



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**



**ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Wasmannia auropunctata* (ROGER, 1863)
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM PLANTIOS CACAUEIROS
CONVENCIONAIS E ORGÂNICOS NA BAHIA, BRASIL.**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

STÉFANE DOS SANTOS SOUZA



Jequié-BA

2018

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



STÉFANE DOS SANTOS SOUZA

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Wasmannia auropunctata* (ROGER, 1863) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM PLANTIOS CACAUEIROS CONVENCIONAIS E ORGÂNICOS NA BAHIA, BRASIL.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para obtenção do título de Mestre em Genética, Biodiversidade e Conservação. Orientador: Juvenal Cordeiro Silva Junior. Coorientadora: Ana Lúcia Biggi de Souza.



**Jequié-Ba
2018**

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



S729e Souza, Stéfane dos Santos.

Estrutura populacional de *wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (hymenoptera: formicidae) em plantios cacauzeiros convencionais e orgânicos na Bahia, Brasil / Stéfane dos Santos Souza. - Jequié, 2018.

40f.

(Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, sob orientação do Prof. Dr. Juvenal Cordeiro Silva e coorientação da Profa. Dra. Ana Lúcia Biggi de Souza)

1. Agrossistema cacauzeiro 2. Cabruca 3. Cacau 4. Ecologia de população 5. Pequena formiga de fogo I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia II. Título

CDD – 633.740981

Rafaella Câncio Portela de Sousa - CRB 5/1710. Bibliotecária – UESB - Jequié





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

Campus Jequié-BA

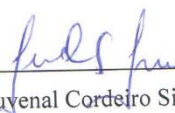
DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Estrutura populacional de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera: Formicidae) em plantios orgânicos e convencionais de cacau na Bahia, Brasil”.

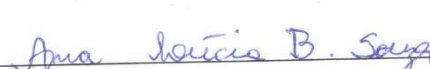
Autor (a): Stéfane dos Santos Souza

Orientador (a): Prof. Dr. Juvenal Cordeiro Silva Junior

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GENÉTICA, BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Juvenal Cordeiro Silva Junior – UESB/ Jequié



Profa. Dra. Ana Lúcia Biggi de Souza – UESB/ Jequié



Profa. Dra. Aldenise Alves Moreira – UESB / Vitoria da Conquista

Data de realização: 27 de agosto de 2018.

Avenida José Moreira Sobrinho, s/n – Jequiezinho – Jequié/BA – CEP 45.206-190.
Telefones: (0**73) 3528-9725 – E-mail: ppgbc@uesb.edu.br

Genética

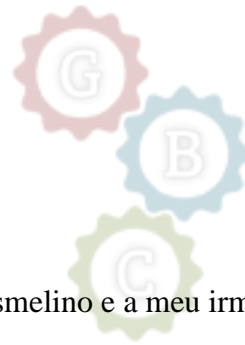
Genética



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Aos meus pais Cleude e Cosmelino e a meu irmão Anderson.

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por todas as coisas que vivi, por me amar incondicionalmente e possibilitar a realização dos meus planos e sonhos. Obrigado pai.

Aos meus pais Cleude Souza e Cosmelino Souza pelo apoio, amor, paciência e puxões de orelhas.

A meu irmão Anderson, o qual tanto amo, agradeço todos os dias por Deus ter colocado você como meu irmão mais velho.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Juvenal Cordeiro Silva Junior pela oportunidade, confiança e ensinamentos ao longo de todo esse período.

À minha coorientadora Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Biggi de Souza pela paciência nos meus dramas, confiança e ensinamentos desde a graduação. Sou muito grata a Deus por sua vida.

Agradeço a meu namorado Romario e minha cunhada Diana pelo apoio emocional e pelas muitas orações.

A meu tio Gilmar Souza por todos os conselhos e ajuda, sou eternamente grata.

Aos colegas de laboratório Lúcio, Adrianne e Jeane pelo suporte nas viagens de coletas.

À professora Prof^a. Dr^a. Karine Carvalho pelo auxílio nas análises estatísticas.

Agradeço ao Prof. Dr. Paulo Carneiro e a doutoranda Andreia pela ajuda e ensinamentos.

À José Raimundo e seu Crispim por colaborarem nas coletas

Agradeço aos agricultores que permitiram a coleta de dados.

Ao Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela oportunidade e suporte para a realização dessa pesquisa.

À toda minha família e amigos que me apoiaram.

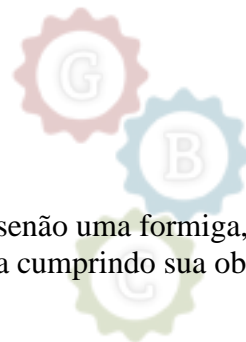
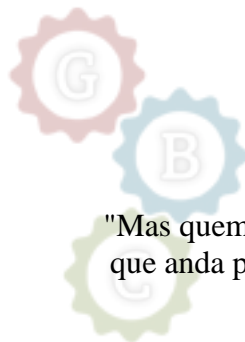
Agradeço a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



"Mas quem sou eu senão uma formiga, das menores, que anda pela Terra cumprindo sua obrigação."

Chico Xavier

Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

RESUMO

A formiga *Wasmannia auropunctata* é uma espécie nativa de regiões neotropicais que foi introduzida em várias regiões do mundo. Apresenta importância ecológica e econômica, e seu sucesso adaptativo se dá por vários fatores, dentre os quais sua capacidade de colonizadora. Esse estudo foi desenvolvido com o propósito de avaliar a densidade populacional da formiga *Wasmannia auropunctata* em plantio convencional e orgânico de *Theobroma cacao* a fim de se verificar o comportamento da estrutura das populações desta espécie de formiga em diferentes sistemas de cultivo. Além disso, foi verificada a influência de fatores abióticos quanto à disposição dos ninhos nas árvores. Os ninhos foram coletados nas regiões sudeste e sul da Bahia, Brasil, em sistemas de cultivos cacaueiros convencionais e orgânicos. Foram verificadas também, algumas variáveis ambientais, como a temperatura do solo, a umidade do ar, a altura da árvore, a cobertura vegetal e a distância do ninho à base da árvore. Com ajuda de uma lupa estereoscópica foram quantificadas as diferentes castas de operárias, rainhas e formas imaturas da formiga. Foram utilizados testes estatísticos descritivos para caracterizar a densidade populacional da formiga em cultivos cacaueiros convencionais e orgânicos, Teste t de Student, ANOVA, e além disso, o Teste de Mann – Whitney. A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para caracterizar a densidade populacional de *W. auropunctata* em cultivo cacaueiro convencional e orgânico, a fim de determinar a influência de alguns fatores ambientais quanto à posição dos seus ninhos. As populações da pequena formiga de fogo presentes em cultivos convencionais apresentaram populações reduzidas e poucos fragmentos de ninhos. Diferentemente, em cultivos orgânicos as populações eram maiores, com grandes concentrações de operárias e fragmentos de ninhos. As análises estatísticas permitiram confirmar a distinção entre as populações de *W. auropunctata* em cultivo cacaueiro convencional e orgânico. A análise de componentes principais evidenciou um padrão diferente quanto à disposição dos ninhos em sistemas de cultivo convencional e orgânico. A temperatura do solo e a cobertura vegetal influenciaram na posição da maioria dos ninhos em cultivo convencional, já em cultivo orgânico as posições dos ninhos eram estabelecidas de acordo com a umidade do ar, a distância do ninho à base da árvore e a altura da árvore. Esse estudo foi a primeira evidência experimental sobre as diferenças de densidade populacional da formiga *Wasmannia auropunctata* em cultivo convencional e orgânico de cacau na Bahia.

Palavras – chave: Agrossistema cacaueiro, cabruca, cacau, ecologia de população, pequena formiga de fogo.



ABSTRACT

The *Wasmannia auropunctata* ant is a native species of neotropical regions that was introduced in several regions of the world. It presents ecological and economic importance, and its adaptive success is due to several factors, among which its capacity as colonizer. This study was carried out with the purpose of evaluate the population density of the *Wasmannia auropunctata* ant in conventional and organic *Theobroma cacao* in order to verify the structure populations behavior of this species of ant in different culture systems. In addition, the influence of abiotic factors on the arrangement of nests in the trees was verified. The nests were collected in the southeastern and southern regions of Bahia, Brazil, in conventional and organic cacao systems. Some environmental variables were also verified, such as soil temperature, air humidity, tree height, plant cover and distance from the nest to the base of the tree. With the aid of a stereoscopic magnifying glass, the different castes of workers, queens and immature forms of the ant were quantified. Descriptive statistical tests were used to characterize the ant population density in conventional and organic cacao plantations, Student t Test, ANOVA, and in addition, the Mann - Whitney Test. Principal component analysis (PCA) was used to characterize the population density of *W. auropunctata* in conventional and organic cacao cultivation, in order to determine the influence of some environmental factors on the position of their nests. Small fire ant populations present in conventional crops had reduced populations and few nest fragments. In contrast, in organic crops the populations were larger, with large concentrations of workers and fragments of nests. The statistical analyzes confirm the distinction between the populations of *W. auropunctata* in conventional and organic cocoa cultivation. The principal components analysis showed a different pattern regarding nesting in conventional and organic systems. Soil temperature and vegetation coverage influenced the position of most nests in conventional cultivation. In organic cultivation, nest positions were established according to the humidity of the air, the distance from the nest to the base of the tree and the height of the tree. This study was the first experimental evidence on the differences in ant population density *Wasmannia auropunctata* in conventional and organic cocoa cultivation in Bahia.

Keywords: Cacao Agrosystem, cabruca, cacao, population ecology, small fire ant.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação do método de busca de ninhos, com a distância de 10 m de uma árvore a outra, de *W. auropunctata* em agrossistemas cacauzeiros.

Figura 2. Área de estudo em diferentes sistemas de plantio cacauzeiros. A) Plantação convencional com alto grau de degradação, presença de lixo e despejos humanos. Município de Gandú – BA. B) Plantação orgânica localizada no município de Itacaré.

Figura 3. Número de operárias e sua influência na quantidade de fragmentos de ninhos em plantio orgânico de cacau. ANOVA: Operárias $F = 58,27$ $P = 0,000$.

Figura 4. Distribuição das populações de *W. auropunctata* em sistemas de cultivo convencional e orgânico de cacau na Bahia. SYSTAT 12.

Figura 5. Gráfico biplot entre os dois primeiros componentes principais para as 6 variáveis avaliadas em plantações cacauzeiras convencionais e orgânicas.



LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Áreas de coletas de colônias de *W. auropunctata* em plantio cacauero convencional e orgânico no estado da Bahia, Brasil.

Tabela 2. Composição populacional de *W. auropunctata* em plantações convencional e orgânica de cacau na Bahia. Convencional n=30, orgânico n= 48. Valores indicados: média \pm desvio padrão.

Tabela 3. Estimativa dos autovalores associados aos componentes principais, importância relativa e importância acumulada referentes as variáveis de estrutura populacional de *W. auropunctata* em diferentes tipos de plantios cacaueros na Bahia.

Tabela 4. Conjunto de autovetores (coeficientes de ponderação) para o número de operárias, temperatura do solo, umidade do ar, altura da árvore, cobertura vegetal e distância do ninho à base da árvore, avaliadas em plantações cacaueras convencionais e orgânicas.



SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
2.1 Mata Atlântica e sua relação com as formigas.....	3
2.2 A importância dos agrossistemas cacauzeiros – um contexto histórico e ecológico.....	4
2.3 Biologia e ecologia de <i>Wasmannia auropunctata</i>	5
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 Geral.....	8
3.2. Específicos.....	8
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4.1 Área de estudo.....	9
4.2 Amostragem de <i>W. auropunctata</i>	9
4.3 Análise dos fatores abióticos.....	10
4.4 Triagem dos ninhos de <i>W. auropunctata</i>	12
4.5 Análise estatística.....	12
5. RESULTADOS.....	13
5.1 Estrutura populacional de <i>W. auropunctata</i> em diferentes sistemas de plantios.....	13
5.2 Relação entre as condições ambientais em plantações cacauzeiras orgânicas e convencionais e a posição do ninho da formiga <i>W. auropunctata</i>	16
6. DISCUSSÃO.....	19
7. CONCLUSÃO.....	22
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

Wasmannia auropunctata (Roger, 1863) (Myrmicinae: Attini) é uma espécie de formiga nativa das regiões neotropicais. Caracterizada pela cor amarelo avermelhada, e com 1,5 mm de comprimento, é considerada praga em ambientes modificados pelo homem, principalmente em agrossistemas da mata atlântica. Isto porque, é uma espécie, que exerce dominância na ausência de seus predadores e como resultado, é responsável pela diminuição da riqueza de espécies nativas de formigas, além de causar danos agrícolas. Contudo, em ambientes nativos, como nas florestas primárias, não exerce dominância, é exibem populações pequenas que são limitadas por outras espécies de formigas.

Conhecida popularmente como pequena formiga de fogo, pixixica ou caçaramba, a depender da região, é considerada uma espécie invasora em várias regiões do mundo, em função de apresentar algumas particularidades que contribuem para o seu sucesso ecológico, como a sua habilidade como colonizadora, e também em função da sua capacidade de deslocar espécies nativas.

A distribuição geográfica da pequena formiga de fogo é ampla, encontrada naturalmente na América do Sul e Central. Foi introduzida especialmente pelo tráfego comercial em várias regiões do mundo e hoje está presente em quase todos os continentes, exceto nos polos.

Em florestas primárias, ambientes considerados nativos, esta formiga não predomina em grande escala, o que, possivelmente, se dá pela competição por espaço e recursos com outras espécies de formigas, limitando desta forma sua distribuição espacial.

Entretanto, em ambientes fora da sua distribuição natural, principalmente em alguns sistemas de plantios, como o cacaueteiro, são observadas formações de ninhos com grandes concentrações de operárias. Nessa circunstância, *Wasmannia auropunctata* é considerada como uma espécie praga, por causar perdas na produção final, pois devido à sua ferroadada dolorosa os agricultores acabam não recolhendo os frutos.

Os ninhos de *W. auropunctata* são considerados polidômicos, isto é, um mesmo ninho é construído em vários locais. Apresenta também, uma ou mais rainhas ativas, sendo, portanto, reconhecida como uma espécie poligínica. Em ambientes fora da sua faixa nativa apresenta uma estrutura colonial do tipo uniconial, onde não é observada agressão intraespecífica, ou seja, as operárias e rainhas movem-se ao longo dos ninhos harmonicamente. Já em ambientes nativos, as populações dessa espécie são consideradas multicoloniais, onde não existe reconhecimento entre os indivíduos de diferentes ninhos, o que causa agressão entre os mesmos.

Sendo assim, neste estudo foram comparadas a densidade populacional e a posição dos ninhos de *W. auropunctata* em plantios de *Theobroma cacao* L. Foram também relacionados com os seguintes fatores abióticos, a temperatura do solo, umidade do ar, o grau de fechamento vegetal e a altura da árvore, afim de se caracterizar o padrão de estrutura populacional desta espécie em áreas com sistemas de plantios cacauzeiros orgânico e convencional.

As informações obtidas no campo e no laboratório contribuiram para responder a algumas questões: (i) as populações de *W. auropunctata* serão maiores em plantações orgânicas que em plantios convencionais? (ii) as condições ambientais influenciam na posição dos ninhos nas árvores de cacau? (iii) árvores que apresentam mais de um ninho, exibem uma densidade populacional maior que ninhos únicos?



2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 Mata Atlântica e sua relação com as formigas

A Mata Atlântica compreende a um domínio fitofisionômico, composto por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ambientes associados a restinga, manguezais e campos de altitude (Ministério do Meio Ambiente, 2017).

Alguns aspectos, como, riqueza de espécies, elevados níveis de endemismo e uma fração de floresta primária ainda existente, possibilitam incluir este habitat entre *hotspots* de biodiversidade (Sos Mata Atlântica, 2017).

Entre as diferentes espécies presentes na floresta Atlântica a ordem Hymenoptera, composta por abelhas, vespas e formigas se destaca pela diversidade, riqueza e papel ecológico exercido no ambiente (Triplehorn & Johnson, 2005).

As formigas são consideradas componentes chaves na conservação do ambiente, colaborando com a fixação de nitrogênio no solo, dispersão de sementes e decomposição da matéria orgânica (Leal *et al.*, 2003). Apresentam atributos que as tornam organismos indicadores de qualidade do ambiente (Andersen, 1990). A diversidade de espécies, o conhecimento taxonômico, sensibilidade a mudanças ambientais e facilidade de coletar são características positivas para bioindicadores, presentes nas formigas (Kaspari & Majer, 2000; Alonso, 2000; Marinho *et al.*, 2002; Ramos, 2001). Exemplo disso, são algumas espécies do gênero *Thaumatomyrmex*, que são encontradas apenas em condições favoráveis. As populações não respondem muito bem a mudanças climáticas, assim como variações no ambiente, tornando-as assim um modelo ideal para a estrutura da biodiversidade e biomonitoramento (Delabie *et al.*, 2015).

Atualmente estão divididas em 23 subfamílias taxonomicamente reconhecidas, 15.000 espécies descritas e 330 gêneros (Antweb, 2017). A Região Neotropical abriga cerca de 13 subfamílias, 142 gêneros e aproximadamente 3.000 espécies descritas, sendo que, 1.458 ocorrem no Brasil distribuídas em 111 gêneros (Baccaro *et al.*, 2015).

São organismos capazes de interagirem diretamente com uma série de outras espécies em interações mutualistas (não obrigatória), e quando presentes podem influenciar na ciclagem de nutrientes (Wirth *et al.*, 1997). Nos cacauais da Bahia o hemíptero sugador de seiva *Planococcus citri* é geralmente associado a formiga *Wasmannia auropunctata*, em um tipo de interação mutualista. As formigas transportam as cochonilhas nas copas das árvores de cacau,

dando proteção contra parasitas e predadores. Em troca recebem excreções açucaradas das cochonilhas, chamada de *honeydew*, para alimentação do ninho (Delabie & Cazorla, 1991).

Algumas formigas encontradas na Mata Atlântica desempenham importantes funções ecológicas. Diversos autores apontam as formigas como colaboradoras na dispersão de sementes, polinização e interação com diásporos que chegam ao solo (Bottcher, 2010). A riqueza de espécies de formigas que são encontradas nesse domínio é considerada relevante para estudos de biodiversidade (Nakano *et al.*, 2013) e conservação, isto se deve principalmente a composição e riqueza de espécies presentes (Suguituru *et al.*, 2013).

As plantações cacaueiras do sul da Bahia, cultivadas com o sombreamento da Mata Atlântica, apresentam um mosaico de formigas nas copas dos cacaueiros com alta potencialidade de manejo para reduzir perdas às pragas fitófagas (Fowler *et al.*, 1998). Espécies como *Azteca chartifex spirit*, *W. auropunctata* e *Ectatomma tuberculatum* são utilizadas em programas de controle integrados de pragas (Fowler *et al.*, 1998).

2.2 A importância dos agrossistemas cacaueiros – um contexto histórico e ecológico

O cacau é uma espécie de planta nativa de regiões tropicais da América Central. (Comissão Executiva Do Plano De Lavoura Cacaueira, 2018). O gênero *Theobroma* compreende cerca de 22 espécies, embora algumas apresente o potencial como fruto, apenas o *Theobroma cacao* é considerada a única espécie realmente explorada para produzir sementes (Sodré, 2007).

Foi primeiramente utilizada por povos mesoamericanos, como os maias e os astecas, que consideravam como a “bebida dos deuses”. Sendo um fruto cobiçado por muitos reis e imperadores ao redor do mundo, o termo “cacau” é originado da palavra “cacahualt”, que no idioma maia significa árvore que produz cacau, cacaueiro (Instituto Cabruca, 2018).

No Brasil, o cacau foi introduzido no Amazonas, sendo trazido para a região nordeste pelos jesuítas, em torno de 1720 (Rocha, 2008). Se instalou principalmente no estado da Bahia, passando a ser vista por muitos como eldorado, onde milhares de pessoas chegavam de várias partes do país, principalmente de Sergipe, atraídos pela fama de riqueza atribuída à árvore dos frutos de ouro (Rocha, 2008). As plantações eram implantadas basicamente sob o sistema cacau-cabruca inseridas no domínio da Mata Atlântica. Onde as árvores nativas são mantidas fornecendo sombra para o cacaueiro, além de atenuar as oscilações de temperatura e umidade (Somarriba & Beer, 2010). Considerada como um sistema agrossilvicultural de produção que gera benefícios silviculturais, agroecológicos e ambientais muitos valorizados em um contexto sustentável (Lobão *et al.*, 1997).

Durante décadas os cacauais produziram frutos que trouxeram riqueza e prosperidade que se estendeu da metade da década de 1970 até meados da década de 1980, período ao qual emergiu uma situação de grande dificuldade devido a doença da vassoura de bruxa (Rocha, 2008).

A partir daí, houve a urgência na utilização de métodos, visando não só controlar doenças nas plantações, como a vassoura de bruxa e podridão parda, como também uma forma de controlar espécies pragas que prejudicavam a produção final do cacau. Adotando práticas de uso de fertilizantes químicos, pesticidas e herbicidas (Piasentin & Saito, 2014).

Com a chegada dos agrotóxicos muitos agricultores e donos de terra estavam totalmente condicionados ao seu uso, sem entender os malefícios que são gerados a saúde e ao ambiente (Cacau orgânico Rio, 2011).

O agrotóxico é o termo legal e está definido na Lei 7802/89, sendo composto por produtos e agentes químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018). A chamada agricultura convencional buscava teoricamente a alta produtividade dos alimentos baseando-se principalmente a práticas industrializadas (Roel, 2002).

Entretanto, na década de 1990 a sociedade tomou consciência das reais consequências ao ambiente e a saúde humana com a utilização de agroquímicos. Na tentativa de reerguer a economia cacauaieira na Bahia, de maneira sustentável, os produtores rurais adotaram o modelo de produção orgânica, cuja principal característica é a não utilização de agrotóxicos e uma cultura de preservação ambiental e a qualidade do produto (Cacau orgânico Rio, 2011).

Hoje, o cacau orgânico é um produto cada vez mais procurado, principalmente pelas indústrias de chocolate. Em vista desse novo mercado, agricultores do sul da Bahia investem nesse tipo de agricultura (Rocha, 2008).

2.3 Biologia e ecologia de *Wasmannia auropunctata*

O gênero *Wasmannia* é exclusivamente neotropical, apresenta cerca de dez espécies descritas, sendo que seis delas ocorrem no Brasil, a bioecologia é desconhecida, exceto por *Wasmannia auropunctata* (Suguituru *et al.*, 2015).

A formiga *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) pertencente a subfamília Myrmicinae e partir de estudos baseados em análises moleculares e filogenéticos, membro da tribo Attini (Ward *et al.*, 2014) é uma espécie nativa da região neotropical, caracterizada por sua cor

amarelo avermelhada, e com 1,5 mm de tamanho (Passera, 1994). Apontada como invasora em várias regiões do mundo, seu sucesso ecológico em regiões não nativas se dá por um conjunto de aspectos, dentre os quais está a sua capacidade como colonizadora, forçando muitas espécies a se deslocarem e diminuindo conseqüentemente a riqueza do hábitat (Lubin, 1984). É poligínica (Ulloa-Chacon & Cherix, 1988), com duas ou mais rainhas ativas, presentes no mesmo ninho que se propagam por brotamentos, de modo que uma mesma colônia é interligada em vários ninhos (Hölldobler & Wilson, 1990).

Os ninhos não apresentam arquitetura elaborada e são geralmente estabelecidos ao nível do solo, entre folhas caídas no chão, em frutos, galhos ocos, em torno de raízes e em cavidades de plantas (Spencer, 1941; Ulloa-Chacon & Cherix, 1989). Quanto à sua reprodução, os machos e rainhas reproduzem-se através de clonagem, as rainhas são formadas por partenogênese telítoca, quando origina apenas fêmeas, tipo ameiótica, e os machos são gerados por eliminação do genoma da rainha nos ovos diploides, por outro lado as operárias são produzidas por reprodução sexual (Fournier *et al.*, 2005). O ciclo biológico dessa espécie totaliza 38 dias, sendo que, para os estágios de ovo (nove dias), larva (17 dias) e pupa (11-12 dias) (Ulloa-Chacon & Cherix, 1988, 1989).

Wasmannia auropunctata é considerada uma espécie de formiga oportunista e polífaga, alimentando-se principalmente de seiva (honeydew) eliminada por insetos sugadores (Spencer, 1941; Clark *et al.*, 1982), materiais orgânicos (folhas, flores e sementes) (Clark *et al.*, 1982; Torres, 1984), pequenos artrópodos, gastrópodos, anélideos e insetos mortos (Spencer, 1941, Kusnezov, 1952; Torres, 1984) e néctar floral e extra-floral (Lubin, 1984).

A distribuição geográfica da *W. auropunctata* é extensa, considerada nativa da América do Sul e Central, foi introduzida em alguns países da África, na Itália, Austrália e Israel (Wetterer, 2013). Também é encontrada em ilhas do Caribe e oceano pacífico e também em regiões tropicais colonizadas pela Grã-Bretanha e no Canadá (Masse *et al.*, 2011).

Em ambientes fora da sua distribuição natural, como em agrossistemas cacauzeiros, é comumente encontrada em grandes concentrações (Delabie & Cazorla, 1991). Nesta condição, *W. auropunctata*, é considerada praga por causar danos à produção do fruto, por conta de suas ferroadas dolorosas no momento da colheita, os agricultores acabam não colhendo o cacau, dificultando assim a coleta do fruto (Souza *et al.*, 1998). Além disso, a presença dessa formiga também pode trazer danos indiretos, devido a seu poder de associação como a cochonilha *Planococcus citri* Risso (Coccidae: Pseudococcidae). Essa cochonilha é uma das espécies mais comuns em plantações de cacau, sugando a seiva do fruto e prejudicando a qualidade da safra (Williams, 1994).

Em áreas introduzidas, *W. auropunctata* apresenta uma estrutura populacional do tipo uniclonal, não apresentando comportamento agressivo intraespecífico, ou seja, as operárias e rainhas podem se mover ao longo dos ninhos sem ocorrer agressão (Chen & Nonacs, 2000). Em ambientes nativos as populações dessa espécie são estruturalmente multicoloniais, isto é, não há reconhecimento entre indivíduos de diferentes ninhos, o que leva a agressão entre os mesmos (Souza, 2007).



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação



Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar a densidade populacional da formiga *W. auropunctata* em plantio cacauero orgânico e convencional e a influência de fatores abióticos na disposição dos ninhos.

3.2 Específicos

Determinar a densidade populacional da formiga *W. auropunctata* em plantio orgânico e convencional de cacau;

Investigar a influência de fatores abióticos na posição dos ninhos de *W. auropunctata* em plantio convencional e orgânico de cacau;

Avaliar a densidade populacional da pequena formiga de fogo em relação ao número de brotamentos de ninhos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas nas regiões sudeste e sul da Bahia, Brasil, em áreas de plantio de cacau orgânico e convencional de 25 a 150 anos de idade (Tabela 1).

Foram selecionadas duas áreas de plantio convencional nos municípios de Jequié e Gandu. O plantio convencional de cacau é caracterizado como um tipo de manejo que se atribui a utilização intensa de insumos externos, como a mecanização, o uso de fertilizantes químicos e produtos fitossanitários, que em curto período de tempo resulta em uma grande produtividade e eficiência agrícola e atende principalmente a demanda das grandes indústrias (Souza, 2005).

Já para o plantio orgânico foram escolhidas três áreas, localizados nos municípios de Uruçuca, Itacaré e em áreas experimentais da CEPLAC (Comissão Efetiva do Plano de Lavoura Cacaueira) em Ilhéus.

A principal característica do plantio orgânico é a não utilização de nenhum produto químico, e no processo da adubação utiliza-se apenas biofertilizantes, tais como esterco e a própria casca do cacau, além do uso de repelentes naturais e da compostagem (Rocha, 2008).

As lavouras cacaueiras estudadas, são caracterizadas por apresentarem agrossistemas sob o sistema de “cabruca” (figura 2), considerada um sistema ecológico de cultivo agroflorestal baseado na conservação de árvores nativas da Mata Atlântica, fornecendo o sombreamento para os cacaueiros; desde modo, as plantações são formadas a partir do raleamento da mata nativa (Alger e Caldas, 1996).

4.2 Amostragem de *Wasmannia auropunctata*

Para determinar a densidade dos ninhos e caracterizar a estrutura populacional de *W. auropunctata*, foram selecionadas vinte árvores de cacau por município, distando 10m entre si (Figura 1), totalizando cem árvores, sendo quarenta no plantio convencional e sessenta no orgânico. Além disso, a serrapilheira ocorrente ao redor de cada árvore, bem como, tocos de troncos podres próximos aos pontos escolhidos também foram examinados.

As árvores selecionadas eram localizadas no centro de cada plantação, para evitar o efeito de borda, de acordo com Majer *et al.* (1994), com modificações. O presente estudo foi realizado entre os meses de abril a outubro de 2017.

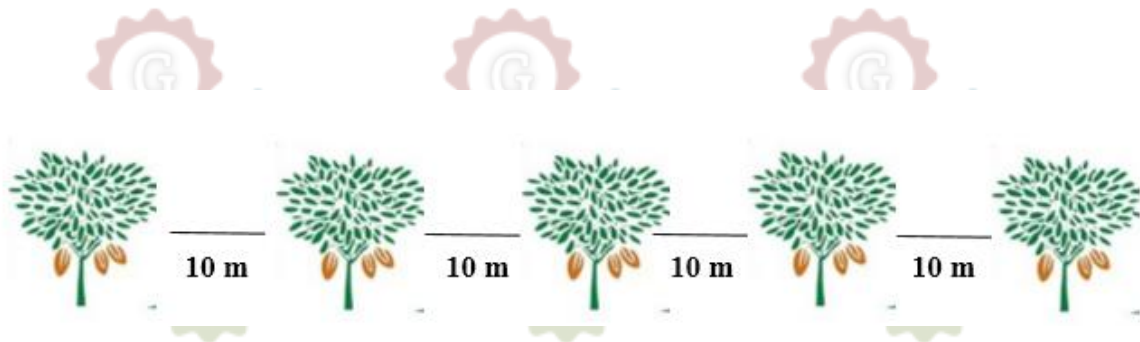


Figura 1. Representação do método de busca de ninhos, com a distância de 10 m de uma árvore a outra, de *W. auropunctata* em agrossistemas cacaueiros.

Tabela 1. Áreas de coletas de colônias de *W. auropunctata* em plantio cacaueiro convencional e orgânico no estado da Bahia, Brasil.

Município	Área	Coordenadas geográficas	Sistema de plantio	Idade do Plantio/ano
Jequié	Fazenda Florestal	S13°47'49.4" W039°50'48.9"	Convencional	100
Gandu	Fazenda Marcionilho Barbosa	S14°19'42" W040°12'19.2"	Convencional	100
Uruçuca	Fazenda Independência	S14°35'12" W39°17'29"	Orgânico	150
Ilhéus	CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira)	S14°19'42.7" W040°12'34.6"	Orgânico	25
Itacaré	Fazenda São Jorge	S036°98'02" W84°15'56.00"	Orgânico	50

As amostragens de ninhos de *W. auropunctata* foram de forma direta, observando ao longo das árvores possíveis refúgios para a existência dos ninhos. Quando se encontrava os ninhos, estes eram coletados com ajuda de pinças e pinceis. As amostras recém obtidas no campo eram etiquetadas e acondicionadas em potes plásticos e, posteriormente, transportadas para o Laboratório de Insetos da UESB para triagem dos espécimes.

4.3 Análise dos fatores abióticos

A fim de se verificar se os fatores abióticos influenciariam na posição dos ninhos nas árvores de cacau, foram registrados a temperatura do solo (°C), com o auxílio de um termômetro de solo, a umidade relativa do ar (%) sendo utilizado um medidor de umidade (Incoterm).

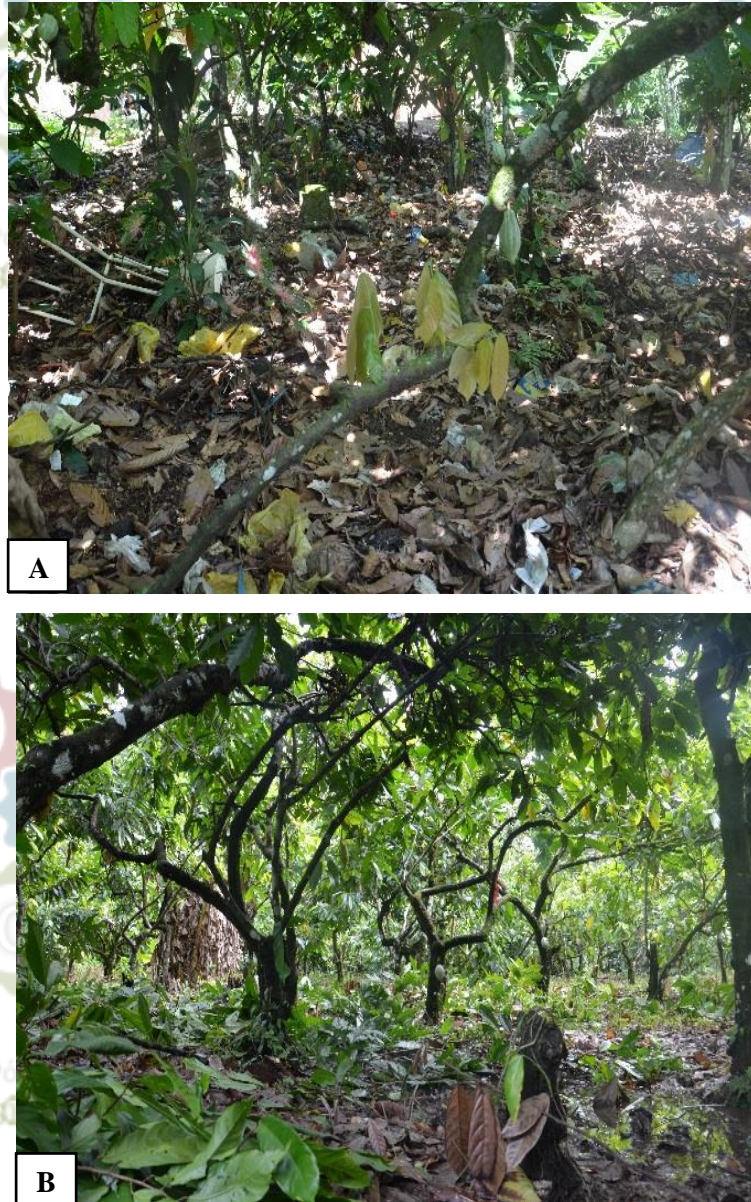


Figura 2. Área de estudo em diferentes sistemas de plantio cacaueiros. A) Plantação convencional com alto grau de degradação, presença de lixo e despejos humanos. Município de Gandú – BA. B) Plantação orgânica localizada no município de Itacaré.

Foi medida a porcentagem (%) de cobertura do dossel através de um densiômetro florestal, quando era observado a presença dos ninhos de *Wasmannia auropunctata*. O densiômetro era posto na mesma altura em que os ninhos se encontravam nas árvores. Por fim, foi determinado a altura da planta e a distância do ninho à base da árvore (m/cm) com auxílio de uma trena.

4.4 Triagem dos ninhos de *W. auropunctata*

Para determinar a densidade populacional da *W. auropunctata* em cada tipo de plantio cacauero (convencional e orgânico), foram analisadas e diferenciadas castas de operárias, rainhas e formas imaturas. Para isso, os ninhos foram colocados em placas de Petri, individualmente, com álcool 70% e observadas a partir do auxílio de uma lupa estereoscópica no laboratório.

4.5 Análise estatística

Para verificar e estimar a diferença na estrutura populacional de *W. auropunctata* nos sistemas de plantios cacaueros convencional e orgânico, foram realizadas análises estatísticas descritivas, como a média (\bar{X}) e desvio padrão (SD).

Também foi utilizado o Teste t de Student a nível de 0,05% e ANOVA para comparar a densidade populacional da pequena formiga de fogo nos dois tipos de cultivos.

O teste U de Mann – Whitney foi necessário devido a presença de outliers e o desvio padrão da casta de operárias ser muito alto (Tabela 2) em populações encontradas em plantações orgânicas. Todas essas análises foram executadas utilizando a versão 12 do programa Systat.

A análise de componentes principais foi aplicada, a partir do programa Past 2.16, para correlacionar e diferenciar as populações de *Wasmannia auropunctata* em cultivo convencional e orgânico. Pelo fato das variáveis ambientais estarem em unidades de medidas diferentes, os dados foram padronizados, tornando-se assim adimensionais, isto é, cada medida foi indicada como um valor que representa o quanto se afasta da média do parâmetro analisado (Pinto *et al.*, 2015).

Em decorrência de múltiplos fatores que influenciam no comportamento das populações de *W. auropunctata*, como a temperatura do solo, a umidade do ar, altura da árvore e grau de fechamento do dossel, foi realizada análise multivariada com a intenção de observar o padrão de distribuição da formiga no cultivo convencional e no orgânico. Esse tipo de análise permite a transformação de um conjunto de dados originais (variáveis ambientais) em um outro conjunto da mesma dimensão, chamadas de componentes principais (Hongyu & Oliveira, 2016).

5. RESULTADOS

5.1 Estrutura populacional de *W. auropunctata* em diferentes sistemas de plantios

Os ninhos coletados em cultivos convencionais de cacau, localizados nos municípios de Jequié e Gandu, apresentaram cerca de 30 ninhos de *W. auropunctata*, e 1 a 2 fragmentos por colônia ao longo das árvores (Tabela 2), significando que os ninhos eram distribuídos em partes e alguns não apresentavam rainhas. Não foram observados ninhos da pequena formiga de fogo na serrapilheira próxima aos cacauzeiros.

As populações de *W. auropunctata* eram reduzidas, sendo observadas rainhas ($t = 0,36$; $P = 0,713$), formas imaturas (larvas e pupas) ($t = -0,98$; $P = 0,325$) e um número significativo de operárias ($t = -2,76$; $P = 0,007$).

Tabela 2. Composição populacional de *W. auropunctata* em plantações convencional e orgânica de cacau na Bahia. Convencional $n=30$, orgânico $n= 48$. Valores indicados: média \pm desvio padrão.

Sistema de Plantios	Nº de fragmentos de ninhos	Imaturos	Operárias	Rainhas
Convencional	1 a 2	7,950 \pm 15,369	64,450 \pm 138,122	0,375 \pm 0,540
Orgânico	1 a 8	11,483 \pm 20,307	165, 223 \pm 226, 408	0,333 \pm 0,572

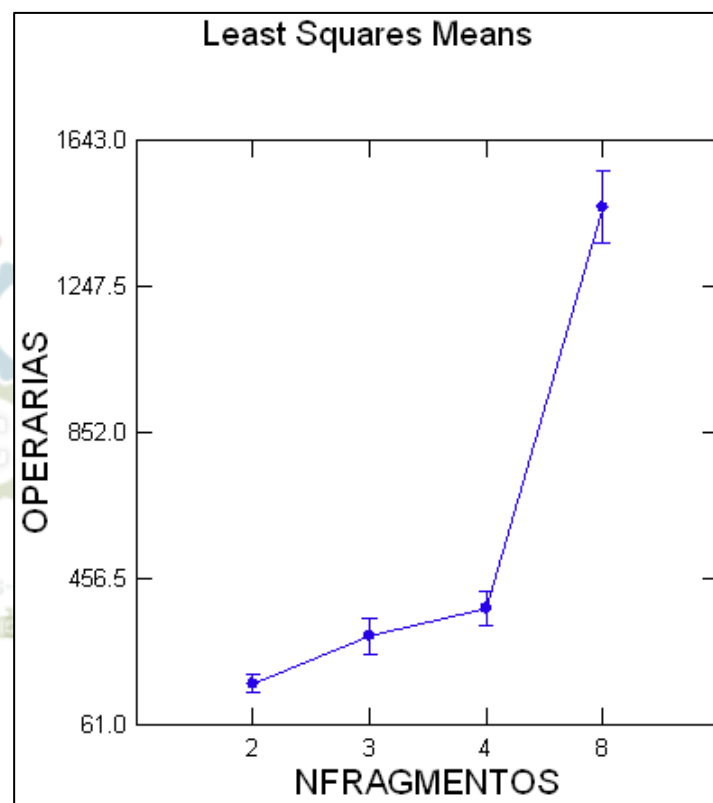
Os ninhos de *W. auropunctata* encontrados em cultivos orgânicos de cacau dos municípios de Uruçuca, Itacaré e Ilhéus, apresentaram cerca de 108 fragmentos de ninhos (Tabela 2). Foram observadas rainhas ($t = 0,36$; $P = 0,716$), formas imaturas (larvas e pupas) ($t = -0,93$; $P = 0,352$) e uma grande quantidade de operárias ($t = -2,51$; $P = 0,013$).

As populações de *W. auropunctata* em cultivos orgânicos de cacau apresentavam uma grande quantidade de indivíduos e fragmentos de ninhos, isto, quando relacionadas as populações encontradas em cultivos convencionais.

Estavam presentes desde ninhos únicos com populações numerosas, inclusive com formas sexuais aladas jovens (machos e fêmeas), até 8 fragmentos de ninhos. O sistema de plantio orgânico apresentou grandes populações de *W. auropunctata* (Figura 4). Contudo, apenas a casta de operárias obteve significância e relevância, diferenciando assim os dois cultivos. As rainhas e os imaturos encontrados se mantiveram em número constante nos dois tipos de sistema de plantio, não divergindo estatisticamente.

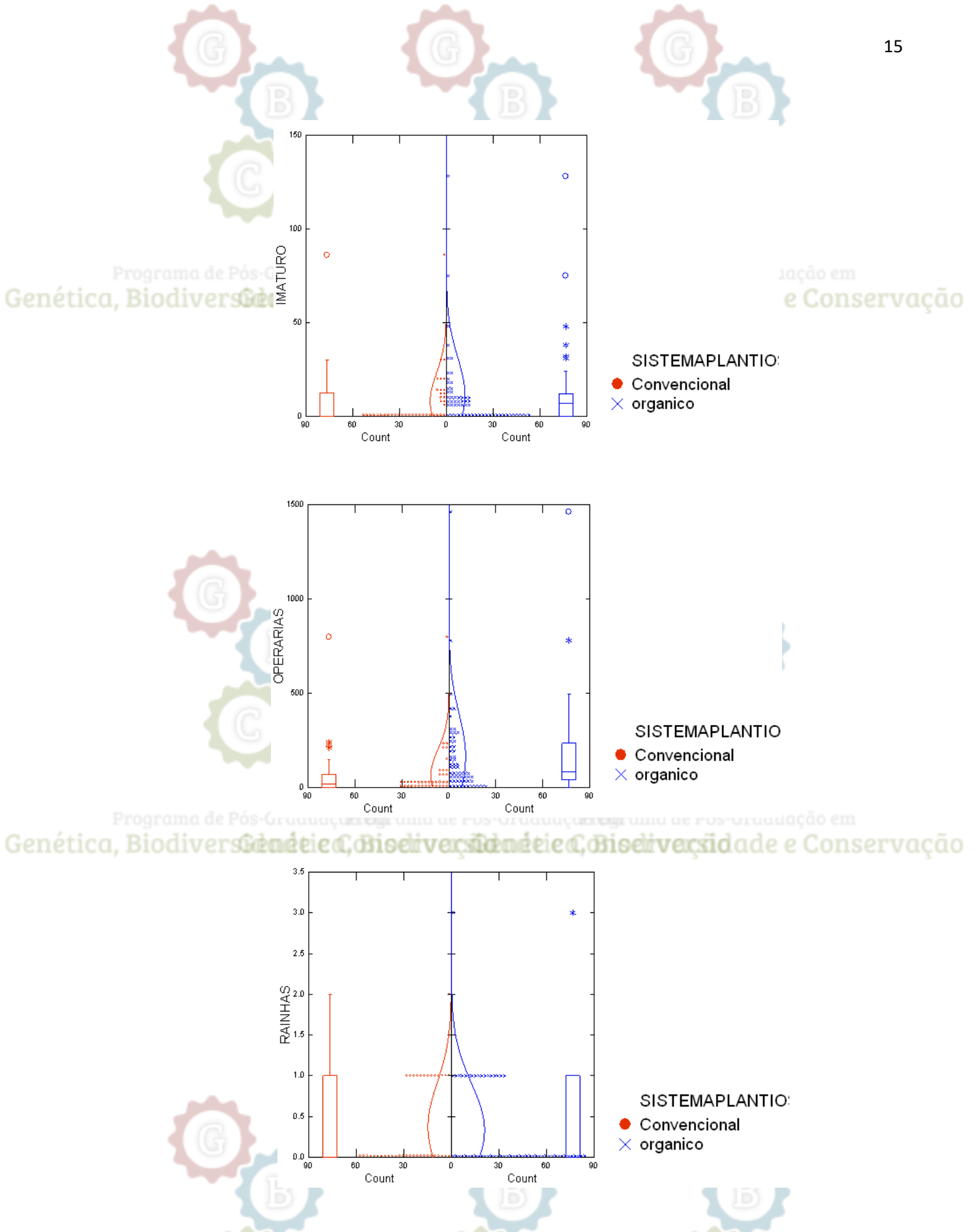
O número de operárias de *W. auropunctata* em cultivo cacauero convencional e orgânico foram influenciadas pela quantidade de fragmentos de ninhos. Isto é, quanto maior o número de fragmentos, maior era a quantidade de operárias. Em árvores de cultivo orgânico que apresentavam até 8 fragmentos observava-se maior abundância de formigas (Figura 3).

O teste U de Mann – Whitney demonstrou uma distribuição significativa de operárias ($U = 640,000$ $P = 0,000$), o que colabora na afirmação de que, em cultivo orgânico existiu uma maior quantidade de indivíduos, principalmente dessa casta.



Fonte: print screen da aplicação dos dados de densidade populacional no SYSTAT 12.

Figura 3. Número de operárias e sua influência na quantidade de fragmentos de ninhos em plantio orgânico de cacau. ANOVA: Operárias $F = 58,27$ $P = 0,000$.



Fonte: print screen da aplicação dos dados de densidade populacional no SYSTAT 12.

Figura 4. Distribuição das populações de *W. auropunctata* em sistemas de cultivo convencional e orgânico de cacau na Bahia. SYSTAT 12.

5.2 Relação entre as condições ambientais em plantações cacauceiras orgânicas e convencionais e a posição do ninho da formiga *W. auropunctata*

Através dos resultados obtidos com a técnica de componentes principais os autovalores e a porcentagem da variância explicada estão apresentados na tabela 3. Os quatro primeiros componentes foram responsáveis por explicarem 83,35% da variação total. De acordo com um dos critérios utilizados por Rencher (2002), para decidir a quantidade de componentes devem contabilizar uma porcentagem específica de pelo menos 80% da variação total.

As variáveis que mais influenciaram na posição dos ninhos de *Wasmannia auropunctata* do componente 1 (31,12%) foram a temperatura do solo e a cobertura vegetal. Para o componente 2 (22,60%), as variáveis determinantes foram a umidade do ar e a distância do ninho à base da árvore. No componente 3 (16,79%) a umidade do ar e o número de operárias foram responsáveis pela variação na posição dos ninhos. Já para o componente 4 (12,82%), a altura da árvore e o número de operárias foram as variáveis determinantes (Tabela 4).

No gráfico biplot (Figura 5) os componentes 1 e 2 foram plotados com as variáveis ambientais, além do número de operárias, única casta que obteve significância no conjunto de dados. Foi observado que a disposição dos ninhos de *Wasmannia auropunctata* são diferentes em plantação convencional e orgânica, aparecendo em grupos relativamente distintos. O alto grau de correlação entre a temperatura do solo e a cobertura vegetal no componente 1 (as setas associadas apontam no mesmo sentido e são maiores do que o restante) demonstram serem variáveis que intervêm na posição de alguns ninhos em cultivo convencional.

A maioria dos ninhos presentes em cultivo convencional apresentavam um padrão semelhante quanto a posição, sendo encontrados apenas na base da árvore ou ao longo do tronco. Analogamente, os ninhos encontrados em cultivo orgânico eram sempre dispostos na serrapilheira ao redor da árvore, na base da árvore, e poucos ninhos foram encontrados no ao longo do cacauceiro. A variância da distância do ninho à base da árvore em cultivo orgânico para o componente 2 também foi maior, visto o comprimento da seta. Indicando a importância dessa variável na posição dos ninhos.

A seta que corresponde a variável altura da árvore é representada quase horizontalmente, isto reflete a elevada correlação com o primeiro componente. Diferentemente, a seta que corresponde a umidade do ar ser quase vertical indica a elevada correlação dessa variável com o segundo componente 2.

Alguns outliers foram observados devido ao número de operárias em alguns ninhos serem muito altas quando relacionados com outros, apresentando um grande distanciamento da

maioria. Alguns ninhos de cultivo convencional e orgânico possuíam uma grande concentração de número de operárias.

Tabela 3. Estimativa dos autovalores associados aos componentes principais, importância relativa e importância acumulada referentes as variáveis de estrutura populacional de *W. auropunctata* em diferentes tipos de plantios cacauzeiros na Bahia.

Componente principal	Autovalores	Importância relativa (%)	Importância acumulada (%)
1	1,86745	0,1372	31,124
2	1,35633	0,5662	22,606
3	1,00795	-0,03635	16,799
4	0,769596	-0,4867	12,827
5	0,602018	0,5216	10,034
6	0,396661	-0,3877	6,611

Tabela 4. Conjunto de autovetores (coeficientes de ponderação) para o número de operárias, temperatura do solo, umidade do ar, altura da árvore, cobertura vegetal e distância do ninho à base da árvore, avaliadas em plantações cacauzeiras convencionais e orgânicas.

Variáveis	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
O	0,1372	-0,5826	0,475	0,4315	0,4549	0,1514
T.S	0,5662	0,2899	-0,2558	0,005396	0,233	0,6897
U.A	-0,03635	0,4707	0,7675	0,09149	-0,3527	0,2351
A.A	-0,4867	0,01168	-0,3346	0,6817	-0,2521	0,3504
C.V	0,5216	0,275	-0,08296	0,5788	-0,0842	-0,5507
D.N.B.A	-0,3877	0,5283	0,03099	0,07497	0,7374	-0,142

O: operárias; T.S: temperatura do solo; U.A: umidade do ar; A.A: altura da árvore; C.V: cobertura vegetal; D.N.B.A: distância do ninho à base da árvore.

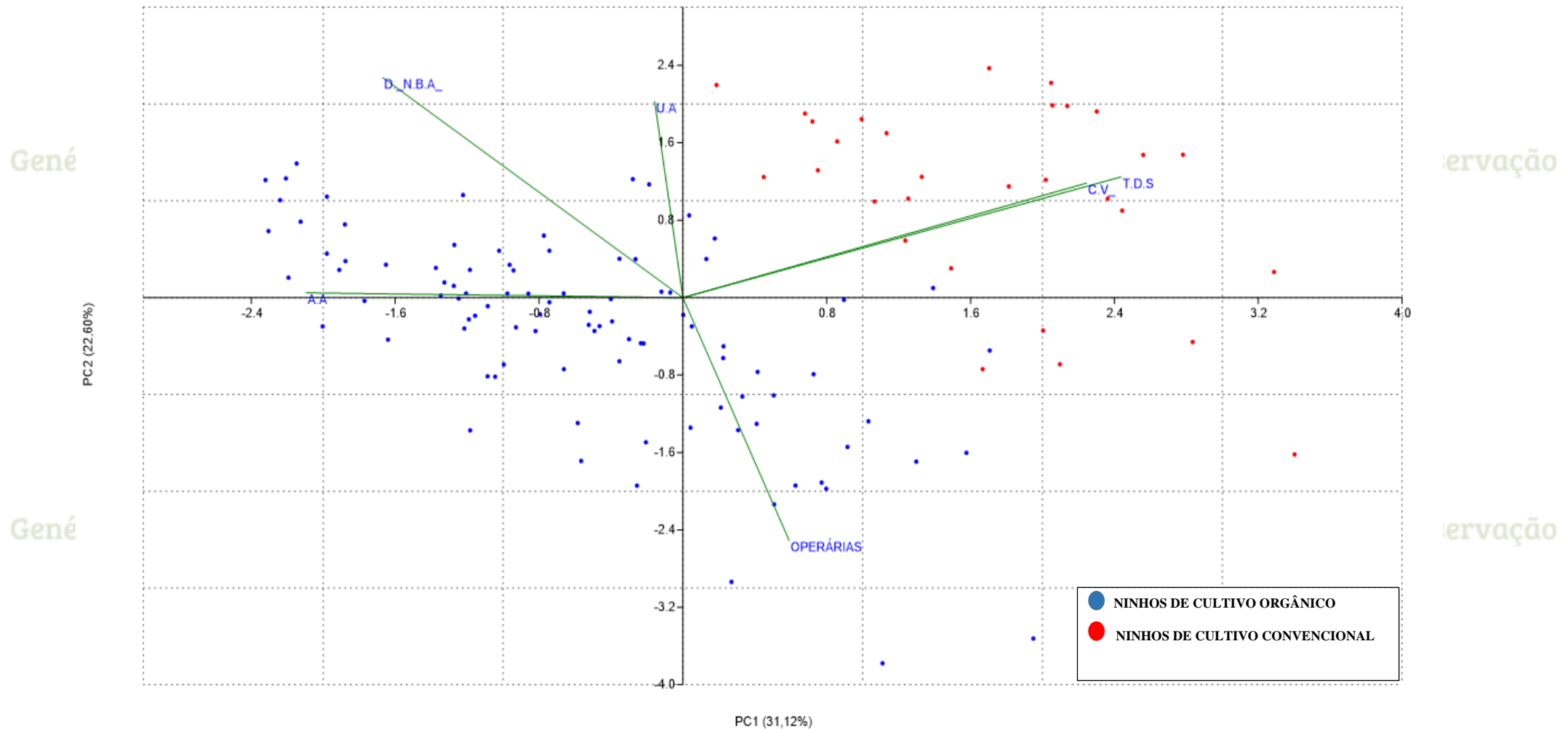


Figura 5. Gráfico biplot entre os dois primeiros componentes principais para as 6 variáveis avaliadas em plantações cacaeiras convencionais e orgânicas.

6. DISCUSSÃO

As populações de *W. auropunctata* presentes em cultivo de cacau convencional e orgânico avaliadas neste trabalho apresentaram um padrão distinto.

Em plantio convencional foram observadas populações reduzidas da pequena formiga de fogo, com poucos fragmentos de ninhos ao longo da árvore e ausência na serrapilheira ao redor da base do cacauzeiro. Ao contrário, as populações encontradas em plantio orgânico eram maiores, com uma grande concentração de operárias e um maior número de fragmentos. Esta heterogeneidade quanto ao número de indivíduos pode ser efeito da utilização de agrotóxicos nas plantações, visando o controle de espécies de insetos e outras espécies reconhecidas como pragas.

Estudos observaram que, em sistemas de plantios convencionais, como café, *Coffea* spp. (Rubiaceae) e cacau, *Theobroma cacao* L. (Sterculiaceae), são esperados uma menor diversidade tanto da flora quanto da fauna. Isto ocorre devido a grandes alterações no equilíbrio físico, químico e biológico, diminuindo a biodiversidade no ecossistema (Philpott & Ambrecht, 2006).

O tipo de inseticida utilizado nesse estudo é desconhecido, os agricultores evitaram dizer a procedência do mesmo. Contudo em cultivos cacauzeiros, alguns dos inseticidas utilizados no controle da *W. auropunctata* são formulas comerciais a base de endossulfan, fention e malation, sendo em pó seco, são polvilhados sobre o ninho ou sobre o agrupamento de formigas na região da árvore afetada (Abreu e Nakayama, 1988). Entretanto, esse método não tem garantia de eficácia, sendo que, grande parte dos indivíduos sobrevivem na serrapilheira, isto porque, seus ninhos não apresentam estrutura bem definida (Delabie, 1989).

Para muitos agricultores a utilização de inseticidas em plantações cacauzeiras é uma forma eficiente e rápida de controlar espécies pragas no ambiente. No entanto, do ponto de vista ecológico, qualquer tipo de agrotóxico não é indicado, trazendo perdas na biodiversidade, além de trazer malefícios para a saúde (Roel, 2016).

Sugere-se que o tipo de cultivo orgânico pode ter sido determinante para o sucesso reprodutivo e adaptativo da *W. auropunctata*, levando em conta a grande quantidade de operárias presentes. Este modelo agroecológico emprega o manejo de biofertilizantes e combate a pragas com métodos naturais, não agredindo a natureza (Oliveira, 2009), o que pode ter sido fundamental para determinar o tamanho dos ninhos.

A presença da *W. auropunctata* em plantação de cacau, aliada a não utilização de agrotóxicos e fertilizantes químicos, propiciou um ambiente favorável para o crescimento do número de

indivíduos e também a quantidade de fragmentos de ninhos, visto que o número de fragmentos foi dependente do número de operárias. Por ser considerada uma espécie invasora em ambientes modificados pelo homem, como em agrossistemas, apresenta um conjunto de características que contribuem para o seu sucesso no ambiente, como a sua capacidade como colonizadora, aproveitando-se de alterações temporárias no ambiente (Lubin, 1984).

Apesar da utilização de inseticidas ser uma alternativa para o controle populacional de *W. auropunctata*, ainda assim, o sistema de produção convencional não consegue uma sustentabilidade, do ponto de vista social, ecológico e econômico (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2018). Do ponto de vista social, existe o risco dos agricultores se contaminarem através do contato com o inseticida de maneira inadequada, além do consumo de alimentos com altas dosagens não permitidas. A Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) recomenda atualmente a proibição do ingrediente ativo endossulfam utilizados nas aplicações de diversos cultivos, entre eles o cacau, por provocar graves malefícios à saúde, podendo ser listados os danos ao tecido nervoso, à fertilidade, ao sistema digestivo e câncer (Cafeicultura, 2009).

No âmbito ecológico, a poluição do solo e da água provocada pela utilização de substâncias nocivas afetam diretamente a cadeia alimentar, (Mariani & Henkes, 2015). E quanto as questões econômicas, a busca da alta produção leva a muitos agricultores a se endividarem pela necessidade de aumentar o uso de agrotóxicos, pois com o tempo o solo torna-se pobre pelo abuso desordenado de insumos agroquímicos (Mariani & Henkes, 2015).

Em contraste, apesar das populações da pequena formiga de fogo serem maiores em cultivo orgânico de cacau, esse tipo de técnica agrícola apresenta uma série de vantagens e não deve ser desmerecido. Além de não prejudicar o ambiente e preservar os recursos naturais, os agricultores terão uma produção alimentar saudável e de boa qualidade, utilizando apenas adubos naturais e energias renováveis (Jesus *et al.*, 2013).

Apesar dos efeitos negativos, e da tentativa dos agricultores em implantar agrotóxicos em suas plantações, a *W. auropunctata* quando em situação de equilíbrio ecológico, é considerada importante no ambiente. Alguns estudos apontam a importância na polinização das flores, agindo diretamente como polinizador ou interagindo com os polinizadores, contribuindo também na redução da incidência de alguns insetos fitófagos (Goitia *et al.*, 1992).

Em uma tentativa de reduzir a incidência da *W. auropunctata*, sugere-se adotar medidas ecológicas corretas, como por exemplo, a utilização de agentes de biocontrole em áreas onde estão presentes em grandes concentrações. Os seus benefícios são generalizados, permanentes e sem custo, após o agente se estabelecer no ambiente. (Wetterer & Porter, 2003).

As posições dos ninhos apresentaram um padrão divergente em cultivo convencional e orgânico. Foram observados que algumas variáveis ambientais influenciaram diretamente na posição dos ninhos da pequena formiga de fogo. Em cultivo convencional de cacau a posição dos ninhos eram determinadas principalmente pela temperatura do solo e pela cobertura vegetal. Já em cultivo orgânico alguns ninhos estavam posicionados de acordo com umidade do ar e a altura da árvore. Esta dependência na posição dos ninhos pode ser justificada relacionando-se essa informação com a influência de mudanças ambientais, como na temperatura e umidade do ar, que podem provocar a desidratação das formigas nos ninhos, sendo isso considerado como um fator fisiológico que pode explicar perdas na diversidade de espécies de formigas em cultivos de café e cacau (Kaspari & Weiser, 2000). Colaborando com essa ideia, Orivel *et al.* (2009) observaram diferenças significativas em populações de *W. auropunctata* associadas a fatores abióticos e bióticos. Diferenças significativas na temperatura e umidade em ambientes antropizados explicaram a distinção ecológica entre populações dessa espécie.

7. CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos foram possíveis responder as questões levantadas: (i) as populações de *Wasmannia auropunctata* são maiores em cultivo orgânico, com uma grande concentração de operárias e número de fragmentos, quando comparados as populações de cultivo convencional. (ii) A temperatura do solo e a cobertura vegetal determinaram a posição na maioria dos ninhos de cultivos convencionais. Por outro lado, as posições dos ninhos presentes em cultivos orgânicos eram influenciadas pela umidade do ar, a distância do ninho à base da árvore e a altura da árvore. (iii) Por fim, ninhos que apresentavam mais de um fragmento de um ninho, exibiam uma densidade populacional maior, principalmente o número de operarias.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. D., & NAKAYAMA, K. 1986. Pragas do cacauero e métodos de controle. Ilhéus, BA, Brasil, *CEPLAC/CEPEC*.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Agrotóxico, Herbicida e Pesticida.

Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2861541&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=agrotoxico-erbicida-e-pesticida&inheritRedirect=true. Acesso em 28 de setembro de 2018.

ALGER, K. & CALDAS, M. 1996. Cacau na Bahia: decadência e ameaça à Mata Atlântica. *Ciência Hoje*, vol 20, no. 117. p. 28 – 35.

ALONSO, L. E. 2000. Ants as indicators of diversity, p. 80 – 88. In: AGOSTI, D., ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. (eds.). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington: Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution Press. p. 280.

ANDERSEN, A. N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proc. Ecol. Soc. Aust.*, Winnellie, vol 16, p. 347-357.

ANTWEB. How many ants (Formicidae) are there?. Disponível em: <<https://www.antweb.org/>>. Acesso em 02 de março de 2017.

BACCARO, F. B., FEITOSA, R. M., FERNÁNDEZ, F., FERNANDES, I. O., IZOO, T. J., SOUZA, J. L., & SOLAR, R. 2015. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus: Editora INPA. p. 388.

BOTTCHER, C. 2010. “O Consumo de sementes e frutos carnosos por Formigas em Mata Atlântica: História Natural, Ecologia e Variação Espacial de uma Interação Proeminente”. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado em Ecologia. 132 p.

CACAU ORGÂNICO RIO. Cacau orgânico: um pouco da história. Disponível em: <http://cacauorganicorio.blogspot.com/2011/10/cacau-organico-um-pouco-da-historia.html>. Acesso em 28 de setembro de 2018.

CAFEICULTURA. Cerco aos agrotóxicos. Disponível em: <http://revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=25803&cerco-aos-agrotoxicos---anvisa-recomenda-proibicao-do-uso-de-endossulfam-e-acetato--presentes-em-varios-cultivos.html>. Acesso em 30 de setembro de 2018.

CHEN, J.S.C. & NONACS, P. 2000. Nestmate recognition and intraspecific aggression based on environmental cues in Argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 93, p. 1333-1337.

CLARK, D. B., GUAYASAMIN, C., PAZMINO, O., DONOSO, C., & DE VILLACIS, Y. P. 1982. The tramp ant *Wasmannia auropunctata*: autecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos. *Biotropica*, vol. 14, no. 3, p. 196-207.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DE LAVOURA CACAUEIRA. Cacau, História e Evolução. Disponível em: http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm. Acesso em 17 de setembro de 2018.

DELABIE, J. H. C. 1989. Avaliação preliminar de técnica alternativa de controle da formiga pixixica *Wasmannia auropunctata* em cacauais. *Agrotropica*, vol. 1, no. 1, p. 75-78.

DELABIE, J. H. C., & CAZORLA, I. M. 1991. Danos causados por *Planococcus citri* Risso (Homoptera, Pseudococcidae) na produção do cacauero. *Agrotropica*, vol. 3, no. 1, p. 53-57.

DELABIE, J. H., FEITOSA, R. M., SERRÃO, J. E., MARIANO, C. D. S. F., & MAJER, J. D. 2015. As formigas Poneromorfas do Brasil. *SciELO-Editus-Editora da UESC*, p. 477.

FOURNIER, D., ESTOUP, A., ORIVEL, J., FOUCAUD, J., JOURDAN, H., BRETON, J. & KELLER, L. 2005. Clonal reproduction by males and females in the little fire ant. *Nature*, vol. 435. p. 1230-1234.

FOWLER, H. G., DELABIE, J. H., & DE MEDEIROS, M. A. 1998. O mosaico de formigas nos cacauais bahianos: implicações para o manejo de pragas e conservação da Mata Atlântica. *Revista Bioikos*, vol. 12, no. 1, p. 63 – 68.

GOITIA, W., BOSQUE, C., & JAFFE, K. 1992. Interacción hormiga-polinizador en cacao. *Turrialba*, vol. 42, p. 178-178.

HÖLLDOBLER, B., & WILSON, E. O. 1990. *The ants*. Harvard University Press. 732 p.

HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., & OLIVEIRA JUNIOR, G. J. 2016. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and Science*, vol. 5, no. 1, p. 83-90.

INSTITUTO CABRUCO. História do Cacau. Disponível em: <<http://www.cabruca.org.br/historiaDoCacau.php>>. Acesso em 17 de setembro de 2018.

KASPARI, M., & WEISER, M. D. 2000. Ant activity along moisture gradients in a neotropical forest 1. *Biotropica*, vol. 32(4a), p. 703-711.

KUSNEZOV, N. 1952. El género *Wasmannia* en la Argentina (Hymenoptera, Formicidae). *Acta Zoologica Lilloana* vol. 10. p. 173-182.

LEAL, I. R. 2003. Dispersão de sementes por formigas na Caatinga. In: LEAL, I. R., M. TABARELLI., SILVA, J. M. C (eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. p. 804.

LOBÃO, D., PINHO, L., CARVALHO, D., & SETENTA, W. 1997. Cacau-Cabruca: um modelo sustentável de agricultura tropical. *Indícios Veementes*, vo. 13, p. 10-24.

LUBIN, Y. D. 1984. Changes in the native fauna of the Galapagos Islands following invasion by the little fire ant, *Wasmannia auropunctata*. *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 21, no. 1-2, p.229-242.

MAJER, J. DELABIE, J. H. C., SMITH, M. R. B. 1994. Arboreal ant community patterns in brazilian cocoa farms. *Biotropica*, Ohio, v. 26, no. 1, p. 73-83.

MARIANI, C. M., & HENKES, J. A. 2014. Agricultura Orgânica X Agricultura Convencional Soluções para Minimizar o Uso de Insumos Industrializados. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, vol. 3, no. 2, p.315-338.

MARINHO, C. G. S., ZANETTI, R., DELABIE, J. H. C., SCHLINDWEIN, M. N., RAMOS, L. S. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e Área de Cerrado de Minas Gerais. *Neotropical Entomology*, vol. 59, no. 2, p. 187 – 195.

MASSE, P. S. M., KENNE, M., MONY, R., DEJEAN, A., & TINDO, M. 2011. Initial behavior in colony fragments of an introduced population of the invasive ant *Wasmannia auropunctata*. *Comptes rendus biologies*, vol. 334, no. 7, p.572-576.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

NAKANO, M. A., MIRANDA, V. F. O., SOUZA, D. R. FEITOSA, R. M., MORINI, M. S. 2013. Occurrence and natural history of *Myrmelachista* Roger (Formicidae: Formicinae) in the Atlantic Forest of southeastern in Brazil. *Revista Chilena de Historia Natural*, vol.86, 169-179.

OLIVEIRA, C. S. Propriedades químicas e sensoriais de cacau de cultivo orgânico e convencional da região sul da Bahia. 2009. Salvador: Universidade Federal da Bahia. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos, 147 f.

ORIVEL, J., GRANGIER, J., FOUCAUS, J., LE BRETON, J., ANDRÉS, F. X., JOURDAN, H. 2009. Ecologically heterogeneous populations of the invasive ant *Wasmannia auropunctata* within its native and introduced ranges. *Ecological Entomology*, vol. 34, no. 4, p. 504-512.

PASSERA, L. 1994. Characteristics of tramp species. In: WILLIAMS, D. F. (Ed.). *Exotic ants: biology, impact and control of introduced species*. Colorado: Westview Press. p. 23-43.

PIASENTIN, F. B., & SAITO, C. H. 2014. Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, vol. 1, no. 1, p. 61-78.

PINTO, R. M., DE CAMPOS, D. H. S., TOMASI, L. C., CICOGNA, A. C., OKOSHI, K., & PADOVANI, C. R. 2015. Análise Multivariada na Seleção de Animais em Pesquisas Experimentais. *Arq Bras Cardiol*, vol. 104, no. 2, p. 97-103.

PHILPOTT, S.M.; ARMBRECHT, I. 2006. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. *Ecological Entomology*, London, vol. 31, p. 369-377.

RAMOS, L. S. 2001. Impacto de práticas silviculturais sobre a diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. Lavras: Universidade Federal de Lavras. Dissertação de Mestrado em Agronomia. 111p.

RENCHER, A. C. 2002. *Methods of multivariate analysis*. John Wiley & Sons. Vol. 492.

ROCHA, L. B. 2008. Manjar Divino na Terra dos Homens – *Theobroma cacao*. In: ROCHA, L. B. A região cacauera da Bahia-dos coronéis à vassoura-de-bruxa: saga, percepção, representação. Editus, Editora da UESC. p. 257.

ROEL, A. R. 2016. A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. Revista Internacional de Desenvolvimento Local, vol. 3, no.4, p. 57 – 62.

SODRÉ, G. A. 2007. A espécie *Theobroma cacao*: novas perspectivas para a multiplicação de cacauero. Revista Brasileira de Fruticultura, vol. 29, no. 2, p 0-0.

SOS MATA ATLÂNTICA. Floresta Atlântica. Disponível em: <
<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em 08 de abril de 2017.

SOMARRIBA, E., & BEER, J. 2011. Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry systems with timber or legume service shade trees. Agroforestry systems, vol. 81, no. 2, p. 109-121.

SOUZA, A. L. B., DELABIE, J. H. C., & FOWLER, H. G. 1998. *Wasmannia* spp. (Hym., Formicidae) and insect damages to cocoa in Brazilian farms. Journal of Applied Entomology, vol. 122, no. 1-5, p. 339-341.

SOUZA, A. L. B. 2007. Estudos genéticos e comportamentais em espécies de *Wasmannia* (Hymenoptera, Formicidae). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Tese de Doutorado em Entomologia, 61p.

SOUZA, N. J. 2005. Desenvolvimento Econômico. 5º ed. São Paulo: Atlas.

SPENCER, H. 1941. The small fire ant *Wasmannia* in citrus groves: a preliminary report. The Florida Entomologist, vol. 24, no: 1, p. 6-14.

SUGUITURU, S. S., SOUZA, D. R. D., MUNHAE, C. D. B., PACHECO, R., & MORINI, M. S. D. C. 2013. Diversidade e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em remanescentes de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP. Biota Neotropica, p. 141-152.

SUGUITURU, S. S., MORINI, M. S. C., FEITOSA, R. M., & SILVA, R. R. 2015. Formigas do Alto Tietê. *Bauru: Canal*, 6, 456.

TORRES, J. A. 1984. Diversity and distribution of ant communities in Puerto Rico. Biotropica vol. 16, no. 4, p. 296-303.

TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F. 2005. Borror and Delong's Introduction to the study of insects. Belmont: Thomson Brooks/Cole. p. 864.

ULLOA-CHACON, P., & CHERIX, D. 1988. Quelques aspects de la biologie de *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae). In: Union internationale pour l'étude des insectes sociaux. Section française. Colloque annuel, vol. 4, p. 177 – 184).

ULLOAN-CHACON & P., CHERIX. D. 1989. Etudes de quelques facteurs influençant la fécondité des reines de *Wasmannia auropunctata* R. (Hymenoptera, Formicidae). Actes des Colloques Insectes Sociaux., vol. 5. p. 121-129.

WARD, P. S., BRADY, S. G., FISHER, B. L., & SCHULTZ, T. R. 2015. The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology, vol. 40, no. 1, p. 61-81.

WETTERER, J. K., & PORTER, S. D. 2003. The little fire ant, *Wasmannia auropunctata*: distribution, impact, and control. Sociobiology, vol. 42, no. 1, p. 1-42.

WETTERER, J. K. 2013. Worldwide spread of the little fire ant, *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae). Terr. Arthropod Rev, vol. 6, p. 173–184.

WILLIAMS, D. F. 1994. Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species. Westview Press. P. 92 – 103.

WIRTH, R., BEYSCHLAG, W., RYEL, R. J., HÖLLDOBLER, B. 1997. Annual foraging of the leaf-cutting ant *Atta colombica* in a semideciduous rain forest in Panama. Journal of Tropical Ecology, vol. 13, no. 5, p. 741 – 757.