



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

DENSIDADE DE NINHOS E INTERAÇÕES AGONÍSTICAS DA
FORMIGA CORTADEIRA *ATTA SEXDENS* (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM REGIÃO DE CAATINGA NO SUDOESTE BAIANO,
BRASIL

IANÍ APARECIDA DE SOUZA CRUZ

ITAPETINGA - BA

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

DENSIDADE DE NINHOS E INTERAÇÕES AGONÍSTICAS DA FORMIGA
CORTADEIRA *ATTA SEXDENS* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM
REGIÃO DE CAATINGA NO SUDOESTE BAIANO, BRASIL

Autora: Ianí Aparecida de Souza Cruz
Orientador: Prof. Dr. Paulo Sávio Damásio da Silva
Co-orientadora: Dra. Claudia Bottcher

Dissertação apresentada, como parte das exigências para
obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto
Sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual
do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio
Ambiente e Desenvolvimento.

Itapetinga

Bahia

Fevereiro, 2015

577.27 Cruz, Ianí Aparecida de Souza.

C962d Densidade de ninhos e interações agonísticas da formiga cortadeira *Atta sexdens* (Hymenoptera: formicidae) em região de caatinga no Sudoeste baiano, Brasil. / Ianí Aparecida de Souza Cruz. - Itapetinga: UESB, 2015.
72f.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Paulo Sávio Damásio da Silva e co-orientação da Profª. D.Sc. Claudia Bottcher

1. Floresta Nacional - Ambiente perturbado. 2. Formiga cortadeira - Agressividade - Testes agonísticos. 3. Formiga saúva - Competição interespecífica. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. II. Silva, Paulo Sávio Damásio da. III. Bottcher, Claudia. IV. Título.

CDD (21): **577.27**

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Floresta Nacional - Ambiente perturbado
2. Formiga cortadeira - Agressividade - Testes agonísticos
3. Formiga saúva - Competição interespecífica

IANÍ APARECIDA DE SOUZA CRUZ

**DENSIDADE DE NINHOS E INTERAÇÕES AGONÍSTICAS DA FORMIGA
CORTADEIRA ATTA SEXDENS EM REGIÃO DE CAATINGA NO
SUDOESTE BAIANO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* de Itapetinga, BA. Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Aprovada em: 27/02/2015

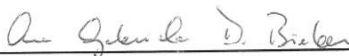
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo Sávio Damasio da Silva (Orientador/UESB)



Prof.ª Dr.ª Michele Martins Corrêa (UESB)



Prof.ª Dr.ª Ana Gabriela Delgado Bieber (UESB)

“Durante os poucos segundos necessários para leitura desta frase, nascerão na Terra 40 seres humanos e, sobretudo 700 milhões de formigas”.

Bernard Weber

AGRADECIMENTOS

Ao longo do período de dedicação frente às pesquisas de meu mestrado, muitas pessoas surgiram em minha vida e marcou de alguma maneira meu caminho. Algumas de suma importância que, infelizmente, não convivo mais diretamente e outras que permanecem me ajudando a subir degraus.

Agradeço primeiramente a Deus por me manter forte e confiante durante esse período.

Minha mãe, Ana Maria, meu pai, Osmundo Maia, e meus irmãos Luiz Carlos e Osana pelo apoio durante a minha formação pessoal e profissional.

Ao meu marido Landson Rios, por toda paciência e ajuda nos momentos que eu precisava e compreensão nos dias em que tive que me ausentar.

Aos meus colegas do mestrado, pelas risadas, conselhos e broncas, mas, sobretudo por todos os momentos agradáveis que passamos.

Paulo Sávio, meu orientador, por não desistir de mim, pelos seus inúmeros conselhos e pelas suas contribuições na minha formação como pesquisadora.

A Claudia Bottcher, pelo apoio diário nas leituras, escritas e nos dias difíceis no campo.

Breno Lopes, Gustavo Souza, Raphael Silva, Daniela Sena, Marília Botelho, Wally Ricardo, pelo auxílio em campo.

Ana Gabriela Bieber, pelo auxílio durante a execução do trabalho, clareando as dúvidas e sempre com boas sugestões.

Ao ICMBio e a UESB pelo apoio logístico e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação visa apresentar dados sobre o comportamento da formiga cortadeira, *Atta sexdens*, e explicar sua alta densidade de ninhos em uma área da caatinga nordestina.

A primeira parte compreende a introdução e fundamentação teórica, na qual apresentamos uma revisão bibliográfica sobre esse grupo de formigas, onde é possível encontrar informações sobre a ecologia geral das formigas cortadeiras, a importância ecológica, e também uma breve caracterização da caatinga, descrição do local de coleta e da espécie estudada.

A segunda parte da dissertação corresponde ao capítulo I que tem como título: “Caracterização da vegetação e da densidade de formigas cortadeiras, *Atta sexdens*, em uma área degradada de caatinga e na FLONA Contendas do Sincorá”. Neste capítulo iremos mostrar a preferência de habitat dessa espécie, considerando uma área conservada versus uma área degradada, e também fazer levantamento de densidade de ninhos em ambas as áreas.

Por fim, temos o capítulo II como a terceira e última parte do presente trabalho, sob o título de “Eu te conheço? Estudo sobre comportamento agonístico da formiga *Atta sexdens* Linnaeus 1758 (Hymenoptera: Formicidae), em uma área degradada de caatinga, Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil”. Neste capítulo, testamos o comportamento agonístico entre formigas de uma área com elevada densidade de colônias no sudoeste da Bahia, por meio de testes de agressividade. Para isso, testamos (1) indivíduos de mesmas colônias, (2) de colônias diferentes, mas da mesma área e (3) de colônias de áreas distantes.

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO.....	01
REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
Formigas Cortadeiras - Aspectos gerais.....	04
Importância ecológica.....	05
<i>Atta sexdens</i>	08
Área de estudo	08
Caatinga.....	10
Referencias bibliográficas.....	11

CAPÍTULO I

Caracterização da Vegetação e da Densidade de Formigas Cortadeira, <i>Atta Sexdens</i> Linnaeus, (Hymenoptera: Formicidae), em uma Área Degradada de Caatinga e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil.....	17
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados.....	22
Discussão.....	26
Referências bibliográficas.....	29

CAPÍTULO II

Eu te conheço? Estudo sobre comportamento agonístico da formiga <i>Atta sexdens</i> Linnaeus 1758 (Hymenoptera: Formicidae), em uma área degradada de caatinga, Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil.....	33
Introdução.....	35
Material e Métodos	37
Resultados.....	39
Discussão.....	39
Referências bibliográficas.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Aspecto da área degradada onde foi realizado o trabalho, município de Contendas do Sincorá, BA. Foto tirada pela autora, no mês de agosto de 2014.....	09
Figura 2: Aspecto da vegetação da Floresta Nacional (FLONA) Contendas do Sincorá, área conservada onde foi realizado o trabalho, município de Contendas do Sincorá, BA. Foto tirada pela autora, no mês de agosto de 2014.....	10
CAPÍTULO I	
Figura 1: (A) localização da FLONA Contendas do Sincorá, Bahia. (B) esquema da área percorrida e a distribuição dos ninhos encontrados na área degradada.....	22
Figura 2: Densidade média de plantas por m ² nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.....	23
Figura 3: Densidade média de plantas por m ² nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá por categoria de DAP (0-10; 10,1-20; 20,1-30 e >30,1 cm) no município de Contendas do Sincorá, Bahia.....	24
Figura 4: Diâmetro do caule na altura do peito (DAP) médio (cm) das plantas nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.....	24
Figura 5: Diâmetro do caule na altura do solo (DAS) médio (cm) das plantas nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.....	25

Figura 6: Altura média (m) das plantas nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.....	25
--	----

CAPÍTULO II

Figura 1: Resultado de testes de agressividade, realizado entre colônias da área degradada, estrada e grupo controle (D= área degradada; E = estrada; C = Controle), com soldados de <i>Atta sexdens</i> , coletadas nos municípios de Contendas do Sincorá e Itapetinga, Sudoeste da Bahia.....	39
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

DAP – Diâmetro na altura do peito

DAS – Diâmetro na altura do solo

FLONA – Floresta Nacional

Ha – Hectares

RESUMO

As Formigas cortadeiras são de grande importância para o estudo e compreensão dos impactos causados por insetos em ambientes antropizados, pois estas formigas são adaptadas a tais ambientes e apresentam preferências alimentares por plantas encontradas em florestas fragmentadas. Assim, o presente estudo apresenta dois objetivos. O primeiro foi buscar fatores que expliquem a diferença na densidade de colônias de *Atta sexdens* em duas áreas de caatinga, uma não perturbada (Floresta Nacional de Contendas do Sincorá-FLONA) e a outra em avançado processo de degradação. Nessa etapa, foi levantada a densidade de ninhos de *A. sexdens* em cada área, também foi realizada uma caracterização da vegetação por meio de levantamento quantitativo da estrutura, utilizando critérios como o número de indivíduos, a altura, o diâmetro ao nível do peito (DAP) e o diâmetro ao nível do solo (DAS) em ambas as áreas. A área degradada apresentou uma elevada densidade de ninhos de *A. sexdens* e uma menor densidade de plantas, diferente do que foi encontrado na FLONA, onde, apesar de apresentar maior densidade de plantas, nenhum ninho de dessa espécie foi encontrado. O segundo objetivo deste trabalho foi verificar se há algum nível de agressividade entre colônias de *A. sexdens* em uma área com elevada densidade de ninhos, e se a agressividade aumenta com a distância entre os ninhos, que deveria refletir um menor grau de parentesco entre colônias. Assim foram coletadas 15 formigas de diferentes colônias: da área degradada com elevada densidade, da estrada que atravessa essa área e de colônias distantes, cerca de 250 km. Fez-se o teste de agressividade confrontando todas as colônias entre si, onde duas formigas foram dispostas em uma arena e observadas durante 10 minutos. Foi observado comportamento agressivo entre formigas apenas quando foram confrontadas colônias da área degradada com elevada densidade com colônias distantes (a 250 km), demonstrando uma baixa competição intraespecífica, levando a acreditar em um maior grau de parentesco entre as colônias da área degradada.

Palavras-chave: Floresta Nacional, Ambiente perturbado, Agressividade, Competição intraespecífica, Testes agonísticos.

ABSTRACT

The leaf-cutting ants are of great importance for the study and understanding of the impacts of insects in anthropogenic environments, because these ants are adapted to such environments and have food preferences for plants found in fragmented forests. Thus, the present study has two objectives. The first objective was search for factors that explain the difference in colonies density of *Atta sexdens* in two areas of Caatinga, a non-disturbed area (National Forest of Contendas do Sincorá-FLONA) and the other area in advanced process of degradation. At this part, the density of *A. sexdens* nests were studied in each area, was also performed a characterization of the vegetation through of quantitative assessment of the structure, using criteria such as the number of individuals, the height, the Diameter at breast height (DAP) and Diameter at ground level (DAS) in both areas. The degraded area showed a high density of *A. sexdens* nests and a lower density of plants, different from what was found in the National Forest, where, despite a higher plant density, no ants nest was found. The second objective of this study was to check for any level of aggression between colonies in the area with a high density of nests, and if the aggressiveness increases with the distance between the nests, which should reflect a lower degree of relatedness between colonies. Thus 15 ants from different colonies were collected of the degraded area with a high density, the road that runs through this area and of distant colonies, about 250 km. Aggression tests was made by comparing the colonies each other, where two ants were placed in an arena and observed for 10 minutes. Aggressive behavior was observed among ants only when confronted degraded area with a high density of colonies were confronted with distant colonies (250 km), demonstrating a low intraespecífica competition, and leading to believe in a certain degree of relatedness among the colonies of the degraded areas.

Keywords: National forest, Disturbed environment, Aggressiveness, Intraspecific competition, Agonistic testing.

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras, pertencentes aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, (tribo Attini, subfamília Myrmicinae) são consideradas um instrumento importante para a compreensão dos impactos gerados por espécies que proliferam em paisagens humanas modificadas (Wirth *et al.* 2007, Meyer *et al.* 2009, Bolton 2011). Essas formigas partilham um conjunto distinto de características morfológicas e metabólicas que aliado ao hábito de corte de folhas frescas para cultivar o fungo simbiote, sua principal fonte de alimento, as tornam importantes pragas agrícolas, pois são capazes de coletar grandes quantidades de biomassa vegetal (Leal *et al.* 2014).

Formigas cortadeiras podem influenciar bastante na demografia de diferentes espécies de plantas de uma dada área, pois são altamente seletivas (Vasconcelos & Cherrett 1995, Farji-Brener 2001, Wirth *et al.* 2008). Essa seleção de plantas é um processo bastante complexo, influenciado tanto pelas características das plantas, como por fatores ambientais e pela história individual de forrageamento das diferentes espécies de formigas presentes na área estudada (Vasconcelos *et al.* 2006, Leal *et al.* 2014,). Além disso, a construção do ninho e o armazenamento de material vegetal afetam as propriedades físico-químicas do solo (Meyer *et al.* 2011), e conseqüentemente o recrutamento e desenvolvimento de plântulas (Corrêa *et al.* 2010, Leal *et al.* 2012, Meyer *et al.* 2013).

MEYER *et al.* (2009) destacam que uma alta densidade de formigas cortadeiras é encontrada em áreas com uma maior disponibilidade de espécies arbóreas pioneiras, que são consideradas a fonte de alimento preferido desse grupo de formigas. Assim, a disponibilidade de plantas pioneiras é um fator importante na manutenção e aumento da densidade de ninhos de formigas cortadeiras tanto em florestas secundárias como também em florestas primárias (Farji-Brener 2001). No entanto, mesmo apresentando essa seletividade, formigas cortadeiras são capazes de sobreviver em habitats completamente desmatados, apesar da baixa disponibilidade de recursos, e ainda aumentar sua própria distribuição (Van Gils 2012).

A alta abundância de colônias de formigas cortadeiras encontrada em florestas degradadas, deve ser entendida como resultado de várias ações conectadas. A alta densidade se deve não só pela disponibilidade de recursos palatáveis, como também pela preferência das rainhas em nidificar em estradas, ou em áreas com menor concentração de serapilheira, como clareiras florestais ou áreas perturbadas, caracterizadas geralmente pela presença de pequenas plantas herbáceas, que serão principal recurso para a colônia jovem (Farji-Brener 2001, Vasconcelos *et al.* 2006).

Por apresentar altas densidades de colônias em paisagens perturbadas, essas formigas são capazes de gerar um sistema de trilhas altamente flexível e aperfeiçoado, que se ajusta espacialmente buscando um forrageamento ótimo, resultando numa relação de sucesso entre hiperabundância de ninhos e áreas degradadas (Wirth *et al.* 2007, Meyer *et al.* 2009, Silva *et al.* 2013).

Essas formigas apresentam um aprimorado mecanismo de comunicação, sendo suas glândulas mandibulares importantes fontes de compostos orgânicos voláteis, por exemplo, acetonas e álcoois, usados por elas em comportamentos de alerta e ataque (Hölldobler & Wilson 1990). Existem ainda sinais químicos presentes na cutícula, que são usados para reconhecimento de companheiros intracoloniais, servindo de base de comparação com os compostos cuticulares de indivíduos de outras colônias, e assim, desperta entre os indivíduos um estado de alerta resultando geralmente em interações agonísticas entre indivíduos de colônias diferentes (D'ettorre & Lenoir 2010).

Assim, o desenvolvimento de estudos direcionados a entender os fatores que explicam a presença de um elevado número de ninhos de formigas cortadeiras em uma área degradada é fundamental para a conservação e reestruturação desse ambiente uma vez que formigas cortadeiras podem adiar o processo de regeneração florestal por colher anualmente cerca de 12-17% da produção de folhas de uma floresta (Cherrett 1986, Rao *et al.* 2001). Além disso, faz-se necessário um correto manejo destes insetos, uma vez que eles são considerados espécies-chave em ambientes perturbados (Wirth *et al.* 2003, Corrêa *et al.* 2010, Meyer *et al.* 2011).

Nesse trabalho tivemos como objetivo, verificar o padrão de distribuição de ninhos de *Atta sexdens* em duas áreas de caatinga no sudoeste da Bahia, uma área de caatinga conservada, localizada dentro da Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA) e uma

área degradada localizada na zona de amortecimento da FLONA. bem como fazer a caracterização da cobertura vegetal em ambas as áreas, para verificar se existia diferenciação na estrutura vegetal entre as áreas de estudo.

Também investigamos a ocorrência de interações agonísticas entre os ninhos dessa formigas encontrados na área degradada por meio de testes de agressividade entre colônias de diferentes distâncias entre si. Os testes foram realizados para tentar entender se formigas de colônias mais próximas são menos agressivas entre si, aumentando a possibilidade de encontrar elevada densidade de ninhos nessa área.

REFERENCIAL TEÓRICO

Formigas Cortadeiras - Aspectos gerais

As formigas conhecidas como cortadeiras (Hymenoptera, Formicidae, Attini) são distribuídas em dois gêneros, *Acromyrmex* (quenquéns) e *Atta* (saúvas), ambas pertencentes à tribo Attini, subfamília Myrmicinae. Esse grupo apresenta 16 gêneros e mais de 254 espécies e possuem ocorrência limitada as Américas (Bolton 2011, Della Lucia *et al* 2014).

Essas formigas coletam material vegetal fresco para cultivar um fungo simbiote em câmaras subterrâneas dos ninhos, uma fonte de alimentos rica em proteínas usada principalmente para alimentação das larvas (Hölldobler & Wilson 2011). As formigas cortadeiras são capazes de usar uma ampla variedade de espécies de plantas, sendo considerados importantes herbívoros, podendo fazer corte de até 50% das espécies disponíveis nas proximidades de suas colônias (Wirth *et al* 2003). Costa *et al* (2008) observaram que as formigas cortadeiras podem consumir cerca de 15% da área foliar no cerrado e o dano em áreas cultivadas pode ser na mesma proporção. Por esse motivo, tais formigas são consideradas espécies chaves devido a suas habilidades como herbívoros, especialmente em florestas tropicais, pois atacam intensamente as plantas em qualquer estágio de seu desenvolvimento causando efeitos perceptíveis não só nas populações de plantas, como também no ecossistema como um todo (Wirth *et al* 2003, Corrêa *et al* 2010, Meyer *et al* 2011).

Ninhos de saúvas são de fácil identificação, pois forma na superfície um grande amontoado de terra solta, acumulada durante a construção e manutenção das câmaras e túneis, conhecidos como murundus (Wirth *et al* 2003). No entanto, o murundu é apenas terra que foi descartada durante a manutenção do ninho, a maior parte da estrutura do ninho se encontra abaixo da superfície do solo, podendo abrigar populações com cerca de um milhão de indivíduos (Hölldobler & Wilson 1990, Wirth *et al* 2003, Hölldobler & Wilson 2011). Em sua superfície externa há a presença de aberturas designadas olheiros que são utilizados para a circulação de formigas operárias que saem do ninho para forragear, proteger, retirar terra das

escavações e também descarte de resíduos (por exemplo, cortes de plantas e fungos inutilizados, formigas mortas). A partir dos olheiros partem as trilhas de forrageamento utilizadas para o corte das folhas e posterior localização do ninho em meio à vegetação (Zanette 2008). Essas trilhas são marcadas pelas formigas com feromônios guiando-as ao longo de toda sua extensão até a planta focal, onde elas removem material vegetal (Holldobler & Wilson 1990).

Os feromônios de reconhecimento, não são usados somente para identificação de trilhas, mas sim para criar uma estabilidade nas colônias, pois servem como um processo de comunicação aperfeiçoado (D'ettore & Lenoir 2010). Além disso, alguns compostos cuticulares permitem o reconhecimento entre indivíduos de uma mesma colônia evitando que as formigas não companheiras entrem na colônia. Assim, com base nos compostos percebidos elas tomam a decisão se devem ou não atacar (D'ettore & Lenoir 2010). Os hidrocarbonetos cuticulares são os principais sinais utilizados em reconhecimento em formigas e em diversos outros insetos sociais. Esses compostos servem tanto para reconhecimento entre colônias, como também desempenham um papel importante em processos de reconhecimento dentro de colônia, tais como a fertilidade da rainha (Greene & Gordon 2003, Holman *et al* 2010).

Para Plowes *et al* (2014) as colônias empregam mecanismos comportamentais para diminuir o número de interações agonísticas com os vizinhos, reduzindo gastos com conflitos e aumentando assim a capacidade de corte de folhas da colônia. Assim, as operárias aprendem a escolher uma direção particular para sua trilha de forrageamento onde não ocorra sobreposição com a da colônia vizinha, aumentando o sucesso de alimentação e permitindo que as colônias evitem a direção do encontro agressivo mais recente.

Importância ecológica

As formigas cortadeiras são consideradas espécies-chave e engenheiras de ecossistema uma vez que sua atividade de forrageamento afeta desde pequenas populações de plantas até o ecossistema como um todo. Entretanto, o valor da engenharia de um organismo é inteiramente dependente de sua abundância e do ambiente em que este organismo se encontra (Wirth *et al* 2003, Corrêa *et al* 2010, Meyer *et al* 2011). Essa prática de herbivoria das formigas cortadeiras, removendo a folhagem da vegetação, pode acarretar em mudanças significativas na riqueza, composição e estrutura da flora local (Corrêa *et al* 2010). Em áreas próximas ao

ninho a remoção de folhagem é normalmente ampla podendo danificar o desenvolvimento da vegetação nessa área (Corrêa *et al* 2010).

Silva *et al* (2009) demonstraram que a densidade e ninhos de formigas cortadeiras diminuem com a idade da floresta secundária, ou seja, florestas em estágios iniciais de sucessão apresentam maior densidade de ninhos. Os enormes ninhos dessas formigas podem também facilmente alterar características do solo, como por exemplo aumentar a fertilidade e concentração de nutrientes disponíveis para a planta, modificar regimes de luz que por sua vez podem influenciar na estrutura da floresta, em toda sua composição e dinâmica, mesmo após 15 anos da morte da colônia ou abandono do ninho (Farji-Brener 2001, Moutinho *et al* 2003, Corrêa *et al* 2010, Bieber *et al* 2011, Leal *et al* 2014).

Elevadas densidades de colônias de formigas cortadeiras encontradas em ambientes modificados também podem ser explicados pela preferência que as rainhas têm em relação a nidificação depois do voo nupcial (Farji-Brener 2001, Wirth *et al* 2007, Meyer *et al* 2009). Rainhas de formigas cortadeiras preferem iniciar seus ninhos em lugares abertos como clareiras, áreas perturbadas ou estradas (Vasconcelos 1990, Farji-Brener 2001, Vasconcelos *et al* 2006). Tal preferência por áreas abertas responde as necessidades imediatas da rainha, como por exemplo a temperatura do solo, espécies palatáveis disponíveis, mas também por elas serem atraídas por locais em que exista mais luz incidente (Farji-Brener 2001, Vasconcelos *et al* 2006).

As formigas cortadeiras são seletivas preferindo folhas de plantas mais palatáveis, como plantas pioneiras, ou seja, aquelas que primeiro aparecem em um processo sucessional (Farji-Brener 2001, Wirth *et al*. 2003). Assim, a presença dessas espécies em florestas fragmentadas, bordas e em florestas em estágios iniciais de sucessão aliada a suas estratégias de forrageamento, provoca uma hiperproliferação destas formigas em ambientes modificados (Vasconcelos & Cherrett, 1995, Wirth *et al*. 2007, Meyer *et al*. 2009, Silva *et al*. 2009, Silva *et al*. 2013).

A densidade de colônias destas formigas e o tamanho das suas trilhas de forrageamento são assim influenciados pela disponibilidade de espécies de plantas intolerantes à sombra (Wirth *et al* 2003, 2007). A densidade de ninhos ativos e inativos (ou abandonados), bem como a área de forrageamento, muda drasticamente com a idade dos fragmentos florestais (Silva *et al* 2009). Na busca por um forrageamento ótimo, as formigas cortadeiras

estabelecem estratégias baseadas em sistemas de trilhas, associado principalmente à abundância de espécies pioneiras disponíveis. Assim, quanto mais pioneiras uma área possui, mais ramificadas e complexas serão as trilhas (Silva *et al* 2009, 2012 e 2013).

Um impacto ocasionado pela herbivoria das formigas cortadeiras é a abertura de dossel e de clareiras, devido ao intenso corte na vegetação ao redor do ninho (Wirth *et al* 2003). Esse processo acarreta em um aumento na quantidade de luz que penetra a floresta afetando, por conseguinte, a temperatura e a umidade do solo, e conseqüentemente o microclima local (Meyer *et al* 2011). Essas alterações causadas na floresta podem ocasionar não só na abertura de clareiras pequenas e médias nos locais de nidificação, mas também grandes lacunas, eliminando o dossel, causando modificações na composição de espécies e conseqüentemente na estrutura das comunidades vegetais (Corrêa *et al* 2010).

A modificação da estrutura e da composição da comunidade vegetal ocasionada pelas formigas cortadeiras durante a atividade de forrageamento depende do tipo de floresta na qual elas são encontradas. Em florestas maduras e não fragmentadas, essas formigas desenvolvem um papel positivo na comunidade vegetal pois dão origem a uma maior heterogeneidade no ambiente, possibilitando que espécies com estratégias diferentes de regeneração coexistam (Wirth *et al* 2003). Assim, em florestas primárias, as formigas influenciam os processos dentro das comunidades, auxiliando na manutenção da diversidade (Wirth *et al* 2003). Já em florestas secundárias, a existência de elevadas densidades de colônias, associada especialmente à predominância de plantas intolerantes à sombra (i.e., plantas pioneiras), e a diminuição ou ausência de inimigos naturais faz com que as formigas cortadeiras promovam um efeito negativo tanto na composição florística, como na regeneração da floresta, uma vez que reduz a diversidade de plantas devido à alta atividade ou pressão de herbivoria (Silva *et al* 2009, Leal *et al* 2014). Florestas secundárias com menos de 25 anos de regeneração, podem ser quase que totalmente dominadas por formigas cortadeiras e, provavelmente, apresentam uma composição florística associada direta e indiretamente à atividade destas formigas (Silva *et al* 2009). A maior disponibilidade de plantas palatáveis em florestas secundárias, perturbadas e/ou fragmentadas favorece o desenvolvimento de colônias de formigas cortadeiras, acarretando elevação da densidade de ninho, enquanto as densidades de ninhos são reduzidas em florestas maduras (Vasconcelos & Cherrett 1995, Farji-Brener 2001, Wirth *et al* 2003, Wirth *et al* 2007, Meyer *et al* 2009).

Atta sexdens

Atta sexdens Linnaeus, 1758, é uma espécie oportunista e generalista de formiga cortadeira, que se beneficia com distúrbios ambientais provocados por seres humanos, sendo encontradas especialmente em fragmentos florestais e bordas de mata, mas também podem ser encontradas em áreas de florestas conservadas (Vasconcelos *et al* 2006, Wirth *et al* 2007).

O forrageamento da *Atta sexdens* ocorre predominantemente no período noturno, mas já foram observados casos em que essa espécie de saúva apresentou atividade forrageadora também durante o dia, em períodos curtos, porém de forma bastante intensa (Tonhasca & Bragança 2000).

Atta sexdens é encontrada em uma grande variedade de habitats neotropicais devido a sua capacidade de se adaptar e aumentar sua distribuição em ampla gama de condições ambientais, sendo capazes de colonizar uma maior variedade de tipos de florestas, bordas e estradas, além de conseguirem sobreviver em áreas completamente desmatadas (Vasconcelos 1990, Vasconcelos & Cherrett 1995, Fowles *et al* 1996, Vasconcelos *et al* 2006, Van Gils *et al* 2011). Essas formigas ainda são favorecidas quando se encontram em ambiente onde exista a redução da cobertura de dossel causada, na maioria das vezes, por perturbações antrópicas (Vasconcelos, 1990, Corrêa *et al* 2005, Wirth *et al* 2007).

O fato de se tratar de uma espécie generalista e oportunista, que utiliza diversos tipos de recursos para abastecer a colônia (folhas novas ou maduras, sementes, flores, brotos), permitiu que esta espécie se adaptasse a um número maior de habitats (Vasconcelos 1990). Grande parte dos estudos realizados com *Atta sexdens* foi desenvolvida em florestas úmidas (Costa *et al* 2007). Aqui no Brasil, no entanto, temos estudos na Mata Atlântica (Silva *et al* 2009, Silva *et al* 2012) e no Cerrado (Costa *et al* 2008) e, apesar dessa espécie ser encontrada também na caatinga (Leal *et al* 2003) não há estudos encontrados nesse bioma.

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em duas áreas do Sudoeste Baiano. Uma das áreas fica próxima à área de amortecimento da Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA), na Fazenda Lagoa das Covas (13°54'S, 41°07'W), localizada no município de Contendas do Sincorá, sudoeste da Bahia (Figura 1). A área é caracterizada por uma formação tipo capoeira, com várias áreas abertas de caatinga em diferentes idades de regeneração. O clima da região é

semiárido, com precipitação média de 596 mm e período chuvoso de novembro a abril, temperatura média anual de 23°C, e umidade variando de 20% a 40% (Brasil 2006). A vegetação da região é típica de caatinga arbustiva, decidual e xerófila, sua vegetação composta por alta densidade de arbustos e herbáceas e poucas árvores lenhosas (Brasil 2006).



Figura 1: Aspecto da área degradada onde foi realizado o trabalho, município de Contendas do Sincorá, BA. Foto tirada pela autora, no mês de agosto de 2014.

A outra área trabalhada foi dentro da própria Unidade de Conservação, FLONA Contendas do Sincorá, onde há predominância de caatinga arbórea com presença de espécies da mata seca e cerrado, demonstrando ser uma região de transição entre os biomas de Caatinga e Cerrado (Figura 2). De acordo com o levantamento florístico realizado na área, as famílias mais frequentes são Fabaceae e Euforbiaceae (Lima e Lima, 1998).



Figura 2: Aspecto da vegetação da Floresta Nacional (FLONA) Contendas do Sincorá, área conservada onde foi realizado o trabalho, no município de Contendas do Sincorá, BA. Foto tirada pela autora no mês de agosto de 2014.

Caatinga

A Caatinga é o único ecossistema exclusivamente brasileiro, ocupando uma área de aproximadamente 800.000 Km², incluindo os estados de Ceará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia e um trecho em Minas Gerais, envolvendo assim, cerca de 10% do território do país (Leal *et al.* 2003, Prado 2003,). Seu nome tem origem no tupi-guarani que significa mata branca, pois uma das características dessa mata é apresentar aspecto seco e com coloração clara durante a maior parte do ano, quando a vegetação perde suas folhas e fica com esse aspecto (Leal *et al.* 2003).

A Caatinga, por longo tempo, foi considerada, como uma região pobre em espécies e endemismos, mas estudos mais recentes demonstram que isso não é verdadeiro (Castelletti *et al.* 2003). Embora pouco conhecida, a Caatinga possui diversidade extraordinária e uma riqueza de espécies considerável (Alves *et al.* 2009). Além disso, considerando as condições adversas de clima e solo que a caatinga apresenta, ela pode ser considerada a mais diversa quando comparada a qualquer outro bioma semiárido do mundo (Silva *et al.* 2003).

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo as normas da Revista escolhida, respectivamente, Neotropical Entomology e Journal of Tropical Ecology.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves JJA, Araújo MA, Nascimento SS (2009) Degradação Da Caatinga: Uma Investigação Eco Geográfica. Revista Caatinga. 22 (3): 126-135.

Bolton B (2011) Bolton World Catálogo. Disponível Em: www.Antweb.Org. Acesso Em 03 De Janeiro 2015.

Brasil, 2006. Brasil.(2006) Plano De Brasil. 2006. Manejo Floresta Nacional Contendas Do Sincorá Volume I: Informações Gerais Sobre A Floresta Nacional. Brasília, Ministério Do Meio Ambiente, Ibama.

Castelletti CHM, Santos AMM, Tabarelli M, Silva JMC (2003) Quanto Ainda Resta Da Caatinga? Uma Estimativa Preliminar. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (Ed). Ecologia E Conservação Da Caatinga. Recife: Ed. Universitária Da UFPE.

Cherrett JM (1986) History of leaf-cutting ant problem. In: Lofgren CS, Vander Meer RK (eds.). Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management, pp. 10–17. Boulder. Westview Press.

Corrêa MM, Bieber AGD, Wirth R, Leal IR (2005) Occurrence of *Atta cephalotes* (Linnaeus) (Hymenoptera: Formicidae) in Alagoas, Northeast Brazil. Neotropical Entomology (Impresso), Vacaria - RS, v. 34, n.4, p. 695-698.

Corrêa MM, Silva PSD, Wirth R, Tabarelli M, Leal IR (2010) How Leaf-Cutting Ants Impact Forests: Drastic Nest Effects On Light Environment And Plant Assemblages. Oecologia, 162:103–115.

Costa AN (2007) Padrões De Forrageamento E Biomassa Vegetal Consumida Por *Atta Laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) Em Uma Área De Cerrado Brasileiro. Dissertação (Mestrado Em Ecologia E Conservação Dos Recursos Naturais). Universidade Federal De Uberlândia. Uberlândia.

Costa AN, Vasconcelos HL, Vieira-Neto EHM, Bruna EM (2008) Do herbivores Exert Top-Down Effects In Neotropical Savannas? Estimates Of Biomass consumption By Leaf-Cutter Ants. *Journal Of Vegetation Science*. 19: 849-854.

Della Lucia TM, Gandra LC, Guedes RN (2014) Managing Leaf-Cutting Ants: Peculiarities, Trends And Challenges. *Pest. Manag Sci*, 70: 14–23.

D'Ettorre PL (2010) Nestmate recognition. In: Lech L, Par CL, Abit KL, *Ant Ecology* . Oxford: Oxford University Press.

Farji-Brener AG (2001) Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. *Oikos* 92: 169–177.

Fowler HG, Delabie JHC, Schindwein MN (1996) The endemic Brazilian leaf-cutting ants, *Atta silvai* and *Atta robusta* (Hymenoptera: Formicidae): Population status. *Rev Brasileira Entomol*. 40: 111-112.

Greene MJ, Gordon DM, (2003) Social Insects: Cuticular Hydrocarbons Inform Task Decisions. *Nature* 423, 32.

Hölldobler B, Wilson EO (2011) *The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct*. W.W. Norton & Company, London, UK.

Hölldobler B, Wilson EO (1990) *The ants* Belknap Press Of Harvard University, Cambridge, Ma.

Holman L, Jorgensen CG, Nielsen J, D'Ettorre P, (2010) Identification Of An Ant Queen Pheromone Regulating Worker Sterility. *Proc. R. Soc. B* 277, 3793–3800.

Leal IR, W Rainer, Tabarelli M (2012) Formigas cortadeiras e a Ambiguidade de suas relações com plantas. In: Del-Claro K, Torezan-Silingardi HM (Eds.), pp. 215–239. Technical Books Editora, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Leal IR, Wirth R, Tabarelli M (2014) The Multiple Impacts Of Leaf-Cutting Ants And Their Novel Ecological Role In Human-Modified Neotropical Forests. *Biotropica*, 46: 516–528.

Leal IR; Tabarelli M, Da Silva JMC (2003) *Ecologia E Conservação Da Caatinga*. Editora Universitária Ufpe,.

Lima PCF, Lima, JLS (1998) Composição Florística E Fitossociologia De Uma Área De Caatinga Em Contendas Do Sincorá, Bahia, Microrregião Homogênea Da Chapada Diamantina. *Acta Botânica Brasílica*. 12 (3): 441-450.

Meyer ST, Leal IR, Wirth R (2009) Persisting Hyper-abundance of Leaf-cutting Ants (*Atta* spp.) at the Edge of an Old Atlantic Forest Fragment. *Biotropica*, 41: 711–716.

Meyer ST, Leal IR, Tabarelli M, Wirth R (2011) Ecosystem Engineering By Leaf-Cutting Ants: Nests Of *Atta Cephalotes* Drastically Alter Forest Structure And Microclimate. *Ecological Entomology*, 36: 14–24.

Meyer ST, Neubauer M, Sayer EJ, Leal IR, Tabarelli M, Wirth R(2013) Leaf-cutting ants as ecosystem engineers: topsoil and litter perturbations around *Atta cephalotes* nests reduce nutrient availability. *Ecol. Entomol.* 38: 497–504.

Moutinho PR, Nepstad DC, Davdson EA (2003) Influence of Leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. *Ecology* 84: 1265–1276.

Plowes N, Ramsch K, Middendorf M, Hölldobler B (2014) An Empirically Based Simulation Of Group Foraging In The Harvesting Ant, *Messor Pergandei*. *J Theor Biol* 340:186–198.

Prado DE (2003) *As Caatingas Da América Do Sul*. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (2003) *Ecologia E Conservação Da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária Da Ufpe.

Rao M, Terborgh J, Nunez P (2001) Increased herbivory in forest isolates: implications for plant community structure and composition. *Conserv. Biol.* 15: 624–633.

Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT(2003) Áreas E Ações Prioritárias Para Conservação Da Biodiversidade Na Caatinga. *Biodiversidade Da Caatinga: Áreas E Ações Prioritárias Para A Conservação*. Brasília, Df: Ministério Do Meio Ambiente: Universidade Federal De Pernambuco,.

Silva PSD, Bieber AGD, Leal IR, Wirth R, Tabarelli M(2009) Decreasing Abundance Of Leaf-Cutting Ants Across A Chrono sequence Of Advancing Atlantic Forest Regeneration. *Journal of Tropical Ecology* 25: 223-227.

Silva PSD, Bieber AGD, Knoch TA, Tabarelli M, Leal IR, Wirth R (2013) Foraging in highly dynamic environments: leaf-cutting ants adjust foraging trail networks to pioneer plant availability. *Entomol. Exp. App.* 147: 110–119.

Silva PSD, Leal IR, Wirth R, Melo PFL, Tabarelli M(2012) Leaf-cutting ants alter seedling assemblages across second-growth stands of Brazilian Atlantic forest. *J. Trop. Ecol.* 28: 361–368.

Silva PSD, Bieber AGD, Corrêa MM, Leal IR (2011) Do Leaf-litter Attributes Affect the Richness of Leaf-litter Ants? *Neotropical Entomology* , 45: 542-547.

Tonhasca A, Bragança MAL,(2000) Forager Size Of The Leaf-Cutting Ant *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) In A Mature Eucalyptus Forest In Brazil. *Revista De Biologia Tropical*, V. 48, N. 4, San José Dic.

Van Gils HAJ. (2012) *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) nests are Located under higher canopy cover in Colombian Amazon rainforests. *Rev Colomb Entomol* 38: 114–117.

Van Gils HAJ, Gomez LE, Gaigl A (2011) *Atta sexdens* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) demography in the Colombian Amazon: an evaluation of the Palatable Forage Hypothesis. *Environ. Entomol.* 40: 770–776.

Vasconcelos HL (1990) Foraging Activity Of Two Species Of Leafcutting Ants (*Atta*) In A Primary Forest Of The Central Amazon. *Insectes Sociaux* 37:131–146.

Vasconcelos HL, Cherrett JM (1995) Changes in leaf-cutting ant populations (Formicidae, Attini) after the clearing of mature forest in Brazilian Amazonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 107–113.

Vasconcelos HL, Vieira-Neto EHM, Mundim FM, Bruna EM (2006) Roads Alter The Colonization Dynamics Of A Keystone Herbivore In Neotropical Savannas. *Biotropica*, 38: 661–665.

Wirth R, Leal I R, Tabarelli M (2008) Plant-herbivore interactions At the forest edge. *Progr. Bot.* 69: 423–448.

Wirth R, Beyschlag W, Ryel RJ, Herz H, Holldobler B,(2003) The Herbivory Of Leaf-Cutting Ants. A Case Study On *Atta Colombica* In The Tropical Rainforest Of Panama. Accepted By *Ecological Studies*, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, P. 230.

Wirth R, Meyer S T, Almeida W R, Araujo M V, Barbosa Jr.V S, Leal I R (2007) Increasing densities of leaf-cutting ants (*Atta* spp.) with proximity to the edge in a Brazilian Atlantic forest. *J. Trop. Ecol.* 23: 501–505.

Zanetti R (2008) Manejo Integrado De Formigas Cortadeiras E Cupins Em Áreas De Eucalpto Da Cenibra. Laudo Técnico Fsc – Cenibra, Lavras, Minas Gerais.

**MANUSCRITO A SER ENVIADO AO PERIÓDICO NEOTROPICAL
ENTOMOLOGY**

Ianí Aparecida de Souza Cruz. Endereço para correspondência: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia BR 415, Km 03, S/Itapetinga – BA, CEP: 45700-000.

*iani.souzacruz@gmail.com.

Caracterização da Vegetação e da Densidade de Formigas Cortadeira, *Atta Sexdens* Linnaeus, (Hymenoptera: Formicidae), em uma Área Degradada de Caatinga e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil

I. A. S. Cruz^{1*}, C. Bottcher¹, P. S. D. Silva¹.

¹ Endereço para correspondência: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia BR 415, Km 03, S/Itapetinga – BA, CEP: 45700-000.

Resumo - Formigas cortadeiras são consideradas engenheiras do ecossistema, pois muitas vezes atuam alterando a estrutura da vegetação, o microclima local e os processos de regeneração. Essas formigas apresentam preferências alimentares por plantas pioneiras encontradas em florestas fragmentadas. O objetivo desse trabalho foi entender os fatores que influenciam a diferença encontrada na densidade de colônias de *Atta sexdens* (Linnaeus 1758) em duas áreas de caatinga, uma não perturbada (Floresta Nacional Contendas do Sincorá-FLONA) e a outra em avançado processo de degradação. Para isso, foi investigada a densidade de ninhos de *A. sexdens* percorrendo cerca de 20 ha na área degradada e 45 ha na FLONA, contabilizando e marcando todos os ninhos encontrados. Para caracterizar a vegetação foi realizado um levantamento quantitativo de sua estrutura, levando em consideração o número de indivíduos, a altura, o DAP e o DAS de cada um deles, em ambas as áreas. A área degradada apresentou uma elevada densidade de ninhos de *A. sexdens* e uma baixa densidade de plantas. Em contrapartida, a FLONA apresentou uma densidade de plantas maior, contudo nenhum ninho de saúva foi encontrado. Assim, percebemos que as formigas cortadeiras se estabeleceram preferencialmente na área degradada em relação à área conservada possivelmente porque o ambiente perturbado apresenta características de luminosidade e maior número de plantas pioneiras, fazendo-se necessário portanto, um acompanhamento da área estudada para que seja feito um manejo a fim de evitar que os impactos da perturbação sejam ampliados pelas formigas cortadeiras.

Palavras chaves: Floresta Nacional, Ambiente perturbado, Diâmetro ao nível do solo, Diâmetro ao nível do peito, Plantas pioneiras

Introdução

As formigas cortadeiras são os insetos herbívoros predominantes na região neotropical (Holldobler & Wilson 1990, Wirth *et al* 2003) e conhecidos como engenheiros do ecossistema (Leal *et al* 2014) pois atuam alterando a estrutura da floresta, o microclima local e os processos de regeneração, principalmente no estabelecimento de plântulas (Rao *et al* 2001, Corrêa *et al* 2010, Leal *et al* 2014). Essas formigas coletam grandes quantidades de plantas por meio de um extenso sistema de trilha composto por trilhas centrais e várias trilhas secundárias, indo da entrada do ninho até as plantas que serão cortadas e usadas para o crescimento do fungo simbiótico (Wirth *et al* 2003, Silva *et al* 2013). Por seus intensos ataques as plantas, elas tem sido classificadas como herbívoros-chave, uma vez que, suas atividades como herbívoros acarretam não apenas mudanças na população de plantas, como também em todo ambiente, com abertura de clareiras e mudanças na composição do solo, podendo acarretar inclusive no retardamento no processo de sucessão (Moutinho *et al* 2003, Wirth *et al* 2003, Silva *et al* 2009, Corrêa *et al* 2010, Meyer *et al* 2011).

As colônias adultas são constituídas por grandes ninhos (50-160m² de superfície), formados por um sistema de túneis subterrâneos e câmaras que podem atingir até 7m de profundidade (Meyer *et al* 2011). Esta constante remoção de solo, por exemplo, durante a manutenção do ninho e construção de galerias, altera a disponibilidade de nutrientes no mesmo (Moutinho *et al* 2003, Verchot *et al* 2003). Além de alterar a disponibilidade de nutrientes no solo, as formigas coletam quantidades significativas de biomassa vegetal, que será utilizada para o cultivo de um fungo simbiote, sua principal fonte de alimento (Holldobler & Wilson 1990, Wirth *et al* 2003). Esse comportamento leva esse grupo a ser considerado como importantes pragas agrícolas (Leal *et al* 2014). Costa *et al* (2008) estimou que formigas cortadeiras podem consumir cerca de 13-17% da biomassa foliar produzida anualmente por plantas lenhosas no Cerrado e destaca que esse consumo pode ser, proporcionalmente, igual ou maior quando comparável à herbivoria total observada em outros ecossistemas Neotropicais.

Considerando que as formigas cortadeiras são seletivas e preferem coletar folhas de espécies intolerantes à sombra (pioneiras) em relação à espécies tolerantes (Farji-Brener 2001, Wirth *et al* 2003), uma vez que apresentam melhor status nutritivo e menor quantidade de compostos secundários (Coley 1983, Coley *et al* 1985), alguns trabalhos já registraram uma elevada densidade de ninhos em florestas secundárias e em áreas degradadas (Vasconcelos &

Cherrett 1995, Farji-Brener 2001, Wirth *et al* 2007, Silva *et al* 2009, Leal *et al* 2014). Desta forma, é esperada uma maior pressão de herbivoria nestas áreas e, conseqüentemente, o papel destas formigas como engenheiras de ecossistemas se torna mais relevante em ecossistemas degradados e em florestas secundárias onde elas são dominantes.

Em Contendas do Sincorá, em uma propriedade privada ao lado da FLONA (Floresta Nacional Contendas do Sincorá), uma área degradada na zona de amortecimento, foi encontrada uma elevada densidade de colônias de *Atta sexdens* (Linnaeus 1758) (observação pessoal). Nosso estudo mapeou e comparou o padrão de densidade de formigas cortadeiras (1) nesta área degradada e (2) dentro da FLONA Contendas do Sincorá. Além disso, foi feita uma caracterização quantitativa da comunidade de plantas em ambas as áreas para averiguar se a estrutura da floresta difere entre a área degradada e a FLONA quanto ao (3) número de plantas, (4) diâmetro médio à altura do peito (DAP), (5) diâmetro médio ao solo (DAS) e (6) altura média. Isto foi fundamental para entender se há correlação entre a estrutura vegetacional e a colonização da área degradada por formigas cortadeiras.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas de caatinga, uma na Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA) e a outra em uma área particular, localizada na zona de amortecimento da FLONA e considerada degradada, município de Contendas do Sincorá, Bahia, (14°0' S e 41°10' O) (figura 1).

A FLONA possui uma área de 11.034,3 hectares na microrregião da Chapada Diamantina. Apresenta clima semiárido, com precipitação média anual de 596 mm concentrados entre os meses de novembro a abril, e temperaturas médias próximas a 23 °C, com umidade variando de 20% a 40% (Brasil 2006). A altitude da região varia, em sua maior parte, entre 295 e 380 m, podendo atingir 580 m em áreas serranas. A vegetação da região é decidual e xerófila, e apresenta uma grande variedade de tipos fito fisionômicos, como ilhas de caatinga, cerrado e floresta estacional decidual e semi decidual. Entretanto, a predominância na região é de caatinga arbustiva, constituída por alta densidade de arbustos e/ou herbáceas e por poucas árvores lenhosas com até 12 m de altura (Brasil 2006).

Em setembro de 2005, foi realizada, na FLONA, uma avaliação ecológica rápida (AER), que através de observações da fauna encontrou grande diversidade de espécies. Apesar de o senso comum geralmente identificar esse bioma como pobre, nesse levantamento foi feita a identificação de formigas, vespas e abelhas, sendo que *Atta sexdens* está entre as 19 espécies de formigas encontradas (Brasil 2006).

A outra área do estudo, zona de amortecimento da FLONA, fica localizada na Fazenda Lagoa das Covas (Estrada Velha), no município de Contendas do Sincorá, no sudoeste da Bahia (Figura 1), caracterizada por apresentar remanescentes degradados de caatinga formada por uma capoeira com muitas áreas abertas e criação de gado.

Densidade de ninho de *Atta sexdens*

Foram percorridos cerca de 20 ha na área degradada e 45 ha na FLONA, com a finalidade de encontrar e contabilizar colônias de *Atta sexdens*. Todos os ninhos encontrados foram identificados e marcados com o auxílio de GPS (Garmin colorado 400I). A partir desses dados foi construído um mapa da área de estudo, contendo a localização geográfica exata de todos os ninhos, isto é, a sua distribuição espacial.

Caracterização da Vegetação

Para o levantamento quantitativo da vegetação de cada área estudada foram instaladas 10 parcelas de 20m x 10m, espaçadas 20m entre si, distribuídas em três linhas paralelas equidistantes 30m. Foram amostrados todos os indivíduos vivos com diâmetro do caule ao nível do solo $\geq 1,5$ cm e altura total $\geq 0,5$ m. Em cada indivíduo foi estimada a altura, e, o diâmetro ao nível do solo (DAS) e o diâmetro em nível do peito (DAP) foram medidos com auxílio de régua e fita métrica.

Na área conservada (FLONA), observamos que existiam muitos indivíduos que mesmo apresentando um dos critérios de inclusão, ter diâmetro do caule ao nível do solo $\geq 1,5$ cm, não apresentavam altura suficiente para a medida do DAP. Decidimos assim categorizar os indivíduos, considerando quatro classes de DAP: 0-10cm; 10,1-20cm; 20,1-30cm e $>30,1$ cm.

Análises estatísticas

Diferenças na densidade de plantas em função do tipo de habitat (área degradada e conservada ou FLONA) foram analisadas a partir de uma ANOVA Fatorial considerando as quatro classes de DAP (0-10; 10,1-20; 20,1-30 e >30,1 cm). Para analisar as diferenças nas médias de DAS, DAP e Altura em resposta ao tipo de habitat (área degradada ou FLONA) foram feitas ANOVA de um-fator para cada variável individualmente. Todos os dados foram analisados por meio do programa Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007).

Resultados

Densidade de ninho de *Atta sexdens*

Na área degradada, situada na zona de amortecimento da FLONA, foi observada uma grande concentração de ninhos de *A. sexdens* compondo uma grande mancha. Um total de 34 ninhos foi observado em 21,83 hectares, totalizando uma densidade de 1,55 colônias por hectares (Fig1). Por outro lado, nenhuma colônia foi encontrada dentro da FLONA em cinco áreas estudadas via transecções, somando uma área total amostrada de 45,51 hectares.

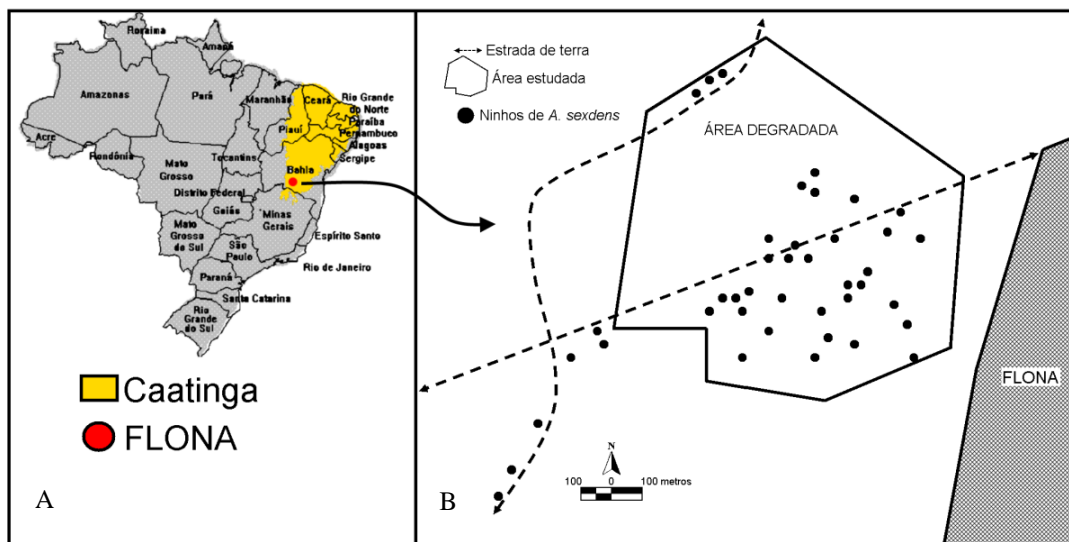


Fig 1 (A) localização da FLONA Contendas do Sincorá, Bahia. (B) esquema da área percorrida e a distribuição dos ninhos encontrados na área degradada.

Caracterização da Vegetação

Densidade

Foi observada uma diferença significativa com relação à densidade de plantas entre a área degradada e a FLONA ($F = 64,84$; g.l. = 1 e $p < 0,01$). A densidade média de plantas foi maior nas parcelas localizadas na área conservada (FLONA) do que naquelas da área degradada ($0,256 \text{ m}^2 \pm 0,067$ e $0,077 \text{ m}^2 \pm 0,019$; respectivamente Fig 2).

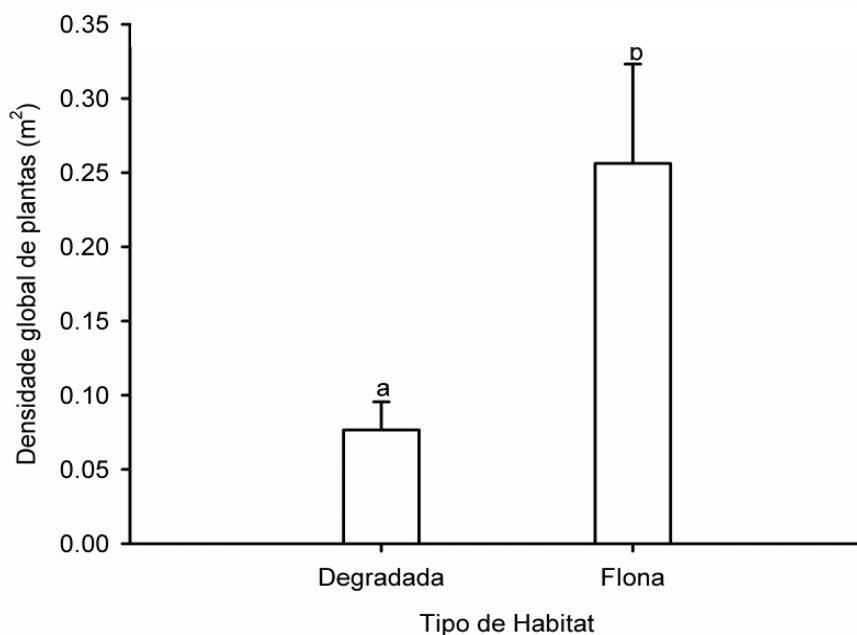


Fig 2 Densidade média de plantas por m² nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.

Quando analisamos, a densidade de plantas pelas categorias de DAP, percebemos que a maior diferença entre as duas áreas se encontra na categoria de DAP 0-10cm (Fig 3), onde a FLONA apresenta média maior do que a área degradada ($0,95 \text{ m}^2 \pm 0,079$ e $0,25 \text{ m}^2 \pm 0,039$; respectivamente).

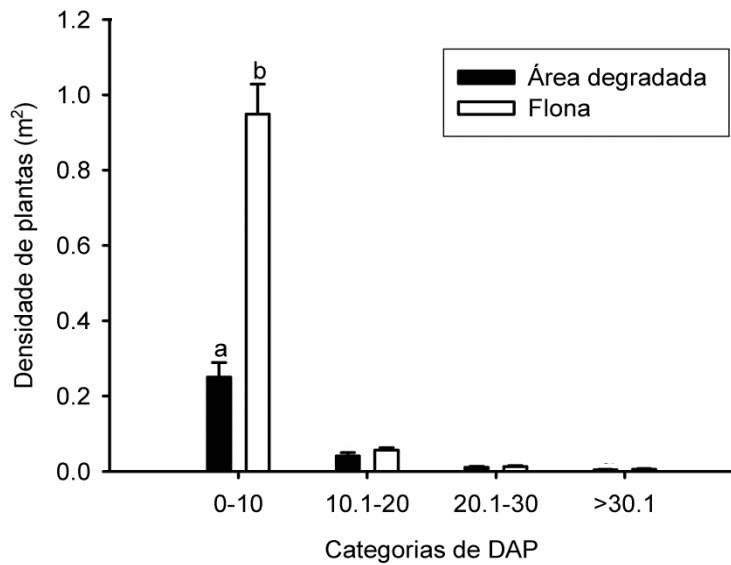


Fig 3 Densidade média de plantas por m² nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, por categoria de DAP (0-10; 10,1-20; 20,1-30 e >30,1 cm) no município de Contendas do Sincorá, Bahia

Diâmetro do caule na altura do peito (DAP)

O DAP médio das plantas na FLONA (18,47cm ± 0,865) não diferiu de forma significativa da área degradada (17,74cm ± 0,786; $F = 0,37$; g.l. = 1; $p > 0,05$; fig 4).

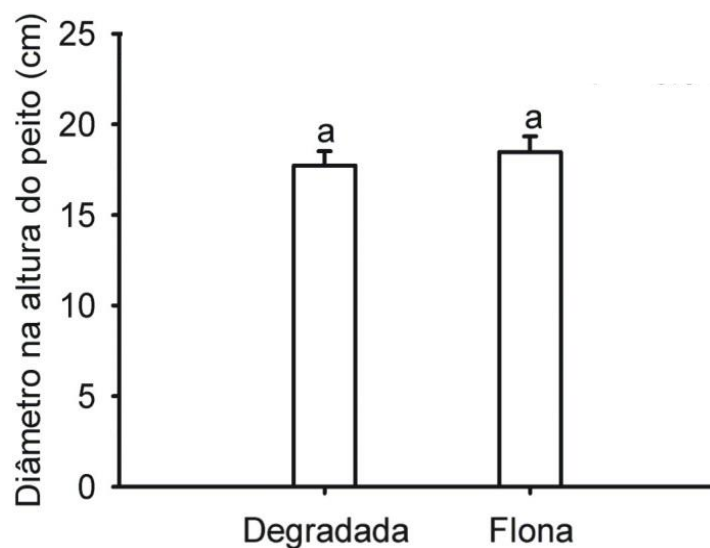


Fig 4 Diâmetro do caule na altura do peito (DAP) médio (cm) das plantas nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.

Diâmetro do caule na altura do solo (DAS)

Também foi observada uma diferença com relação ao DAS entre a área degradada e a FLONA ($F = 4,18$; g.l. = 1; $p < 0,05$), sendo em média maior na FLONA ($17,57\text{cm} \pm 0,918$) que nas plantas dispostas na área degradada ($14,88\text{cm} \pm 0,903$; fig 5).

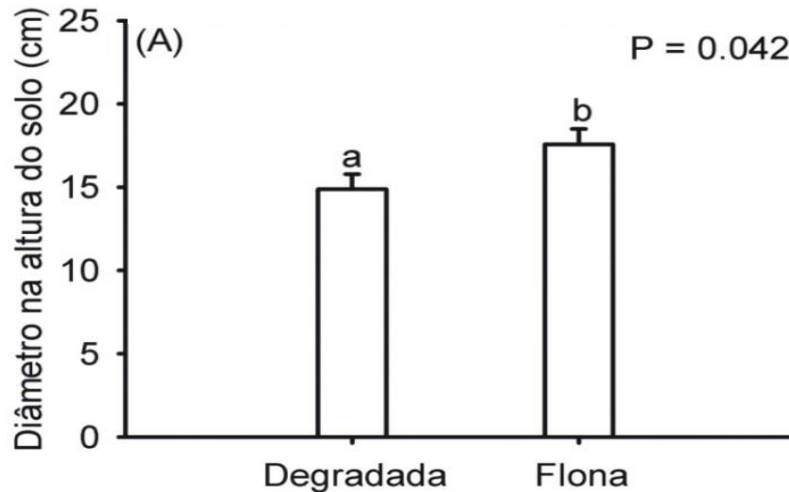


Fig 5 Diâmetro do caule na altura do solo (DAS) médio (cm) das plantas nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.

Altura

Por fim, notamos que a altura média das plantas também não apresentou diferença entre as duas áreas estudadas ($F = 1,05$; g.l. = 1 e $p > 0,05$). A altura média das plantas nas parcelas localizadas na FLONA foi de $4,16\text{m} \pm 0,097$ e de $4,02\text{m} \pm 0,093$ na área degradada (fig6).

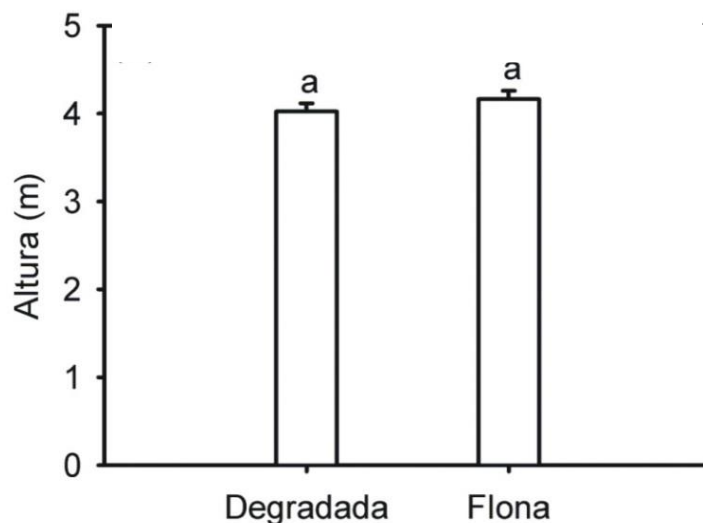


Fig 6 Altura média (m) das plantas nas áreas de estudo, degradada e na FLONA Contendas do Sincorá, Bahia.

Discussão

No presente estudo, foi observada uma elevada densidade de colônias de *Atta sexdens*

na área degradada. Entretanto, chamamos a atenção aqui para o fato de nenhuma colônia ter sido encontrada em 45 hectares percorridos dentro da FLONA Contendas do Sincorá. Outro fato importante é que também foi verificado que a estrutura vertical foi em geral bem distinta entre os ambientes estudados, a FLONA apresentou uma densidade superior de plantas quando comparada a área degradada, principalmente quando se tratava de plantas com diâmetro médio ao nível do peito (DAP) entre 0-10 cm.

O fragmento de área degradada que estudamos está situado próximo a propriedades rurais, cortadas por estradas, apresentando assim um nível perceptível de perturbação. O desmatamento pode estar ligado, possivelmente, ao fato do fragmento estar localizado próximo a essas vias, e também pela utilização dessas áreas como pastejo de gado. Podemos destacar que possivelmente, existam espécies de plantas com capacidade de regeneração nessa área, entretanto, estas sofrem pisoteio enquanto jovens, possivelmente levando a morte, além de estarem sendo superexploradas pela elevada densidade de ninhos de *Atta sexdens* encontradas na área.

Diversos trabalhos têm confirmado que as formigas cortadeiras preferem áreas degradadas, ao longo de estradas e florestas secundárias (Vasconcelos *et al* 2006, Meyer *et al* 2009, Silva *et al* 2009). Como exemplo, temos o trabalho de Vasconcelos *et al* (2006) sobre o papel das estradas facilitando o estabelecimento de colônias, onde eles observaram que as estradas influenciam fortemente o comportamento de nidificação de rainhas de *Atta*, resultando em maiores taxas de colonização em estradas apesar de elevados índices de predação, ou seja, as rainhas preferem iniciar o estabelecimento do ninho em solo nu do que em solo coberto com serapilheira, eles também perceberam que, a escolha para a seleção do local de nidificação geralmente era feito enquanto as rainhas ainda estavam no ar, mostrando que eles realmente almejavam a estradas (Vasconcelos *et al* 2006).

Os resultados de densidade de colônias de *Atta sexdens*, encontradas no presente estudo, apresentando alta densidade de ninhos na área degradada e nenhum ninho na área da FLONA, corroboram com alguns estudos anteriores realizados em outras áreas por Vasconcelos *et al* (2006), Wirth *et al* (2007) Leal *et al* (2014) Estes estudos também mostram tal preferência de

formigas cortadeiras em nidificar em áreas mais perturbadas, sejam comparando áreas não perturbadas verso áreas degradadas, ou bordas com interior de mata. Também Meyer *et al* (2009) demonstrou que formigas desse grupo escolhem preferencialmente as bordas dos fragmentos como habitats de nidificação devido a uma maior disponibilidade de espécies arbóreas pioneiras, fonte de alimento preferido por saúvas (Farji-Brener 2001) .

Ao se estabelecer em florestas úmidas, as formigas cortadeiras, aumentam consideravelmente o nível de abertura do dossel e, conseqüentemente, alteram a incidência de luz causando impactos ao solo, modificando a disponibilidade de nutrientes e influenciando o crescimento da vegetação próxima, tanto a partir da construção do seu ninho como também na sua manutenção, limpando o ambiente ao redor deste (Rao *et al* 2001, Moutinho *et al* 2003, Verchot *et al* 2003, Corrêa *et al* 2010, Carvalho *et al* 2012). Assim ocorrem modificações na vegetação local, uma vez que irão se estabelecer nessas áreas plantas tolerantes a luz, incluindo as pioneiras, destacando que essas mudanças não ocorrem somente sobre o ninho, mas a dezenas de metros em torno dele (Corrêa *et al* 2010). Assim, entendemos que a grande densidade de colônias da *Atta sexdens* na área degradada está possivelmente ligada a sua preferência por áreas mais abertas, que facilitaria não apenas seus voos nupciais, como também a sua nidificação, além dessas áreas apresentarem maior quantidade de plantas intolerantes à sombra.

Um estudo realizado por Barrera *et al* (2015), foram analisados a riqueza de espécies, abundância e composição taxonômica de formigas cortadeiras, comparando borda versus ambientes interiores, em uma floresta fragmentada Chaco Serrano no centro da Argentina, caracterizado por ser uma floresta seca e altamente ameaçada na América do Sul que perdeu 94% de cobertura em apenas 30 anos, eles perceberam os efeitos causados pela fragmentação florestal sobre as comunidades de formigas onde, encontraram quase o dobro do número de espécies e de colônias na borda da floresta, ou seja, maior abundância e riqueza global de formigas em comparação com o interior.

Acreditamos que a FLONA possa não ser colonizada por novas colônias *A. sexdens* pois, segundo Silva *et al* (2009), a abundância de colônias de formigas cortadeiras inativas ou abandonadas aumenta com o avanço da regeneração da floresta, com base no pressuposto de que a disponibilidade de espécies de árvores pioneiras, mais palatáveis, diminui devido à substituição sucessional por espécies tolerantes à sombra. Segundo Brasil (2006), nas informações gerais contidas no seu plano de manejo sobre a Floresta Nacional, a área que

corresponde à FLONA Contendas do Sincorá não sofre interferências antrópicas desde 1997, desde a retirada das autorizações para desmatamento para à exploração de carvão, sob a responsabilidade da empresa Itaminas S.A. No plano de manejo, a FLONA é considerada um grande fragmento rodeado por grandes áreas que foram degradadas para criação de pastagens. E, apesar de apresentar certo grau de degradação devido a impactos de empreendimentos como a rodovia e a ferrovia que a cortam, caracterizando efeito de borda, no interior da FLONA há áreas bastante conservadas, em um estágio de regeneração mais avançado, cobertas por uma vegetação de caatinga arbustiva e arbórea.

Em um estudo realizado por Silva *et al* (2009) em um remanescente de Mata Atlântica, em Alagoas no nordeste do Brasil, foi observado que a densidade de colônias de formigas cortadeiras, chegando a registrar inicialmente $2,01 \pm 0,46$ colônias ha^{-1} , reduziu de maneira drástica em áreas com processo de regeneração com cerca de 25 anos, não importando o tamanho da mancha ou raio de borda. Em áreas em processo de regeneração mais antigo, essa densidade foi reduzida acentuadamente para $0,53 \pm 0,37$ colônias ha^{-1} . Os autores também observaram que à medida que a idade de regeneração aumentava a quantidade de ninhos inativos também aumentava, mostrando assim, mais uma vez, a preferência desses insetos por áreas mais abertas.

Também sustentando nossos resultados, um estudo realizado para verificar o aumento da densidade de formigas cortadeiras (*Atta* spp.) com a proximidade da borda de uma Floresta Atlântica demonstrou, pela primeira vez, um intenso efeito de borda sobre a densidade de colônias de *A. cephalotes* e *A. sexdens*, mostrando que as populações destas espécies se beneficiam profundamente com a proximidade das bordas de floresta (Wirth *et al* 2007). Adicionalmente, Vasconcelos *et al* (2006) observaram que a formiga *A. sexdens* além de povoar áreas abertas, como estradas de terra dentro de plantações de cana-de-açúcar, também ocorre em uma grande variedade de habitats, podendo ser considerada como uma das espécies que mais se beneficiam com processos de perturbações antrópicas.

Diante do que foi exposto aqui, podemos afirmar que formigas cortadeiras se estabeleceram preferencialmente na área degradada em relação à área conservada, uma vez que ambientes perturbados apresentam características de luminosidade e tipo de vegetação preferencial para essa espécie. Assim faz-se necessário um acompanhamento da área estudada para que seja feito um manejo a fim de evitar que os impactos da perturbação sejam ampliados pelas formigas cortadeiras, influenciando a estrutura e dinâmica local, impedindo

que ocorra o processo natural de sucessão. Nesse contexto, seria importante fazer um levantamento das áreas ao redor da área degradada estudada, a fim de evitar que essas formigas cortadeiras achem lacunas e estabelecer-se nos ambientes vizinhos, principalmente dentro da FLONA, caso essa área sofra algum tipo de perturbação que facilite a entrada dessas formigas. Também sugerimos que sejam realizados estudos de caracterização da vegetação, verificando assim se a composição de plantas na área degradada é mais atrativa às formigas cortadeiras do que a composição vegetal encontrada na FLONA. Ressaltamos também que, como as formigas cortadeiras são temidas como pragas agrícolas (Leal *et al* 2014), há a necessidade de conscientização da sociedade com a divulgação de resultados de estudos como este que mostram a preferência e elevação de densidade dessas formigas em ambientes perturbados, destacando a importância do manejo dessas formigas e a conservação das matas.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao ICMBio pelo apoio logístico, e a Capes pela bolsa de estudo. Somos gratos a todos que nos ajudaram com as coletas de dados: Tonho, Wally Ricardo, Daniella Sena, Marília Botelho, Gustavo Souza, Raphael Oliveira e Breno Lopes.

Referências Bibliográficas

Barrera CA, Buffa LM, Valladares G (2015) Do leaf-cutting ants benefit from forest fragmentation? Insights from community and species-specific responses in a fragmented dry forest. *Insect Conservation and Diversity*.

Brasil (2006) Plano De Brasil. 2006. Manejo Floresta Nacional Contendas Do Sincorá Volume I: Informações Gerais Sobre A Floresta Nacional. Brasília, Ministério Do Meio Ambiente, Ibama.

Carvalho k S, Alencar J B, Moutinho P (2012) Leafcutter ant nests inhibit low-intensity fire spread in the understory of transitional forests at the Amazon's forest-savanna boundary. *Psyche* Article ID 780713.

Coley P D (1983) Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53: 209–233.

- Coley P D, Bryant P J, Chapin F S (1985) Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230: 895–899.
- Corrêa MM, Silva PSD, Wirth R, Tabarelli M, Leal IR (2010) How Leaf-Cutting Ants Impact Forests: Drastic Nest Effects On Light Environment And Plant Assemblages. *Oecologia*, 162:103–115.
- Costa AN, Vasconcelos HL, Vieira-Neto EHM, Bruna EM (2008) Do herbivores Exert Top-Down Effects In Neotropical Savannas? Estimates Of Biomass consumption By Leaf-Cutter Ants. *Journal Of Vegetation Science*. 19: 849-854.
- Farji-Brener AG (2001) Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. *Oikos* 92: 169–177.
- Hölldobler B, Wilson EO (1990) *The ants* Belknap Press Of Harvard University, Cambridge, Ma.
- Leal IR, Wirth R, Tabarelli M (2014) The Multiple Impacts Of Leaf-Cutting Ants And Their Novel Ecological Role In Human-Modified Neotropical Forests. *Biotropica*, 46: 516–528.
- Meyer ST, Leal IR, Tabarelli M, Wirth R (2011) Ecosystem Engineering By Leaf-Cutting Ants: Nests Of *Atta Cephalotes* Drastically Alter Forest Structure And Microclimate. *Ecological Entomology*, 36: 14–24.
- Meyer ST, Leal IR, Wirth R (2009) Persisting Hyper-abundance of Leaf-cutting Ants (*Atta* spp.) at the Edge of an Old Atlantic Forest Fragment. *Biotropica*, 41: 711–716.
- Moutinho PR, Nepstad DC, Davidson EA (2003) Influence of Leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. *Ecology* 84: 1265–1276.
- Rao M, Terborgh J, Nunez P (2001) Increased herbivory in forest isolates: implications for plant community structure and composition. *Conserv. Biol.* 15: 624–633.

Silva PSD, Bieber AGD, Knoch TA, Tabarelli M, Leal IR, Wirth R (2013) Foraging in highly dynamic environments: leaf-cutting ants adjust foraging trail networks to pioneer plant availability. *Entomol. Exp. App.* 147: 110–119.

Silva PSD, Bieber AGD, Leal IR, Wirth R, Tabarelli M (2009) Decreasing Abundance Of Leaf-Cutting Ants Across A Chrono sequence Of Advancing Atlantic Forest Regeneration. *Journal of Tropical Ecology* 25: 223-227

Vasconcelos HL, Cherrett JM (1995) Changes in leaf-cutting ant populations (Formicidae, Attini) after the clearing of mature forest in Brazilian Amazonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 107–113.

Vasconcelos HL, Vieira-Neto EHM, Mundim FM, Bruna EM (2006) Roads Alter The Colonization Dynamics Of A Keystone Herbivore In Neotropical Savannas. *Biotropica*, 38: 661–665.

Verchot LV, Moutinho PR, Davidson EA (2003) Leaf-cutting and (*Atta sexdens*) and nutrient cycling: Deep soil inorganic nitrogen stocks, mineralization and nitrification in Eastern Amazonia. *Soil Biol. Biochem.* 35: 1219–1222.

Wirth R, Beyschlag W, Ryel RJ, Herz H, Holldobler B (2003) The Herbivory Of Leaf-Cutting Ants. A Case Study On *Atta Colombica* In The Tropical Rainforest Of Panama. Accepted By *Ecological Studies*, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York. 230.

Wirth R, Meyer S T, Almeida W R, Araujo M V, Barbosa Jr.V S, Leal I R (2007) Increasing densities of leaf-cutting ants (*Atta* spp.) with proximity to the edge in a Brazilian Atlantic forest. *J. Trop. Ecol.* 23: 501–505.

**MANUSCRITO A SER ENVIADO AO PERIÓDICO JOURNAL OF TROPICAL
ECOLOGY**

Título: Eu te conheço? Estudo sobre comportamento agonístico de *Atta sexdens* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Formicidae), em uma área degradada de caatinga, Contendas do Sincorá, Bahia, Brasil

Palavras Chaves: Ambiente perturbado, Interação agonística, teste de agressividade Arena.

Autores: Ianí Aparecida de Souza Cruz^{1*}, Claudia Bottcher¹, Paulo Sávio Damásio da Silva¹

Instituição: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Endereço para correspondência: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia BR 415, Km 03, S/Itapetinga – BA, CEP: 45700-000. [*iani.souzacruz@gmail.com](mailto:iani.souzacruz@gmail.com)

Resumo – A agressão intraespecífica entre formigas cortadeiras é bastante comum e já foi descrita tanto no campo como em laboratório, especialmente em áreas com altas densidades populacionais. O objetivo do trabalho foi verificar se ocorre interação agonística entre colônias de *Atta sexdens* em uma área com elevada densidade de ninhos. Assim foram coletados 15 soldados de 13 colônias distintas em 3 áreas de caatinga, uma área degradada com elevada densidade, a estrada que corta essa área e também colônias a cerca de 250 km de distância. Foram realizados testes de agressividade cruzando todas as colônias entre si, onde duas formigas eram dispostas em uma arena e observadas durante 10 minutos. Houve comportamento agressivo apenas entre colônias da área degradada com elevada densidade de ninhos e colônias distantes a 250 km. Os resultados sugerem que, para *A. sexdens*, a agressividade pode estar ligada a diferenciação na composição dos hidrocarbonetos cuticulares específicos de cada colônia. Sendo assim, com o aumento da distância há um aumento na diferença da composição dos hidrocarbonetos entre colônias, diminuindo assim o reconhecimento entre essas colônias. Logo, sugerimos que colônias da área degradada estudada, que não apresentaram agressividade entre si, possam ser consideradas aparentadas e este pode ser um dos principais fatores que explica a elevada densidade de ninhos na área.

INTRODUÇÃO

Formigas cortadeiras se destacam por suas adaptações, principalmente quando se trata da organização social, ou seja, cada casta tem sua atividade específica, seja forrageamento, cultivo do fungo, higiene ou defesa da colônia, bem como manutenção da complexa estrutura de seus ninhos (Della Lucia *et al.* 2014). A forma com que esses insetos exploram o espaço para procurar e coletar recursos são de extrema importância para o sucesso e crescimento da colônia (Hölldobler & Wilson 2011), por esse motivo, elas concentram seus esforços de forrageamento sobre as fontes alimentares mais rentáveis (Silva *et al.* 2013, Wirth *et al.* 2003).

Em ambientes com elevada densidade de ninhos, existe uma competição por espaço, logo, as trilhas de forrageamento são defendidas inclusive contra membros da mesma espécie, mas pertencentes a colônias diferentes. Esse tipo de comportamento é chamado de competição intraespecífica (Hölldobler 1981, Hughes *et al.* 2001, Mariconi 1970 apud Jutsum *et al.* 1979).

Competição intraespecífica ocorre quando indivíduos competem por recurso, quer seja comida, espaço ou ainda parceiro para acasalamento, e tanto em formigas, como em outros insetos sociais, as interações agonísticas ocorrem entre indivíduos coo específicos de diferentes colônias (Lach *et al.* 2010). O reconhecimento entre formigas implica na existência de um mecanismo de reconhecimento (Velásquez *et al.* 2006). Nesses insetos, o reconhecimento e também a comunicação entre indivíduos são baseados em compostos químicos voláteis podendo ser cuticulares, ou também, estar presentes nas glândulas mandibulares, que são característicos em cada colônia, por terem origem genética (D'ettorre & Lenoir 2010). Geralmente o reconhecimento entre indivíduos se dá através de hidrocarbonetos presentes na cutícula do exoesqueleto (Hölldobler & Wilson 2008).

É provável que os hidrocarbonetos presentes na cutícula sejam utilizados tanto para reconhecimento intercolonial, como também reconhecimento de fertilidade, determinando compostos cuticulares específicos envolvidos no reconhecimento de companheiras férteis do ninho (Dietemann *et al.* 2003). A composição do hidrocarboneto cuticular é originada por fatores genéticos, no entanto,

fatores ambientais tais como dieta e contato físico com membros da colônia, também podem influenciar na sua composição (Hölldobler e Wilson 2008).

A forma como as diferentes espécies de formigas, e de outros insetos sociais, agregam múltiplos sinais químicos a fim de reconhecimento, permitindo uma complexa organização de suas colônias, é um fator chave na determinação de sua dominância (Moore & Liebig 2010). Um simples encontro com uma companheira de colônia influencia na tomada de decisão em relação a uma tarefa a ser realizada por uma formiga, neste momento é identificada a tarefa de outra operária, estimulada pelas características sutis de perfis de hidrocarbonetos do outros indivíduos (Greene & Gordon 2003). Por meio da antenação, elas se reconhecem e discriminam indivíduos companheiros de colônia de indivíduos de colônias diferentes (Velásquez *et al.* 2006). Assim, encontros entre formigas oferecem as informações utilizadas para a atribuição de tarefas e reconhecimento intercolonial. Estes encontros em conjunto produzem uma rede dinâmica que regula o comportamento da colônia (Greene & Gordon 2003).

Trabalhos têm demonstrado forte relação entre as diferenças na composição do hidrocarboneto cuticular (de colônias ou indivíduos) com interações agonísticas, demonstrando ser bastante corriqueiro o fato de que quanto maior a diferença na composição do hidrocarboneto entre dois indivíduos, ou colônias, maior a agressividade entre eles (Hölldobler & Wilson 2008). Em trabalhos com formigas cortadeiras encontramos exemplos diversos de comportamento agonístico em encontros entre indivíduos da mesma espécie e de diferentes colônias, sendo relatado desde a total aceitação como forte agressão. Eidmann (1935 apud Jutsum 1979) mostrou que operárias de *Atta sexdens* (L.) agem de forma pacífica e não atacam operárias de outras colônias da mesma espécie, e nem de espécies diferentes. No entanto, agressão intraespecífica já foi observada em *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Autuori 1941), *Atta cephalotes* (L.) e *Atta colombica* Guérin (Rockwood 1973).

No capítulo I deste trabalho, estudamos uma área degradada de caatinga, localizada no Sudoeste da Bahia, com uma elevada concentração de ninhos de *Atta sexdens*, aparentemente, com baixa ou nenhuma competição intraespecíficas por recursos. Assim, o objetivo deste trabalho foi (1) verificar se há algum nível de agressividade entre colônias de *Atta sexdens* em uma área com elevada densidade de ninhos, e (2) testar se a agressividade aumenta com a distância entre os ninhos.

Posteriormente, discutimos sobre o papel da agressividade (ausência ou presença) entre colônias, afetando a densidade de ninhos no local de estudo, os níveis de pressão de herbivoria por *A. sexdens* e, conseqüentemente, a estrutura e composição das assembleias de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma área privada chamada Fazenda Lagoa das Covas (Estrada Velha), localizada na zona de amortecimento da Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA), onde foi observada uma densidade de ninho elevada (cap. I). Essa área apresenta remanescente de caatinga sob intenso processo de degradação. A área possui clima quente, com chuvas escassas e irregulares (concentradas, principalmente, de novembro a abril), altitude média de 350 metros, temperatura média anual de 23°C e precipitação média anual de 596 mm. A vegetação local é composta basicamente por caatinga arbustiva, constituída por alta densidade de arbustos e herbáceas e por poucas árvores lenhosas com até 12 m de altura espécies arbustivas e arbóreas (Brasil 2006, Lima & Lima 1998). O estudo concentrou-se em uma área com cerca de 20 ha do total da Fazenda, que é cortada por uma estrada que dá acesso à sede da Fazenda.

Também foram coletadas colônias no município de Itapetinga, Bahia. A área apresenta clima subtropical úmido, sujeito a ventos sul e sudoeste, com temperatura média anual de 20,9° e possui vegetação característica de Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semicidual.

Coleta de formigas

Para o estudo foram selecionadas oito colônias ativas de *Atta sexdens* na área degradada (de forma aleatória), três colônias ao longo da estrada que corta a área (na estrada encontramos apenas três colônias em atividade) e duas colônias (grupo controle) a uma distância de cerca de 250 km do local, no município de Itapetinga, BA. Foram coletadas 15 formigas (soldados) em cada uma das colônias selecionadas, de forma manual, apenas movendo um graveto na entrada do ninho, para que os soldados emergissem. Fora do ninho, os soldados eram capturados com o auxílio de pinça

entomológica e acondicionados em vasilhames plásticos, devidamente etiquetados com o número da colônia. Esses indivíduos foram então trazidos para realização do teste de comportamento de agressividade em laboratório.

Teste de agressividade (Encontro Diático)

O teste para verificar se há comportamento de agressividade entre formigas de *Atta sexdens* de ninhos diferentes foi conduzido durante o dia, com temperatura média de 25 °C, para verificar o efeito da competição por espaço.

Um dia antes do teste entre os soldados, os indivíduos foram marcados com um ponto de tinta (750 Edding ©) no abdômen, de cor diferente, para identificação de cada colônia na arena. Indivíduos marcados foram mantidos durante a noite em um recipiente de plástico com papel úmido e mel diluído como alimentação.

Os testes foram realizados em uma arena circular, placa de petri, (5,5 cm de diâmetro x 1,7 centímetros de altura). A arena foi separada em duas metades com um pedaço de cartolina inserido em fendas feitas nas paredes da arena. Após um período de aclimatação de cinco minutos, o teste começou removendo-se delicadamente a cartolina. Cada ensaio durou 10 minutos. Entre os ensaios, a arena era limpa com etanol. Nós gravamos simultaneamente 10 confrontos utilizando uma filmadora (Sony HDR-CX190) posicionada acima das arenas.

Cada indivíduo marcado foi selecionado aleatoriamente e cuidadosamente colocado em uma metade da arena. Um soldado de cada colônia foi testado contra um soldado irmão (intracolonial) ou contra um indivíduo de uma segunda colônia (intercolonial), mas nenhum soldado foi usado em mais de um ensaio.

Os vídeos foram analisados e o comportamento das formigas foi registrado em uma planilha baseada no trabalho de Dutra & Galbiati (2009), em que o comportamento esperado seria: (1) Não responde – a formiga não mostra nenhum tipo de comportamento com relação à formiga do outro ninho; (2) Contato e abandono – após o contato antenal, as formigas vão embora; (3) Agarra e prende com a mandíbula a outra formiga; (4) luta– ocorre luta entre formigas até a morte. A pontuação de agressão atribuída a cada encontro foi aquela interação agonística mais forte (de 1-4) observada ao longo dos 10 minutos de duração do ensaio.

Análise estatística

Para verificar se houve diferença no comportamento nos testes intra e intercoloniais, foi realizada uma ANOVA de um fator, com teste Duncan. Os dados foram analisados a partir do programa Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007).

RESULTADOS

Houve diferença significativa nos testes de comportamentos observados apenas entre as colônias da área degradada contra as do grupo controle ($F = 12,81$, $P < 0,0001$), sendo que em 31,57% dos confrontos entre esses grupos houve luta levando os dois indivíduos à morte. Nos demais testes, os soldados não mostravam nenhum tipo de reação ao oponente (Fig1).

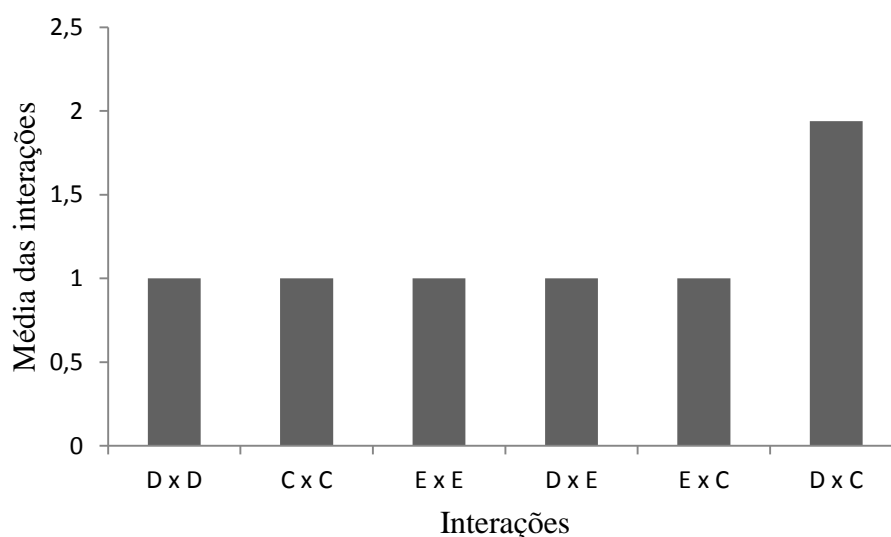


Fig 1: Resultado de teste de agressividade, realizado entre colônias da área degradada, estrada e grupo controle (D= área degradada; E = estrada; C = Controle), com soldados de *Atta sexdens*, coletadas nos municípios de Contendas do Sincorá e Itapetinga, Sudoeste da Bahia

DISCUSSÃO

Observamos comportamento agonístico entre as interações intercoloniais analisadas. As colônias que estão distribuídas na área de elevada densidade, assim como as que estavam na estrada não apresentem comportamento agressivo entre si, diferentes

do que ocorreu quando confrontamos soldados desta área degradada com o grupo controle, distantes 250 km. Acreditamos que esse comportamento tenha ocorrido porque as colônias que estão na área degradada e estrada possam ser mais aparentadas entre si, uma vez que as mesmas possivelmente tenham surgido da divisão de ninhos próximos e podem apresentar certo grau de parentesco entre elas.

As formigas apresentam um sistema de reconhecimento bastante apurado, através de compostos químicos por elas produzidos. Esse reconhecimento possibilita distinguir entre diferentes castas (reprodutivas ou não), bem como entre operárias irmãs e operárias de outras colônias (D'ettorre & Lenoir 2010). Dejean & Corbara (2014) mostraram que formigas não são reconhecidas por suas companheiras de colônia quando são esfregadas em operárias de outras espécies, os autores sugerem que esse processo de esfregação faz com que haja a transferência de compostos e produtos químicos das formigas estranhas para as formigas a serem testadas, acarretando no estranhamento e rejeição de suas operárias irmãs, que não reconhecem mais os compostos cuticulares.

Também, Marinho *et al.* (2008) percebeu que ao aplicar β -eudesmol em operárias de *A. sexdens rubropilosa* houve uma mudança nos compostos químicos cuticulares das operárias, atrapalhando assim o processo de reconhecimento. Essa alteração na composição cuticular resulta em uma mudança comportamental nas operárias, levando a uma falha no sistema de reconhecimento de companheiras de ninho, acarretando em conflitos e até mortes. Jutsum *et al.* (1979), mostraram que operárias de *Acromyrmex octospinosus* de ninhos distintos, mas de áreas de forrageamento semelhantes não exibiram interações agressivas entre si. No entanto, a hostilidade entre elas se torna evidente ao alterar as condições de forrageamento entre as diferentes colônias. Larsen *et al.* (2014) perceberam que operárias polimórficas de diferentes castas de *A. echinator* diferem em sua propensão a atacar não-companheiras. Os autores sugerem que soldados apresentam uma maior capacidade para detectar visitantes de outros ninhos, apresentando comportamentos agonísticos. Eles acreditam que a diferença entre as operárias de médio e grande porte é causada por diferentes regras de decisão para defesa, em que as operárias seriam menos sensíveis às mudanças em compostos cuticulares.

Nosso estudo também chama a atenção para a ausência de agressividade entre colônias da área estudada como um dos principais fatores que poderia explicar a elevada densidade de ninhos (veja capítulo I). Até o presente momento, os pesquisadores têm associado a elevada densidade de colônias em florestas secundárias, áreas de bordas, florestas degradadas, florestas isoladas após a fragmentação (Farji-Brener 2001, Rao *et al.* 2001, Silva *et al.* 2009, Vasconcelos 1990, Vasconcelos & Cherrett 1995, Vasconcelos & Cherret 1997, Wirth *et al.* 2003, Wirth *et al.* 2007) à alta disponibilidade de plantas intolerantes à sombra, por acreditar que formigas cortadeiras são seletivas e preferem esse tipo de planta, com melhor status nutritivo e menor quantidade de compostos secundários do que espécies tolerantes à sombra (Coley 1983, Coley *et al.* 1985, Farji-Brener 2001, Wirth *et al.* 2003). Também, acreditamos que na ausência de agressividade entre colônias irmãs, as colônias não precisam investir no combate, certamente concentrando sua energia para a atividade de forrageamento, especialmente no período de seca na Caatinga quando a disponibilidade de recursos é baixa. No entanto, isto pode resultar em elevados níveis de herbivoria, alterando a comunidade de plantas: (1) onde a floresta fica mais pobre em relação à riqueza de espécies de plantas, (2) resultando em uma baixa densidade de plântulas e plantas jovens e, por fim, (3) comprometendo o recrutamento de novas plantas e a restauração e sucessão natural da floresta. Alguns trabalhos demonstraram alterações nas assembleias de plantas, recrutamento e sobrevivência nas áreas de forrageamento das formigas cortadeiras (Silva *et al.* 2007, Silva *et al.* 2012, Vasconcelos & Cherrett 1997), como também na estrutura da floresta (Corrêa *et al.* 2010, Meyer *et al.* 2011).

Finalmente, o tipo de ensaio que utilizamos para confronto entre dois oponentes ao vivo dentro de uma arena tem sido utilizado como uma primeira aproximação para sugerir parentesco entre colônias de uma mesma espécie dentro de uma população (Marinho *et al.* 2008, Tanner & Ader 2008, Veloso *et al.* 2008). No entanto, este ensaio sozinho não é suficiente para afirmar parentesco. Assim sugerimos que trabalhos futuros realizem o estudo dessa população de *Atta sexdens* utilizando análises de hidrocarbonetos cuticulares e análises genéticas, como modo de confirmar o parentesco entre essas colônias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e também ao ICMBio pelo apoio logístico, e a Capes pelo financiado da bolsa de estudos. Também somos gratos a Gabriel Silva, por ajuda na coleta de dados e testes de encontro diático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. 2006. Plano De Brasil. 2006. Manejo Floresta Nacional Contendas Do Sincorá Volume I: Informações Gerais Sobre A Floresta Nacional. Brasília, Ministério Do Meio Ambiente, IBAMA.

COLEY, P.D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53: 209–233.

COLEY, P., BRYANT, J. & CHAPIN, F.S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230: 895–899.

CORRÊA, M.M., SILVA, P.S.D., WIRTH, R., TABARELLI, M. & LEAL, I.R. 2010. How leaf-cutting ants impact forests: drastic nest effects on light environment and plant assemblages. *Oecologia*, 162, 103–115.

DEJEAN, A. & CORBARA, B. 2014. Reactions by army ant workers to nestmates having had contact with sympatric ant species. *Comptes rendus biologies*, 337(11), 642-645.

DELLA LUCIA, T.M., GANDRA, L.C. & GUEDES, R. N. 2014. Managing Leaf-Cutting Ants: Peculiarities, Trends And Challenges. *Pest. Management science*, 70: 14–23.

D'ETTORRE, P.& LENOIR A. 2010. Reconhecimento Nestmate. In: Lach L. Parr CL. Abbott KL. editors. *Ecologia Ant* . Oxford : Oxford University Press .

DIETEMANN, V., PEETERS, C., LIEBIG, J., THIVET, V. & HÖLLDOBLER, B. 2003. Cuticular hydrocarbons mediate discrimination of reproductives and nonreproductives in the ant *Myrmecia gulosa*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100, 10341-10346.

DUTRA, C.C., Galbiati, C. 2009. Comportamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Inquilinas de Cupins (Isoptera: Termitidae) em Pastagem. *EntomoBrasilis*. 2(2): 37-41.

FARJI-BRENER, A. G. 2001. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. *Oikos* 92: 169–177.

GREENE, M. J. & GORDON, D. M. 2003. Social Insects: Cuticular Hydrocarbons Inform Task Decisions. *Nature* 423, 32.

HÖLLDOBLER, B. 1981. Foraging and spatio temporal territories in the Honey Ant *Myrmecocystus mimicus*. *Behaviora. Ecology and Sociobiology* 9,301–314.

HÖLLDOBLER B & WILSON E.O. 2011. *The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct*. W.W.Norton & Company, London, Uk.

HÖLLDOBLER B. & WILSON E.O. 2008. *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies*. WW Norton & Company, New York. 576 pp.

HUGHES, W. O. H. , HOWSE, P. E. , VILELA, E. F. & GOULSON, D. 2001. The response of grass-cutting and synthetic versions of their alarm pheromone. *Physiological Entomology*, 26, 165 – 172.

JUTSUM, A.R., SAUNDERS, T.S., CHERRETT, J.M. 1979. Intraspecific aggression in the leafcutting ant *Acromyrmex octospinosus*. *Animal Behaviour*. 27:839–844.

LACH, L., PARR, C.L. & ABBOTT, K.L. 2010. *Ant Ecology*. Oxford University Press. 402pp.

LARSEN, J., FOUKS, B., BOS, N., D' ETTORRE, P., NEHRING, V. 2014. Variation in nestmate recognition ability among polymorphic leaf-cutting ant workers. *Journal of insect physiology*, v. 70, p. 59-66.

LIMA, P.C.F.; LIMA, J.L.S.1998. Composição Florística E Fitossociologia De Uma Área De Caatinga Em Contendas Do Sincorá, Bahia, Microrregião Homogênea Da Chapada Diamantina. *Acta Botânica Brasílica*. 12 (3): 441-450.

MARINHO, C.G.S., DELLA LUCIA, T.M.C., RIBEIRO, M.M. R STV MAGALHÃES, RNC GUEDES E GN JHAM 2008. β -eudesmol-induced aggression in the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. *Boletim de Entomological Research*, 98, pp 467-473.

MEYER, S. T., LEAL, I. R., TABARELLI, M. AND WIRTH, R. 2011. Ecosystem Engineering By Leaf-Cutting Ants: Nests Of *Atta Cephalotes* Drastically Alter Forest Structure And Microclimate. *Ecological Entomology*, 36: 14–24.

MOORE, D., LIEBIG, J. 2010. Mixed messages: fertility signaling interferes with nestmate recognition in the monogynous ant *Camponotus floridanus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 64, 1011–1018.

RAO, M., TERBORGH, J., & NUNEZ, P. 2001. Increased herbivory in forest isolates: implications for plant community structure and composition. *Conservation Biology*. 15: 624–633.

ROCKWOOD, L. L. 1973. Distribution, density and dispersion of two species of *Atta* (Hymenoptera :Formicidae) in Guanacaste Province, Costa Rica . *Journal of Animal Ecology*. 42, 803-817.

SILVA, P. S. D., BIEBER, A. G. D., LEAL, I. R., WIRTH, R., & TABARELLI, M. 2009. Decreasing Abundance Of Leaf-Cutting Ants Across A Chronosequence Of Advancing Atlantic Forest Regeneration. *Journal of Tropical Ecology* 25: 223-227.

SILVA, P. S. D., LEAL, I. R., WIRTH, R., & TABARELLI, M. 2007. Harvesting of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. seeds (Burseraceae) by the leaf-cutting ant *Atta sexdens* L. promote seed aggregation and seedling mortality. *Revista Brasileira de Botânica*. 30: 553–560.

SILVA, P. S. D., BIEBER, A. G. D., KNOCH, T. A., TABARELLI, M., LEAL, I. R., & WIRTH, R. 2013. Foraging in highly dynamic environments: leaf-cutting ants adjust foraging trail networks to pioneer plant availability. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 147: 110–119.

SILVA, P. S. D., LEAL, I. R., WIRTH, R., MELO, P. F. L., & TABARELLI, M. 2012. Leaf-cutting ants alter seedling assemblages across second-growth stands of Brazilian Atlantic forest. *Journal of Tropical Ecology*. 28: 361–368.

TANNER, C. J., ADLER, F.R. 2009. To fight or not to fight: context-dependent interspecific aggression in competing ants. *Animal Behaviour* 77: 297–305.

VASCONCELOS, H. L. 1990. Foraging Activity Of Two Species Of Leafcutting Ants (*Atta*) In A Primary Forest Of The Central Amazon. *Insectes Sociaux* 37:131–146.

VASCONCELOS, H. L. & CHERRETT, J. M. 1995. Changes in leaf-cutting ant populations (Formicidae, Attini) after the clearing of mature forest in Brazilian Amazonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 107–113.

VASCONCELOS, H. L.; CHERET, J. M. 1997. Leaf-cutting ants and early forest regeneration in central Amazonia: Effects of herbivory on tree seedling establishment. *Journal of Tropical Ecology* 13: 357-370.

VELÁSQUEZ, N., GÓMEZ, M., GONZÁLEZ, J., & VÁSQUEZ, R. A. 2006. Nest-mate recognition and the effect of distance from the nest on the aggressive behaviour of *Camponotus chilensis* (Hymenoptera: Formicidae). *Animal Behaviour*, 143, 811–824.

FRANCELINO, V. M. R. MENDONÇA, A. L., NASCIMENTO, R. R., MENDONÇA, F. A. C., DA SILVA, E. L., DE FREITAS, M. D. R. T., CABRAL, C. R., DA SILVA, C. E., RIBEIRO, J. H. S & SANTANA, A. E. G. 2008. Polyethism and nestmate recognition in the alarm reaction of *Atta* leaf-cutting ants. *Physiological Entomology*, 33: 37–42.

WIRTH, R.; BEYSCHLAG, W.; RYEL, R. J.; HERZ, H.; HOLLOBLER, B. 2003. The Herbivory Of Leaf-Cutting Ants. A Case Study On *Atta Colombica* In The Tropical Rainforest Of Panama. Accepted By *Ecological Studies*, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, P. 230.

WIRTH, R, MEYER, S. T., ALMEIDA, W. R., ARAUJO, M. V., BARBOSA Jr.V. S., LEAL, I. R. 2007. Increasing densities of leaf-cutting ants (*Atta* spp.) with proximity to the edge in a Brazilian Atlantic forest. *Journal of Tropical Ecology*. v. 23, n. 04, p. 501-505.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, acreditamos que a alta densidade de colônias de *Atta sexdens* encontrada no ambiente perturbado, ocorra por dois motivos. (1) ali elas encontraram características na vegetação e na paisagem que favorecem o desenvolvimento e crescimento de suas colônias, como maior disponibilidade de plantas intolerantes à sombra e áreas abertas com bastante luminosidade, e (2) elas não demonstraram comportamento agonístico intracolonial, nem intercolonial, ou seja, há um reconhecimento ou tolerância entre as colônias. Uma vez que a agressividade está geralmente associada ao aumento significativo da distância entre colônias, provavelmente devido a diferença na composição de hidrocarbonetos cuticulares específicos de cada colônia, nos leva a acreditar que os ninhos da área estudada, na zona de amortecimento da Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA), possam ser aparentados. No entanto sugerimos mais estudos ligados a análises de hidrocarbonetos cuticulares e/ou análises genéticas, como modo de confirmar o parentesco entre essas colônias. Também se faz necessário o contínuo acompanhamento da área estudada associado ao monitoramento dos ninhos de formiga, bem como o conhecimento de suas trilhas de forrageamento, de modo a permitir um real entendimento sobre a dinâmica local dessas áreas, no intuito de criar um manejo adequado dessas colônias a fim de evitar que áreas próximas, como por exemplo a FLONA, possam ser invadidas por essa espécie de formiga.

ANEXO I

Neotropical Entomology

Instructions for Authors, Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all coauthors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions. Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission. Authors should submit their manuscripts online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication times. Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Sections. Submissions to the following sections will be taken into consideration: ‘Forum’, ‘Ecology, Behavior and Bionomics’, ‘Systematics, Morphology and Physiology’, ‘Biological Control’, ‘Pest Management’, ‘Public Health’, ‘Scientific Notes’.

Title Page. The title page should include:

- o The section to which your article belongs to.
- o A concise and informative title.
- o The name(s) of the author(s) – left-justified below the title; only initials of the first and middle names of authors are provided followed by their last names in full. Names of different authors are separated by a comma. Do not use “and” or “&” to separate different authors.
- o The affiliation(s) of the author(s).
- o The complete name, the regular and e-mail addresses, telephone and fax numbers of the corresponding author only.
- o A running title no longer than 65 characters.

Abstract. Please provide a one-paragraph long abstract of up to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references. Keywords: Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text

Text Formatting. Manuscripts should be submitted in Word.

- o Set page as A4 size and margins at 2.5 inches.
- o Use a normal, plain font (e.g., 12-point Times Roman) for text.
- o Lines must be double spaced.
- o The name of insect and mite species must be written in full and followed by the species author when first mentioned in the Title, Abstract and Main Text.
- o Use italics for emphasis.
- o Use the automatic page numbering function to number the pages.
- o Do not use field functions.
- o Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- o Use the table function, not spreadsheets, to make tables. Use the equation editor or MathType for equations.
- o Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.
- o Save your file in doc format. Do not submit docx files.

Headings. Please use no more than three levels of displayed headings.

Headings in bold, sub-headings of the second level in roman, and level 3 sub-headings in italic font type.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Scientific Names

Write scientific names in full, followed by the author's name (for insect and mite species), whenever they first appear in the Abstract and Main text. Names should also be listed in full at the beginning of a paragraph or sentence. E.g., *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Use the abbreviated generic name (e.g., *S. Frugiperda*) in the rest of the paper, except in tables and figures, where the name should be in full.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

References

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. References to more than one publication are chronologically ordered, separated by commas. Use '&' for two authors and italicized '*et al*' for more than two authors. Some examples: Negotiation research spans many disciplines (Panizzi 1990). This result was later contradicted by Parra & Zucchi (2006). This effect has been widely studied (Vilela 1991, Moscardi *et al* 1995, Frey da Silva & Grazia 2006, Moscardi *et al* 2009).

Reference List

Type references in alphabetical order, one per paragraph, with no space between them. The authors' last names are typed in full, followed by capital initials. Use a comma to separate the names of authors. Add the reference year after the authors' names, between parentheses. Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php. Please avoid citations of dissertations, theses and extension materials. Do not cite restricted-circulation materials (such as institutional documentation and research reports), partial research reports or abstracts of papers presented at scientific meetings.

o Journal article

Grosman AH, Janssen A, Brito EF, Cordeiro EG, Colares F, Fonseca JO, Lima ER, Pallini A, Sabelis MW (2008) Parasitoid increases survival of its pupae by inducing hosts to fight predators. PLoS ONE 3(6):e2276. doi:10.1371/journal.pone.0002276

o Article by DOI Warner KD (2011) Fighting pathophobia: how to construct constructive public engagement with biocontrol for nature without augmenting public fears. BioControl doi:10.1007/s10526-011-9419-x

o Book Carey J R (1993) Applied demography for biologists with special emphasis on insects. New York, Oxford University Press, Inc, 206p.

o Book chapter Datnoff LE, Seebold KW, Correa FJ (2001) The use of silicon for integrated disease management reducing fungicide applications and enhancing host

plant resistance, p.209-219. In Datnoff LE, Snyder GH, Korndorfer GH (eds) Silicon in agriculture. Amsterdam, Elsevier Science, 403p.

o Online document

Monteiro RC, Lima EFB (2011) Thysanoptera of Brazil. <http://www.lea.esalq.usp.br/thysanoptera/>. Accessed 25 November 2011.

o Dissertation Nihei SS (2004) Sistemática e biogeografia de Muscini (Diptera, Muscidae). PhD. Thesis, Universidade Federal do Paraná.

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals. Tables should always be cited in text in consecutive numerical order. For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table. Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Artwork

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided. Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically. Indicate what graphics program was used to create the artwork. For vector graphics (line art), the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable. Vector graphics containing fonts must have the fonts (Calibri type) embedded in the files. Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps. Line Art Definition: Black and white graphic with no shading.

Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size. All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide. Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200

dpi. Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves. Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi. Combination Art Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc. Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art. Color art is free of charge for online publication. If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent. If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions. Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering. To add lettering, please use Calibri font only. Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt). Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label. Avoid effects such as shading, outline letters, etc. Do not include titles or captions within your illustrations. Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals. Figures should always be cited in

text in consecutive numerical order. Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.). If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions. Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file. Figure captions begin with the term Fig followed by a space and the figure number, both in roman type (e.g., Fig 1). No punctuation is to be included after the number. Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs. Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption. **Figure Placement and Size** When preparing your figures, size figures to fit in the column width. Figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm. **Permissions** If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility. In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that:

- o All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to- Braille hardware)
- o Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)
- o Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats. Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author. To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading. **Audio, Video, and Animations** Always use MPEG-1 (.mpg) format. **Text and Presentations** Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability. A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended. If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel). **Specialized Formats.** Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied. **Collecting Multiple Files** It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables. Refer to the supplementary

files as “Online Resource”, e.g., “... as shown in the animation (Online Resource 3)”, “... additional data are given in Online Resource 4”. Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, ESM_4.pdf”.

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file. Processing of supplementary files Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that:

- o The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material.
- o Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk).

After acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer’s web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color. Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer’s online platform SpringerLink. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles. Copyright transfer Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws. Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, they agree to the Springer Open Choice Licence.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color Illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof Reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, no further changes can be made to the article. Scientific errors can be

corrected by means of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.
<http://www.springer.com/journal/13744>

ANEXO II

Journal of Tropical Ecology Instructions for Authors, Manuscript Submission

Potential contributors are advised that careful attention to the details below will greatly assist the Editor and thus speed the processing of their manuscripts. Poorly prepared manuscripts will be returned to authors.

Scope of the journal

Journal of Tropical Ecology publishes papers in the important and now established field of the ecology of tropical regions. Papers may deal with terrestrial, freshwater and strand/coastal tropical ecology, and both those devoted to the results of original research as well as those which form significant reviews will be considered. Papers normally should not exceed 6000 words of main text. Short Communications are acceptable: they should not exceed four printed pages in total length.

Manuscript Preparation

All manuscripts must be submitted online via the website: <http://mc.manuscriptcentral.com/jte>

Detailed instructions for submitting your manuscript online can be found at the submission website by clicking on the 'Instructions and Forms' link in the top right of the screen; and then clicking on the 'Author Submission Instructions' icon on the following page.

The Editor will acknowledge receipt of the manuscript, provide it with a manuscript reference number and assign it to reviewers. The reference number of the manuscript should be quoted in all correspondence with Journal of Tropical Ecology Office and Publisher.

Submission of a manuscript implies that it has been approved in its final form by all the named authors, that it reports on unpublished work and that it has not been published or concurrently submitted for publication, in whole or in part, elsewhere. Papers are first inspected for suitability by the Editor or an editorial board member. Those suitable papers are then critically reviewed by usually two or three expert persons. On their advice the Editor provisionally accepts, or rejects, the paper. If acceptance is indicated the manuscript is usually returned to the author for revision. In some cases a resubmission is invited and on receipt of the new version, the paper may be sent to a third referee. If the author does not return the revised or resubmitted version within six months the paper will be classified as rejected. Final acceptance is made when the manuscript has been satisfactorily revised.

Language

All papers should be written in English, and spelling should generally follow The Concise Oxford Dictionary of Current English. Abstracts in other languages will be printed if the author so desires together with an abstract in English. All abstracts must be provided by the author.

Cambridge recommends that authors have their manuscripts checked by an English language native speaker before submission; this will ensure that submissions are judged at peer review exclusively on academic merit. We list a number of third-party services

specialising in language editing and / or translation, and suggest that authors contact as appropriate. Use of any of these services is voluntary, and at the author's own expense.

Preparation of the manuscript

Authors are strongly advised to consult a recent issue of the JTE to acquaint themselves with the general layout of articles. You can view a free sample issue of the journal at <http://journals.cambridge.org/trosample>.

Manuscripts should be prepared according to the following structure:

Page 1. Title page. This should contain (a) the full title, preferably of less than 20 words and usually containing the geographical location of the study; (b) a running title of not more than 48 letters and spaces; (c) a list of up to 10 key words, separated by commas, in alphabetical order suitable for international retrieval systems; (d) the full name of each author; (e) the name of the institution in which the work was carried out; and (f) the present email address of the author to whom PDF proofs should be sent.

Page 2. Abstract. This should be a single paragraph, in passive mode, no more than 200 words long, concise summary of the paper intelligible on its own in conjunction with the title, without abbreviations or references.

Page 3. et seq. The main body of the text may contain the following sections in the sequence indicated: (a) Introduction, (b) Methods, (c) Results, (d) Discussion, (e) Acknowledgements, (f) Literature Cited, (g) Appendices, (h) Tables, (i) Legends to Figures. An extra section between (a) and (b) for Study Site or Study Species might be necessary.

Main headings should be in capital type and centred; sub-headings should be ranged left and in bold. A Short Communication has a title, abstract and keywords but no section headings until Acknowledgements and item Literature Cited.

Acknowledgements should be brief. Notes should be avoided if at all possible; any notes will be printed at the end of the paper and not as footnotes.

Tables (preferably in MS Word, they must not be submitted as images) should be provided either at the end of the manuscript or as separate files. Tables should be numbered consecutively with Arabic numerals and every table should be cited at least once in the text, in consecutive order.

Figures should be submitted as separate files in TIF or EPS format but captions to figures should be supplied on a separate sheet at the end of the main manuscript. All figures must be cited in consecutive order.

The page size should be set to A4 and the text should be in a font size of 12 or greater throughout. Double spacing must also be used throughout, allowing wide margins (about 3 cm) on all sides. Main text pages should be numbered.

Scientific names

The complete Latin name (genus, species and authority) must be given in full for every organism when first mentioned in the text unless a standard nomenclatural reference is available which can be cited. Authorities might alternatively appear in Tables where they are first used. Names of taxa at generic rank and below should be in italics.

Units of measurement

Measurements must be in metric units; if not, metric equivalents must also be given. The minus index (m-1, mm-3) should be used except where the unit is an object, e.g. 'per tree', not 'tree-1'). Use d-1, wk-1, mo-1 and y-1 for per day, per week, per month and per year.

Abbreviations

In general, abbreviations should be avoided. Numbers one to nine should be spelled out and number 10 onwards given in figures. Dates should follow the sequence day-month-year, e.g. 1

January 1997. The 24-hour clock should be used, e.g. 16h15.

Appendix material

Unavoidably large tables or lists disrupt the flow and layout of the main text and are best included in appendices. Appendices are numbered consecutively with Arabic numerals and must be cited in numerical order in the text. Very large appendices may be published online only. In this case, the material is not copy edited or typeset but loaded directly as supplied by the authors (see below). All appendix material must conform to the journal style. Publication of appendix material remains at the discretion of the editor. Appendices are not normally included with short communications.

Literature cited

References to literature in the text should conform to the 'name-and-date' system. For example, direct citation as: Benzing (2000) or Moses & Semple (2011); or parenthetically (Holste *et al.* 1981). If a number of references are cited at one place in the text, they should not be arranged chronologically, but alphabetically by first author, with single-author references before those with two authors, which in turn come before those with three or more authors, e.g. (Chan 2008, Dubois & Blanc 1999, Silva & Almeida 2011, Silva *et al.* 2009, Williams 2003). In the reference list citations should take the forms given below. References with two or more authors should be arranged first alphabetically then chronologically. The names of cited journals should be given in full. Certain foreign language citations may be translated into English, and this should always be done where the English alphabet is not used (e.g. Chinese, Hindi, Thai).

BENZING, D. H. 2000. Bromeliaceae - profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press, Cambridge. 690 pp.

HOLSTE, E. K., KOBE, R. K. & VRIESENDORP, C. F. 2011. Seedling growth responses to soil resources in the understory of a wet tropical forest. *Ecology* 92:1828-1838.

MOSES, K. & SEMPLE, S. 2011. Primary seed dispersal by the black-and-white ruffed lemur

(*Varecia variegata*) in the Manombo forest, south-east Madagascar. *Journal of Tropical Ecology* 27:1- 10.

ROHWER, S., BUTLER, L. K. & FROEHLICH, D. R. 2005. Ecology and demography of east- west differences in molt scheduling of Neotropical migrant passerines. Pp. 87-105 in Greenberg, R. & Marra, P. P. (eds.). *Birds of two worlds: the ecology and evolution of migration*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Use the following as contractions in text: 'pers. obs.', 'pers. comm.', 'unpubl. data', 'in press'. Authors should double-check that all references in the text correspond exactly to those in the Literature Cited section.

Tables and figures

Tables

Tables should be in a simple form, with one set of column and row headings per table. Tables in parts with different column headings are not acceptable. These should be split into two or more separate tables. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. Vertical lines should not be used to separate columns. Avoid presenting tables that are too large to be printed across the page; table width must not exceed 80 characters, including spaces between words, figures and columns. Each table should be numbered consecutively with Arabic numerals. They can either be submitted as separate files (Microsoft Word) or appended to the main manuscript text file. Each table must be accompanied by a clear and concise caption. All 4 tables and figures must be cited in the text.

Figures and Illustrations

Please ensure that your figures are saved at final publication size and are in our recommended file formats. Following these guidelines will result in high quality images being reproduced in both the print and the online versions of the Journal.

Authors should ensure that all figures, whether line drawings or photographs, clarify or reduce the length of the text. Figures should be submitted in TIF or EPS format at approximate final publication size. Resolution of artwork should be at the following minimum resolutions: line artwork (black & white), 1200 dpi; combination, i.e. line/tone (greyscale), 800 dpi; black-and-white halftone (greyscale), 300 dpi; and colour halftone, 300 dpi. Colour is only encouraged where its use adds materially to the comprehension of the figure. All colour images should be clear when reproduced in black-and-white if authors are not paying for colour in print. Comprehensive guidance on creating suitable electronic figures is available in the Cambridge Journals Artwork Guide. Please:

- ensure text figures, line drawings, computer-generated figures and graphs are of sufficient size and quality to allow for reduction;
- avoid the use of solid black infills or complex hatching;
- use halftone images where they make a real contribution to the text, and ensure they are of good quality at the intended final size with any required lettering or numbering inserted by the author;
- include figure legends and numbers on a separate page at the end of the body text of the manuscript; individual parts of a figure should be clearly labelled with lowercase letters consecutively from 'a' and referred to in the legend. Legends to multipart figures should open with a statement summarising the whole figure. The individual parts should then be itemised with the part labels in full parentheses AFTER each item. Legends to figures and tables should be informative, ideally allowing readers to comprehend what the figure/table represents without reference to the main text of the paper.
- where possible put keys to symbols and lines in legends not on figures;
- inform the Editorial Office at the earliest opportunity if you wish to use colour figures (we will ask authors to pay in advance for the use of colour, but we can advise on how this can be kept to a minimum if we know your plans). If you request colour figures in the printed version, you will be contacted by CCC-Rightslink who are acting on our behalf to collect Author Charges. Please follow their instructions in order to avoid any delay in the publication of your article.

Supplementary Material

There will normally be one of the following reasons for you to supply supplementary material to accompany the online version of your article:

- You wish to link to additional information which due to its nature does not lend itself to print media (examples- full data sets, moving-image or sound files etc.).
- The Editor of the journal has requested that you extract certain information from the original article in order to allow for space constraints of the print version.

N.B. Please note that no copyediting or quality assurance measures will be undertaken on supplementary material (other than to ensure that the file is intact). The authors therefore warrant that the supplementary material that they submit when the paper is accepted is in a suitable format for publication in this manner. The material shall be published online in exactly the form that it is supplied. 5 Please follow the following instructions to supply supplementary material to accompany the online version of your article:

- Each supplementary file must be supplied as a separate file. Do not supply this material as part of the file destined for publication in the print journal;

- Each supplementary file must have a clear title (e.g., S. Jones_supplementary_figure_1);
- Provide a text summary for each file of no more than 50 words. The summary should describe the contents of the file. Descriptions of individual figures or tables should be provided if these items are submitted as separate files. If a group of figures is submitted together in one file, the description should indicate how many figures are contained within the file and provide a general description of what the figures collectively show;
- The file type and file size in parentheses;
- Ensure that each piece of supplementary material is clearly referred to at least once in the print version of the paper at an appropriate point in the text, and is also listed at the end of the paper.

Format and file size

- File sizes should be as small as possible in order to ensure that users can download them quickly, particularly the main text;
- Avoid generic file names such as 'manuscript' or 'text'; instead use author names or subject topic to reduce the likelihood of duplication with other submissions;
- Images should be a maximum size of 640 × 480 pixels at a resolution of 72 pixels per inch;
- Authors should limit the number of files to under ten, with a total size not normally exceeding 3 MB. Sound/movie files may be up to 10 MB per file; colour images may be up to 5 MB per file; all other general file types may be up to 2 MB per file but most files should be much smaller;
- We accept files in any of the following formats (if in doubt please enquire first): MS Word document (.doc), Plain ASCII text (.txt), Rich Text Format (.rtf), WordPerfect document (.wpd), HTML document (.htm), MS Excel spreadsheet (.xls), GIF image (.gif), JPEG image (.jpg), TIFF image (.tif), MS PowerPoint slide (.ppt), QuickTime movie (.mov), Audio file (.wav), Audio file (.mp3), MPEG/MPG animation (.mpg). If your file sizes exceed these limits, or if you cannot submit in these formats, please seek advice from the editor/board member handling your manuscript.

Publication

Copyright

Authors of articles published in the journal assign copyright to Cambridge University Press (with certain rights reserved) and you will receive a copyright assignment form for signature on acceptance of your paper. Authors receiving requests for permission to reproduce their work should contact Cambridge University Press for advice. Papers are accepted on the understanding that the work has been submitted exclusively to the Journal of Tropical Ecology and has not been previously published elsewhere unless otherwise stated.

Proofs

Page proofs will be forwarded as PDF files by email to the corresponding author. It is the

responsibility of the author to ensure that no errors are present. Authors will receive a PDF file of page proofs by email, and will be asked to return corrected proofs within 48 hours. Only essential corrections should be made and authors will be charged for excessive alterations at the proof stage. Once a proof has been returned only minor changes will be allowed. Authors should be aware that large numbers of changes may lead to the paper being returned to reviewers for 6 approval, delaying publication, in addition to incurring costs associated with making the changes. Errors remaining in these first proofs after the author has checked them are the author's responsibility. Any

further editorial changes, apart from minor grammatical and syntactical improvements, will be communicated to the author before second proofs are prepared.

Offprints

The author (or main author) of an accepted paper will receive a free PDF of their paper upon publication. Authors will be offered the opportunity to order paper offprints by using the form supplied at proof stage.

Reprints

For all commercial reprint pricing details, please follow this link or contact special_sales@cambridge.org Open Access Publication in Journal of Tropical Ecology Cambridge Open Option allows authors the option to make their articles freely available to everyone, immediately on publication. This service reflects Cambridge's commitment to further the dissemination of published academic information.

The programme allows authors to make their article freely available in exchange for a one-off charge paid either by the authors themselves or by their associated funding body. This fee covers the costs associated with the publication process from peer review, through copyediting and typesetting, up to and including the hosting of the definitive version of the published article online. Payment of this one-off fee entitles permanent archiving both by Cambridge University Press and by the author; however, it also enables anyone else to view, search and download an article for personal and non-commercial use. The only condition for this is that the author and original source are properly acknowledged.

The Cambridge Open Option is only offered to authors upon acceptance of an article for publication and as such has no influence on the peer review or acceptance procedure. The paper will continue to be made available in both print and online versions, but will be made freely available to anyone with Internet links via our online platform, Cambridge Journals Online. In addition, such papers will have copyright assigned under a Creative Commons Attribution licence, which enables sharing and adaptation, providing attribution is given. All articles will continue to be handled in the normal manner with peer-review, professional production and online distribution in Cambridge Journals Online. Articles will also be included in the relevant Abstracting & Indexing services and in CrossRef, and can have supplementary content (text, video or audio) added to their online versions. Cambridge will also deposit the article in any relevant repositories on the author's behalf, where that is a condition of the funding body.

The Cambridge Open Option is now available to authors of articles in Journal of Tropical Ecology at the standard Cambridge rate of £1695/\$2700 per article. Requests to take up the Cambridge Open Option will be subject to approval by the Editors of the Journal.

For more information on Open Access and Cambridge Journals, please follow this link.

Updated 5th September 2014