0,60$
Sardinha	Índice de Riqueza = $16,83+0,20 \times \text{Idade}$	$r = 0,25$ ; $p = 0,63$
Mel	Índice de Diversidade = $2,18+0,01 \times \text{Idade}$	$r = 0,19$ ; $p = 0,98$
Mel	Índice de Riqueza = $19,83-0,01 \times \text{Idade}$	$r = -0,01$ ; $p = 0,98$
Pitfall	Índice de Diversidade = $3,3085-0,0141 \times \text{Idade}$	$r = 0,58$ ; $p = 0,22$
Pitfall	Índice de Riqueza = $79,4196-1,6625 \times \text{Idade}$	$r = -0,70$ ; $p = 0,12$

Considerando toda a fauna das copas das árvores, em relação aos estádios de desenvolvimento, o maior valor do índice de diversidade foi obtido em cacauais de 15 anos de idade, porém esse não diferiu significativamente do de três e 33 anos. O valor mais baixo foi observado em cacauais de um ano e os demais foram intermediários. Os valores mais baixos dos índices de riqueza foram encontrados em cacauais de um ano, o mais alto no de 33 e os demais foram intermediários (Tabelas 4 e 5).

Os valores dos índices de diversidade e riqueza não apresentaram tendência ao crescimento, nem à redução (Tabela 4) em relação ao desenvolvimento da planta. Nesse caso, também não houve correlações significativas, tanto entre idade da planta e diversidade, quanto entre idade e riqueza de formigas arborícolas (Diversidade =  $3,0322+0,0148 \times \text{idade}$ , com  $r = 0,4962$  e  $p = 0,3168$  e Riqueza =  $52,5453+0,9451 \times \text{idade}$ , com  $r = 0,5884$  e  $p = 0,2193$ ).

Tabela 4. Índices de diversidade e riqueza de formigas de cacauzeiros de diferentes idades do Sudeste da Bahia originada da combinação de matrizes das diversas idades coletadas na copa com diferentes armadilhas. Ilhéus-BA. Setembro de 2009 a março de 2010.

Idade	Índice de Diversidade	Índice de Riqueza
15 anos	3,49	75,50
3 anos	3,44	79,60
33 anos	3,41	113,99
4 anos	3,23	55,07
8 anos	3,02	55,07
1 ano	2,55	30,92

Tabela 5. Comparações pelo teste t de Diversidade de formigas de cacauzeiros em diferentes idades. Ilhéus-BA. Setembro de 2009 a março de 2010.

Idade	Índice de Diversidade*
15 anos	3,49 a
3 anos	3,44 a
33 anos	3,41 ab
4 anos	3,23 b
8 anos	3,02 c
1 ano	2,55 d

\*Letras iguais na mesma coluna, as diversidades não diferem significativamente pelo teste t a 95% de confiança.

Quanto à correlação entre volume da copa e altura dos cacauais e os índices de diversidade, não houve significância, no entanto, verificou-se uma correlação positiva entre riqueza e volume da copa, bem como, altura da planta (Figuras 10 e 11).

Considerando toda a fauna das copas das árvores, em relação aos estádios de desenvolvimento, o maior valor do índice de diversidade foi obtido em cacauais de 15 anos de idade, porém esse não diferiu significativamente do de três e 33 anos (Tabela 6). O valor mais baixo foi observado em cacauais de um ano e os demais foram intermediários. Os valores mais baixos dos índices de riqueza foram encontrados em cacauais de um ano, o mais alto no de 33 e os demais foram intermediários (Tabela 7).

Os valores dos índices de diversidade e riqueza não apresentaram tendência ao crescimento, nem à redução (Tabela 6) em relação ao desenvolvimento da planta. Nesse caso, também não houve correlações significativas, tanto entre idade da planta e diversidade, quanto entre idade e riqueza de formigas arborícolas (Diversidade =  $3,0322 + 0,0148 \times \text{idade}$ , com  $r = 0,4962$  e  $p = 0,3168$  e Riqueza =  $52,5453 + 0,9451 \times \text{idade}$ , com  $r = 0,5884$  e  $p = 0,2193$ ).

Tabela 6. Índices de diversidade e riqueza de formigas de cacauzeiros de diferentes idades do Sudeste da Bahia originada da combinação de matrizes das diversas idades coletadas na copa com diferentes armadilhas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade	Índice de Diversidade	Índice de Riqueza
15 anos	3,49	75,50
3 anos	3,44	79,60
33 anos	3,41	113,99
4 anos	3,23	55,07
8 anos	3,02	55,07
1 ano	2,55	30,92

Tabela 7. Comparações pelo teste t de Diversidade de formigas de cacauzeiros em diferentes idades. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade	Índice de Diversidade*
15 anos	3,49 a
3 anos	3,44 a
33 anos	3,41 ab
4 anos	3,23 b
8 anos	3,02 c
1 ano	2,55 d

\*Letras iguais na mesma coluna, as diversidades não diferem significativamente pelo teste t a 95% de confiança.

Quanto à correlação entre volume da copa e altura dos cacauais e os índices de diversidade, não houve significância, no entanto, verificou-se uma correlação positiva entre riqueza e volume da copa, bem como, altura da planta (Figura 7).

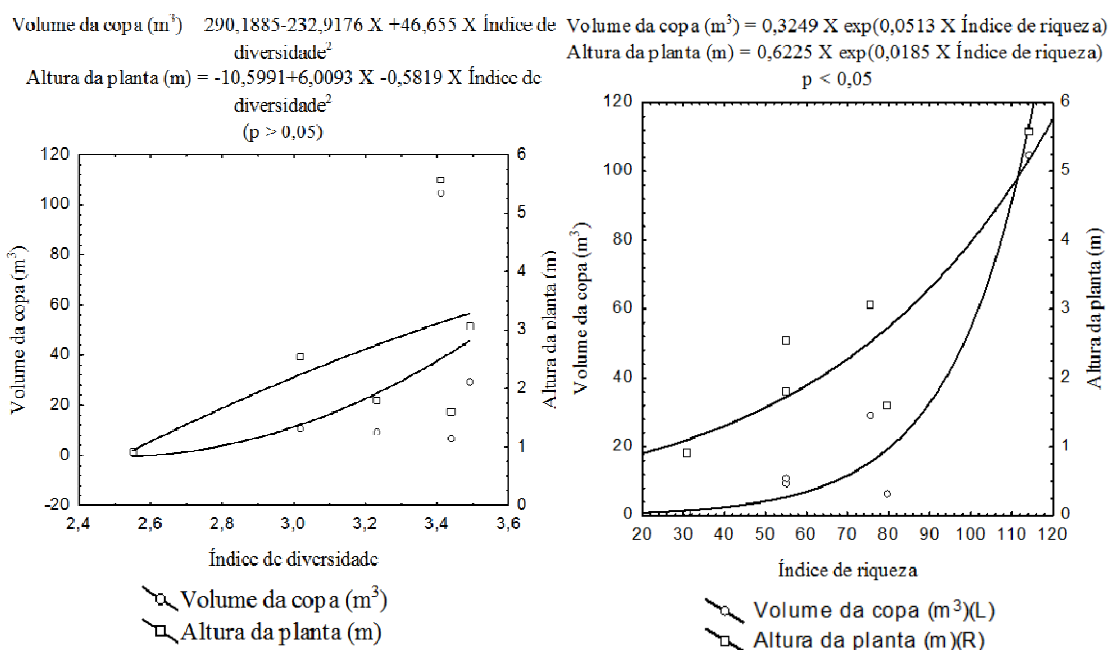


Figura 7. Influência de altura da planta (m) e volume da copa (m<sup>3</sup>) de cacauais sobre os índices de diversidade e de riqueza de espécies de formigas em cacauais. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Não existem correlações significativas entre altura média da eritrina, com ambos, os índices de diversidade e riqueza de espécies de formigas (Diversidade =  $3,036 + 0,0104 \times \text{altura}$ ,  $r = 0,0879$  e  $p = 0,8685$ ; Riqueza =  $64,6562 + 0,1376 \times \text{altura}$ ,  $r = -0,0215$  e  $p = 0,9677$ ), assim como, entre espessura da serapilheira e esses índices

(Diversidade =  $2,8298+0,1208 \times \text{altura}$ ,  $r = 0,6030$  e  $p = 0,2052$ ; Riqueza =  $=41,98+6,9245 \times \text{altura}$ ,  $r = 0,6414$  e  $p = 0,1699$ ).

Com relação à comparação entre a composição da fauna de formigas de cacauais em diferentes fases de desenvolvimento, constatou-se que houve maior similaridade entre as áreas de três e quatro anos, bem como, entre essas e a de oito, entre esse grupo e a área de um ano, grupo similar com os cacauais de 15, cujo grupo formado apresentou mais similaridade com os de 33 anos. Isso ocorreu tanto nas árvores como no solo. De modo geral, pôde-se observar que áreas de pouca idade têm composição similar (Figuras 8 e 9).

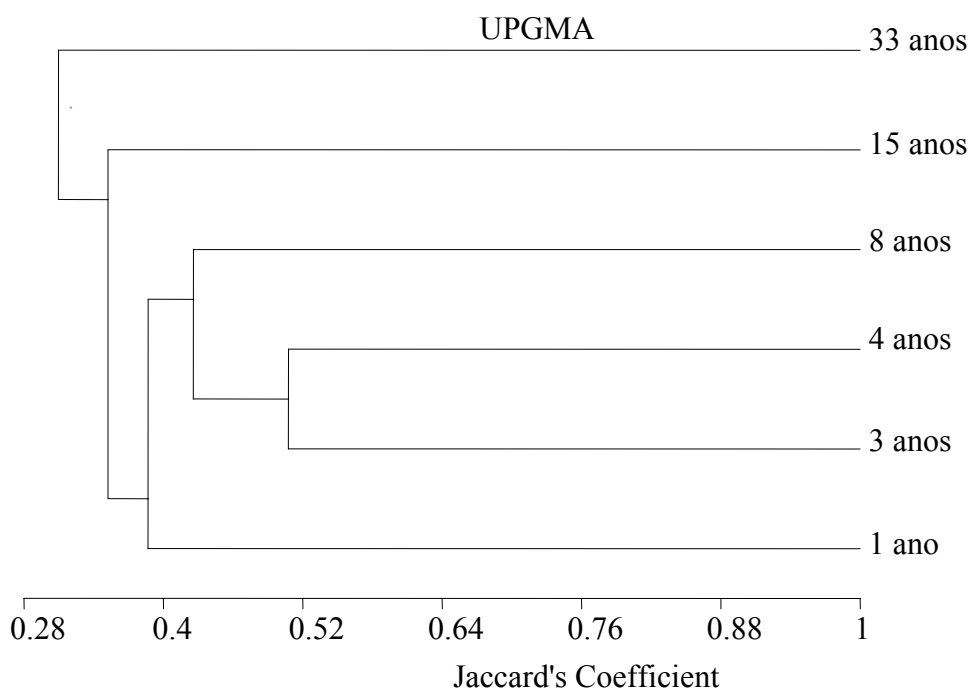


Figura 8. Dendrograma de similaridade da fauna de formigas arborícolas em cacauais em função do estágio de desenvolvimento do plantio (um a 33 anos de idade). Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

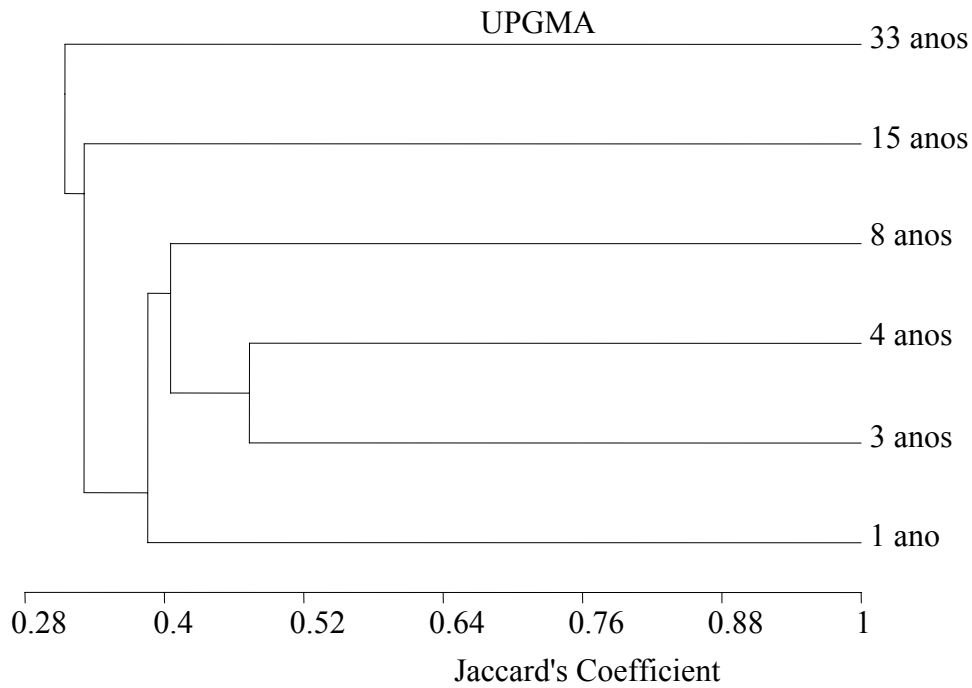
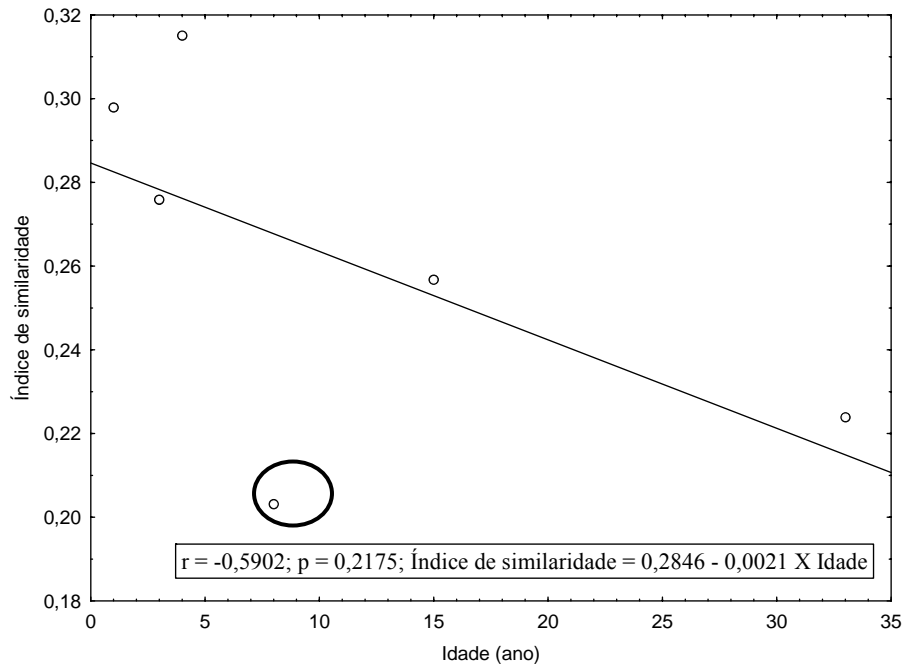


Figura 9. Dendrograma de similaridade da fauna de formigas de solo em cacauais, em função do estágio de desenvolvimento do plantio (um a 33 anos de idade). Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

A similaridade entre a fauna de solo e da copa apresentaram tendência ao decréscimo à medida que aumentou a idade das plantas (Figura 10). Apesar de não ser observada correlação significativa, dados da área de oito anos de idade provavelmente influenciaram esse resultado.





○ Destaca a alteração na tendência ao decréscimo de similaridade.

Figura 10. Similaridade entre a fauna de formigas do solo e arborícola em função da idade, de cacauais do Sudeste da Bahia. Setembro de 2008 a março de 2009.

O agrupamento dos cacauais em função da idade, considerando a composição das espécies, permitiu um agrupamento das áreas em função da idade (Figura 11). Deve haver um padrão de formação da comunidade no que tange à sua composição, similar entre cacauais de fases de desenvolvimento semelhantes (cacauais em fase inicial e em fase tardia).

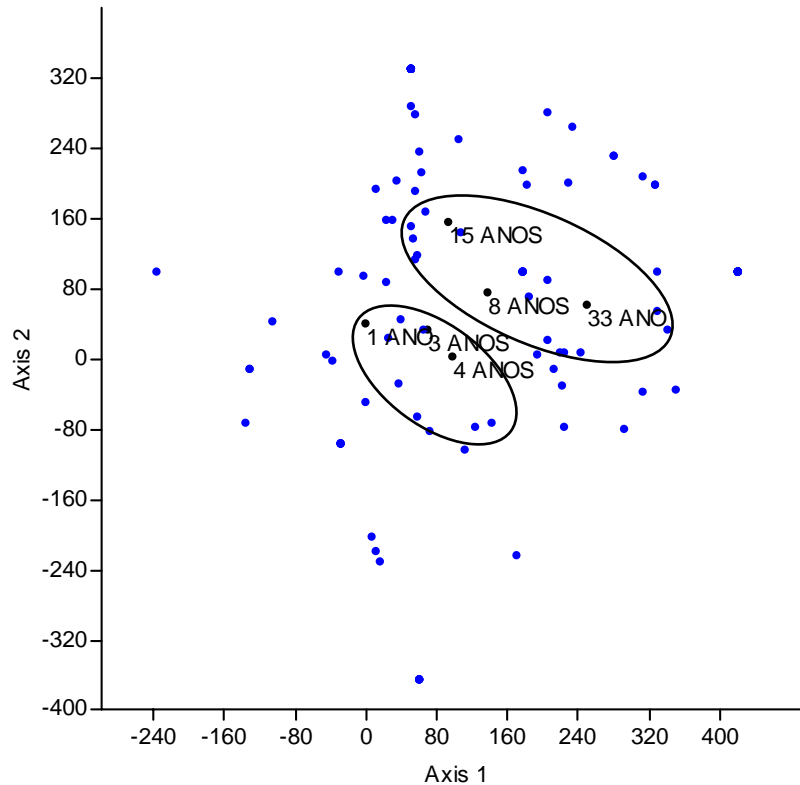


Figura 11. Análise de Correspondência Destendenciada, ordenando idade dos cacauais em relação à frequência das espécies de formigas arborícolas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

## DISCUSSÃO

Os cacauais estudados não apresentaram diferenças entre os índices de diversidade em relação à idade da planta. Como se esperava, a área com menor índice de diversidade foi a de um ano, porém, a de três anos, não diferiu neste aspecto das idades mais avançadas. Não se observou a tendência uniforme ao crescimento ou decréscimo nos valores dos índices de diversidade e riqueza entre os diferentes estádios de desenvolvimento, como se observou em outros tipos de estudos envolvendo áreas naturais ou plantios de outra natureza (Majer & Camer-Pesci, 1991; Soares, 2003; Oliveira *et al.*, 2011). Provavelmente o agroecossistema favorece a diversidade de formigas, independente da fase de desenvolvimento.

Os cacauais mais velhos podem não ter apresentado índices de diversidade e riqueza superiores aos de baixa idade devido à tendência constatada em florestas tropicais. Essa tendência é de que durante os primeiros 25 anos após desmatamento, ocorre a maior parte da regeneração das comunidades de formigas arbóreas (Neves *et*

*al.*, 2010), mas que a riqueza e diversidade de espécies podem aumentar à medida que a área vai se tornando mais fechada até certo patamar; acima deste a tendência pode se inverter (Reyes-López *et al.*, 2003). A sucessão de formigas em plantações provavelmente não chega ao clímax antes de 18 anos e geralmente é caracterizada por aumento gradual da riqueza e por aquisição gradual de espécies nidificadoras das árvores (Majer & Camer-Pesci, 1991).

Outro aspecto que merece destaque é que as copas dos cacauzeiros começam a se tocar logo nos primeiros anos de desenvolvimento, quando as plantas atingem cerca de três anos de plantio e o volume médio da copa é de cerca de 6,63 m<sup>3</sup>. Essas medidas podem influenciar a riqueza, mas não a sua diversidade (Magurran, 1988). Com relação à riqueza, essa tendência, apesar de significativa, pode ter sido fraca, a ponto de não refletir na relação entre índices de riqueza e idade da planta. Segundo Lynch (1981), análises de componentes de diversidade indicam contribuições independentes de fontes dimensionais, incluindo estratificação vertical; isto reflete a diversidade total da comunidade. Apesar de os índices ecológicos em muitos casos apresentarem variação uniforme no processo de sucessão, isso pode variar e depender do tipo de formação da vegetação ou plantio em estudo, ou ainda do índice selecionado para avaliação.

Os menores valores de índices de diversidade e riqueza na área de um ano de idade podem ter ocorrido por causa da maior incidência de sol na área, quando comparada a todas as outras. É sabido que o grau de sombreamento ou incidência de sol pode afetar uma comunidade. A maioria das formigas são termófilas e, tanto sua abundância, como a composição de espécies, podem ser influenciadas pela temperatura (Pihlgren *et al.*, 2009). Por serem insetos de pequeno tamanho e com ampla superfície corporal, são vulneráveis à radiação solar, o que pode influenciar a diversidade de espécies (Ríos-Casanova, 2006). Nash *et al.*, (2001) constataram que, em áreas abertas alternadas com grandes fragmentos de vegetação fechada, as áreas desnudas apresentam temperaturas mais altas em relação às desses fragmentos e as formigas se posicionam conforme esse mosaico de temperatura.

A semelhança nos índices de diversidade de espécies entre cacauais de idades muito distintas, como as de três, 15 e 33 anos de plantio pode ter ocorrido devido à resiliência de algumas espécies e à restauração desses elementos da comunidade, encontrando nichos disponíveis, alcançada na fase de 15 anos. Simultaneamente a isso, algumas espécies, devido à competição ou fatores estocásticos, podem estar sendo suprimidas, ao passo que outras, estão ingressando na comunidade, provocando

alterações nos índices de diversidade. A estrutura de uma comunidade de formigas depende do tipo de exigência ou tolerância das espécies que a compõem e que influenciam a sua distribuição. Algumas espécies que vivem em ecossistemas adversos têm grande tolerância fisiológica (Hölldobler & Wilson, 1990).

O padrão de alteração na composição das espécies no mosaico não foi similar entre plantas de idades muito distintas, mudando provavelmente a partir de oito anos, mas foi, em geral, em cacauais de idades próximas. Portanto, a organização das populações nas plantas, em detrimento da invasão de algumas espécies e supressão de outras, nas comunidades, provavelmente pode ter acarretado essas variações. A tendência a oscilações nos índices de diversidade e riqueza das espécies de formigas nos cacauais deve ocorrer por causa das alterações na ocupação espacial entre populações das diferentes espécies, na medida em que se estrutura e se organiza o mosaico de formigas arborícolas, durante o desenvolvimento da planta.

De modo geral, observaram-se maiores valores de índices de diversidade e riqueza no solo do que nas plantas de cacau mais novos e o inverso ocorreu nos cacauais mais velhos. Houve tendência de redução da similaridade entre a composição faunística desses ambientes à medida que aumentou a idade das plantas. Isso pode estar relacionado com a menor complexidade da estrutura do mosaico no solo em relação ao mosaico de formigas dominantes nas copas das árvores (Delabie & Mariano, 2000), permitindo a ocorrência de maior número de espécies e melhor distribuição dessas na serapilheira. Essa redução também pode ter sido provocada porque a copa dos cacauais a partir de oito anos está fechada e há maior sombreamento da fauna de solo, que muda sua composição. Além disso, árvores mais novas, em processo de colonização, são mais fáceis de serem alvo de forrageamento de espécies de solo, e esse estrato apresenta maior similaridade com a fauna de solo neste período. Esses fatores ou algum outro componente ou fator não compreendido, podem ter exercido influência sobre a comunidade, que mudou esse padrão de similaridade. Cada estrato dos ecossistemas de florestas tropicais ou de sistemas agroflorestais sustenta uma comunidade de formigas diferente (Vasconcelos & Vilhena, 2006; Delabie *et al.*, 2007). Os hábitos de nidificação e de forrageamento mostram maior exploração dos substratos arborícolas, havendo entre as formigas neotropicais, uma tendência progressiva a ocupar os ambientes arborícolas, esperando-se encontrar mais espécies nestes locais do que nos hipógeos e epígeos (Fernández & Schneider, 1989; Delabie *et al.*, 2007).

Embora a serapilheira seja considerada lugar de incidência de diversas espécies de formigas (Delabie *et al.*, 2000, 2007; Delabie & Mariano, 2000) e pressuponha-se que quanto maior a altura da serapilheira, maior seria a diversidade e riqueza das espécies que frequentariam a planta, a variação na altura dessas não parece influenciar a diversidade e riqueza de espécies no cacaueteiro, pois não houve correlação entre a altura da serrapilheira e os índices de diversidade e riqueza de formigas nos cacauais.

Houve similaridade entre as áreas de acordo com a idade dos cacauais, com agrupamento das áreas de maior e menor idade em função da composição específica das formigas. A comunidade de formigas é influenciada por fatores como a resistência à perturbação antrópica e colonização oportunista, durante o período inicial da sucessão e sua composição pode ser altamente variável. Essa variação pode resultar de fortes diferenças específicas da distribuição local e abundância de espécies pioneiras; no entanto, em fases sucessionais posteriores, apresentar variação muito menor (Dauber & Wolters, 2005).

As oscilações nos valores de diversidade de formigas nos plantios em questão provavelmente não se devem às práticas culturais aplicadas na lavoura. Considerando que entre os cacauais do estudo, os de 15 e 33 anos não receberam tratamentos culturais há vários anos, não se justificam valores menores de diversidade no de 33 anos de plantio em relação aos de menor idade. No entanto, sabe-se que a recuperação da fauna de formigas original em sucessão depende da história do uso da terra (Vasconcelos, 1999).

De modo geral, algumas espécies oportunistas, tipicamente não especialistas e pouco competitivas como as do gênero *Nylanderia* (Andersen, 1997), foram frequentes no agroecossistema e sua frequência variou durante a sucessão, assim como, algumas Myrmicinae generalistas dos gêneros *Monomorium*, *Pheidole* e *Crematogaster*, algumas das quais são altamente competitivas (Andersen, 1997; Delabie *et al.*, 2000). O gênero *Azteca* também apresentou essa variação, as quais habitualmente têm uma forte influência competitiva sobre as outras espécies (Delabie *et al.*, 2000). Formigas dominantes do solo que forrageiam na vegetação também foram observadas com essa tendência a exemplo da espécie de grande tamanho, predadora generalista *E. tuberculatum*, que apenas foi observada nas árvores a partir de oito anos de idade e das onívoras verdadeiras dos gêneros *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. O gênero *Wasmannia* apresentou variação irregular até mais evidente que os demais, principalmente *W. auropunctata*, nativa na Região Neotropical e conhecida como invasora em outras regiões do Mundo (Smith, 1965; Le Breton *et al.*, 2004). O

sistema do plantio do cacauero provavelmente favorece a permanência ou entrada de espécies como essas, que são generalistas e que continuaram aparecendo quando todas as outras desapareceram.

É necessário ser bastante criterioso ao fazer avaliações sobre a relação entre a fauna de formigas e as condições de um ecossistema. Segundo Kalif *et al.* (2001), as alterações na fauna nativa das florestas podem ter implicações negativas para a manutenção e regeneração dessas, no entanto, embora o desmatamento promova mudanças na comunidade de formigas nativas, nem sempre a diversidade global muda. Pode haver mudanças na composição de espécies de formigas ao longo do gradiente sucessional, no entanto, não ocorrer diferença na riqueza de espécies (Neves *et al.*, 2010, Oliveira, 2009).

Segundo Bihn *et al.* (2008), diferentes taxa colonizam o meio em diferentes níveis durante a regeneração, e um táxon particular pode não ter atributo satisfatório para o aumento da riqueza de outros taxa. Nenhum grupo biológico sozinho serve como um bom indicador para a previsão de mudanças na riqueza de espécies de outros. Além disso, um inventário detalhado da biodiversidade e dos impactos da modificação da floresta tropical em relação à perturbação exige um esforço científico enorme, muito superior ao que se tentou fazer até agora (Lawton *et al.*, 1998). Talvez seja conveniente explorar e discutir mais ainda sobre o papel da floresta secundária e sistemas similares a esta, como o agrossistema cacauero, visando a manutenção de espécies nativas, ou ainda, ampliar a discussão sobre quais os melhores parâmetros ou índices ecológicos a serem usados.

Conclui-se que, em cacauais do Sudeste da Bahia, não há um padrão regular de gradiente de diversidade e riqueza no processo de sucessão da comunidade de formigas, à medida que o desenvolvimento do cacauero avança. No entanto, a composição faunística se altera gradativamente e há um padrão de estruturação das espécies nos diferentes estádios de desenvolvimento, mas esse padrão é diferente entre cacauais de idades jovem e madura. As alterações na distribuição das espécies e a regulação entre as populações de formigas ocorrem na medida em que se estrutura e se organiza o mosaico de formigas arborícolas dominantes durante o desenvolvimento da planta, o que provavelmente contribui para as variações desuniformes na diversidade e riqueza de espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A. N. 1997. Using ants as bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology*. 1:8.
- ANDERSEN, A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proceedings of the Ecological*. 16: 347-357.
- ARANGO, H.G. 2005. *Bioestatística – Teórica e Computacional*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 423p.
- BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN, W.L.; DELABIE, J.H.C. & SILVESTRE, R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. p. 122-144. *In*: D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz (Eds:). *Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- BIHN, J.H.; VERHAAGH, M. ; BRANDLE, M. & BRANDL, R. 2008. Do secondary forest act as refuges for old growth forest animals? Recovery of ant diversity in Atlantic forest of Brazil. *Biological Conservation*. 141: 733-743.
- BOLTON, B. 2003. *Synopsis and classification of Formicidae*. The American Entomological Institute. Gainesville, Florida, 370p.
- BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P.S. & NASKRECK, P. 2007. *Bolton's Catalogue of Ants of the World 1758-2005*. CDRoom.
- CANTINHO DA LEITURA. <http://cantinhodaleitura2009.blogspot.com/>. Acesso em 03 de janeiro de 2011.
- CASSANO, C.R.; SCHROTH, D.F. & DELABIE, J.H.C. 2009. Landscape and form scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity Conservation*. 18: 577-603.
- CORRÊA, M.M.; FERNANDES, W.D. & LEAL, I.R. 2006. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em Capões do Pantanal Sul Mato-grossense: Relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomological*. 35: 724-730.
- COWELL, R.K. 2005. *Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.5. User's Guide Application. University of

- Connecticut, Storrs. Available from <http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em fevereiro 2010.
- DAUBER, J. & WOLTERS, V. 2005. Colonization of temperate grassland by ants. *Basic and Applied Ecology*. 6: 83-91.
- 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. *Proceedings of XIII International Cocoa Research Conference*. 1: 725-731.
- DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D. & NASCIMENTO, I.C. do. 2000. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic Rain Forest region. p. 1-17. *In.*: Agosti, D., J.D Majer, L. Tennant & T. Schultz (Eds.). *Sampling ground-dwelling ants: Cases Studies from the World's rain forests*, Curtin School of environment biology, Perth.
- DELABIE, J.H.C.; JAHYNY, B.; NASCIMENTO, I.C. do; MARIANO, C.S.F.; S. LACAU; CAMPIOLO, S.; PHILPOTT, S.M. & LEPONCE, M. 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 Conservation*. 16: 2359-2384.
- DUNN, R.R. 2004. Managing the tropical landscape: a comparison of the effects of logging and forest conversion to agriculture on ants, birds, and Lepidoptera. *Forest Ecology and Management*. 191: 215-224.
- FERNÁNDEZ, F.C. & SCHNEIDER, L.S. 1989. Reconocimiento de hormigas en la Reserva La Macarena. *Revista Colombiana de Entomología*. 15: 38-44.
- FOREST FLORA OF ANDHRA PRADESH. [forest.ap.nic.in/.../Animated-treelg.gif](http://forest.ap.nic.in/.../Animated-treelg.gif). Acesso em 03 de janeiro de 2011.
- GRAHAM, J.H.; KRZYSIK, A.J.; KOVACIC, D.A.; DUDA, J.J.; FREEMAN, D.C.; EMLÉN, J.M.; ZAK, J.C.; LONG, W.R.; WALLACE, M.P.; CHAMBERLIN-GRAHAM, C.; NUTTER, J.P. & BALBACH, H.E. 2009. Species richness, equitability, and abundance of ants in disturbed landscapes. *Ecological indicators*. 9: 866–877.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. *Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. Version 1.97. *Paleontologia Electronica*. 4: 9pp. [HTTP://paleo-eletronica.org/2001\\_1/past/issue1/01.htm](http://paleo-eletronica.org/2001_1/past/issue1/01.htm). Acesso em 12 de março de 2010.



- HENRIQUES, L.M.P. 2003. Aves de uma plantação de Paricá. (*Shizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no Município de Paragominas. Leste do Estado do Pará, Brasil. Ararajuba. 11: 105-110.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. 1990. The ants. Cambridge, Harvard University Press. 732p.
- IBGE. 2010. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 01 de maio de 2010.
- KALIF, K.A.B.; AZEVEDO-RAMOS, C.; MOUTINHO, P. & MALCHER, S.A.O. 2001. The effect of logging on the ground-foraging ant community in Eastern Amazonia. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 36: 215-219.
- KÖPPEN, W. 1936. Das Geographisches System der Klimate. Chapter 3 V.1. In: KÖPPEN, W., GEIGER, W. (Eds.) Handbuch der Klimatologie. Berlin: Teil. C. Ebr. Bornträger.
- KOVACH, W.L. 1999. A Multivariate Statistical Package of Windows. Version 3.1. Kovach Computing Services. Pentraeth, Wales, UK, 133p.
- LAWTON, J.H.; BIGNELL, D.E.; BOLTON, B.; BLOEMERS, G.F.; EGGLETON, P.; HAMMOND, P.M.; HODDA, M.; HOLT, R.D.; LARSENK, T.B.; MAWDSLEY, N.A.; STORK, N.E.; SRIVASTAVA, D.S. & WATT, A.D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. Nature. 391: 72-76.
- LE BRETON, J.; DELABIE, J.H.C.; CHAZEAU, J.; DEJEAN, A. & JOURDAN, H. 2004. Experimental evidence of large-scale unicoloniality in the tramp ant *Wasmannia auropunctata* (Roger). Journal of Insect Behavior. 17: 263-271.
- LUGO, A.E. 1988. The future of the Forest. Environment. 30: 17-45.
- LYNCH, J.F. 1981. Seasonal, successional, and vertical segregation in a Maryland ant community. Oikos. 37: 183-198.
- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Cambridge. 179 p.
- 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: 43-49.
- MAJER, J.D. & CAMER-PESCI, P. 1991. Ant species in tropical Australian tree crop and native ecosystems – Is there a mosaic? Biotropica. 23: 173-181.

- MAJER, J.D.; DELABIE, J.H.C. & SMITH, M.R.B. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica*. 26: 73-83.
- MICHON, G. & DE FORESTA, H. 1995. Agroforests: an original model from smallholder farmers for environmental conservation and sustainable development. p. 52-58. *In*: Ishizuka, K., Hisajima, S., Macer D.R.J. (Eds.), *Traditional Technology for Environmental Conservation and Sustainable Development in Asian-Pacific Region*. Proceedings of the UNESCO-University of Tsukuba International Seminar, Tsukuba Science City, Japan.
- NASH, M.S.; WHITFORD, W.G.; BRADFORD, D.F.; FRANSON, S.E.; NEALE, A.C. & HEGGEM, D.T. 2001. Ant communities and livestock grazing in the Great Basin, U.S.A. *Journal of Arid Environments*. 49: 695–710.
- NEVES, F.S.; BRAGA, R.F.; ESPÍRITO-SANTO, M.M.; DELABIE, J.H.C. & SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G.A. 2010. Diversity of arboreal ants in a Brazilian tropical dry forest: effects of seasonality and successional stage. *Sociobiology*. 56: 1-18.
- NORRIS, K.; ASASE, A.; COLLEN, B.; GOCKOWSKI, J.; MASON, J.; PHALAN, B. & WADE, A. 2010. Biodiversity in a forest-agriculture mosaic – The changing face of West African rainforests. *Biol. Conserv.* doi:10.1016/j.biocon.2009.12.032.
- OLIVEIRA, M.A.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MORATO, E.F.; AMARO, M.A. & MARINHO, C.G.S. 2011. Vegetation structure and richness: effects on ant fauna of the Amazon – Acre, Brazil (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 57: 1-16.
- OLIVEIRA, M.A. 2009. Diversidade da mirmecofauna e sucessão florestal na Amazônia – Acre, Brasil. UFV. (Tese de Doutorado).
- PIHLGREN, A.; LENOIR, L. & DAHMS, H. 2009. Ant and plant species richness in relation to grazing, fertilization and topography. *Journal for Nature Conservation*. doi:10.1016/j.jnc.2009.06.002.
- RETANA, J. & CERDÁ, X. 2000. Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia*. 123: 436-444.
- REYES-LÓPEZ, J.; RUIZ, N. & FERNÁNDEZ-HAEGER, J. 2003. Community structure of ground-ants: the role of single trees in a Mediterranean pastureland. *Acta Oecologica*. 24: 195-202.

- RÍOS-CASANOVA, L.; VALIENTE-BANUET, A. & RICO-GRAY, V. 2006. Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factors in an alluvial fan of the Tehuacán Valley, Mexico. *Acta Oecologica*. 29: 316-323.
- ROTH, D.S.; PERFECTO, I. & RATHCKE, B. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecologie Applied*. 4: 423-436.
- SANTANA, S.O.; RAMOS, J.V.; RUIZ, M.A.M.; ARAÚJO, Q.R.; ALMEIDA, H.A.; FARIA FILHO, A.F.; MENDONÇA, J.R. & SANTOS, L.F.C. 2003. Zoneamento Agroecológico do Município de Ilhéus, Bahia, Brasil. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC . Boletim Técnico n. 186. 144p.
- SANTOS, C.S.P. dos. 2008. Distribuição e diversidade de Formigas de serapilheira (Hymenoptera: Formicidae) ao longo de um gradiente elevacional no Parque Nacional da Serra do Mar – Núcleo Picinguaba, São Paulo, Brasil. USP (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, L.F. & MELO, A.A.O. 1968. Levantamento Detalhado dos Solos da Área do CEPEC. Itabuna: CEPLAC/CEPEC.
- SMITH, M. R. 1965. House-infesting ants of the eastern United States their recognition, biology and economic importance. USDA Tech. Bull.. 105p.
- SOARES, S.M. 2003. Gradiente Altitudinal de Riqueza de Espécies de Formigas (Hymenoptera, Formicidae). UFV. (Tese de Doutorado).
- VASCONCELOS, H.L. 1999. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia. *Biodiversity and Conservation*. 8: 409-420.
- VASCONCELOS. H.L. & VILHENA, J.M.S. 2006. Species turnover and vertical partitioning of ant assemblages in the Brazilian Amazon: a comparison of Forest and savannas. *Biotropica* 38, 100-106.

## CAPÍTULO 2

### DESENVOLVIMENTO DO MOSAICO DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS DOMINANTES EM CACAUAIS DO SUDESTE DA BAHIA

#### Resumo

O mosaico de formigas arborícolas é um conjunto de territórios de espécies dominantes, que gera uma organização hierárquica entre elas. A avaliação da sucessão ontogenética das espécies de formigas pode facilitar o entendimento da dinâmica do mosaico. O cultivo do cacau parece favorecer a formação do mosaico. A Região Sudeste da Bahia detém a maior área plantada com o cacau no Brasil e tem estrutura da comunidade de formigas arborícolas considerada bastante similar à da Mata Atlântica. O objetivo do presente estudo foi verificar em que fase do desenvolvimento do cacauzeiro a estrutura do mosaico se torna mais complexa em função da sucessão de espécies de formigas e se essa complexidade ocorre progressivamente. As coletas foram feitas nas áreas experimentais do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, em cacauais de um, três, quatro, oito, 15 e 33 anos, utilizando iscas à base de mel e sardinha, lençol, “pitfall” e coleta manual, 50 amostras com cada método, totalizando 1500 amostras. As análises foram feitas a partir de Análise de Componentes Principais (PCA), índice de dominância de Berger-Parker, co-ocorrência de espécies, sobreposição de nicho e correlação. O cacau de 15 anos foi o que apresentou o maior score no PCA. As espécies apresentaram oscilações em relação aos índices de dominância de Berger-Parker, com destaque para *Wasmannia auropunctata*, no entanto, a que apresentou maior dominância comportamental foi *Monomorium floricola*. A co-ocorrência apenas pôde ser efetivamente detectada em cacauais de três a 15 anos, bem como, as sobreposições de nichos ocorreram mais frequentemente em plantações de idades mais avançadas. Tais constatações indicam que a complexidade da estrutura do mosaico é mais evidente em plantios de idades intermediárias e o grau de complexidade não se altera progressivamente durante o desenvolvimento da planta. Em cacauais de um ano, a comunidade ainda não se estruturou como mosaico e ainda não é possível detectá-lo e nos de 33, ou o mosaico deixou de existir ou também se tornou de difícil detecção. Essa estrutura sofre oscilações quanto aos territórios das espécies que o compõem, havendo ampla influência de espécies invasoras, reconfigurando sua estrutura.

Palavras-chave: Mosaico, Formicidae, Dominância.

## DEVELOPMENT OF THE MOSAIC OF ARBOREAL ANTS IN COCOA PLANTATIONS DOMINATING THE SOUTHEAST OF THE BAHIA.

### Abstract

The mosaic of arboreal ants is a set of territories of dominant species, resulting in a hierarchic organization among them. The evaluation of the ontogenetics succession of ant species can help understanding the mosaic dynamics. Cocoa cultivation seems to favour mosaic formation. Southeast Bahia has the largest area of cocoa plantations in Brazil and the arboreal ant community structure is similar to that of the Atlantic Forest biome. The purpose of this study was to determine in which cocoa developmental phase ant mosaic structure becomes more complex as a function of species succession. It also aimed at verifying if this complexity is progressive with plant age. Samplings were performed at the experimental areas of the Cocoa Research Center, in Ilhéus, Bahia in cocoa plantations of the following ages: one, three, four, eight, 15 and 33 years. Collecting methods were: hand, honey and tuna fish baits, sheet and pitfall traps, using 50 samples per method, in a total of 1500 samples. Data analyzes included Principal Component Analysis (PCA), Berger-Parker dominance index, species co-occurrence, niche overlapping and correlation. The 15-year old cocoa plantation had the highest PCA score. Ant species showed fluctuations regarding the dominance indices, specially *Wasmannia auropunctata*. *Monomorium floricola* had the highest behavioral dominance. Niche overlappings occurred mostly frequently in older plantations. The complexity of the ant mosaic structure in cocoa was more evident in plantings of intermediate ages. However, complexity during plant development did not alter progressively. In one-year old cocoa stands, ant community was not structured as a mosaic and its detection was not possible. In 33-year old stands, the mosaic no longer existed or became difficult to detect. The mosaic exhibited fluctuations in regard to its species territories; there was great influence of invading species which also altered its structure.

Keywords: Mosaic, Formicidae, Dominance.

## INTRODUÇÃO

A estrutura formada pela organização hierárquica entre formigas, que gera um conjunto de territórios de espécies dominantes é designada como mosaico de formigas arborícolas (Majer *et al.*, 1994, Leston, 1973). As formigas que se distribuem em mosaico podem ser agrupadas em espécies dominantes, codominantes, subdominantes e não dominantes (Majer, 1976a; Majer *et al.*, 1994). As espécies não dominantes ocorrem junto com as dominantes e são por essas toleradas (Room, 1971, Dejean *et al.*, 2003). As subdominantes se excluem mutuamente, mas são toleradas pelas dominantes, sendo capazes de defender um território e adquirir em determinadas condições, “status” de dominante (Silvestre *et al.*, 1998). As espécies codominantes são dominantes que compartilham do mesmo território (Fernández & Palácio, 2003; Dejean *et al.*, 2007).

O mosaico de formigas arborícolas associadas ao cultivo do cacauieiro foi inicialmente estudado na África (Leston, 1973; Majer, 1976a, Majer, 1976b). Alguns anos depois foi bastante estudado nos cacauais do Brasil (Leston, 1978; Majer & Delabie, 1993; Majer *et al.*, 1994; Medeiros *et al.*, 1995; Delabie *et al.*, 2000; Dejean *et al.*, 2003). Parece que o cultivo favorece a presença de espécies dominantes e formação do mosaico (Hora *et al.*, 2005). O estabelecimento de amplos territórios de formigas dominantes é mais esperado numa plantação, onde o alimento é abundante e de fácil monopolização, do que numa área de floresta de solo pobre, onde o alimento é disperso (Floren & Linsenmair, 2000).

As espécies dominantes, numericamente superiores, podem mediar a estrutura do restante da comunidade (Leston, 1973; Sanders *et al.*, 2007), desagregando a organização das outras espécies (Sanders *et al.*, 2007). Sendo assim, todas as outras ocorrem de forma aleatória em toda a comunidade, com sua ocorrência provavelmente governada por uma mistura de fatores (Majer *et al.*, 1994; Sanders *et al.*, 2007).

O estabelecimento dos territórios das formigas ocorre em função da agressividade das espécies e esses são modulados na sua defesa e conquista, sendo que a identificação de inimigos é o principal mecanismo comportamental que intervém na regulação do mosaico (Hölldobler, 1983). Mas apesar do processo de competição ser importante regulador da organização de um mosaico, provavelmente não é o único, pois

processos estocásticos também estão envolvidos na sua estruturação (Ribas & Schoereder, 2002).

A dinâmica do mosaico de formigas poderia ser mais bem entendida pela avaliação da sucessão ontogênica de formigas em árvores tropicais (Dejean *ET al.* (2008). Essa é acompanhada por diversas alterações de fatores bióticos e abióticos, que permitem o aparecimento de nichos ecológicos de diferentes espécies, uma sucedendo a outra, num processo de formação do mosaico.

A utilização de cultivos perenes para estudos dos processos envolvidos na formação do mosaico é imprescindível, uma vez que esses tipos de cultivos favorecem a diversidade dos Formicidae. A cultura do cacau, por exemplo, pode ser utilizada nesse sentido, pois é conhecida por conservar o meio ambiente, devido à forma com que é conduzida. A estrutura da comunidade de formigas arborícolas dos cacauais da Região Sudeste da Bahia é considerada bastante similar à da Mata Atlântica (Majer & Delabie, 1993; Delabie & Mariano, 2000), devido aos cacauzeiros frequentemente serem associados às árvores da mata (“cabruca”) ou estarem situados nas proximidades de pequenas áreas de mata primária ou secundária (Majer & Delabie, 1993; Delabie & Mariano, 2000; Delabie *et al.*, 2007). É o tipo de cultivo que mais contribui para a preservação da biodiversidade, pelo menos no tocante aos invertebrados (Delabie *et al.*, 2000; 2007). Isso reforça o interesse em se apoiar essa cultura como uma das principais atividades do Sudeste da Bahia, garantindo a preservação de uma fração representativa da biodiversidade da Mata Atlântica, com a qual o cultivo do cacauzeiro está intimamente associado.

É extremamente relevante se desenvolver estudos referentes ao mosaico de formigas, sobretudo para revelar como este se estrutura, em função do desenvolvimento da planta. Tais estudos podem servir de suporte para o avanço de estudos de mosaico, não apenas no cacauzeiro, mas em diversos cultivos perenes. A conservação da diversidade de formigas na cultura do cacau, que promove o desenvolvimento do mosaico, contribui também para a melhoria da economia local, pois algumas espécies podem atuar na proteção da planta. Além disso, os resultados obtidos por meio desse estudo podem servir de base e/ou complemento para estudos de mosaico em florestas naturais.

O objetivo do presente estudo foi verificar em que fase do desenvolvimento do cacauzeiro a estrutura do mosaico se torna mais complexa em função da sucessão de espécies de formigas e se essa complexidade ocorre progressivamente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos mesmos cacauais já indicados no capítulo 1. As coletas de Formicidae foram as descritas no capítulo anterior.

Para avaliar os dados coletados, efetuou-se uma Análise de Componentes Principais (PCA) usando-se o Programa PAST versão 1.97, para verificar como se dá a ordenação das idades em função da frequência das espécies. Esse é um método de ordenação, que tem como objetivo ordenar amostras em função de um critério (Majer, 1976a), por exemplo, do número de indivíduos de uma espécie (Valentim, 2002). As espécies escolhidas para a análise foram as mais frequentes segundo percentil 95 (espécies incluídas no grupo das 5% das maiores frequências de todas as idades).

Calculou-se o índice de dominância de Berger-Parker das espécies de formigas mais frequentes (May, 1975; Sofia & Suzuki, 2004; Lutinski & Garcia, 2005), segundo a seguinte fórmula:

$$D = N_{\text{máx}} / N$$

Onde: D= índice de dominância;  $N_{\text{máx}}$  = número de indivíduos da espécie mais abundante; N= número total de indivíduos amostrados na área.

Foi analisada a dominância comportamental das espécies segundo Blüthgen e Stork (2007) e Parr & Gibb (2010), usando dados das coletas feitas com iscas de mel e iscas de sardinha, citadas no capítulo anterior.

A fim de testar se a interação entre as espécies na organização do mosaico muda progressivamente ao longo da sucessão com o desenvolvimento da planta, foi realizada análise de co-ocorrência com o auxílio do software EcoSim (Gotelli & Entsminger, 2004), que testa padrões não aleatórios de co-ocorrência de espécies através de uma matriz de presença/ausência (Gotelli, 2000). Três análises foram feitas para cada idade: utilizando a matriz inteira das espécies; apenas as espécies mais comuns (Percentil 95) e apenas as espécies dominantes do mosaico (Majer *et al.*, 1994). Nas idades dos cacauais onde constatou-se significância no índice de co-ocorrência em pelo menos uma das três análises inicialmente feitas, também fez-se análises usando as seguintes matrizes: matriz inteira com supressão de *Monomorium floricola* e *Wasmannia auropunctata*, matriz inteira com supressão de *M. floricola* e matriz inteira com supressão das espécies de tamanho maior do que 5 mm. Utilizou-se as configurações padrão do programa para análises aleatórias (Índice C-Score, colunas e linhas fixas, e 1000 matrizes) (Pacheco *et*



al., 2009; Ribas & Schoereder, 2002). Segundo esses autores, quando o índice de co-ocorrência é significativo, outros mecanismos biológicos não devem estar interferindo na co-ocorrência das espécies de formigas e uma determinada espécie influencia a ocorrência e distribuição das outras. Além disso, seguiu-se parâmetro indicado por Parr & Gibb (2010), que diz que quando o C-score é alto, comparado com o modelo de nulidade, há sugestão de que as espécies que predominaram na assembléia se evitaram e quando baixo, as espécies tenderam a se agregar. Contudo, os mesmos autores consideram que elevados C-scores podem ser resultado de níveis elevados de agregação e esquiva, ao mesmo tempo, por competição (Parr & Gibb, 2010).

Fez-se análises de sobreposição de nicho entre as espécies mais frequentes utilizando-se o índice de Pianka (Pianka, 1973), segundo o qual duas espécies dividem uma série de recursos em comum em uma escala que varia de zero a um. Os valores dos índices foram zero, quando não houve nenhuma sobreposição e um, quando houve sobreposição total (D'Almeida & Almeida, 1998; Mota-Júnior, 2006), uma vez que ocorreu significância do índice ( $p < 0,05$ ). Quando o valor do índice foi zero, significa que houve 0% de sobreposição e quando foi um, ocorreu 100% de sobreposição.

Para calcular o índice utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\alpha = \frac{\sum U_{1j} \times \sum U_{2j}}{\sum (U_{1j})^2 \times \sum (U_{2j})^2}$$

Onde:  $\alpha$  = índice de sobreposição de nichos;  $U_{1j}$  = utilização do recurso j pela espécie 1;  $U_{2j}$  = utilização do recurso j pela espécie 2

Foi adotada a seguinte classificação dos valores: baixa sobreposição, entre zero e 0,33; média entre 0,34 e 0,66 e alta entre 0,67 e um (Jaksic, 1981 *apud* Mota-Júnior, 2006).

Para o estudo da correlação entre formigas e hemípteros, destacaram-se as espécies de formigas e as três de hemípteros mais frequentes em todas as áreas. Posteriormente, foi calculada a correlação linear simples entre cada espécie de hemíptero e de formiga e entre cada hemíptero e idade do cacaual. Em ambos os casos, usou-se o Teste t para verificar a significância das correlações.

## RESULTADOS

A ordenação dos cacauais por idade revelou que o cacaual de 15 anos apresentou mais importância em relação às outras idades, em relação à frequência das espécies mais comuns. *M. floricola* foi a formiga que mais influenciou esse resultado

por apresentar maior frequência em relação a todas as outras espécies. Esse cacauai foi seguido por cacauais de três, oito e quatro anos, respectivamente (Figura 12). Os cacauais de idades extremas, um e 33 anos respectivamente, apresentaram pouca relevância em relação à frequência das espécies.

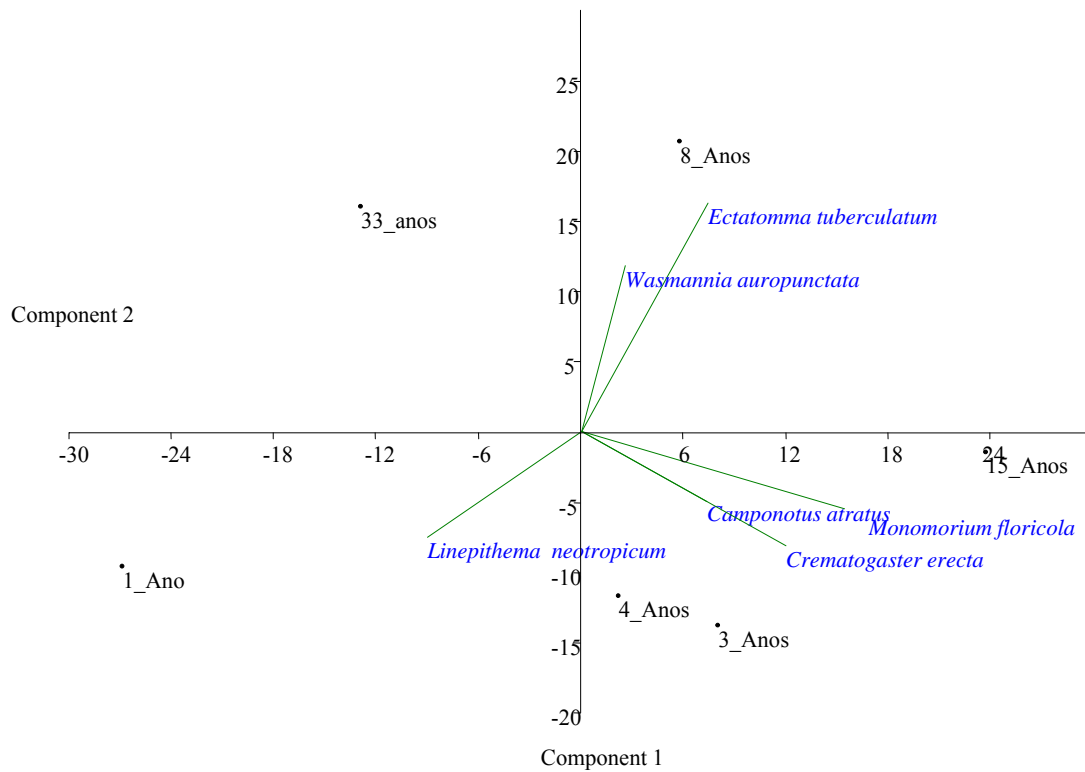


Figura 12. Análise de componentes principais, agrupando as idades das plantas em função da frequência das espécies. Ilhéus-BA, Setembro de 2008 a março de 2009.

Os índices de dominância no mosaico em questão, na sua relação com o desenvolvimento da planta, não mostraram tendência geral para o crescimento ou decréscimo, havendo instabilidade nos seus valores, nos diversos estádios. No entanto, vale ressaltar que a frequência relativa de *W. auropunctata* variou muito em função da idade dos plantios, destacando-se sobre as outras espécies (Tabela 8).

Tabela 8. Índice de dominância de Berger-Parker de espécies de formigas em função da idade dos cacauais. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Idade (anos)					
	1	3	4	8	15	33
<i>Azteca paraensis</i>	0,000	0,002	0,031	0,000	0,005	0,086
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	0,054	0,022	0,002	0,000	0,001	0,000
<i>Camponotus fastigatus</i>	0,003	0,006	0,006	0,001	0,005	0,002
<i>Camponotus crassus</i>	0,004	0,005	0,026	0,000	0,004	0,000
<i>Cephalotes atratus</i>	0,000	0,008	0,019	0,000	0,017	0,002
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0,002	0,003	0,001	0,010	0,001	0,024
<i>Crematogaster erecta</i>	0,002	0,211	0,201	0,104	0,177	0,000
<i>Linepithema neotropicum</i>	0,058	0,058	0,062	0,042	0,006	0,001
<i>Monomorium floricola</i>	0,085	0,284	0,167	0,063	0,440	0,036
<i>Pachycondyla inversa</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,006
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0,003	0,213	0,001	0,579	0,070	0,250

As espécies com maior dominância comportamental mudaram em função da idade da planta, mas na maioria das idades de plantios, principalmente as idades intermediárias, *M. floricola* foi a mais dominante. Esta espécie apenas não foi mais dominante em cacauais de um e 33 anos, porém em cacauais de três e 15 anos, dominou tanto quando foram usadas iscas de mel, quanto iscas de sardinha. Em cacauais de um ano, ambos os tipos de iscas foram mais visitados por *L. neotropicum* e o mesmo ocorreu com *P. inversa* em cacauais de 33 anos. O cacauai de quatro anos, além de *M. floricola* também teve a espécie *C. crassus* como mais dominante. O de oito anos, além daquela espécie, teve *E. tuberculatum* como dominante (Tabela 9).

Tabela 9. Frequência absoluta (dominância comportamental) de espécies de formigas arborícolas coletadas com iscas de mel e iscas de sardinha em cacauais nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	1 ano		3 anos		4 anos		8 anos		15 anos		33 anos	
	Mel	sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha
<i>Azteca chartifex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Azteca paraensis</i>	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	3
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	3	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex sp.2</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Camponotus bidens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	0	1	1	0	2	2	0	3	0	1	0
<i>Camponotus trapezoideus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	0	2	4	5	2	2	0	2	1	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	1	0	2	2	4	0	4	3	3	0	0
<i>Crematogaster acuta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Crematogaster carinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	0	0	3	4	0	6	3	5	2	4	0	0
<i>Crematogaster limata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Crematogaster longispina</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
<i>Crematogaster sp. prox. crucis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Crematogaster victima</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>Dolichoderus bidens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dolichoderus imitator</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ectatomma brunneum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ectatomma permagnum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b><i>Ectatomma tuberculatum</i></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<i>Gnaptogenys annulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hypoponera sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Continuação... Tabela 9. Frequência absoluta (dominância comportamental) de espécies de formigas arborícolas coletadas com iscas de mel e iscas de sardinha em cacauais nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	1 ano		3 anos		4 anos		8 anos		15 anos		33 anos	
	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha	Mel	Sardinha
<i>Linepithema humile</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b><i>Linepithema neotropicum</i></b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b><i>Monomorium floricola</i></b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<i>Mycocepurus smithi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pachycondyla inversa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
<i>Pachycondyla subversa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Nylanderia fulva</i>	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Paratrechina longicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pheidole diligens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole manuana</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pheidole nitidula</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	2	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.15 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.4 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	1	2	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Solenopsis saevissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	0	1	0	1	1	3	2	0	1	0	0
<i>Tetramorium simillimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b><i>Wasmannia auropunctata</i></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<i>Wasmannia rochai</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

\*Dados em negrito indicam as espécies mais frequentes e a variação nas frequências.

A análise dos índices de co-ocorrência das espécies revelou significância em cacauais da maioria das idades (três, quatro, oito e 15 anos), quando se utilizou toda a matriz, indicando a não aleatoriedade da co-ocorrência entre as espécies nessas áreas. A partir da análise entre as espécies mais frequentes, apenas houve significância em cacauais de três, oito e 15 anos. Ao testar a matriz inteira de todas as áreas onde se observou co-ocorrência significativa, suprimindo-se apenas *M. floricola* e essa espécie com *W. auropunctata*, verificou-se que mudou a significância do índice em cacauais de quatro e 15 anos (Tabela 10). Nessas idades, o valor de frequência de *M. floricola* foi maior do que o de *W. auropunctata*, quando comparado aos cacauais das outras idades, onde também ocorreu significância nos índices de co-ocorrência (três e oito anos). Nessas áreas, a significância dos índices mostrou-se independente da presença dessas duas espécies. Ainda nessas áreas, a frequência de *W. auropunctata* foi em geral maior do que a de *M. floricola* (Tabelas 10 e 11).

Quando se suprimiu as espécies maiores de 5 mm, observou-se alteração no padrão de significância nos índices em sua ausência apenas em cacauais de quatro anos (Tabela 10).

Todas as vezes que os índices de co-ocorrência foram significativos, os seus valores (C-score) foram maiores que o do modelo de nulidade (que indica a não ocorrência de competição entre as espécies). Co-ocorrência entre as espécies dominantes definidas nos mosaicos de cacau da Bahia estudados por Majer *et al.* (1994) não apresentaram significância em nenhuma das idades.

Tabela 10. Índice de co-ocorrência de espécies de formigas em cacauais em função da idade do plantio. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade da planta	Agrupamento								
	Toda a matriz			mais frequentes			Dominantes segundo Majer <i>et al.</i> (1994)		
	C-score	Nulidade	P	C-score	Nulidade	p	C-score	Nulidade	p
1 ano	7,06	6,64	0,15	15,69	14,18	0,07	2,00	2,00	1,00
3 anos	<b>10,29</b>	<b>10,06</b>	<b>0,001</b>	<b>57,18*</b>	<b>55,48</b>	<b>0,003</b>	44,00	46,03	1,00
4 anos	<b>12,16</b>	<b>11,89</b>	<b>0,01</b>	65,33	65,49	0,59	59,67	59,17	0,58
8 anos	<b>10,01</b>	<b>9,52</b>	<b>0,003</b>	<b>62,28</b>	<b>60,71</b>	<b>0,01</b>	99,33	99,20	0,44
15 anos	<b>10,68</b>	<b>10,23</b>	<b>0,001</b>	<b>50,15</b>	<b>48,48</b>	<b>0,01</b>	25,00	25,23	0,45
33 anos	8,85	8,83	0,39	24,38	24,25	0,32	78,00	77,95	0,40
	Supressão de <i>Monomorium floricola</i> e <i>Wasmannia auropunctata</i>			Supressão de <i>Monomorium floricola</i>			Supressão de espécies >5mm		
	C-score	Nulidade	P	C-score	Nulidade	p	C-score	Nulidade	p
3 anos	<b>8,52</b>	<b>8,39</b>	<b>0,05</b>	<b>9,05</b>	<b>8,90</b>	<b>0,02</b>	<b>11,26</b>	<b>10,91</b>	<b>0,04</b>
4 anos	10,39	10,39	0,11	10,91	10,75	0,09	13,23	13,29	0,83
8 anos	<b>8,40</b>	<b>8,06</b>	<b>0,003</b>	<b>9,33</b>	<b>8,89</b>	<b>0,001</b>	<b>13,87</b>	<b>13,06</b>	<b>0,001</b>
15 anos	9,25	9,16	0,24	9,26	9,18	0,17	<b>9,27</b>	<b>8,72</b>	<b>0,001</b>

\*Dados em negrito correspondem aos valores dos índices de co-ocorrência e de p onde houve significância.

Tabela 11. Frequência absoluta (n=50) das espécies de formigas que juntas influenciam o mosaico em função da idade das plantas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Idades das plantas (ano)					
	1	3	4	8	15*	33
<i>Monomorium floricola</i>	4	36	<b>32</b>	32	<b>62</b>	2
<i>Wasmannia</i>	2	20	<b>12</b>	58	<b>6</b>	2

\*Idade onde houve alteração da significância dos índices de co-ocorrência quando foram suprimidas as espécies *M. floricola* e *W. auropunctata*.

A maioria das sobreposições de nichos das formigas mais frequentes em todos os cacauais não foi significativa, o que indica que mesmo que os valores dos índices de sobreposição (Pianka, 1973) tenham sido elevados, muitas ocorreram ao acaso.

As espécies que mais sobrepuseram seus nichos com outras espécies foram: *C. crassus*, nos cacauais de um ano; *A. paraensis*, no de três, 15 e 33 anos; *M. floricola*, no de quatro; *W. auropunctata*, no de oito; *C. erecta* e *E. tuberculatum*, também no de 15 e *C. atratus*, também no de 33 anos (Tabelas 12 a 17).

As sobreposições de nichos entre as espécies foram mais frequentes em cacauais de 15 e 33 anos, portanto nos mais velhos, e menos frequente nos de três e oito anos. Nos de 33 anos essas não passaram de 40%, enquanto nos de 15, pelo menos uma superou os 60%. Apenas cacauais de um ano apresentaram alta sobreposição de nichos. Apesar de poucos casos de sobreposição nos cacauais de baixa idade, muitas ocorreram com valores médios, havendo, em geral, maior variação nos valores do que nos cacauais mais velhos (Tabelas 12 a 17).



Tabela 12. Índice de sobreposição de nicho (Pianka, 1973) entre espécies de formigas mais frequentes em cacaual de um ano. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade da planta	Espécies																	
	1 ano		<i>Camponotus crassus</i>		<i>Camponotus fastigatus</i>		<i>Cephalotes atratus</i>		<i>Crematogaster curvispinosa</i>		<i>Crematogaster erecta</i>		<i>Linepithema neotropicum</i>		<i>Monomorium floricola</i>		<i>Wasmannia auropunctata</i>	
	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p
<i>Camponotus crassus</i>			<b>0,70</b>	<b>0,004</b>	0,22	0,32	0,00	1,00	0,35	0,20	0,18	0,84	<b>0,35</b>	<b>0,004</b>	0,50	0,08		
<i>Camponotus fastigatus</i>					0,32	0,17	0,00	1,00	0,50	0,08	0,13	0,36	0,00	1,00	0,00	1,00		
<i>Cephalotes atratus</i>							0,32	0,18	0,32	0,20	0,16	0,72	0,00	1,00	0,00	1,00		
<i>Crematogaster curvispinosa</i>									0,00	1,00	<b>0,25</b>	<b>0,001</b>	0,00	1,00	0,00	1,00		
<i>Crematogaster erecta</i>											<b>0,25</b>	<b>0,004</b>	0,00	1,00	0,00	1,00		
<i>Linepithema neotropicum</i>													<b>0,25</b>	<b>0,001</b>	0,18	0,64		
<i>Monomorium floricola</i>															<b>0,70</b>	<b>0,03</b>		
<i>Wasmannia auropunctata</i>																		

\*Valores significativos em negrito. \*\* Colunas e linhas em cinza significa que a espécie não apareceu no cacaual dessa idade

Tabela 13. Índice de sobreposição de nicho (Pianka, 1973) entre espécies de formigas mais frequentes em cacaual de três anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade da planta	Espécies																				
	3 anos		<i>Azteca paraensis</i>		<i>Camponotus crassus</i>		<i>Camponotus fastigatus</i>		<i>Cephalotes atratus</i>		<i>Crematogaster curvispinosa</i>		<i>Crematogaster erecta</i>		<i>Linepithema neotropicum</i>		<i>Monomorium floricola</i>		<i>Wasmannia auropunctata</i>		
	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	
<i>Azteca paraensis</i>																					
<i>Camponotus crassus</i>																					
<i>Camponotus fastigatus</i>																					
<i>Cephalotes atratus</i>																					
<i>Crematogaster curvispinosa</i>																					
<i>Crematogaster erecta</i>																					
<i>Linepithema neotropicum</i>																					
<i>Monomorium floricola</i>																					
<i>Wasmannia auropunctata</i>																					

\*Valores significativos em negrito. \*\* Colunas e linhas em cinza significa que a espécie não apareceu no cacaual dessa idade

Tabela 14. Índice de sobreposição de nicho (Pianka, 1973) entre espécies de formigas mais frequentes em cacau de quatro anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade da planta	Espécies																	
	<i>Azteca paraensis</i>		<i>Camponotus crassus</i>		<i>Camponotus fastigatus</i>		<i>Cephalotes atratus</i>		<i>Crematogaster curvispinosa</i>		<i>Crematogaster erecta</i>		<i>Linepithema neotropicum</i>		<i>Monomorium floricola</i>		<i>Wasmannia auropunctata</i>	
4 anos	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p
<i>Azteca paraensis</i>			<b>0,51</b>	<b>0,004</b>	0,09	0,96	0,42	0,09	0,14	0,25	0,35	0,13	0,10	0,91	0,32	0,43	0,26	0,32
<i>Camponotus crassus</i>					0,40	0,25	0,31	0,72	0,21	0,62	0,46	0,13	0,36	0,34	0,17	0,95	<b>0,37</b>	<b>0,03</b>
<i>Camponotus fastigatus</i>							0,23	0,45	0,13	0,77	0,45	0,13	0,18	0,45	<b>0,29</b>	<b>0,02</b>	0,12	0,48
<i>Cephalotes atratus</i>									0,24	0,43	0,42	0,27	<b>0,08</b>	<b>0,01</b>	0,03	0,49	0,10	0,88
<i>Crematogaster curvispinosa</i>											0,40	0,09	0,00	1,00	0,11	0,51	0,00	1,00
<i>Crematogaster erecta</i>													0,07	0,97	<b>0,61</b>	<b>0,003</b>	0,18	0,47
<i>Linepithema neotropicum</i>															0,08	0,98	0,26	0,32
<i>Monomorium floricola</i>																	0,20	0,31
<i>Wasmannia auropunctata</i>																		

\*Valores significativos em negrito. \*\* Colunas e linhas em cinza significa que a espécie não apareceu no cacau de dessa idade

Tabela 15. Índice de sobreposição de nicho (Pianka, 1973) entre espécies de formigas mais frequentes em cacau de oito anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade da planta	Espécies																	
	<i>Camponotus crassus</i>		<i>Camponotus fastigatus</i>		<i>Cephalotes atratus</i>		<i>CreMATogaster curvispinosa</i>		<i>CreMATogaster erecta</i>		<i>Ectatomma tuberculatum</i>		<i>Linepithema neotropicum</i>		<i>Monomorium floricola</i>		<i>Wasmannia auropunctata</i>	
8 anos	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p
<i>Camponotus crassus</i>			0,25	0,28	0,00	1,00	0,24	0,14	0,14	0,68	0,29	0,06	<b>0,58</b>	<b>0,001</b>	0,25	0,39	0,19	0,81
<i>Camponotus fastigatus</i>					0,00	1,00	0,24	0,11	0,29	0,26	0,39	0,001	0,14	0,67	0,25	0,36	0,09	0,98
<i>Cephalotes atratus</i>							0,27	0,21	0,00	1,00	0,15	0,97	0,22	0,51	0,28	0,13	<b>0,49</b>	<b>0,001</b>
<i>CreMATogaster curvispinosa</i>									0,27	0,70	<b>0,56</b>	<b>0,05</b>	0,41	0,19	0,11	0,98	0,61	0,008
<i>CreMATogaster erecta</i>											0,45	0,07	0,33	0,10	<b>0,43</b>	<b>0,03</b>	0,33	0,64
<i>Ectatomma tuberculatum</i>													0,00	1,00	0,49	0,09	<b>0,66</b>	<b>0,03</b>
<i>Linepithema neotropicum</i>															0,29	0,59	0,30	0,24
<i>Monomorium floricola</i>																	0,37	0,68
<i>Wasmannia auropunctata</i>																		

\*Valores significativos em negrito. \*\* Colunas e linhas em cinza significa que a espécie não apareceu no cacau de dessa idade

Tabela 16. Índice de sobreposição de nicho (Pianka, 1973) entre espécies de formigas mais frequentes em cacaual de 15 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade da planta	Espécies																												
	15 anos		<i>Azteca paraensis</i>		<i>Camponotus crassus</i>		<i>Camponotus fastigatus</i>		<i>Cephalotes atratus</i>		<i>Crematogaster curvispinosa</i>		<i>Crematogaster erecta</i>		<i>Ectatomma tuberculatum</i>		<i>Linepithema neotropicum</i>		<i>Monomorium floricola</i>		<i>Pachycondyla inversa</i>		<i>Wasmannia auropunctata</i>						
	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p	$\alpha$	p					
<i>Azteca paraensis</i>			<b>0,37</b>	<b>0,02</b>	<b>0,37</b>	<b>0,02</b>	0,27	0,16	0,00	1,00	<b>0,21</b>	<b>0,002</b>	0,35	0,22	0,00	1,00	0,22	0,58	0,29	0,26	<b>0,24</b>	<b>0,04</b>							
<i>Camponotus crassus</i>					0,18	0,78	0,20	0,91	0,00	1,00	0,39	0,13	0,26	0,84	0,00	1,00	0,22	0,95	<b>0,32</b>	<b>0,05</b>	0,00	1,00							
<i>Camponotus fastigatus</i>							0,27	0,94	0,00	1,00	<b>0,51</b>	<b>0,03</b>	<b>0,58</b>	<b>0,001</b>	0,00	1,00	0,27	0,96	0,21	0,23	0,17	0,53							
<i>Cephalotes atratus</i>									0,00	1,00	0,52	0,06	0,38	0,60	0,00	1,00	0,44	0,71	0,32	0,40	0,13	0,78							
<i>Crematogaster curvispinosa</i>													<b>0,21</b>	<b>0,002</b>	<b>0,21</b>	<b>0,001</b>	0,00	1,00	0,18	0,62	0,00	1,00	0,00	1,00					
<i>Crematogaster erecta</i>															<b>0,64</b>	<b>0,002</b>	0,12	0,41	0,38	0,99	0,30	0,20	0,25	0,09					
<i>Ectatomma tuberculatum</i>																			0,12	0,43	0,38	0,99	0,38	0,23	0,25	0,09			
<i>Linepithema neotropicum</i>																							0,21	0,23	0,00	1,00	0,29	0,21	
<i>Monomorium floricola</i>																										0,32	0,33	0,21	0,24
<i>Pachycondyla inversa</i>																												0,00	1,00
<i>Wasmannia auropunctata</i>																													

\*Valores significativos em negrito. \*\* Colunas e linhas em cinza significa que a espécie não apareceu no cacaual dessa idade

Tabela 17. Índice de sobreposição de nicho (Pianka, 1973) entre espécies de formigas mais frequentes em cacaual de 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Idade da planta	Espécies										
	33 anos	<i>Azteca paraensis</i>	<i>Camponotus crassus</i>	<i>Camponotus fastigatus</i>	<i>Cephalotes atratus</i>	<i>Crematogaster curvispinosa</i>	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	<i>Linepithema neotropicum</i>	<i>Monomorium floricola</i>	<i>Pachycondyla inversa</i>	<i>Wasmannia auropunctata</i>
<i>Azteca paraensis</i>											
<i>Camponotus crassus</i>											
<i>Camponotus fastigatus</i>											
<i>Cephalotes atratus</i>											
<i>Crematogaster curvispinosa</i>											
<i>Ectatomma tuberculatum</i>											
<i>Linepithema neotropicum</i>											
<i>Monomorium floricola</i>											
<i>Pachycondyla inversa</i>											
<i>Wasmannia auropunctata</i>											

\*Valores significativos em negrito. \*\* Colunas e linhas em cinza significa que a espécie não apareceu no cacaual dessa idade

Ocorreram correlações positivas e negativas envolvendo espécies dominantes e hemípteros, porém, nenhuma dessas foi consideradas significativas, quando avaliadas pelo Teste t (Tabela 18). Do mesmo modo, não houve correlação entre os hemípteros e a idade das plantas (Tabela 19).

Tabela 18. Relação entre hemípteros e formigas mais frequentes em cacauais do Sudeste da Bahia. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

RELAÇÃO	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Teste t para significância das correlações (t)	Probabilidade (p)*
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i> Koch 1851	-0,48	-1,10	0,33
<i>Brachymyrmex patagonicus</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	-0,39	-0,85	0,44
<i>Linepithema neotropicum</i> X Membracidae sp.1**	-0,49	-1,10	0,33
<i>Linepithema neotropicum</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	-0,30	-0,63	0,57
<i>Crematogaster curvispinosa</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	-0,21	-0,42	0,70
<i>Crematogaster curvispinosa</i> X Membracidae sp.1	-0,05	-0,10	0,93
<i>Crematogaster erecta</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	0,06	0,11	0,92
<i>Crematogaster erecta</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	0,03	0,05	0,96
<i>Azteca paraensis</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	0,05	0,09	0,93
<i>Azteca paraensis</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	0,066	1,77	0,15
<i>Camponotus crassus</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	0,23	0,47	0,66
<i>Camponotus crassus</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	0,55	1,31	0,26
<i>Cephalotes atratus</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	0,05	0,11	0,92
<i>Cephalotes atratus</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	0,49	1,13	0,32
<i>Ectatomma tuberculatum</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	-0,11	0,21	0,84
<i>Ectatomma tuberculatum</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	-0,15	-0,31	0,77
<i>Monomorium floricola</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	0,73	2,15	0,09
<i>Monomorium floricola</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	0,07	0,13	0,90
<i>Camponotus fastigatus</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	0,53	1,26	0,28
<i>Camponotus fastigatus</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	0,38	0,81	0,46
<i>Pachycondyla inversa</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	-0,04	-0,07	0,94
<i>Pachycondyla inversa</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	-0,07	-0,14	0,90
<i>Wasmannia auropunctata</i> X <i>Toxoptera aurantiae</i>	-0,12	-0,24	0,82
<i>Wasmannia auropunctata</i> X <i>Tragopa</i> sp.1	-0,02	-0,04	0,92

\*Nenhuma correlação foi significativa pelo Teste t ( $p < 0,05$ ). \*\*Membracídeo não identificado espécie 1.

Tabela 19. Relação entre hemípteros mais frequentes e idade das plantas em cacauais do Sudeste da Bahia. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

RELAÇÃO	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Teste t para significância das correlações (t)	Probabilidade (p)*
Idade X <i>Toxoptera aurantiae</i>	0,263	0,545	0,615
Idade X <i>Tragopa</i> sp.1	-0,223	-0,458	0,670

\*Nenhuma correlação foi significativa pelo Teste t ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Nos cacauais em estudo, os territórios das espécies oscilaram em função da idade, mas de modo geral, em cacauais de idades intermediárias, as espécies e suas respectivas frequências, são similares. A idade das plantas, juntamente com diferenças em suas histórias de vida e a atração seletiva que exercem sobre as diferentes espécies de formigas arbóreas, desempenham papel importante, revelando que os mosaicos de formigas são dinâmicos (Dejean *et al.*, 2008).

Foram observadas variações no mosaico com relação à dominância entre as espécies, ao longo do desenvolvimento do cacauais, no entanto, o de 15 anos foi o mais complexo. Essas variações devem ter ocorrido devido às flutuações nos territórios das espécies que compõem o mosaico. Esses resultados corroboram a hipótese de Armbrichtl *et al.* (2001), de que essas flutuações populacionais correspondem aos pulsos periódicos na área dos territórios de cada espécie, com a consequente redução ou ampliação de cada um, sugerindo que esses territórios não têm fronteiras nítidas, as quais são constantemente remodeladas.

A variação na organização estrutural das espécies dispostas no mosaico do cacauais justifica a irregularidade nos valores dos índices de diversidade e riqueza de espécies com o desenvolvimento da planta, detectada anteriormente (ver capítulo 1). Foi observado que enquanto a dominância de uma dada espécie é maior em um período, pode ser menor em outro, à medida que a idade da planta aumenta. Isso refuta a hipótese de que há uma tendência ao aumento ou decréscimo progressivo da dominância entre as espécies, à medida que as plantas amadurecem. Não há evidências de uma ampliação da relação hierárquica entre as espécies, embora *M. floricola* tenha mantido dominância comportamental durante todo o período de desenvolvimento. Naturalmente algumas mudanças ocorrem no estabelecimento do mosaico, onde várias espécies podem mudar seu status de dominante ou subdominante (Medeiros *et al.*, 1995; Armbrichtl *et al.*,



2001). A hierarquia de dominância das espécies, com base na capacidade competitiva, é dinâmica, pois fatores como tipo de recurso, temperatura, trofobiontes ou mesmo a ocorrência de parasitóides, afetam a posição das formigas dentro dessa hierarquia (Parr & Gibb, 2010).

A co-ocorrência apenas pôde ser efetivamente detectada em cacauais de três a 15 anos e os valores dos índices de co-ocorrência indicaram que as espécies competem apenas nos cacauais dessas idades. Provavelmente, ao longo dos diversos estádios de desenvolvimento do cacaueteiro, as populações das formigas influenciam umas às outras e se acomodam nos espaços. Segundo Blüthgen & Stork (2007), a análise de padrões de co-ocorrência entre espécies pode ser usada para distinguir se a estrutura em mosaico está ausente ou apenas mais difícil de detectar. Mas um padrão significativo de co-ocorrência não indica necessariamente que a competição é o mecanismo estruturante do mosaico, porque outros fatores do meio também são importantes (Parr & Gibb, 2010). Através dessas análises, alguns autores detectaram a inexistência de padrões significativos de co-ocorrência em diversos mosaicos (Ribas & Schoereder, 2002; Dejean *et al.*, 2010; Pacheco *et al.*, 2009), incluindo mosaicos de cacauais e concluíram que fatores estocásticos também mediam a formação do mosaico ou que não é possível detectar os mosaicos.

As variações nos tamanhos dos cacaueteiros e volume da copa em função do desenvolvimento, apresentaram menor efeito sobre a estruturação do mosaico do que a influência de espécies dominantes como *M. floricola*. Isso deve ter ocorrido porque essa espécie dominou os recursos disponíveis, deslocando as outras espécies. A aleatoriedade da ocupação do espaço pelas outras formigas deve ter provocado alterações na organização das espécies sob sua influência. Durante a sucessão, a colonização espacial de formigas nas plantas muda de uma ocupação homogênea para aleatória, com situações de diferenciação acentuada e segregação entre espécies e comunidades (Zorrilla *et al.*, 1986). No mosaico de formigas de cacauais, apesar de ocorrerem variações com a idade da planta, pode haver reversão na estrutura de organização das espécies, de cacauais de idade mais avançada a uma condição anterior, sobretudo porque espécies invasoras podem contribuir para a modificação dessa estrutura. De acordo com o conceito de sucessão ontogenética, a idade da formação vegetal e o tamanho das plantas parecem desempenhar papel importante na composição dos mosaicos (Dejean *et al.*, 2008; Djiéto-Lordon *et al.*, 2004). Mas a interação cooperativa e a competição entre espécies influenciam a relação espacial, que reflete no

modo pelo qual um dado habitat é colonizado (Zorrila *et al.*, 1986). Espécies de formigas que co-ocorrem tende a diferir nas suas adaptações, para o encontro, manipulação e defesa do alimento, o que reflete a dinâmica do mosaico (Lynch, 1981).

*Monomorium floricola*, que é uma espécie dominante e que influencia a estruturação do mosaico, pode atuar sozinha ou associada a *W. auropunctata*. A invasibilidade mútua pode ser uma condição para a coexistência das espécies se uma delas puder aumentar dentro de uma estável ou persistente população de outra espécie (Kotler & Brown, 2007). Essa influência de *M. floricola* ocorreu especialmente em cacauais de quatro e 15 anos (Tabela 10), mas não em cacauais de três e oito anos; talvez seja devido às variações nas frequências de ambas as espécies. Foi verificado que nos cacauais de quatro e 15 anos, a frequência de *M. floricola* foi igual ou superior ao de *W. auropunctata*, quando comparado a cacauais de outras idades onde, a princípio, também ocorreu significância nos índices de co-ocorrência. Entretanto, a significância desses índices mostrou-se independente da presença dessas duas espécies. Como foi visto anteriormente, a espécie *M. floricola* também apresentou dominância comportamental nas plantas da maioria das idades, com exceção nas lavouras implantadas há um e 33 anos. Essas são justamente as idades onde não foi possível afirmar que a competição era o fator a regular a estrutura da comunidade. Isso indica que essa espécie pode permanecer com esse status durante quase todo o desenvolvimento da planta, influenciando e alterando a organização das outras espécies. Isso ocorre mais efetivamente quando sua frequência é maior, sobretudo em relação a *W. auropunctata*. *Monomorium floricola*, apesar de normalmente não ser considerada espécie dominante e invasora (Way & Bolton, 1997; Fasi, 2009), apresenta considerável flexibilidade na escolha dos locais de nidificação e persiste em uma grande variedade de espécies de árvores (Suarez *et al.*, 2005). Pode ainda ser particularmente significativa em habitat onde a competição com outras formigas arborícolas é muito reduzida (Wetterer, 2010). Segundo Majer *et al.* (1994) e Sanders *et al.* (2007), os padrões de co-ocorrência de espécies subordinadas sobre árvores com espécies dominantes podem ser aleatórios, ou ainda altamente aleatórios em árvores onde não ocorrem espécies dominantes. No entanto, os efeitos de algumas espécies invasoras podem ser tão impactantes de modo a reconfigurar toda a rede de interação e levar a mudanças nos ecossistemas (Croll *et al.*, 2005).

Com relação à espécie *W. Auropunctata* deve destacar que houve variação na sua frequência durante o desenvolvimento da planta, quando era marcadamente

frequente a presença de outras espécies, com exceção de *C. erecta*. *Wasmannia auropunctata* é uma espécie dominante e invasora, como já foi citado anteriormente (Medeiros *et al.*, 1995; Le Breton, 2004; Grangier *et al.*, 2007) e em algumas circunstâncias, apresenta capacidade de desordenar e eliminar quase toda a fauna de formigas de um determinado local (Hölldobler & Wilson, 1994; Ward & Beggs, 2007). Em cacauais, nem sempre consegue dominar a parte aérea das plantas, sobretudo quando o meio é particularmente rico em outras espécies arborícolas, tais como, as pertencentes aos gêneros *Azteca*, *Solenopsis*, *Crematogaster* ou *Camponotus* (Delabie, 1988; 1990, Delabie & Mariano, 2000).

A supressão de espécies de tamanho grande tornou aleatória a co-ocorrência apenas em cacauais de quatro anos (Tabela 10). Portanto, a influência e dominância de uma dada espécie sobre a comunidade, devido ao seu tamanho (Fellers, 1987; Majer *et al.*, 1994), não foi observada em cacauais da maioria das idades avaliadas, inclusive pela espécie *E. tuberculatum*, considerada dominante do mosaico de cacauais da Bahia (Majer *et al.*, 1994). Além disso, muitas espécies convencionalmente consideradas como dominantes, de maior frequência nos cacauais, não apresentaram influência sobre as outras espécies.

As variações nas frequências das espécies consideradas dominantes do mosaico de cacauais do Sudeste da Bahia ocorreram de forma distinta, conforme a idade da planta. Por exemplo, *E. tuberculatum*, foi uma das mais frequentes e sua frequência variou com a idade. Já *A. chartifex*, apesar de ser encontrada, não esteve entre as mais frequentes, embora possua as mesmas características reprodutivas de *E. tuberculatum*, com distribuição de ninhos polidômicos e que sustenta grande expansão e habilidade para a manutenção do território (Medeiros, 1992; Delabie *et al.*, 2007). Formigas desse gênero são consideradas espécies-chave, assim como as dos gêneros *Camponotus* e *Crematogaster*, com forte probabilidade de influenciar a qualidade, frequência e distribuição de outras formigas (Delabie *et al.*, 2006). *Azteca paraensis* e *C. erecta* também se destacaram como uma das mais frequentes, da mesma forma que as do gênero *Linepithema*. Estas possuem populações abundantes, ativas, agressivas e são comuns em áreas abertas, exercendo forte influência competitiva sobre outras formigas (Marchioretto & Diehl, 2006).

Diversas espécies entre as mais frequentes do mosaico de formigas estudado aqui, normalmente vivem associadas a trofobiontes e se beneficiam de suas secreções, tais como, *A. chartifex* e algumas dos gêneros *Ectatomma* e *Camponotus* (Delabie,

2001, Majer & Delabie, 1993). No entanto, não se pode afirmar que existe relação, nem entre hemípteros e as espécies de formigas, tampouco entre esses e a idade das plantas. Considera-se que a presença de insetos produtores de “honeydew” pode modelar a distribuição de formigas dominantes e conseqüentemente o mosaico (Fernández & Palácio, 2003, Blüthgen & Stork, 2007). Contudo, é difícil atribuir a diferença entre espécies que habitam as árvores a apenas um dos fatores: planta, hemípteros ou formiga (Dejean *et al.*, 2008). A relação mutualística entre formigas e hemípteros pode resultar em benefício para a planta, que hospeda ambos componentes dessa relação mutualista (Oliveira & Del Claro, 2005), como no cultivo do café, onde foi constatado que a associação entre a espécie *Azteca instabilis* (Smith 1862) e o coccídeo *Coccus viridis* (Green 1889), beneficia a planta, reduzindo a ação da praga *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolytidae) (Perfecto & Vandermeer, 2006). No entanto, em cacauais a relação entre esses as formigas e os hemípteros não foi constatada.

As sobreposições de nichos entre as espécies dos cacauais estudados ocorreram mais frequentemente em plantações de idades mais avançadas. A ocorrência de muitas sobreposições nos cacauais de maior idade pode indicar que a disponibilidade e divisão de recursos que garantem a manutenção da hierarquia entre as espécies que compõem o mosaico, mais evidente em cacauais de 15 anos. No entanto, pode indicar que a disponibilidade dos recursos, pós-competição, garantiu a coexistência entre as espécies e de maneira aleatória, evidente através da aleatoriedade na co-ocorrência entre as espécies em cacauais de 33 anos. Provavelmente nessa idade o mosaico se torna difícil de ser detectado. A competição entre as espécies pode ocorrer, mas nesse período a sobreposição entre os nichos deve ser mais evidente por que as espécies que competem, a essa altura já se excluíram mutuamente e agora coexistem com as outras, permitindo a repartição dos recursos. As espécies mudam de recursos compartilhados para não compartilhados como resultado de grandes forças competitivas e, na realidade, é impossível determinar se os resultados da partição dos recursos vêm da competição ou de algum outro fator, embora a partição em assembléias de formigas seja comum (Parr & Gibb, 2010). Em pequena escala, as variações espaciais na complexidade estrutural têm efeito sobre a utilização dos recursos por maior número de espécies de formigas. Isso sugere que a delimitação dos microhabitat pode ser um fator que influencia o resultado das hierarquias de dominância entre as formigas (Luque & López, 2007). A complexidade do habitat, mesmo em pequena escala, pode produzir diferenças entre as

espécies que contribuem para a partilha de recursos e permitir a ocorrência de espécies subordinadas para evitar a competição (Luque & López, 2007).

Conclui-se que a complexidade da estrutura do mosaico de formigas arborícolas nos cacauzeiros do Sudeste da Bahia é mais evidente em plantios de idades intermediárias. No entanto, o grau de complexidade durante o desenvolvimento da planta não se altera progressivamente, podendo cacauais mais antigos apresentar características similares às dos mais novos. Em cacauais de um ano, a comunidade ainda não se estruturou como mosaico e ainda não é possível detectá-lo. Nos de 33, ou deixou de existir ou também se tornou de difícil detecção. O mosaico sofre oscilações quanto aos territórios das espécies que o compõem, não apresentando aumento progressivo da dominância entre as espécies ao longo dos anos, mas há ampla influência de espécies invasoras, reconfigurando sua estrutura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMBRECHTL, I.; JIMÉNEZ, E.; ALVAREZ, G.; ULLOA-CHACON, P. & ARMBRECHTL, H. 2001. An ant mosaic in the Colombian Rain Forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 37: 491-509.
- BLÜTHGEN, N. & STORK, N.E. 2007. Ant mosaics in a tropical rainforest in Australia and elsewhere: A critical review. *Austral Ecology*. 32: 93–104.
- CROLL, D.A.; MARON, J.L.; ESTES, J.A.; DANNER, E.M. & BYRD, G.V. 2005. Introduced predators transform subarctic islands from grassland to tundra. *Science*. 307. 1959–1961.
- D'ALMEIDA, J.M. & ALMEIDA, J.R. 1998. Nichos tróficos em dípteros caliptrados no Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biologia*. 58: 563-570.
- DEJEAN, A.; CORBARA, B.; ORIVEL, J. & LEPONCE, M. 2007. Rainforest canopy ants: The implications of territoriality and predatory behavior. *Functional Ecosystems and Communities*. 1: 105-120.
- DEJEAN, A.; DJIÉTO-LORDON, A.; CÉRÉGHINO, R. & LEPONCE, M. 2008. Ontogenetic succession and the ant mosaic: An empirical approach using pioneer trees. *Basic and Applied Ecology*. 9: 316-323.
- DEJEAN, A.; DUROU, S.; OLMSTED, I.; SNELLING, R.R. & ORIVEL, J. 2003. Nest site selection by ants in a flooded Mexican mangrove, with special reference to

- the epiphytic orchid *Myrmecophila christinae*. *Journal of Tropical Ecology*. 19: 325–331.
- DEJEAN, A.; FISHER, B.L.; CORBARA, B.; RAREVOHITRA, R. & RANDRIANAIVO, R.; RAJEMISON, B. & LEPONCE, M. 2010. Spatial distribution of dominant arboreal ants in a Malagasy Coastal Rainforest: Gaps and Presence of an Invasive Species. *PLoS ONE* 5: e9319. doi:10.1371/journal.pone.0009319
- 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. *Proceedings of XIII International Cocoa Research Conference*. 1: 725-731.
- DELABIE, J.H.C. 1988. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia. *Theobroma*. 18: 29-37.
- DELABIE, J.H.C. 1990. The ant problem of cocoa farms in Brazil. p. 555-569. *In*: Vander Meer, R.K.; K. Jaffe & A. Cedeño. (Ed.). *Applied myrmecology: a world perspective*. Boulder, Westview Press.
- DELABIE, J.H.C. 2001. Les trophobioses entre Formicidae et Hemiptera Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha. Contribution à la connaissance de la myrmécofaune Néotropicale: aspects comportementaux, écologiques et évolutifs. Paris., França. Universidade de Paris (Texto de Habilitation à Diriger des Recherches).
- DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D. & NASCIMENTO, I.C. do. 2000. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic Rain Forest region. p. 1-17. *In*: Agosti, D., J.D Majer, L. Tennant & T. Schultz (Eds.). *Sampling ground-dwelling ants: Cases Studies from the World's rain forests*. Perth. Curtin School of environment biology.
- DELABIE, J.H.C.; JAHYNY, B.; NASCIMENTO, I.C. do; MARIANO, C.S.F.; LACAU, S.; CAMPIOLO, S.; PHILPOTT, S.M. & LEPONCE, M. 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 Conservation*. 16: 2359-2384.
- DELABIE, J.H.C.; PAIM, V.R.L. de M.; NASCIMENTO, I.C. do; CAMPIOLO, S. & MARIANO, C.S.F. 2006. As formigas como indicadores biológicos do impacto

- humano em manguezais da Costa Sudeste da Bahia. *Neotropical Entomology*. 35: 602-615.
- DJIÉTO-LORDON, A.; DEJEAN, A.; GIBERNAU, M.; HOSSAERT-MCKEY, M. & MCKEY, D. 2004. Symbiotic mutualism with a community of opportunistic ants: protection, competition, and ant occupancy of the myrmecophyte *Barteria nigritana* (Passifloraceae). *Acta Oecologica*. 26: 109-116.
- FASI, J. 2009. Quantifying the dominance of little fire ant (*Wasmannia auropunctata*) and its effect on crops in the Solomon Islands. Fiji Islands. University of the South Pacific. (Dissertação de Mestrado).
- FELLERS, J. H. 1987. Interference and exploitation in a guild of woodland ants. *Ecology*. 68: 1466–1478.
- FERNANDÉZ, F. & PALACIO, E. E. 2003. Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 p.
- FLOREN, A. & LINSENMAYER, K.E. 2000. Do ant mosaics exist in pristine lowland rain forests? *Oecologia*. 123: 129-137.
- GOTELLI, N.J. & ENTSMINGER, G.L. 2004. EcoSim: null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc., Kesey-Bear. <http://garyentsminger.com/ecosim/index.htm>.
- GOTELLI, N.J. 2000. Null model analysis of species co-occurrence patterns. *Ecology* 81: 2606-2621.
- GRANGIER, J.; LE BRETON, J.; DEJEAN, A. & ORIVEL, J. 2007. Coexistence between *Cyphomyrmex* ants and dominant populations of *Wasmannia auropunctata*. *Behavioural Processes*. 74: 93-96.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E.O. 1994. *Journey to the Ants: A Story of Scientific Exploration*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- HÖLLDOBLER, B. 1983. Territorial behavior in the green tree ant (*Oecophylla smaragdina*). *Biotropica*. 15: 241-250.
- HORA, R.R.; VILELA, E.; FÉNÉRON, R.; PEZON, A.; FRESNEAU, D. & DELABIE, J.H.C. 2005. Facultative polygyny in *Ectatomma tuberculatum* (Formicidae, Ectatomminae). *Insectes Sociaux*. 52: 194–200.

- KOTLER, B.P.; BROWN, J.S. 2007. Community Ecology. p.397-434. *In*: Stephens, D.W.; Brown, J.S. & Ydenberg, R.C. (Eds.). Foraging – behavior and ecology. Chicago, The University of Chicago Press.
- LE BRETON, J.; DELABIE, J.H.C.; CHAZEAU, J.; DEJEAN, A. & JOURDAN, H. 2004. Experimental evidence of large-scale unicoloniality in the tramp ant *Wasmannia auropunctata*. *Journal of Insect Behavior*. 17: 264-271.
- LESTON, D. 1973. The ant mosaic-tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. *Pest Articles and News Summaries*. 19:311-341.
- LESTON, D. 1978. A neotropical ant mosaic. *Annals of Entomological Society of America*. 71: 649-653.
- LUQUE, G.M. & LÓPEZ, J.R. 2007. Effect of experimental small-scale spatial heterogeneity on resource use of a Mediterranean ground-ant community. *Acta Oecologica*. 32: 42-49.
- LUTINSKI, J.A. & GARCIA, F.R.M. 2005. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. *Biotemas*. 18: 73 – 86.
- LYNCH, J.F. 1981. Seasonal, successional, and vertical segregation in a Maryland Ant Community. *Oikos*. 37: 183-198.
- MAJER, J. D. 1976b. The maintenance of the ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Journal Applied Ecology*. 13: 123-144.
- 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: 43-49.
- MAJER, J.D. 1976a. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: further structural considerations. *Journal Applied Ecology*. 13: 145-155.
- MAJER, J.D; DELABIE, J.H.C. & SMITH, M.R.B. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica*. 26: 73-83.
- MARCHIORETTO, A. & DIEHL, E. 2006. Distribuição espaciotemporal de uma comunidade de formigas em um remanescente de floresta inundável às margens de um meandro antigo do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS. *Acta Biologica Leopoldensia*. 28: 25-31.



- MAY, R.M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. p. 81-120. *In*: Cody, M.L. & L.M. Diamond (Eds.), Ecology and Evolution of communities. Massachusetts, Harvard. Belknap Press.
- 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. Rio Claro, Brasil, UNESP (Dissertação de Mestrado).
- MEDEIROS, M.A. de; FOWLER, H.G. & DELABIE, J.H.C. 1995. O mosaico de formigas (Hymenoptera; Formicidae) em cacauais do sul da Bahia. Científica. 23: 291-300.
- MERCIER, J.L. 1999. Territorialité et agressivité intra- et interspécifique dans les mosaïques de fourmis arboricoles. L'Année Biologique. 38: 149-168.
- MOTTA-JÚNIOR, J.C. 2006. Relações tróficas entre cinco Strigiformes simpátricas na região central do Estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia. 14: 359-377.
- OLIVEIRA, P.S. & DEL-CLARO, K., 2005. Multitrophic interactions in a neotropical savanna: ant-hemipteran systems, associated insect herbivores and a host plant. p.414-438. *In*: Burslem, D., Pinard, M., Hartley, S. (Eds.). Biotic Interactions in the Tropics: Their Role in the Maintenance of Species Diversity. Cambridge, Cambridge University Press.
- PACHECO, R.; SILVA, R.R.; MORINI, M.S.C. & BRANDÃO, C.R.F. 2009. A Comparison of the Leaf-Litter Ant Fauna in a Secondary Atlantic Forest with an Adjacent Pine Plantation in Southeastern Brazil. Neotropical Entomology. 38: 55-65.
- PARR, C. L. & GIBB, H. 2010. Competition and the role of dominant ant. p.77-96. *In*: Lach, L. Parr, C. L. & Abbott, K.L. (Eds.). Ant Ecology. New York, Oxford.
- PERFECTO, I. & VANDERMEER, J. 2006. The effect of an ant-hemipteran mutualism on the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in southern Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment. 117: 218-221.
- PIANKA, E.R. 1973. The structure of lizard communities. Annual Review of Ecology and Systematics. 4: 53-74.
- RIBAS, C.R. & SCHOEREDER, J.H. 2002. Are all ant mosaics caused by competition? Oecologia. 131: 606-611.

- ROOM, P.M. 1971. The relative distributions of ant species in Ghana's cocoa farms. *Journal of Animal Ecology*. 40:735–751.
- SANDERS, N.; CRUTSINGER, M.; DUNN, R.; MAJER, J.D. & DELABIE, J.H.C. 2007. An Ant Mosaic Revisited: Dominant Ant Species Disassemble Arboreal Ant Communities but Co-Occur Randomly. *Biotropica*. 39: 422–427.
- SILVESTRE, R.; MENEZES, A.A.R. & BRANDÃO, C.R.F. 1998. Competition among ant species visiting baits in the Brazilian “Cerrado”. p.442. *In*: Schwartz, M.P. & Hogendoorn, K. (Eds.). *Proceedings of the XIII International Congress of IUSSI*.
- SOFIA, S.H. & SUZUKI, K.M. 2004. Comunidades de machos de abelhas euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Fragmentos Florestais no Sul do Brasil. *Neotropical Entomology*. 33: 693-702.
- SOROKER V.; VIENNE C. & HEFETZ A. 1995. Hydrocarbon dynamics within and between nestmates in *Cataglyphis niger* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Chemical Ecology*. 21: 365-378.
- SUAREZ, A.V.; HOWAY, D.A. & WARD, P.S. 2005. The role of opportunity in the unintentional introduction of nonnative ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 102: 17032-17035.
- VALENTIM, J.L. 2002. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Interciência, Rio de Janeiro, 117p.
- WARD, D.F. & BEGGS, J. 2007. Coexistence, habitat patterns and the assembly of ant communities in the Yasawa islands, Fiji. *Acta Oecologica*. 32: 215–23.
- WAY, M.J. & BOLTON, B. 1997. Competition between ants for coconut palm nesting sites. *Journal of Natural History*. 31: 439 - 455.
- WETTERER, J.K. 2010. Worldwide spread of the flower ant, *Monomorium floricola* (Hymenoptera: Formicidae). *Mirmecological News*. 13: 19-27.
- ZORRILA, J.M.; SERRANO, J.M.; CASADO, M.A.; ACOSTA, F.J. & PINEDA, F.D. 1986. Structural Characteristics of an Ant Community During Succession. *Iokos*. 47: 346-354.

### CAPÍTULO 3

## INFLUÊNCIA DA IDADE DO MOSAICO DE FORMIGAS DOMINANTES DO CACAUEIRO SOBRE A OCORRÊNCIA DE DANOS DAS PRINCIPAIS PRAGAS DA LAVOURA

### Resumo

O controle biológico de pragas em culturas perenes com formigas tem se desenvolvido, sobretudo em plantações de cacau. Formigas podem eventualmente ser manejadas para aumentar sua abundância, distribuição e eficácia no controle dos fitófagos. A exemplo disso tem-se os cacauais da Região Sudeste da Bahia, cultura esta que é colonizada por uma rica fauna de formigas, e nesse caso, o mosaico de formigas arborícolas exerce papel controlador das pragas do cacaueiro. Assim, estudos sobre essa organização em cacauais de idades distintas se fazem necessários, a fim de avaliar a organização temporal das espécies responsáveis pelo controle biológico. O objetivo deste estudo foi avaliar se há um período em que o mosaico se encontra em melhor condição de influenciar o impacto das principais pragas da lavoura e quais as espécies de formigas que mais se destacam nessa situação. O experimento foi desenvolvido em cacauais de um, três, quatro, oito, 15 e 33 anos. Fez-se avaliação dos tipos de danos provocados pelas principais pragas: *Selenothrips rubrocinctus*, *Atta cephalotes*, *Monalonion bondari* e *Percolapsis ornata*. Os danos foram quantificados e categorizados conforme sua intensidade. Avaliou-se a aptidão das formigas para a predação, usando-se larvas de cupim *Nasutitermes* sp. Fez-se análise multivariada de Seriação Restrita e foram calculados os índices de predação das formigas. Na maioria das idades, as formigas estiveram associadas a níveis de danos baixos ou nenhum dano. A espécie *Linepithema neotropicum* foi a que maior índice de predação apresentou. Concluiu-se que não há um padrão sucessional regular de ocupação das formigas nos cacauais, havendo uma variação no índice de diversidade e dominância das espécies, com possíveis oscilações na posição espacial dessas, modulando a estrutura do mosaico. Não se pode afirmar que as mudanças sucessivas na organização dessa estrutura influenciam o controle das principais pragas do cacau, mas que a presença de algumas espécies em particular, pode influenciar esse controle.

Palavras-chave: Controle biológico, formigas, predação.

## INFLUENCE OF AGE MOSAIC OF DOMINANT ANTS OF COCOA ON THE DAMAGE TO MAJOR CROP PESTS

### Abstract

Biological control using ants in perennial cultures has been considered especially in cocoa plantations. Ants can eventually be managed to increase their abundance, distribution and effectiveness in controlling phytophagous pests. Cocoa plantations in Bahia are colonized by a rich ant fauna. As the mosaic of arboreal ants influence cocoa pests control, studies on this process are necessary to evaluate the time organization of species responsible for biological control. The objective of this research was to evaluate if there is a period where the ant mosaic is in a better condition to influence the impact of the main pests of this crop. It also aimed to determine which ant species are most prominent in that situation. The experiment was conducted in cocoa plantations of the following ages: one, three, four, eight, 15 and 33 years. Different types of damage caused by the main cocoa pests: *Selenothrips rubrocinctus*, *Atta cephalotes*, *Monalonion bondari* and *Percolapsis ornata* were evaluated. Damage was quantified and categorized according to intensity. The ability of ants for predation was measured, using larvae of the termite *Nasutitermes* sp. Multivariate analysis of restricted seriation was used and predation indexes were calculated. Ants were associated to low damage levels or no damage in most of the cocoa plantations. *Linepithema neotropicum* had the highest predation index. It was concluded that there is not a successional regular pattern of ant occupation in cocoa stands; there is variation in species diversity and dominance, with fluctuations in spatial position of them. This shapes mosaic structure. It can not be said that successive changes in the organization of this structure influence control of the main cocoa pests. However, the presence of some species, in particular, can affect this control.

Keywords: Biological control, ants, predation.

## INTRODUÇÃO

O controle biológico de pragas em culturas perenes como em plantações de cacau, utilizando formigas como agente de controle biológico, tem se desenvolvido satisfatoriamente (Majer, 1972; Majer, 1976c; Kenne *et al.*, 1999; Leston, 1973; Perfecto, 1991; Way & Khoo, 1992). O primeiro caso de controle biológico reportado na literatura foi por formigas (Pavan & Ceballos, 1979; Perfecto & Castiñeiras, 1998). Diversos experimentos bem sucedidos foram feitos no mundo inteiro utilizando formigas como agentes de controle biológico (Jolivet, 1996; Pavan & Ceballos, 1979).

Formigas são consideradas importantes agentes de controle biológico porque são responsáveis pela manutenção da praga em potencial abaixo do nível de dano econômico; permanecem abundantes, mesmo quando as presas estão escassas; devido à sua estrutura social, podem eventualmente ser manejadas para aumentar sua abundância, distribuição e eficácia no controle dos fitófagos; há espécies com grandes colônias, que necessitam de mais alimento para sobreviver e aquelas com ninhos polidômicos, consideradas hábeis para ocupar relevantes áreas em alta densidade; além disso, existem espécies dominantes, não suscetíveis de serem dominadas por outras. (Finnegan, 1971; Risch & Carrol, 1982; Majer, 1986; Medeiros *et al.*, 1995).

A recente queda nos preços mundiais de cacau e o aumento dos custos de inseticidas e outros insumos usados na agricultura tem ampliado o interesse na investigação sobre formigas como agentes de controle biológico, para ajudar os agricultores a conquistarem o mercado de orgânicos (Mele, 2008). Assim, é de extrema relevância conhecer o impacto das formigas de um mosaico, a fim de efetuar a manipulação da estrutura deste a favor das condições ecológicas das plantações para o controle biológico (Kenne *et al.*, 1999). As formigas que assim se organizam podem ser usadas como auxiliares no controle biológico em plantações de cacau e dossel de florestas (Majer, 1976a, Armbrichtl *et al.*, 2001). Os cacauais do Sudeste da Bahia são colonizados por uma rica fauna de formigas e algumas espécies têm potencial para combater pragas e doenças, sendo uma característica importante dessas a dominância hierárquica, onde espécies dominantes competem com outras (Majer, 1986, Majer & Delabie, 1993).

A região cacauera da Bahia tem sofrido forte impacto, devido à ação de determinadas pragas e doenças do cacau, tendo o abandono localizado desse cultivo gerado grandes prejuízos para a economia (Alger & Caldas, 1996). A ação de diversos

insetos-praga reduz a produtividade das plantas, provocando impacto negativo na geração de recursos para os produtores.

Para que as formigas dominantes possam ser potencialmente usadas em programa de manejo de pragas, devem ser previstas as alternativas ecológicas das espécies a serem utilizadas, mas também as estratégias políticas de uso dessas espécies nas lavouras (Mele, 2008).

Como o mosaico de formigas arborícolas exerce papel controlador das pragas do cacaueteiro, estudos sobre essa organização em cacauetes de idades distintas se fazem necessários, a fim de avaliar a organização temporal das formigas responsáveis pelo controle biológico natural na planta, focalizando de preferência, as espécies predadoras. O objetivo deste capítulo foi avaliar se há um período em que o mosaico se encontra em melhor condição de influenciar o impacto das principais pragas da lavoura e quais as espécies de formigas que mais se destacam nesse contexto.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Nas mesmas plantas onde foram feitas as coletas de Formicidae para as avaliações já explicadas nos Capítulos 1 e 2, foram realizadas simultaneamente, avaliações dos danos causados pelas principais pragas do cultivo, segundo Abreu *et al.* (1989) e Gallo *et al.* (2002). Extraíram-se galhos de iguais tamanhos, por idade, assim como, observou-se os frutos e a planta como um todo (quando necessário), nos quais se avaliaram os danos provocados pelas diversas pragas, a citar: 1) Tripes (*Selenothrips rubrocinctus* (Giard, 1901)): queima das folhas, emponteiramento e ferrugem dos frutos; 2) Formiga cortadeira (*A. cephalotes*): corte das folhas; 3) Chupança (*Monalonion bondari* Costa Lima 1938): morte os ponteiros, frutos com bexiga e queda, e frutos com manchas pretas e/ou esbranquiçadas; 4) Vaquinha (*Percolapsis ornata* (Germar, 1824)): pequenos furos nas folhas novas e ataque dos ponteiros.

Os danos foram quantificados baseando-se no modelo de Mody & Linsenmair (2004), tomando-se como referências partes sadias das plantas e categorizados em 0, 1, 2, 3, 4, baseando-se em Fournier (1974), em função da intensidade de ocorrência. As categorias corresponderam aos níveis de danos e foram indicadas da seguinte forma: 0= 0% de dano (sem dano algum); 1= 1 a 25% (1 a 25% da parte da planta avaliada tinha o dano); 2= 26 a 50% (26 a 50% da parte da planta avaliada tinha o dano); 3= 51 a 75%

(51 a 75% da parte da planta avaliada tinha o dano) 4= 76 a 100% (76% a 100% da parte da planta avaliada tinha o dano).

Avaliou-se a aptidão das formigas mais frequentes para a predação, adaptando a metodologia de Medeiros (1992) e Conceição *et al.* (2009) Coletou-se larvas de cupim *Nasutitermes* sp. no mesmo local do experimento e cada larva foi colocada na parte central da copa de plantas escolhidas aleatoriamente entre as utilizadas no experimento e que apresentavam as espécies pré-definidas para o ensaio. Foram feitas dez observações de cada espécie. Essas observações foram acompanhadas até 5 min., prazo dado para que as formigas reconhecessem e carregassem a presa. Após este período passou-se a testar outra planta. Foram anotados o número de vezes que cada espécie de formiga capturou as larvas e o tempo que cada uma levou para executar a captura.

Para verificar a associação entre espécies de formigas e danos causados por pragas em cada ano, foi feita uma análise multivariada de Seriação Restrita (Brower & Kile, 1988) usando matrizes de presença/ausência (0/1), com os níveis de danos em um gradiente crescente nas colunas e as espécies de formigas nas linhas. A seriação foi feita utilizando o algoritmo de matriz descrito por Brower & Kile (1988). Na mesma análise, com o programa estatístico Past (Hammer *et al.*, 2001), executou-se o método de “Monte Carlo”, simulando trinta matrizes aleatórias com o mesmo número de ocorrências da matriz original e depois foram comparadas trinta matrizes produzidas aleatoriamente com a original, para ver se a associação constatada na matriz original não ocorre por acaso, comprovando assim a significância das associações a 95% de confiança ( $p < 0,05$ ). Essas análises são apresentadas nos anexos de números 1 a 23. Para as avaliações fizeram-se as seguintes considerações: se existiram associações entre formigas e danos, as formigas não tiveram efeito como agentes de controle biológico, mas se as formigas estavam associadas aos danos em nível baixo (por exemplo, nível 1), tiveram algum efeito, do mesmo modo, se as formigas estavam associadas ao nível de dano 0 (zero), tiveram efeito como agentes de controle biológico.

Foram calculados os índices de predação das formigas, bem como, as médias do tempo de predação das larvas por parte dessas. Obtiveram-se os índices de predação das larvas pelas formigas da seguinte forma:

$$IP = N_{pe}/N_{te} \times 100$$

Onde: IP = índice de predação espontânea para a espécie estudada; Npe = número total de observações de predação pela espécie estudada; Nte = número total de ensaios.

Apenas com as espécies que apresentaram ocorrência de ataques às larvas foi feito um teste não paramétrico de comparação de médias (Prova de Kruskall Wallis), para analisar o comportamento das espécies em relação ao número de ocorrências e ao tempo médio de ataque.

## RESULTADOS

As associações significativas entre espécies de formigas e níveis de danos, em cacauais de um ano de idade foram: 1) corte das folhas provocados por *A. cephalotes* e sem dano (Anexo 1); 2) queima das folhas por *S. rubrocinctus* e sem dano (Anexo 2) e 3) furos nas folhas ocasionados por *P. ornata* e sem dano (Anexo 3). Para os três tipos de danos, no nível que mais ocorreu (nível 0), as espécies mais frequentes relacionadas a ele foram *B. patagonicus* e *L. neotropicum*.

As associações significativas em cacauais de três anos ocorreram entre as espécies de formigas e os seguintes níveis de danos: 1) corte das folhas causadas por *A. cephalotes* (nível 1) (Anexo 4); 2) queima das folhas por *S. rubrocinctus* (nível 1) (Anexo 5) e 3) furos nas folhas por *P. ornata* (nível 3) (Anexo 6). As espécies mais frequentes associadas ao dano corte das folhas por *A. cephalotes* foram *C. erecta*, *M. floricola* e *W. auropunctata*; enquanto ao dano queima das folhas por *S. rubrocinctus*, além dessas espécies, também foram mais frequentes *C. atratus* e *L. neotropicum*. Já para a associação com o dano furos nas folhas por *P. ornata*, além de todas essas espécies citadas, *C. curvispinosa* também foi mais frequente.

Quanto aos cacauais de quatro anos, associações significativas entre as espécies e níveis de danos mais frequentes foram: 1) corte das folhas provocado por *A. cephalotes* (nível 1) (Anexo 7); 2) queima das folhas por *S. rubrocinctus* (nível 2) (Anexo 8) e 3) furos nas folhas por *P. ornata* (nível 2) (Anexo 9). As espécies mais frequentes associadas ao três tipos de danos foram *C. crassus*, *C. erecta* e *M. floricola*. Apenas para furos nas folhas por *P. ornata*, além dessas três espécies, observou-se como mais frequente, *C. carinata*. Para frutos com bexiga e queda e frutos com mancha por *M. bondari*, emponteiramento por *S. rubrocinctus*, ferrugem dos frutos por *S.*



*rubrocinctus* e ataque dos ponteiros por *P. ornata*, não foram observadas associações significativas entre as espécies e níveis de danos nas categorias mais frequentes.

Cacauais de oito anos apresentaram associações significativas entre as espécies e níveis de danos mais frequentes em: 1) corte das folhas causados por formigas (nível 2) (Anexo 10); 2) queima das folhas por tripes (nível 2) (Anexo 11) e 3) furos nas folhas por vaquinhas (nível 2) (Anexo 12). As formigas mais frequentes associadas aos três tipos de danos foram *C. curvispinosa*, *E. tuberculatum* e *W. auropunctata*. Com relação aos danos frutos com bexiga e morte dos ponteiros provocados por *M. bondari*, assim como, emponteiramento e ferrugem dos frutos por *S. rubrocinctus*, não foram observadas associações significativas entre espécies e danos.

As associações significativas entre espécies e níveis de danos mais frequentes em cacauais de 15 anos foram: 1) corte das folhas causados por *A. cephalotes* (nível 1) (Anexo 13), sendo as espécies mais frequentes *C. crassus*, *C. atratus* e *M. floricola*; 2) manchas dos frutos por *M. bondari* (nível 1) (Anexo 14), que além de *C. atratus* e *M. floricola*, teve com espécies mais frequentes, *C. erecta* e *E. tuberculatum*; 3) queima das folhas por *S. rubrocinctus* (nível 1) (Anexo 15) e 4) furos nas folhas por *P. ornata* (nível 3) (Anexo 16) tiveram as mesmas espécies associadas que o dano imediatamente anterior; 5) morte dos ponteiros por *M. bondari* (nível 1) (Anexo 17), foi associado às seguintes espécies mais frequentes: *C. atriceps* (forma 1), *C. fastigatus* e *S. geminata*, além das já associadas a outros danos, *C. crassus*, *C. erecta* e *M. floricola*; 6) emponteiramento por *S. rubrocinctus* (nível 1) (Anexo 18) e 7) ataque dos ponteiros por *P. ornata* (nível 1) (Anexo 19) apresentaram como espécies mais frequentes as mesmas de morte dos ponteiros por *M. bondari*, porém, em relação ao último dano citado, *C. fastigatus* não ocorreu entre as mais frequentes. Não houve associação significativa entre as formigas a ferrugem dos frutos por *S. rubrocinctus* (Nível 2).

Em relação aos cacauais de 33 anos, foram significativas as associações entre as espécies e os níveis de danos mais frequentes que se seguem: 1) ferrugem dos frutos provocados por *S. rubrocinctus* (nível 4) (Anexo 20), sendo as formigas mais frequentes relacionadas a esse nível *C. curvispinosa*, *C. longispina*, *D. attelaboides*, *E. tuberculatum* e *P. inversa*; 2) queima das folhas por *S. rubrocinctus* (nível 2) (Anexo 21), com as espécies mais frequentes a já citada *E. tuberculatum*, além de *P. inversa* e *W. auropunctata*; 3) furos nas folhas por *P. ornata* (nível 3) (Anexo 22), tendo como espécies mais frequentes *C. carinata*, além das acima citadas, *E. tuberculatum* e *P. inversa*. Para corte das folhas por *A. cephalotes*, frutos com bexiga, frutos com mancha

e morte dos ponteiros provocados por *M. bondari*, não foram observadas associações significativas entre as espécies e os níveis de danos, assim como, para emponteiramento provocado por *S. rubrocinctus* e ataque dos ponteiros provocados por *P. ornata*.

Em relação ao potencial das formigas mais frequentes nos cacauais como predadoras, o maior número de ataques foi feito por *L. neotropicum*, mas essa espécie foi a que demorou maior tempo para executar o ataque (Tabela 20). No entanto, a mesma espécie, no que se refere ao tempo entre a disponibilidade de presas e o ataque, não diferiu significativamente de *E. tuberculatum* e *W. auropunctata*. Não se observou nenhum ataque por *M. floricola*. As espécies *E. tuberculatum* e *W. auropunctata* foram as que apresentaram melhor tempo médio de predação, porque atacaram mais rápido, não diferindo significativamente quanto a esse aspecto (Figuras 13 e 14).

Tabela 20. Número de ocorrência de predação às larvas de cupim *Nasutitermes* sp. por formigas (n=10)

Espécies	Ocorrência de predação
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	3
<i>Wasmannia auropunctata</i>	4
<i>Linepithema neotropicum</i>	8
<i>Monomorium floricola</i>	0

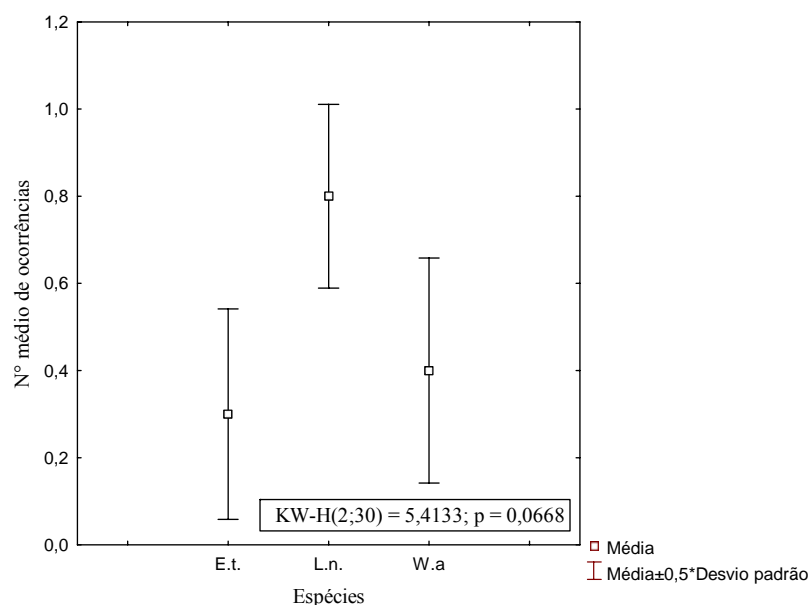


Figura 13. Ocorrência de ataques das formigas às larvas de *Nasutitermes* sp. em cacauais do Sudeste da Bahia. Setembro de 2008 a março de 2009. E.t.= *Ectatomma tuberculatum*; L.n.= *Linepithema neotropicum*; W.a.= *Wasmannia auropunctata*.

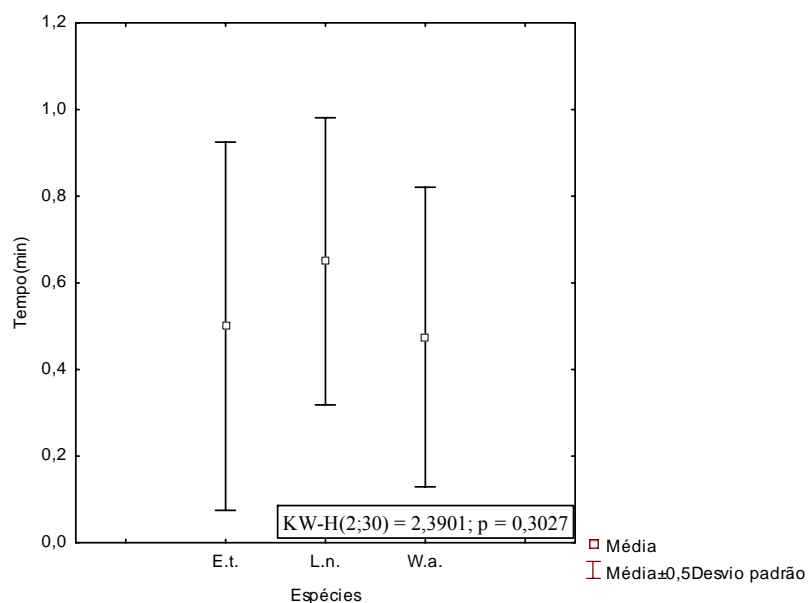


Figura 14. Tempo médio para o ataque das formigas às larvas de *Nasutitermes* sp. em cacauais do Sudeste da Bahia. Setembro de 2008 a março de 2009. E.t.= *Ectatomma tuberculatum*; L.n.= *Linepithema neotropicum*; W.a.= *Wasmannia auropunctata*.

## DISCUSSÃO

De modo geral, as espécies associadas aos danos ocorridos nos cacauais, qualificadas para ter essa associação conforme sua frequência em relação a cada dano, não foram as espécies geralmente dominantes dos cacauais do Sudeste da Bahia (Majer *et al.*, 1994), com exceção de *C. erecta*, *W. auropunctata* e *E. tuberculatum*. Esta última espécie só esteve associada a cacauais de algumas idades, tanto relacionada a níveis baixos, quanto a altos níveis de danos. Apesar de toda a expectativa em relação à ação das formigas dominantes do mosaico sobre as pragas, pressupondo-se que deveriam proporcionar a redução dos danos provocados por essas, a baixa frequência das espécies tipicamente dominantes nas árvores não permitiu associação com os danos das principais pragas, nem com os níveis mais baixos.

Outras espécies foram mais frequentes e sua associação com os danos pôde ser detectada. Observou-se que, com um ano, não ocorreu nenhum dano e *B. patagonicus* e *L. neotropicum* sempre estiveram associadas a esse nível. Apesar dessa constatação, é em idades jovens que os danos da formiga cortadeira *A. cephalotes* são mais temidos pelos cacauicultores, porque podem provocar a morte das plantas jovens (Abreu & Delabie, 1986). Em cacauais de três anos, duas espécies, *C. erecta* e *M. floricola*,

sempre estiveram associadas aos danos ocorridos, com níveis variando entre 1 e 3. Em cacauais de quatro anos, *C. crassus*, *C. erecta* e *M. floricola* sempre estiveram associadas aos danos, com níveis variando entre 1 e 2. Já em cacauais de 15 anos, o nível de dano que mais ocorreu foi o nível 1, com exceção dos furos nas folhas provocados por *P. ornata*, para o qual ocorreu o nível 3. Apenas *M. floricola* esteve associada a todos os tipos de danos ocorridos e *C. erecta* apenas não esteve relacionada ao corte das folhas provocado por *A. cephalotes*. Destaca-se que nessa idade houve a maior ocorrência de danos (sete tipos) e nos níveis mais elevados, enquanto em todas as outras ocorreram apenas três tipos. Cacauais de 33 anos apresentaram níveis de danos variados e *E. tuberculatum* e *P. inversa* sempre estiveram relacionadas a esses danos, o nível 4 só ocorreu nesse estágio, relacionado à ferrugem dos frutos causada por *S. rubrocinctus*. As espécies *D. attelaboides* e *C. longispina* só ocorreram em cacauais de 33 anos, quando também ocorreu a ferrugem dos frutos provocada por *S. rubrocinctus* no nível 4. Nessa mesma idade, *W. auropunctata* foi relacionada com o nível de dano mais baixo (queima das folhas por *S. rubrocinctus*).

As formigas que apresentaram associação com maior número de danos foram *M. floricola* (13 danos) e *C. erecta* (12 danos). Surpreendentemente essas espécies, apesar de pertencerem a gêneros não especialistas, são competitivas (Andersen, 1997) e supostamente poderiam ter papel controlador das pragas. Isso seria o caso principalmente de *M. floricola* que é dominante no mosaico estudado, mas que não apresentou comportamento agressivo, não atacando nenhuma presa em testes de predação. As formigas dominantes geralmente apresentam notável impacto na composição de outros invertebrados arborícolas, devido a diferentes fatores, tais como associações espécie-específica com hemípteros, preferência de cada espécie por tipos e tamanhos específicos de presas, posse de regimes alimentares particulares, associação com espécies subdominantes e associação de muitas das espécies com plantas que possuem nectários extraflorais (Armbrecht *et al.*, 2001).

Dos danos avaliados, corte das folhas só não foi significativo em cacauais de 33 anos de idade e, nas idades onde ocorreu, o nível variou de 0 a 2. É um tipo de dano provocado por formigas cortadeiras, portanto a influência das outras espécies (as predadoras) sobre essa praga provavelmente é mínima. Apesar disso, estudos relatam o uso de espécies do gênero *Azteca* (*A. chartifex* e *A. paraensis*), presentes no mosaico de cacau, pelos índios Kayapós, para o controle das cortadeiras *A. cephalotes* e *Atta sexdens* Linnaeus no Pará; esse controle é feito com fragmentos de formigueiros das

duas espécies, colocados sobre as árvores ou próximo às plantas cultivadas (Overall & Posey, 1988). Além disso, *E. tuberculatum*, de tamanho médio a grande, costuma caçar indivíduos de *A. cephalotes* nos cacauzeiros (Delabie, 1999; Delabie & Mariano, 2000).

Dois tipos de danos apresentaram maior variação durante o desenvolvimento da planta do que corte das folhas. São eles: queima das folhas provocado por *S. rubrocinctus*, que teve seu nível variando entre 0 e 4, bem como, furos nas folhas por *P. ornata*, cujo nível variou entre 0 e 3 e oscilou muito ao longo do desenvolvimento da planta. Ambos os tipos de danos apareceram em todas as idades. Possivelmente, a população dessas pragas se alterou em função das mesmas espécies de formigas que as influenciaram, pois para esses dois tipos de dano, as espécies mais frequentes a eles associadas quase sempre foram as mesmas. Essa flutuação pode ocorrer também em função dos recursos disponíveis na planta, já que as plantas são hipoteticamente responsáveis pela resposta dos herbívoros na sua seleção, incluindo respostas estruturais, químicas, fisiológicas e ciclo de vida (Marquis, 1992). Destaca-se que *W. auropunctata* esteve associada aos danos queima das folhas, provocadas por *S. rubrocinctus* e furos nas folhas por *P. ornata* em todas as idades; pode ser que tenha afinidade por árvores ocupadas por esses dois tipos de pragas (*S. rubrocinctus* e *P. ornata*). Mas deve-se ressaltar também, que dos 22 níveis de danos significativos em relação à associação com formigas, *W. auropunctata* esteve presente em 17, superando *E. tuberculatum* que esteve em sete e *C. limata* em três.

Em cacauais de 8 anos de idade, ocorreu apenas o nível de dano 2 e as formigas *W. auropunctata* e *E. tuberculatum* sempre estiveram relacionadas a esses danos. Talvez o nível intermediário de abundância das pragas possa ter gerado nível intermediário de danos nessa idade. Majer & Delabie (1993) registraram a presença dessas duas espécies associada a níveis intermediários de abundância de outros invertebrados em cacauzeiros, ao constatarem que o número de indivíduos de invertebrados de cada táxon não foi estável entre as árvores dominadas por algumas espécies de formigas (Majer & Delabie, 1993). Comunidades de artrópodes com características diferentes podem estar associadas a cada espécie de formiga dominante (ou co-dominantes), com uma composição dependente da ação predatória, dos hábitos de cultivo e da especialização alimentar das formigas (Majer, 1976c). Ambas as 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 os níveis de invertebrados associados num grau moderado. *Ectatomma tuberculatum*,

apesar de não ser encontrada em grande abundância nas árvores, pode dominar grandes e contínuas áreas das copas; é de grande tamanho, além de agressiva (Majer *et al.*, 1994; Hora *et al.*, 2005).

O presente estudo indicou que os danos associados às plantas começam a aparecer desde três anos de idade, mas são mais severos aos 33. Provavelmente as formigas têm ação mais efetiva no controle das pragas no estágio inicial de desenvolvimento ou as plantas ainda não são amplamente colonizadas pelas pragas nesse período a ponto de provocarem danos muito evidentes. Porém, provavelmente as pragas só irão conseguir se alimentar e reproduzir em plantas de idade mais avançada. Por isso, *P. ornata* e *M. bondari* são pouco prováveis de ocorrerem em plantas pequenas, onde não têm como realizar seu ciclo, a menos que a planta jovem apresente muitos lançamentos foliares. Já as formigas cortadeiras podem ir de planta em planta e o ataque a uma planta de um ano pode ser letal, uma vez que façam a desfolha integral. Assim, nenhuma planta dessa idade é encontrada para avaliação da associação com os diversos níveis de danos. Embora a distribuição das formigas em um mosaico pareça ter uma grande influência na distribuição das pragas de cacau (Leston, 1978, Majer & Delabie, 1993; Jolivet, 1996) e o conhecimento das associações entre as espécies dominantes e subordinadas pudesse ser útil para o controle de pragas, neste estudo não foi possível afirmar que a redução do ataque das pragas do cacau foi proporcional à sucessão das espécies de formigas, no processo de formação do mosaico.

Ao longo do desenvolvimento dos cacauzeiros, observou-se a presença de diversas espécies de *Pheidole*; no entanto, nenhuma especificamente apresentou frequência que permitisse associação aos danos observados. Em geral, são consideradas boas candidatas a agentes de controle biológico. Abera-Kalibata (2007) considera espécies desse gênero como predadores mais importantes no cultivo da banana. O impacto da introdução de *Pheidole megacephala* na Austrália foi verificado por Hoffmann *et al.* (1999), que constataram que em áreas de alta abundância da espécie, houve decréscimo de 42 a 85% de abundância de outros invertebrados nativos.

A espécie *A. chartifex* não esteve associada a nenhum dano observado em nenhuma idade, talvez isso pudesse justificar a sua indicação como agente de controle biológico em cacauzeiros. No entanto, sua frequência foi baixa, o que provocou a inexistência da associação. Segundo Majer & Delabie (1993), seu valor como agente de controle biológico tem sido ponto de divergência, mas que, apesar de protegerem hemípteros, quando em alta densidade, certamente reduzem substancialmente as

populações de muitos invertebrados do seu território. As árvores que apresentam essa espécie têm sua produção aumentada e algumas operárias excluem pragas da família Miridae (Majer & Delabie, 1993). Assim *A. Chartifex* apresenta possibilidade de ser manipulada em programas de controle biológico, pois é um predador eficiente de *S. rubrocinctus* e *Monalonion* spp. (Medeiros *et al.*, 1999) e apresenta relações negativas com a presença de danos aos cacauzeiros, causados por insetos fitófagos e comportamento de predação (Medeiros *et al.*, 1995). Outro aspecto importante em relação ao uso de formigas no controle biológico é a sua capacidade de ampliar seus territórios. Essa foi a única espécie que conseguiu ampliar mais de 10% da sua área territorial, em cacauais observados ao longo de um ano (Medeiros *et al.*, 1995).

Nos cacauais, as diferenças na exploração das plantas pelas espécies pragas podem ser influenciadas pela diferença na oferta de recursos alimentares para si, mas também para outros insetos que as predam, tais como as formigas. Em cacauais de maior idade, por exemplo, a maior incidência de danos das pragas se dá provavelmente pela qualidade dos recursos, mais vantajosos para as pragas do que para as formigas, permitindo maior ataque às plantas. Segundo Brown (1985), as estratégias de sobrevivência usadas no ciclo de vida de insetos são influenciadas pela permanência no habitat, complexidade do habitat, valor e diversidade da fonte alimentar. Esses fatores aumentam com o processo de sucessão da planta, assim as estratégias também mudam durante a sucessão, por meio de diferenças em relação ao tempo de geração, habilidade migratória, estágio de hibernação e potencial reprodutivo (Brown, 1985).

As formigas mais frequentes nos cacauzeiros são consideradas predadoras oportunistas e generalistas. Algumas dessas espécies, normalmente vistas como boas candidatas a predadoras, como *M. floricola* (Moura *et al.*, 1994, Conceição *et al.*, 2009), dominante nos cacauais, não se mostraram predadoras efetivas no presente estudo. Espécies do gênero *Ectatomma*, são comumente conhecidas como predadoras de amplo espectro (Conceição *et al.*, 2009), o que se confirmou com *E. tuberculatum*, que apresentou ocorrência regular de predação. Também considerada como potencial inimigo natural, *W. auropunctata* (Majer *et al.*, 1994; Way & Bolton, 1997) teve desempenho regular como predadora. Sob esse aspecto, ambas podem até ser indicadas como agente de controle, mas periodicamente, porque as perdas territoriais que sofrem em cacauais (Medeiros *et al.*, 1995), provavelmente reduzem sua eficiência como controladores das pragas.

É importante destacar que as estratégias de manipulação do mosaico devem ter em vista as particularidades das espécies que, apesar de apresentarem bons atributos para serem bons agentes de controle de pragas possuem limitações que as impedem de atuar como tais. A manipulação do mosaico, nesse sentido, pode tornar o controle biológico natural no cacaueteiro mais eficaz durante todo o desenvolvimento da planta. A manipulação dos ninhos das formigas pode ser usada para favorecer uma espécie de formiga em detrimento de outras no controle biológico (Majer, 1976c; Djieto-Lordon & Dejean, 1999). A substituição de espécies menos benéficas por benéficas poderia promover a proteção do cacaueteiro de muitas pragas prejudiciais (Majer, 1976c), pois há pragas sujeitas ao ataque de uma grande variedade de formigas predadoras (Leston, 1970). A presença dessas espécies predadoras nas lavouras cacaueteiras pode ser uma importante ferramenta para proteção da planta, manipulando-se suas populações para que não haja redução de seus territórios e para que possa ser realmente efetiva sua ação como predadoras.

A definição de metodologias e a implantação de práticas de controle biológico devem ser bem pensadas, pois a maioria das espécies com potencial para serem agentes de controle biológico é muito agressiva e de difícil manejo. A criação desses insetos de forma massal ainda é uma incógnita na pesquisa, sendo um campo ainda a ser explorado. Ainda há especulações sobre o uso desses insetos no controle biológico, entretanto, há poucos trabalhos experimentais comprovando sua eficácia, bem como, sua relação custo/benefício. Apesar disso, é importante que sejam feitos estudos básicos para entender a dinâmica da interação desses insetos com o meio, e quais as condições adequadas para a manutenção dos mesmos, pois certamente sua presença contribuirá para a redução da ocorrência de alguns insetos-pragas, que podem vir a causar danos de importância econômica na lavoura.

Outro aspecto que merece ser destacado é que, algumas espécies que compõem o mosaico estão associadas ao baixo ou nenhum nível de dano das pragas aos cacaueteiros, o que indica que a manipulação do mosaico pode ser importante para o controle das principais pragas do cultivo, sobretudo *W. auropunctata* e *C. erecta*, espécies frequentes em quase todo o ciclo de desenvolvimento. Além dessas duas espécies, *B. patagonicus*, *L. neotropicum*, *C. crassus* e *M. floricola*, sempre aparecem associadas aos danos nos níveis mais baixos.

Em geral, cacauetes novos têm níveis de danos mais baixos do que os de maior idade, possivelmente porque não oferecem ainda condições para a praga cumprir seu



ciclo de vida, a não ser para o forrageamento de insetos desfolhadores como as formigas cortadeiras *A. cephalotes* ou ainda porque as formigas que compõem o mosaico se instalam e minimizam a entrada das pragas. Em programas de Manejo integrado de pragas provavelmente o uso de pesticidas será mais apropriado, se necessário, nos cacauais mais velhos, quando esses ficam mais vulneráveis ao ataque de pragas.

Conclui-se que não há um padrão sucessional regular de ocupação das formigas nos cacauais, com possíveis oscilações na posição espacial dessas, modulando a estrutura do mosaico. Não se pode afirmar que as mudanças sucessivas na organização dessa estrutura influenciam o controle das principais pragas do cacau, mas que a presença de algumas espécies em particular, pode influenciar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERA-KALIBATA, A.; GOLD, C.S.; DRIESCHE, R.G.V. & RAGAMA, P.E. 2007. Composition, distribution, and relative abundance of ants in banana farming systems in Uganda. *Biological Control*. 40: 168–178 .
- ABREU, J. M. de; NAKAYAMA, K.; BENTON, F.P.; CRUZ, P.F.N.; FERRAZ, E.C.A; MENEZES, M. & SMITH, G.E.F. 1989. Manejo de pragas do cacauero. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. 32p.
- ABREU, J.M. & DELABIE, J.H.C. 1986. Controle das formigas cortadeiras em plantio de cacau. *Revista Theobroma*. 16: 199-211.
- ALGER, K. & CALDAS, M. 1996. Cacau na Bahia. *Ciência Hoje*. 117:28-35.
- ANDERSEN, A.N. 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography*. 24: 433–460.
- ARMBRECHTL, I.; JIMÉNEZ, E.; ALVAREZ, G.; ULLOA-CHACON, P. & ARMBRECHTL, H. 2001. An ant mosaic in the Colombian Rain Forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 37: 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 formi utilisée au Cameroun dans la lutte contre les mirides du cacaoyer: *Wasmannia auropunctata* Roger. *Café Cacao Thé*. 13: 209-212.

- BROWN, V.K. 1985. Insect herbivores and plant succession. *Oikos*. 44: 17-22.
- CONCEIÇÃO, E. S.; DELABIE, J. H. C.; NETO, A. O. C. & MOURA, J. I. L. 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*. 21: 113-122.
- DELABIE, J.H.C. 1999. Aspectos da Mirmecofagia na Região Neotropical. p.225-231. *In: Bueno, O.C.; Forti, L.C. & Caetano, F.H. (Eds.). Naturalia. São Paulo, UNESP.*
- DELABIE, J.H.C. & MARIANO, C.S.F. 2000. Papel das formigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) no controle biológico natural das pragas do cacaueteiro na Bahia: síntese e limitações. *Proceedings of XIII International Cocoa Research Conference*. 1: 725-731.
- 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: 219-225.
- 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*. 24: 422-423.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S. & OMOTO, C. 2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba, 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: 1-9.
- HOFFMANN, B.D.; ANDERSEN, A.N. & HILL, G.J.E. 1999. Impact of an introduced ant on native rain forest invertebrates: *Pheidole megacephala* in monsoonal Australia. *Oecologia*. 120: 595-604.
- HORA, R.R.; VILELA, E.; FÉNÉRON, R.; PEZON, A.; FRESNEAU, D. & DELABIE, J. 2005. Facultative polygyny in *Ectatomma tuberculatum* (Formicidae, Ectatomminae). *Insectes Sociaux*. 52: 194-200.
- JOLIVET, P. 1996. Importance of ants in agriculture. Soil modification. Mean of control. *Biological control ant ants. Integrated control and ants*. p.204-223. *In:*

- Jolivet, P. (Ed.). Ants and plants: an example coevolution. Paris, Société nouvelle des éditions Boubée.
- KENNE, M.; CORBARA, B. & DEJEAN, A. 1999. Impact des fourmis sur les plantes cultivées en milieu tropical. *Année Biologique*. 38: 195-212.
- LESTON, D. 1970. Entomology of the cocoa farm. *Annual Review Entomology*. 15:273-294.
- LESTON, D.1973. The ant mosaic-tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. *Pest Articles and News Summaries*. 19:311-341.
- LESTON, D. 1978. A neotropical ant mosaic. *Annals of Entomological Society of America*. 71: 649-653.
- MAJER, J. D. 1972. The ant mosaic in Ghana cocoa farms. *Bulletin of Entomological Research*. 62: 151-60.
- MAJER, J.D. 1976a. The ant mosaic in Ghana cocoa farms: further structural considerations. *Journal Applied Ecology*. 13: 145-155.
- MAJER, J.D. 1976c. The influence of ants and ant manipulation on the cocoa farm fauna. *Journal Applied Ecology*. 13: 157-175.
- MAJER, J.D. 1986. Utilising economically beneficial ants. p.314-331. *In*: Vinson (Ed.). *Economic Impact and control of social insects*. New York, Praeger Press.
- 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: 43-49.
- MAJER, J.D; DELABIE, J.H.C. & SMITH M.R.B. 1994. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica*. 26: 73-83.
- MARQUIS, R.J. 1992. Selective impact of herbivores. p. 301-325. *In*: Fritz, R.S. & Simms, E. L. (Eds.) *Plant Resistance to Herbivores and Pathogens: Ecology, Evolution, and Genetics*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- 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. Rio Claro, Brasil, UNESP (Dissertação de Mestrado).

- MEDEIROS, M.A. de; FOWLER, H.G. & DELABIE, J.H.C. 1995. O mosaico de formigas (Hymenoptera; Formicidae) em cacauais do sul da Bahia. *Científica*. 23: 291-300.
- MEDEIROS, M.A.; FOWLER, H.G. & DELABIE, J.H.C. 1999. Formiga ataca pragas de cacau. *Ciência Hoje*. 26: 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.
- MOURA, J.I.L.; MARIAN, D. & DELABIE, J.H.C. 1994. Stratégie de lutte contre *Amerrihinus ynca* Sahlb, 1823 (Coleoptera, Curculionidae) forum du rachis foliare du cocotier (*Cocos nucifera* L.) au Brésil. *OCL - Oléagineux Corps Gras Lipides*. 49: 221 - 226.
- 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, 1, 1988, Belém. Proceedings of the first International Congress of Ethnobiology. Belém, UFPA. p. 218-225.
- PAVAN, M. & CEBALLOS, P. 1979. Comptes rendus de la reunion des groups de travail *Formica rufa* e “vertebrados predadores de insetos” de L’Oilib (Varenna, Italie, 1978). *Bulletin Srop II-3*. 514pp.
- PERFECTO, I., 1991. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*. 84: 65–70.
- PERFECTO, I. & CASTIÑEIRAS, A. 1998. Deployment of the predaceous ants and their conservation in agroecosystems. p. 269–289. In: Barbosa, P. (Ed.), *Perspectives on the Conservation of Natural Enemies of Pest Species*. Academic Press, San Diego.
- RISCH, S.J. & CARROL, C.R. 1982. The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. *Oecologia*. 55: 114-119.
- WAY, M.J. & KHOO, K.C. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology*. 37: 479–503.
- WAY, M.J.; BOLTON, B. 1997. Competition between ants for coconut palm nesting sites. *Journal of Natural History*. 31: 439-455.

## CONCLUSÕES GERAIS

Em cacauais do Sudeste da Bahia, não há um padrão regular de gradiente de diversidade e riqueza no processo de sucessão da comunidade de formigas, à medida que o desenvolvimento do cacauero avança. No entanto, a composição faunística se altera gradativamente e há um padrão de estruturação das espécies nos diferentes estádios de desenvolvimento, mas esse padrão é diferente entre cacauais de idades jovem e madura.

A complexidade da estrutura do mosaico de formigas arborícolas nos cacaueros é mais evidente em plantios de idades intermediárias, não sendo possível a sua detecção nos de um ano e 33 anos. No entanto, o grau de complexidade durante o desenvolvimento da planta não se altera progressivamente, podendo cacauais mais antigos apresentar características similares às dos mais novos.

Entre as espécies consideradas dominantes do mosaico de cacau, apenas *W. auropunctata* tem associação com o baixo nível de dano de pragas do cacau, em todos os níveis, portanto, pode ser considerada importante agente controlador das principais pragas. A espécie *M. floricola*, considerada como dominante, não apresentou essa característica e provavelmente não tem seu efeito como agente controlador. No entanto, uma vez que é invasora, influencia a comunidade e seu monitoramento é importante, se a intenção for a manipulação do mosaico para controlar as pragas.

O uso de pesticidas é mais apropriado, se necessário, nos cacauais mais velhos, quando esses ficam mais vulneráveis ao ataque de pragas, podendo ser uma alternativa, no período, em Programas de Manejo Integrado de Pragas, associado ao controle biológico natural de insetos. Sendo importante o desenvolvimento de novos estudos para avaliar o impacto do uso de pesticidas sobre as formigas do mosaico.

Não há um padrão sucessional regular de ocupação das formigas nos cacauais e não se pode afirmar que as mudanças sucessivas na organização da estrutura do mosaico influenciam o controle das principais pragas do cacau, mas que a presença de algumas espécies em particular pode influenciar.

## ANEXOS

Anexo 1. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para corte das folhas provocados por *A. cephalotes* em cacauais de um ano. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Brachymyrmex heeri</i>	2	1	0	0	0
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	10	0	0	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.1	1	0	0	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.2	3	0	0	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	1	1	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	2	1	0	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	1	0	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	3	2	0	0	1
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	2	0	0	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	2	0	0	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	1	0	0	0	0
<i>Dolichoderus diversus</i>	1	0	0	0	0
<i>Dolichoderus lutosus</i>	1	0	0	0	0
<i>Linepithema humile</i>	2	0	0	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	24	7	1	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	0	0	0	0
<i>Mycocepurus Smith</i>	1	0	0	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	2	1	0	0	0
<i>Pheidole manuana</i>	1	1	0	0	0
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	1	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	3	2	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	3	2	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1	0	0	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	1	1	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	0	0	0	0

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

Anexo 2. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de um ano. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Brachymyrmex heeri</i>	2	5	1	0	1
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	10	0	1	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.1	1	0	0	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.2	3	1	1	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	1	0	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	2	1	0	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	1	1	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	3	0	1	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	2	0	1	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	2	0	0	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	1	0	1	0	0
<i>Dolichoderus diversus</i>	1	1	0	0	0
<i>Dolichoderus lutosus</i>	1	0	0	0	0
<i>Linepithema humile</i>	2	0	0	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	24	7	2	1	1
<i>Monomorium floricola</i>	1	1	0	0	0
<i>Mycocepurus Smith</i>	1	0	1	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	2	0	0	0	1
<i>Pheidole manuana</i>	1	0	0	0	0
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	1	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	3	2	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	3	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1	1	0	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	1	2	0	0	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	1	0	0	0

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

Anexo 3. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos nas folhas provocado por *P. ornata* em cacauais de um ano. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Brachymyrmex heeri</i>	2	1	0	1	0
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	10	5	4	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.1	1	0	0	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.2	3	1	1	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	1	0	1	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	2	2	1	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	1	0	1	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	3	2	2	1	1
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	2	1	0	1	0
<i>Crematogaster erecta</i>	2	1	0	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	1	0	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	1	0	0	1	0
<i>Dolichoderus diversus</i>	1	0	1	0	0
<i>Dolichoderus lutosus</i>	1	0	1	0	0
<i>Linepithema humile</i>	2	1	0	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	24	11	2	3	1
<i>Monomorium floricola</i>	1	2	0	0	0
<i>Myocepurus smith</i>	1	1	1	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	2	1	1	0	0
<i>Pheidole manuana</i>	1	1	0	0	0
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	1	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	3	2	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	3	2	1	1	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1	0	1	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	1	2	2	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	1	0	0	0

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



Anexo 4. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para corte das folhas por *A. cephalotes* em cacauais de três anos causado por formigas. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis</i>	1	3	2	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	1	1	0	0	0
<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	1	4	1	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.2	0	2	1	0	0
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	0	1	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	5	1	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	4	0	0	0
<i>Camponotus trapezoideus</i>	2	0	0	1	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes angustus</i>	1	0	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	1	0	2	0	0
<i>Cephalotes goeldii</i>	0	0	0	0	1
<i>Cephalotes pavonii</i>	1	0	0	0	0
<i>Crematogaster acuta</i>	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster carinata</i>	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	2	1	2	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	1	4	5	0	1
<i>Crematogaster longispina</i>	1	1	0	0	0
<i>Crematogaster victima</i>	1	2	0	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	5	0	0	1
<i>Dolichoderus lutosus</i>	1	0	0	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	5	3	1	1
<i>Nylanderia fulva</i>	0	0	1	0	1
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla crenata</i>	0	1	0	0	0
<i>Pachycondyla mesonotalis</i>	0	0	0	0	1
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	0	1	0	1
<i>Pheidole manuana</i>	1	0	0	0	0
<i>Pheidole nitidula</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	1	1	2	0	1
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	1	1	2	0	0
<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex pupa</i>	0	0	1	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1	1	1	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	1	0	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	1	1	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	3	3	0	0
<i>Wasmannia rochai</i>	0	1	1	0	0

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

Anexo 5. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de três anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Atta cephalotes</i>	0	0	2	0	0
<i>Azteca paraensis</i>	1	4	0	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	1	2	1	0	0
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	1	5	0	0	0
<i>Bachymyrmex</i> sp.2	0	2	1	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	3	2	0	0
<i>Camponotus trapezoides</i>	2	0	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	8	1	0	0
<i>Camponotus (myrmobrachys)</i> sp.1	0	1	0	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	4	0	0	0
<i>Cardiocondyla obscurior</i>	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes angustus</i>	1	0	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	1	5	4	0	0
<i>Cephalotes goeldii</i>	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes maculatus</i>	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes pavonii</i>	1	1	1	0	0
<i>Cephalotes umbraculatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster acuta</i>	0	2	0	0	0
<i>Crematogaster carinata</i>	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	2	3	1	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	1	13	3	0	0
<i>Crematogaster longispina</i>	1	6	0	0	0
<i>Crematogaster victima</i>	1	5	0	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	2	0	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	5	4	0	0
<i>Dolichoderus lutosus</i>	1	0	1	0	0
<i>Linepithema humile</i>	0	1	1	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	1	6	3	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	12	4	0	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	1	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	2	1	0	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	1	0	0	0
<i>Pachycondyla crenata</i>	0	2	0	0	0
<i>Pachycondyla mesonotalis</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	2	1	0	0
<i>Pheidole manuana</i>	1	0	0	0	0
<i>Pheidole nitidula</i>	0	1	2	0	0
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	0	1	0	0	0

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

Continuação... Anexo 5. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de três anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	1	2	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	1	4	1	0	0
<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex pupa</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex sericeus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1	2	0	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	1	2	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	1	2	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	6	3	0	0
<i>Wasmannia rochai</i>	0	1	0	0	0

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

Anexo 6. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos provocados por *P. ornata* em cacauais de três anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis</i>	1	0	0	1	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	1	0	0	1	0
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	1	0	0	1	0
<i>Bachymyrmex sp.2</i>	0	0	0	1	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	0	0	2	0
<i>Camponotus trapezoides</i>	2	0	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	0	0	4	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	0	0	2	0
<i>Cardiocondyla obscurior</i>	0	0	0	1	0
<i>Cephalotes angustus</i>	1	0	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	1	0	0	4	0
<i>Cephalotes maculatus</i>	0	0	0	1	0
<i>Cephalotes pavonii</i>	1	0	0	2	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	2	0	0	3	0
<i>Crematogaster erecta</i>	1	0	0	4	0
<i>Crematogaster longispina</i>	1	0	0	2	0
<i>Crematogaster victima</i>	1	0	0	2	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	0	0	1	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	0	0	2	0
<i>Dolichoderus lutosus</i>	1	0	0	1	0
<i>Linepithema humile</i>	0	0	0	2	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	1	0	0	4	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	0	0	5	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	0	1	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	0	0	1	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	0	0	1	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole manuana</i>	1	0	0	0	0
<i>Pheidole nitidula</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole sp.1 gp. fallax</i>	1	0	0	1	0
<i>Pheidole sp.9 gp. fallax</i>	1	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1	0	0	0	0
<i>Pseudomyrmex pupa</i>	0	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex sericeus</i>	0	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1	0	0	1	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis sp.3</i>	1	0	0	1	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1	0	0	3	0
<i>Wasmannia rochai</i>	0	0	0	1	0

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

Anexo 7. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para corte das folhas provocados por *A. cephalotes* em cacauais de quatro anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis</i>	0	2	3	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	1	0	0	0
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus bidens</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	3	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	3	3	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	1	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	2	2	1	0
<i>Crematogaster acuta</i>	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster carinata</i>	0	2	0	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	0	5	2	0	0
<i>Crematogaster longispina</i>	0	4	0	0	0
<i>Crematogaster victima</i>	0	1	1	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	0	2	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	2	1	0	1
<i>Monomorium floricola</i>	0	3	3	1	0
<i>Mycocephurus smith</i>	0	0	0	1	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	1	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	2	0	0	0
<i>Pachycondyla crenata</i>	0	1	0	0	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole nitidula</i>	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	2	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	2	1	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	0	1	0	1

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

Anexo 8. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de quatro anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis</i>	0	5	3	1	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	2	0	0
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	0	2	0	0	0
<i>Camponotus bidens</i>	0	0	2	0	0
<i>Camponotus chartifex</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	1	2	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	6	5	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	8	9	1	1
<i>Camponotus (myrmobrachys) sp.2</i>	0	1	0	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	1	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	7	4	2	0
<i>Cephalotes maculatus</i>	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes pusillus</i>	0	1	0	1	0
<i>Crematogaster acuta</i>	0	1	1	0	0
<i>Crematogaster carinata</i>	0	3	3	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	1	3	1	0
<i>Crematogaster erecta</i>	0	8	11	1	0
<i>Crematogaster longispina</i>	0	4	4	0	0
<i>Crematogaster victima</i>	0	2	3	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	3	2	0	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	2	1	0	0
<i>Ectatomma permagnum</i>	0	0	1	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	8	2	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	0	5	10	1	0
<i>Mycocephurus smithi</i>	0	1	0	0	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	1	0	0

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

Continuação... Anexo 8. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de quatro anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Nylanderia fulva</i>	0	1	2	0	0
<i>Nylanderia</i> sp.2	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla mesonotalis</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole diligens</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole manuana</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole nitidula</i>	0	0	2	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	0	1	1	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	0	2	1	0
<i>Pseudomyrmex holungrami</i>	0	1	2	0	0
<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	2	2	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	2	2	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	2	0	0	0
<i>Strumigenys spathula</i>	0	0	1	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	0	6	0	0

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

Anexo 9. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos provocados por *P. ornata* em cacauais de quatro anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis</i>	0	5	4	1	1
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	0	1	1
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	0	1	1	1	0
<i>Camponotus bidens</i>	0	0	3	0	0
<i>Camponotus chartifex</i>	0	0	1	0	0
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	0	1	2	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	3	5	3	1
<i>Camponotus crassus</i>	0	6	5	4	4
<i>Camponotus (myrmobrachys) sp.2</i>	0	0	1	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	0	1	1	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	7	3	3	1
<i>Cephalotes maculatus</i>	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes pusillus</i>	0	0	1	0	1
<i>Crematogaster acuta</i>	0	2	0	0	0
<i>Crematogaster carinata</i>	0	1	6	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	1	2	1	1
<i>Crematogaster erecta</i>	0	6	5	5	4
<i>Crematogaster longispina</i>	0	1	5	1	2
<i>Crematogaster victima</i>	0	1	2	1	1
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	1	3	2	0
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	0	2	0	1
<i>Ectatomma permagnum</i>	0	0	1	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	5	4	1	0
<i>Monomorium floricola</i>	0	3	7	3	3
<i>Mycocephurus smithi</i>	0	1	0	0	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	0	1	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	0	3	0	1
<i>Nylanderia sp.2</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla crenata</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla mesonotalis</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole diligens</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole manuana</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole nitidula</i>	0	0	1	1	0
<i>Pheidole sp.1 gp. fallax</i>	0	0	0	0	2
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	0	1	1	1
<i>Pseudomyrmex holungrami</i>	0	0	2	0	0
<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i>	0	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	1	0	0	0

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



Anexo 9. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos provocados por *P. ornata* em cacauais de quatro anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Solenopsis geminata</i>	0	0	1	2	1
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	2	2	0	0
<i>Strumigenys spathula</i>	0	1	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	1	3	1	1

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

Anexo 10. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para corte das folhas provocado por *A. cephalotes* em cacauais de oito anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	2	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	0	2	0	0
<i>Camponotus (myrmobrachys)</i> sp.2	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	0	3	0	0
<i>Cephalotes pallens</i>	0	0	1	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	0	5	0	1
<i>Crematogaster erecta</i>	0	0	2	1	1
<i>Dolichoderus diversus</i>	0	0	1	0	0
<i>Ectatomma brunneum</i>	0	0	1	0	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	0	5	1	2
<i>Monomorium floricola</i>	0	0	1	2	1
<i>Nylanderia fulva</i>	0	0	1	0	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla subversa</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.4 gp. <i>flavens</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	0	1	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1 gp. <i>pallidus</i>	0	0	1	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	0	4	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	0	1	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	0	2	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	0	7	0	0

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

Anexo 11. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queimas das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de oito anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Atta cephalotes</i>	0	1	0	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	2	4	0	2
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	0	0	0	1	0
<i>Brachymyrmex</i> sp.3	0	0	1	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	1	0	2	2
<i>Camponotus trapezoideus</i>	0	0	0	1	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	0	2	0	0
<i>Camponotus (myrmobrachs)</i> sp.2	0	1	1	0	1
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	0	1	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	1	2	1	3
<i>Cephalotes pallens</i>	0	1	0	0	1
<i>Cephalotes pavonii</i>	0	0	1	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	5	8	4	5
<i>Crematogaster erecta</i>	0	5	0	5	2
<i>Crematogaster limata</i>	0	0	0	1	0
<i>Crematogaster longispina</i>	0	0	1	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	1	1	3	0
<i>Dolichoderus diversus</i>	0	0	1	0	1
<i>Ectatomma brunneum</i>	0	0	0	1	1
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	8	7	8	5
<i>Hipoponera</i> sp.1	0	0	0	1	0
<i>Linepithema humile</i>	0	0	2	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	2	7	1	0
<i>Monomorium floricola</i>	0	4	4	5	1
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	1	3	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	1	1	3	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	0	0	1	0
<i>Pachycondyla crenata</i>	0	0	1	1	0
<i>Pachycondyla subversa</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	0	0	2	0	1
<i>Pheidole</i> sp.4 gp. <i>flavens</i>	0	0	1	1	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	0	1	2	1	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1 gp. <i>pallidus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	0	2	0	1
<i>Solenopsis geminata</i>	0	2	1	1	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	3	1	2	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	7	10	9	3
<i>Wasmannia rochai</i>	0	0	1	1	0

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

Anexo 12. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos provocados por *P. ornata* em cacauais de oito anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Atta cephalotes</i>	0	1	0	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	3	2	2
<i>Brachymyrmex</i> sp.3	0	0	1	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	1	0	1	1
<i>Camponotus trapezoideus</i>	0	0	1	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	0	1	2	1
<i>Camponotus (myrmobrachys)</i> sp.2	0	0	0	0	2
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	0	0	1	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	0	4	1	1
<i>Cephalotes pallens</i>	0	0	0	1	0
<i>Cephalotes pavonii</i>	0	0	0	1	0
<i>Crematogaster carinata</i>	0	0	1	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	2	6	5	7
<i>Crematogaster erecta</i>	0	1	4	4	3
<i>Crematogaster limata</i>	0	0	1	0	1
<i>Crematogaster longispina</i>	0	0	0	1	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	0	3	0	2
<i>Dolichoderus diversus</i>	0	0	0	0	1
<i>Dolichoderus imitator</i>	0	0	1	0	0
<i>Ectatomma brunneum</i>	0	0	0	1	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	1	10	8	7
<i>Hipoponera</i> sp.1	0	0	1	0	0
<i>Linepithema humile</i>	0	0	0	1	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	0	6	3	2
<i>Monomorium floricola</i>	0	1	5	5	4
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	1	2	0	1
<i>Nylanderia fulva</i>	0	0	2	1	2
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	0	0	1	0
<i>Pachycondyla crenata</i>	0	0	1	1	0
<i>Pachycondyla subversa</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	0	0	1	0	2
<i>Pheidole</i> sp.4 gp. <i>flavens</i>	0	0	1	1	0
<i>Pheidole</i> sp.9 gp. <i>fallax</i>	0	0	1	3	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1 gp. <i>pallidus</i>	0	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	0	0	1	2
<i>Solenopsis geminata</i>	0	0	1	2	1
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	1	0	4	2
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	3	14	4	8
<i>Wasmannia rochai</i>	0	0	0	1	1

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

Anexo 13. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para corte das folhas provocado por *A. cephalotes* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis</i>	0	0	1	0	0
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 1)	0	0	2	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	1	0	0	0	0
<i>Camponotus trapezoideus</i>	0	0	1	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	1	1	1	0	0
<i>Camponotus (myrmobranchys) canescens</i>	0	1	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	2	2	0	0
<i>Cephalotes pavonii</i>	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	1	0	1	0	0
<i>Crematogaster</i> sp. prox. <i>crucis</i>	0	1	0	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	1	0	0	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	1	0	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	2	1	0	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	1	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	1	1	0	0
<i>Odontomachus haematodus</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla subversa</i>	0	1	0	0	0
<i>Paratrechina longicornis</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole flavida</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.11 gp. <i>fallax</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.15 gp. <i>flavens</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	1	1	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	1	2	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	0	0	0
<i>Tetramorium simillimum</i>	0	1	0	0	0

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

Anexo 14. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para manchas dos frutos provocadas por *Monalonion bondari* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Atta cephalotes</i>	0	1	0	0	0
<i>Azteca paraensis</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 1)	0	2	0	0	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 2)	0	1	0	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	1	1	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	1	1	0	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	3	0	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	1	4	0	0	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	4	0	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	2	0	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	5	0	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	1	0	0	0
<i>Paratrechina longicornis</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.15 gp. <i>flavens</i>	0	1	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	1	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	2	0	0	0
<i>Wasmannia rochai</i>	0	1	0	0	0

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

Anexo 15. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Atta cephalotes</i>	0	3	0	0	0
<i>Azteca paraensis</i>	0	3	0	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	1	1	0
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	0	1	1	0	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 1)	0	2	1	1	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 2)	0	0	1	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	1	1	4	0	0
<i>Camponotus sexguttatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus trapezoideus</i>	0	1	1	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	1	5	2	1	0
<i>Camponotus (myrmobranchys) canescens</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus (myrmobranchys) sp.3</i>	0	0	1	1	0
<i>Camponotus (myrmobranchys) sp.4</i>	0	0	1	0	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	1	0	0	0

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

Continuação... Anexo 15. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Cephalotes atratus</i>	0	2	5	2	1
<i>Cephalotes maculatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Cephalotes pavonii</i>	0	1	1	0	0
<i>Crematogaster pusillus</i>	0	1	0	0	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	0	0	1	0
<i>Crematogaster erecta</i>	1	7	4	3	0
<i>Crematogaster longispina</i>	0	1	1	0	0
<i>Crematogaster</i> sp. prox. <i>crucis</i>	0	1	2	1	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	1	1	1	0
<i>Dolichoderus bidens</i>	0	1	2	3	0
<i>Dolichoderus lutosus</i>	0	1	0	0	0
<i>Ectatomma permagnum</i>	0	0	1	0	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	6	4	3	1
<i>Hipoponera</i> sp.5	0	0	1	0	0
<i>Linepithema humile</i>	0	2	1	1	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	2	0	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	9	3	4	2
<i>Nesomyrmex spininodis</i>	0	1	0	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	4	0	1	0
<i>Nylanderia</i> sp.2	0	2	3	0	0
<i>Odontomachus haematodus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pachycondyla inversa</i>	0	3	0	1	0
<i>Pachycondyla subversa</i>	0	1	2	1	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	0	1	0	0
<i>Paratrechina longicornis</i>	0	3	0	1	0
<i>Pheidole flavida</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> Midas	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	0	0	1	1	1
<i>Pheidole</i> sp.11 gp. <i>fallax</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.4 gp. <i>flavens</i>	0	0	1	1	0
<i>Procryptocerus spiniperdus</i>	0	2	0	0	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	2	2	1	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	3	1	0	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	2	1	2	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	3	2	1	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	1	0	0	0
<i>Strumigenys elongata</i>	0	1	0	0	0
<i>Tetramorium simillimum</i>	0	1	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	2	1	0	0
<i>Wasmannia rochai</i>	0	2	0	0	0

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

Anexo 16. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos nas folhas provocados por *P. ornata* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Atta cephalotes</i>	0	2	0	0	0
<i>Azteca paraensis</i>	0	1	2	1	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	0	1	2
<i>Bachymyrmex patagonicus</i>	0	0	1	1	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 1)	0	3	1	1	0
<i>Camponotus atriceps</i> (forma 2)	0	1	0	0	0
<i>Camponotus balzani</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	1	3	1	3	1
<i>Camponotus sexguttatus</i>	0	0	0	1	0
<i>Camponotus trapezoideus</i>	0	0	1	0	1
<i>Camponotus crassus</i>	1	4	4	2	0
<i>Camponotus (myrmobrachys) canescens</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus (myrmobrachys) sp.3</i>	0	0	1	1	0
<i>Camponotus (myrmobrachys) sp.4</i>	0	1	0	1	0
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0	0	0	1	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	6	4	6	1
<i>Cephalotes maculatus</i>	0	0	0	1	0
<i>Cephalotes pavonii</i>	0	1	0	1	0
<i>Crematogaster pusillus</i>	0	0	0	1	0
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	0	1	0	0
<i>Crematogaster erecta</i>	1	6	6	7	0
<i>Crematogaster longispina</i>	0	0	0	1	1
<i>Crematogaster sp. prox. crucis</i>	0	1	1	3	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	1	1	1	0
<i>Dolichoderus bidens</i>	0	1	2	3	2
<i>Dolichoderus lutosus</i>	0	1	0	0	0
<i>Ectatomma permagnum</i>	0	0	0	1	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	6	4	6	3
<i>Hipoponera sp.5</i>	0	0	0	1	0
<i>Linepithema humile</i>	0	1	1	2	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	2	0	1	0
<i>Monomorium floricola</i>	1	2	8	5	4
<i>Nesomyrmex spininodis</i>	0	0	0	1	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	1	0	0	0
<i>Nylanderia fulva</i>	0	3	2	2	0
<i>Nylanderia sp.2</i>	0	2	1	4	1
<i>Odontomachus haematodus</i>	0	0	1	0	0
<i>Pachycondyla inversa</i>	0	1	2	2	2
<i>Pachycondyla subversa</i>	0	1	4	1	1
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	0	0	1	0

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

Continuação... Anexo 16. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos nas folhas provocados por *P. ornata* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Paratrechina longicornis</i>	0	2	1	1	0
<i>Pheidole flavida</i>	0	0	2	0	0
<i>Pheidole Midas</i>	0	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.1 gp. <i>fallax</i>	0	1	1	1	0
<i>Pheidole</i> sp.11 gp. <i>fallax</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.12 gp. <i>fallax</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.15 gp. <i>flavens</i>	0	0	1	1	0
<i>Pheidole</i> sp.4 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	2	1
<i>Procryptocerus spiniperdus</i>	0	0	0	2	0
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	2	1	1	1
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	0	0	1	1
<i>Pseudomyrmex pupa</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	0	3	4	2	0
<i>Solenopsis geminata</i>	0	2	3	2	0
<i>Solenopsis</i> sp.1	0	0	0	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	1	3	2
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	0	0	0	1
<i>Strumigenys elongata</i>	0	0	0	0	1
<i>Tetramorium simillimum</i>	0	2	0	0	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	2	0	1	0
<i>Wasmannia rochai</i>	0	2	0	0	0

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



Anexo 17. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para morte dos ponteiros provocada por *Monalonion bondari* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

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

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

Anexo 18. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para emponteiramento provocado por *S. rubrocinctus* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

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

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

Anexo 19. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para ataque dos ponteiros provocado por *P. ornata* em cacauais de quinze anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

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

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

Anexo 20. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para ferrugem dos frutos provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca paraensis</i>	0	0	1	1	4
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	0	1	5
<i>Camponotus chartifex</i>	0	1	0	0	2
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	0	0	0	1
<i>Camponotus crassus</i>	0	0	0	0	1
<i>Camponotus (myrmobrachys) canescens</i>	0	0	0	0	1
<i>Camponotus (myrmobrachys) sp.1</i>	0	0	0	1	3
<i>Cephalotes atratus</i>	0	0	0	0	2
<i>Crematogaster acuta</i>	0	0	0	1	5
<i>Crematogaster carinata</i>	0	1	0	1	4

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

Continuação... Anexo 20. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para ferrugem dos frutos provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	0	0	2	7
<i>Crematogaster limata</i>	0	0	0	0	2
<i>Crematogaster longispina</i>	0	0	0	2	7
<i>Crematogaster moelleri</i>	0	0	0	0	5
<i>Crematogaster tenuicula</i>	0	1	0	0	2
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	2	0	1	6
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	0	0	1	2
<i>Dolichoderus lutosus</i>	0	0	0	0	1
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	1	0	2	9
<i>Gnamptogenys annulata</i>	0	0	1	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	0	0	1	2
<i>Megalomyrmex goeldii</i>	0	0	0	0	1
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	0	0	1
<i>Nylanderia fulva</i>	0	1	0	0	4
<i>Nylanderia</i> sp.1	0	0	0	0	1
<i>Odontomachus meinerti</i>	0	0	0	1	0
<i>Pachycondyla inversa</i>	0	0	1	1	9
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	0	1	1	0
<i>Pachycondyla villosa</i>	0	0	0	0	1
<i>Paratrechina guatemalensis</i>	0	1	0	0	2
<i>Pheidole flavida</i>	0	0	0	1	1
<i>Pheidole manuana</i>	0	0	0	0	1
<i>Pheidole midas</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.10 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.12 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.15 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.5 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.8 gp. <i>flavens</i>	0	2	0	0	0
<i>Procryptocerus spiniperdus</i>	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	0	0	0	0	1
<i>Sericomyrmex bondari</i>	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	0	0	0	3
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	0	0	0	3
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	0	1	1	6

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

Anexo 21. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca chartifex</i>	0	0	1	0	1
<i>Azteca paraensis</i>	0	4	5	0	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	3	2	1	1
<i>Camponotus chartifex</i>	0	0	3	0	0
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	1	1	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	0	1	0	0
<i>Camponotus (myrmobrachys) canescens</i>	0	1	1	0	0
<i>Camponotus (myrmobrachys) sp.1</i>	0	0	4	0	0
<i>Cephalotes atratus</i>	0	2	1	0	0
<i>Crematogaster acuta</i>	0	3	3	2	0
<i>Crematogaster carinata</i>	0	4	5	0	1
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	1	7	1	2
<i>Crematogaster limata</i>	0	2	1	0	0
<i>Crematogaster longispina</i>	0	3	3	2	0
<i>Crematogaster moelleri</i>	0	2	4	0	0
<i>Crematogaster tenuicula</i>	0	1	1	0	1
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	4	4	0	1
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	1	2	0	0
<i>Dolichoderus lutosus</i>	0	1	0	0	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	6	7	1	0
<i>Gnamptogenys annulata</i>	0	0	1	0	0
<i>Linepithema humile</i>	0	1	0	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	0	2	0	0
<i>Megalomyrmex goeldii</i>	0	0	1	0	0
<i>Monomorium floricola</i>	0	0	1	0	0
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	0	0	1
<i>Nylanderia fulva</i>	0	1	4	0	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	3	1	0	0
<i>Nylanderia sp.1</i>	0	0	1	0	0
<i>Odontomachus meinerti</i>	0	0	0	1	0
<i>Pachycondyla inversa</i>	0	5	5	3	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	1	1	1	0
<i>Pachycondyla villosa</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole flavida</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole manuana</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole midas</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole sp.10 gp. fallax</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole sp.15 gp. flavens</i>	0	0	0	1	0

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

Continuação... Anexo 21. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para queima das folhas provocada por *S. rubrocinctus* em cacauais de 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécies	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Pheidole</i> sp.5 gp. <i>fallax</i>	0	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.8 gp. <i>flavens</i>	0	1	2	0	0
<i>Procryptocerus spiniperdus</i>	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	0	1	0	0	0
<i>Sericomyrmex bondari</i>	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis saevissima</i>	0	0	1	0	0
<i>Solenopsis</i> sp2	0	1	1	0	1
<i>Solenopsis</i> sp3	0	4	1	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	3	6	2	1

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

Anexo 22. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos nas folhas provocados por *P. ornata* em cacauais de 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Azteca chartifex</i>	0	0	0	1	0
<i>Azteca paraensis</i>	0	3	1	4	0
<i>Brachymyrmex heeri</i>	0	0	2	3	2
<i>Camponotus chartifex</i>	0	0	1	1	1
<i>Camponotus cingulatus</i>	0	1	0	0	0
<i>Camponotus fastigatus</i>	0	1	1	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	0	0	0	1	0
<i>Camponotus (myrmobranchys) canescens</i>	0	0	0	1	0
<i>Camponotus (myrmobranchys) sp.1</i>	0	0	0	2	2
<i>Cephalotes atratus</i>	0	1	1	0	0
<i>Crematogaster acuta</i>	0	1	2	4	4
<i>Crematogaster carinata</i>	0	7	1	3	3
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	1	1	5	5
<i>Crematogaster longispina</i>	0	2	4	2	2
<i>Crematogaster moelleri</i>	0	2	0	2	2
<i>Crematogaster tenuicula</i>	0	0	2	0	0
<i>Dolichoderus attelaboides</i>	0	3	3	1	1
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	0	1	0	2	2
<i>Dolichoderus lutosus</i>	0	0	1	0	0
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	6	3	5	5

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

Continuação... Anexo 22. Associação\* entre espécies de formigas e o nível de dano (0 = nenhum dano, 1= ....., 2=....., 3=..... e 4=.....) para furos nas folhas provocados por *P. ornata* em cacauais de 33 anos. Ilhéus-BA. Setembro de 2008 a março de 2009.

Espécie	Nível de dano				
	0	1	2	3	4
<i>Gnamptogenys annulata</i>	0	0	0	1	1
<i>Linepithema humile</i>	0	1	0	0	0
<i>Linepithema neotropicum</i>	0	2	1	0	0
<i>Megalomyrmex goeldii</i>	0	0	0	1	1
<i>Nesomyrmex tristani</i>	0	0	0	0	1
<i>Nylanderia fulva</i>	0	0	2	3	0
<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	3	1	0	0
<i>Nylanderia</i> sp.1	0	0	0	0	1
<i>Odontomachus meinerti</i>	0	0	0	1	0
<i>Pachycondyla inversa</i>	0	3	2	8	0
<i>Pachycondyla unidentata</i>	0	1	0	1	1
<i>Pachycondyla villosa</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole flavida</i>	0	1	0	0	1
<i>Pheidole manuana</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole midas</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.10 gp. <i>fallax</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.12 gp. <i>fallax</i>	0	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.15 gp. <i>flavens</i>	0	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.5 gp. <i>fallax</i>	0	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.8 gp. <i>flavens</i>	0	2	1	0	0
<i>Procryptocerus spiniperdus</i>	0	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	1	0	0	0
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	0	0	1	0	0
<i>Pseudomyrmex tenuis</i>	0	1	0	0	0
<i>Sericomyrmex bondari</i>	0	0	0	1	0
<i>Solenopsis saevissima</i>	0	1	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	1	0	1	1
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	2	1	1	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0	4	2	5	1

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