



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

CLAUDILENE CORREIA NASCIMENTO

**VARIAÇÃO DA RIQUEZA DE FUNGOS EM NINHOS DE DIFERENTES
TAMANHOS DE *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitidae)**

**CAMPINA GRANDE
2019**

CLAUDILENE CORREIA NASCIMENTO

**VARIAÇÃO DA RIQUEZA DE FUNGOS EM NINHOS DE DIFERENTES
TAMANHOS DE *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitidae)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia.

Orientador: Profa. Dra. M^a Avany Bezerra-Gusmão.

**CAMPINA GRANDE
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

N244v Nascimento, Claudilene Correia.

Varição da riqueza de fungos em ninhos de diferentes tamanhos de *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitidae) [manuscrito] / Claudilene Correia Nascimento. - 2019.

38 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.

"Orientação : Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."

1. Fungos. 2. Cupins. 3. Constrictotermes. 4. Ascomycota.
I. Título

21. ed. CDD 595.736

CLAUDILENE CORREIA NASCIMENTO

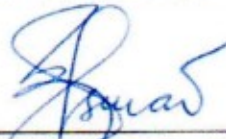
VARIAÇÃO DA RIQUEZA DE FUNGOS EM NINHOS DE DIFERENTES TAMANHOS
DE *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea, Termitidae)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia.

Aprovada em: 17/06/2019.


BANCA EXAMINADORA



Profª. Drª. Maria Avany Bezerra Gusmão (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profª. Drª. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Drª. Ana Márcia Barbosa da Silva
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Aos meus pais, avó e família, pelo esforço, apoio e amor contínuo, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Nesta caminha, que não foi curta nem fácil, assim como tudo que se pretende conquistar, passei por momentos de êxtase e também de total angústia; de euforia com as coisas que davam certo, mas também momentos de desânimo por não conseguir dá conta muitas vezes. Isto sem contar as muitas coisas que se passaram na vida pessoal e que me desestabilizaram. Mas em todos esses momentos, mesmo quando eu não sentia, nem conseguia enxergar, Ele estava comigo. Sim, DEUS estava e está sempre ao meu lado. E minha gratidão será eterna por todas as vezes em que pensei em desistir, e sempre uma força maior me fez prosseguir. Esta força maior era Ele agindo em mim. Obrigada Senhor, pelos teus feitos. As palavras são poucas, mas o sentimento é imenso.

Para aqueles que são os precursores deste sonho, pois sem o apoio, credibilidade e investimento não teria sido possível alcançar esta conquista: MEUS PAIS e AVÓ; o sorriso em vossos rostos ao saber da aprovação não esqueço nunca. Cada noite em claro, cada vez que pensei em desistir, foi em vocês que pensei, em como isto era significante, pois não tiveram a chance de alcançar tal feito. Meus olhos encharcam desde que comecei a escrever, mas neste parágrafo foi mais especial, porque vocês são o que de melhor e mais importante eu tenho. Obrigada por compreender a ausência, a chatice, a necessidade de gastos fora do orçamento, por serem exatamente o que eu precisava em todas as horas. Assim também como as minhas irmãs por aguentar meus surtos de chatice, mas também por acreditar que eu podia seguir. Obrigada a toda minha família por tamanho amor e cuidado. AMO VOCÊS!

Esta conquista acadêmica teve início desde o ensino básico até o ensino médio, onde conheci professores fantásticos, que me inspiraram tanto, agradeço à todos. Grata também a todos os docentes do Departamento de Biologia da UEPB e afins, que deram continuidade a essa construção, me possibilitando alçar voos mais altos. Em especial a Professora Adrienne T. Barros, pelo apoio e conselhos, pois nessa convivência eu não apenas tive uma professora, mas ganhei uma amiga para vida.

Bem, em um desses voos eu pousei e encontrei um ninho, não foi um ninho de pássaros, mas de cupins. E a rainha fez-me encantar por esses invertebrados espetaculares. Lembro-me como se fosse hoje no primeiro dia de aula em que o medo tomava conta da turma (pela fama de djabany, kkkkk), e quando ela começou a aula, todos foram surpreendidos por uma pessoa totalmente diferente do que diziam ser. Essa rainha me acolheu como um de seus pimpolhos (como ela carinhosamente diz), e me fez sentir parte do ninho. É prof, são exatos 9 anos que nos conhecemos, e eu muito te agradeço pelas contribuições

acadêmicas e pessoais. Foram altos e baixos, me ausentei do laboratório (leia-se ninho), mas quando voltei a senhora não hesitou em me receber. Tive falhas, e muitas, diga-se de passagem, e dessas me desculpo, mas acima de tudo cresci, e muito, graças a senhora, que tão dedicadamente e pacientemente pegou minha mão, acreditou e me mostrou que eu podia e me conduziu a este estágio. OBRIGADA PROF....

Aos demais operários do LET também agradeço. Estefany Gabriely, obrigada por suas palavras, pois quantas vezes estava na mesma situação que eu, mas não exitou em me animar e dizer que tudo ia dá certo. Manu, Kekinha (Kézia), Dayrla, minhas meninas, tantos debates sobre e as vezes nada a ver com a vertente de estudo, mas sempre discussões construtivas. Vocês não sabem quantas vezes seus abraços me fortaleceram, obrigada. Obrigada Marllon, pelo auxílio nas correções e construção, você foi muito paciente e gentil. Bruno Guedes, obrigada pela co-orientação na extensão. Carlos e Hidalgo, nosso convívio não é tão intenso, mas podem acreditar, também aprendi com vocês. Juliana, você chegou agora e o que tenho para dizer, além do que já disse, é que você tem a oportunidade, a agarre e faça valer. À Igor, meu obrigado pelo auxílio nas análises estatísticas deste estudo.

Jéssica, filhota, você tem um brilho; traz consigo uma paz, e tem um potencial que nem você imagina. Sou grata por “ser tua mãe”, quisera eu poder cuidar mais de ti, mas eu sei que Alguém maior que eu já o faz. Você é muito especial para mim.

À Socorro, minha gratidão pelos dias de coleta, pelos dias de sufoco, pelos dias de choro compartilhado. Você, Coquinha, foi importante nesta fase final do curso, quando estávamos capengas, uma se apoiou na outra, separadas não dava, mas juntas superamos e estamos aqui de pé, para glória de DEUS.

Mário (vulgo Maruage e Marió), quem disse que não há amizade entre homem e mulher? Mais que isso, você se tornou um irmão para mim, as noites em SJC me fizeram ver além dos momentos no laboratório. Deixaram ainda mais evidente a pessoa incrível que você é. Obrigada por divertir meus dias quando juntos, e pelos conselhos e preocupação quando longe. Tu és incrível!

Enfim, minha gratidão por tudo que aprendi com cada um, com os erros, com os exemplos, pelos abraços e sorrisos que tão docemente alegam meus dias.

D'Ávilla, nossa amizade veio em um momento muito propício. Cada conversa, cada conselho e cada leseira estão marcadas para sempre como especiais. Obrigada por se fazer presente nessa trajetória como alguém que me ensinou muito e me ajudou a entender que eu tenho que ir no meu passo.

Aos “letianos” que não estão mais em nosso laboratório, mas que fizeram parte do crescimento do mesmo e do meu: Antônio, Rebeca, Amanda, vocês são pessoas maravilhosas que me ensinaram tanto com aquelas noites em Almas, com algumas aventuras né, Amêndoa? kkkk... As brincadeiras o apoio, a amizade... ah, como sou bem aventurada.

As vezes a gente nem entende por que não deu, por que não foi, e quem está de fora consegue enxergar diferente da gente. Você é assim, Ana. Eu sempre te disse que você é um anjo que DEUS me enviou. Sabe a hora certa de falar, quantas vezes eu estava em desespero e você de forma tão doce e calma me fazia ver de fora, e me aconselhou não apenas sobre a pesquisa, mas também sobre a vida. Minha alegria é imensa em poder ter você como participante direta no desenvolvimento desta pesquisa e como membro da banca examinadora. Obrigada, Ana! Que Deus te retribua de maneira extraordinária, porque você não merece menos.

Agradeço também ao técnico do laboratório de Microbiologia, Augusto. Pela paciência e disponibilidade em auxiliar e ensinar os procedimentos de esterilização.

Agradeço à turma 2014.1 com a qual passei alguns meses, mas cultivei lindas amizades, em especial a de Anderson, um ser incrível que possui uma energia contagiante e que muito me incentivou nos momentos difíceis dessa caminhada, obrigada amigo!

E como esquecer da melhor turma 2013.2, ah meus bocas de burros (como carinhosamente nos chamamos, kkkk), Adailton, Aláide, Bruna, Diele, João, Linaldo e Nathan, grata sou pelo companheirismo, carinho e alegria nesses 4 anos transcorridos nas salas e corredores da UEPB. Como costumávamos dizer, SOMOS SOBREVIVENTES.

Ao Jadson Diogo Pereira Bezerra da Micoteca URM, pertencente a Universidade Federal de Pernambuco, pela parceria na análise e identificação dos fungos, seu auxílio e disposição foi de suma importância para conclusão desse estudo.

Por fim, agradeço a universidade pela oportunidade de ser participante do corpo discente da instituição.

RESUMO

A interação entre fungos e cupins é intrigante e vem sendo estudada a décadas. Conhecendo a riqueza fúngica associada a *Constrictotermes cyphergaster*, este estudo avaliou a riqueza fúngica nos ninhos desse cupim, verificando se esta varia em função da deposição de massa preta em um gradiente volumétrico. O material analisado foi coletado na Estação Experimental de São João do Cariri (ESSJC). Amostras de excremento (massa preta = MP) homogeneizadas foram retiradas de nove ninhos do cupim *C. cyphergaster*, com volumes que variaram de 2 a 68 litros. Diluiu-se sucessivamente 1g desse material até 10^{-4} , que foi semeado em meio BDA com 0,4 ml de Sulfato de gentamicina, e as placas mantidas em temperatura ambiente. Registraram-se 15 espécies fúngicas pertencentes ao Filo Ascomycota, distribuídas entre os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Purpureocillium*. A maior riqueza fúngica ocorreu nos ninhos de 15 e 19 L, e a menor de três espécies no ninho de 58 L. *Aspergillus* sp.4 mostrou maior abundância de colônias entre todos os ninhos. O índice de similaridade de Jaccard mostrou a formação de três grupos relacionados a composição fúngica entre os ninhos, com 60% de similaridade. Os fungos aqui registrados são reportados como eficientes degradadores de lignina e encontrados no solo adjacente aos ninhos. *Purpureocillium* cf. *lilacinum* é registrado pela primeira vez em ninhos de cupins. A riqueza observada entre os ninhos pode estar relacionada ao aumento de deposição de MP conforme o ninho aumenta de volume. O aumento da MP eleva o teor de matéria orgânica no ninho, que aumenta a umidade, fatores importantes para o crescimento de fungos. A temperatura também pode ter sido determinante para a abundância de colônias fúngicas. O isolamento do ninho de 68 litros pode estar relacionado as espécies exclusivas dele. Em função dos fungos serem eficientes degradadores de lignina, infere-se que esta degradação pode tornar a permanência dos fungos na MP inviável, o que pode explicar o decréscimo na riqueza e abundância fúngica com o aumento do volume dos ninhos. Conclui-se, portanto, que a quantidade de MP nos ninhos pode influenciar na riqueza de fungos e que a degradação desse composto pode induzir o decréscimo da riqueza e abundância desses organismos em ninhos com volumes acima de 50 litros.

Palavras - chave: Fungos. Cupins. *Constrictotermes*. Ascomycota.

ABSTRACT

Interaction between fungi and termites is intriguing and has been studied for decades. Knowing the fungal richness associated with *Constrictotermes cyphergaster*, this study evaluated the fungal richness in the nests of this termite, verifying if those varies as a function of black mass deposition in a volumetric gradient. Analyzed material was collected at Estação Experimental de São João do Cariri (ESSJC). Homogenized excrement samples (black mass = BM) were collected from nine nests of *C. cyphergaster* termite, with volumes varying from 2 to 68 liters. 1g of this material was successively diluted to 10⁻⁴, which was seeded in BDA medium with 0.4 ml of gentamycin sulfate, and plates maintained at room temperature. Fifteen fungal species belonging to Ascomycota Phylum, distributed among genera *Aspergillus*, *Penicillium* and *Purpureocillium* were recorded. The greatest fungal richness occurred in nests of 15 and 19 L, and the lowest of three GENERA in the nest of 58 L. *Aspergillus* sp4 showed a greater abundance of colonies among all nests. Jaccard similarity index showed the formation of three groups related to fungal composition among nests, with 60% similarity. The fungi registered here are reported as efficient lignin degrading and found in the soil adjacent to nests. *Purpureocillium* cf. *lilacinum* is first recorded in termite nests. Observed richness among nests may be related to an increase of BM deposition as the nest increases in volume. The increase in BM increases organic matter content in the nest, which increases humidity, important factors for fungi growth. The temperature may also have been determinant for an abundance of fungal colonies. The isolation of 68-liter nest may be related to his exclusives species. Because fungi are efficient lignin-degrading agents, it is inferred that this degradation may render fungus permanence in BM unviable, which may explain the decrease in richness and fungal abundance with increasing nests volume. It is concluded, therefore, that BM amount in nests can influence fungi richness and that degradation of that of substance can induce richness and abundance decrease of these organisms in nests with volumes over 50 liters.

Keywords: Fungi. Termites. *Constrictotermes*. Ascomycota.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Localização geográfica do município de São João do Cariri, Nordeste do Brasil.....	19
Figura 2 -	Ilustração do procedimento de diluição do excremento de <i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Blattodea: Termitidae) e cultivo dos fungos.....	20
Figura 3 -	Espécies fúngicas isoladas do excremento de <i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Blattodea: Termitidae) presente em seus ninhos.....	22
Figura 4 -	Dendrograma obtido por UPGMA, mostrando a similaridade fúngica em ninhos de <i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Blattodea: Termitidae) em função do seu volume, resultante da análise de agrupamento baseado no índice de similaridade de Jaccard.....	25
Figura 5 -	Curva de acumulação de espécies fúngicas isoladas do excremento de <i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Blattodea: Termitidae) presentes em seus ninhos de acordo com seu volume.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abundância de colônias e riqueza fúngica presentes no excremento de <i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Blattodea: Termitidae) presente em seus ninhos de acordo com o volume (L)	23
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Distribuição e Ecologia dos Cupins.....	15
2.2 Ninhos de cupins.....	15
2.3 Cupins e associação com fungos.....	17
3. METODOLOGIA.....	19
3.1 Área de estudo.....	19
3.2 Procedimento de amostragem e cultivo da massa preta.....	19
3.3 Análise de dados.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Os cupins, conhecidos popularmente como siriris ou aleluias, são insetos eussociais e classificados na infraordem Isoptera (KHRISNA et al., 2013), os quais constroem ninhos para manutenção da colônia (NOIROT; DARLINGTON, 2000). Essas estruturas variam de acordo com a espécie e tamanho da populacional (KORB, 2011). Também apresentam uma grande diversidade na arquitetura e tamanho dos ninhos, estando relacionados a evolução da vida social, respostas adaptativas as forças seletivas, especialmente o estabelecimento de um microclima, crescimento da população e diversidade de recursos alimentares (NOIROT; DARLINGTON, 2000). Essas construções apresentam condições microambientais adequadas quando se trata de umidade, temperatura e luminosidade para sobrevivência da colônia de cupins (ALVES; ALMEIDA, 1995). Esses fatores podem propiciar a instalação de microrganismos, como bactérias e fungos nesses ambientes (ROSENGAUS et al., 2003; MANJULA et al., 2014; BARBOSA-SILVA, 2011; BARBOSA-SILVA et al., 2016).

A relação dos cupins com microrganismos está associada a dieta desses insetos que é rica em lignocelulose, e estes não possuem eficiência na digestão desses polímeros (BREZNAK, 1982; BREZNAK; BRUNE, 1994; OHKUMA, 1999; OHKUMA, 2003; ROULAND-LEFÈVRE, 2000). Os microrganismos em simbiose podem agir de forma endógena, como as bactérias e protozoários presentes no trato digestivo dos cupins (RADEK, 1999), ou exógena, a exemplo dos fungos, que alteram a descoberta, consumo e o valor nutricional do recurso (SANDS, 1969; PERALTA et al., 2004).

Uma das associações frequentemente relatada entre cupins e fungos, é a complexa simbiose que ocorre na subfamília Macrotermitinae (MARTIN, 1992). Dezenove espécies fúngicas do gênero *Termitomyces* foram registradas nos ninhos desses cupins, mostrando alto nível de especialização da associação entre esses dois agentes (SANDS, 1969). Nesta simbiose, que é obrigatória para ambos, os cupins fornecem para os fungos um ambiente regulado e substrato, enquanto os fungos fornecem alimento para os cupins (BEARD, 1974; BIGNELL, 2000). Outros estudos relatam a presença de fungos em ninhos de cupins (ZOBERI; GRACE, 1990; ABDULLAH; HASSAN; MANSOUR, 2001; BARBOSA-SILVA, 2011; MELLO et al., 2016; BARBOSA-SILVA et al., 2016), destes apenas o de Zoberi e Grace (1990) constatou que interações interfúngicas podem beneficiar os cupins.

Contudo, as interações entre fungos e cupins nem sempre são positivas. Estudos indicam os fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*) (Wize) e *I. javanica* (= *Paecilomyces javanicus*) (Friedrichs e Bally), como agentes para controle biológico de

cupins (ALMEIDA et al., 1998; ALMEIDA; ALVES; ALMEIDA, 2000; WRIGHT; RAINA; LAX, 2005; GUIRADO et al., 2009, TOSCANO et al., 2010). Barbosa-Silva (2011) registrou 21 espécies fúngicas nos ninhos dos cupins *Nasutitermes* spp., *Microcerotermes* spp. e *Constrictotermes cyphergaster*, distribuídas em 14 gêneros, dos quais se destacaram *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp.. Espécies desses gêneros são reportadas como potenciais agentes entomopatogênicos (COSTA; OLIVEIRA, 1998; MORAES et al., 2001; PANDEY; SINGHA; SINGHA, 2013; OLIVEIRA et al., 2018).

Constrictotermes cyphergaster (SILVESTRI, 1901) constrói ninhos arborícolas (MATHWES, 1977), constituídos de solo umedecido e saliva (BEZERRA-GUSMÃO, 2008). No núcleo dos ninhos dessa espécie encontra-se um material de coloração escura acumulado, que é resultado da deposição de excremento (MATHEWS, 1977), também chamado de massa preta (MP). Esse material aumenta de quantidade conforme os ninhos aumentam de volume (BERZERRA-GUSMÃO, 2008),

A composição do excremento apresenta 3% a mais de lignina em relação aos demais compostos celulósicos (KOGISO; BEZERRA-GUSMÃO; GARCIA, 2007), além de grande concentração de carbono comparada a camada mais externa do ninho (BEZERRA-GUSMÃO et al., 2011). Em ninhos desse cupim, Barbosa-Silva et al. (2016) encontraram seis espécies de fungos eficientes degradadores de celulose e lignina associadas ao seu material excretado (MP).

Assim, considerando a intrigada relação entre cupins e fungos, e conhecendo a riqueza de fungos presentes nos ninhos de *C. cyphergaster*, este estudo se propôs a testar a hipótese de que o aumento na deposição de excrementos do construtor em função do volume do ninho altera a composição da microbiota nesses ambientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Distribuição e Ecologia dos Cupins

Os cupins são encontrados desde os trópicos até as regiões temperadas entre os paralelos 52° N e 45° S (KRISHNA et al., 2013). Em número de espécies conhecidas estão registradas 3.150 espécies no mundo, incluindo vivas e fósseis (CONSTANTINO, 2016). No Brasil, foram registradas cerca de 300 espécies, distribuídas nas famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae, essa última abrangendo cerca de 80% das espécies conhecidas (NOIROT, 1995; CONSTANTINO, 1999; CONSTANTINO; ACIOLI, 2006). Fatores como latitude, altitude, pluviosidade, temperatura, composições química e física do solo podem influenciar na distribuição, abundância e diversidade desses insetos nos ecossistemas (WOOD, 1988; BIGNELL; EGGLETON, 2000; JONES; EGGLETON, 2000; GATHORNE-HARAY et al., 2001; BANDEIRA et al., 2003).

Esses insetos vivem em colônias formadas por indivíduos que se distinguem em várias formas morfológicas (castas), exibindo divisão de trabalho (KRISHNA, 1969; MIURA, 2001). As castas desempenham diferentes funções biológicas e comportamento cooperativo entre elas, visando o sucesso reprodutivo de um ou de poucos indivíduos adultos da colônia, não existindo indivíduos que vivam isoladamente (WILSON, 1971; BANDEIRA; VASCONCELLOS, 2004; EGGLETON, 2011; KRISHNA et al., 2013).

Entre as funções ecológicas que desempenham no ecossistema, esses insetos realizam cerca de 50% da decomposição dos detritos orgânicos vegetais em Florestas Tropicais, em decorrência de sua atividade no solo (BIGNELL; EGGLETON, 2000). Em regiões áridas e semiáridas, onde a diversidade e abundância são geralmente mais baixas, a importância funcional desses organismos pode ser maior quando comparada às florestas úmidas (VASCONCELLOS et al., 2010), a exemplo de algumas savanas semiáridas, onde os cupins são responsáveis por 20% da mineralização de carbono (HOLT, 1987; BIGNELL et al., 1997). Suas atividades acarretam mudanças diretas na estrutura do ambiente, considerando-os indispensáveis para a manutenção estrutural e integridade dos ecossistemas (HOLT; COVENTRY, 1990), devido participarem da ciclagem de nutrientes como o fósforo, magnésio, ferro, além de modificações físico-químicas na estrutura do solo, eliminação de metano e fluxo de carbono (ZIMMERMAN et al., 1982, BLACK; OKWACOL, 1997; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 2001; BEZZERRA-GUSMÃO et al., 2011).

2.2 Ninhos de cupins

Uma das características dos insetos sociais é a construção de ninhos para abrigar a colônia (WILSON, 1971). Os ninhos de cupins se destacam por apresentarem diversidade e

arquitetura complexa (ELEOTÉRIO; BERTI-FILHO, 2000). Nos trópicos, os ninhos conspicuos são elementos marcantes na estrutura dos ecossistemas terrestres (MARTIUS, 1994). Segundo Noirot e Darlington (2000), a diversidade de ninhos em cupins é resultado da evolução da sua vida em sociedade, e isto proporcionou o aumento da colônia, permitindo diversidade de recursos alimentares e estratégias para obtenção desses recursos, além de se verificar o estabelecimento de um microclima adequado à vida e defesa da colônia contra alterações hostis.

Os ninhos são microcosmos controláveis que em alguns casos também permitem o armazenamento de reservas alimentares, sendo uma vantagem seletiva, especialmente em áreas que apresentam escassez sazonal de alimentos, por exemplo, devido a incêndios, inundações ou condições ambientais que restringem a atividade de forrageamento (KORB, 2003). Além disso, esses ambientes também apresentam umidade e temperatura controladas e propícias para a instalação de fungos (ALVES, 1995; KORB, 2003).

Os cupinzeiros são distinguidos em três categorias, 1 - os de peça única, vistos apenas no interior da madeira, também chamados de one-piece; 2 - subterrâneos, quando estão completamente abaixo do solo; e, 3 - arborícolas, quando são construídos em árvores, porém com uma conexão com o solo através de galerias observadas nos troncos vegetais de seus suportes, além de construir galerias subterrâneas. Os tipos 2 e 3 são construídos por milhares de cupins a partir da junção de materiais exógenos (partículas do solo ou de madeira) transportados pelas mandíbulas, e umidificados com saliva e material fecal (NOIROT; DARLINGTON, 2000). O local onde os cupins constroem os ninhos depende da oferta de alimento, enquanto que o tamanho do ninho e da população varia entre as espécies (LEPAGE; DARLINGTON, 2000).

Constrictotermes cyphergaster, com ninhos arborícolas, tem distribuição no Paraguai, Argentina, Bolívia e no Brasil, ocorrendo nesse último em áreas de cerrado e caatinga, cujos ninhos são os mais abundantes (MATHEWS 1977; VASCONCELLOS et al., 2007 CUNHA; BRANDÃO, 2000). Na caatinga, esse cupim apresenta densidade de ninhos com estimativa de $59,0 \pm 22,53$ ninhos ativos/ha, e dados quantitativos sobre população e biomassa de colônias e abundância de ninhos mostraram que essa espécie possui cerca de 278,2 indivíduos/m², com aproximadamente 0,9g (peso fresco)/m² (VASCONCELLOS et al., 2007). Nos ninhos dessa espécie são encontrados outros invertebrados que podem apresentar associação de dependência temporária (termitariófilos) ou definitiva (termitófilo) (CUNHA;

BRANDÃO, 2000; GALLEGO-ROPERO, 2013), além de fungos associados (BARBOSA-SILVA, 2011).

O núcleo dos ninhos dessa espécie é formado de um material de coloração escura, resultado da deposição de excremento do construtor (MATHEWS, 1977), também chamado de massa preta. Esse material aumenta em quantidade conforme os ninhos aumentam de volume (BERZERRA-GUSMÃO, 2008), e é constituída de materiais celulósicos, apresentando 3% a mais de lignina (KOGISO; BEZERRA-GUSMÃO; GARCIA, 2007), concentrando quantidade superior de C quando comparada a parte mais externa do ninho (BEZERRA-GUSMÃO et al., 2011).

2.3 Cupins e associação com fungos

Cupins e fungos interagem naturalmente no ambiente, uma vez que ambos usam a madeira como recurso, e cujas interações variam de relações mutualísticas a antagônicas (SANDS, 1969; MARTIN, 1992; BOUCIAS et al., 2012; KAMALUDDIN et al., 2016). Exemplo de interação antagônica é encontrada quando fungos que estão presentes na madeira produzem, através da decomposição do substrato, metabólitos secundários que repelem os cupins (SANDS, 1969). Kamaluddin et al. (2016) demonstram que o contato de *Reticulitermes speratus* Kolbe (1885) com estacas de madeira decompostas pelo fungo da podridão marrom, *Fibroporia radiculosa* (Peck) Parmasto (1968) impediu sua alimentação, indicando alteração do substrato a ser consumido.

Em outros casos, a presença dos fungos pode trazer benefícios nutricionais aos cupins, aumentando a disponibilidade de nutrientes, desintoxicação da madeira e melhorando a capacidade dos cupins de metabolizar a celulose através da modificação física e química desse recurso (PERALTA et al., 2004). Estudos em laboratório mostraram que o cupim subterrâneo *Coptotermes formosanus* Shiraki (1909) aumenta sua sobrevivência, o consumo de madeira e o comportamento de agregação quando a madeira é decomposta pelos fungos *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill (1908) e *Marasmiellus troyanus* (Murrill) Singer (LENZ; RUYOOKA, 1980; CORNELIUS, 2003; CORNELIUS et al., 2004, 2012).

Quanto a vitalidade dos cupins, alguns fungos podem ser patogênicos, a exemplo de *Isaria* spp. (Persoon), que em condições laboratoriais chegou a causar mortalidade superior a 70% e alta virulência sobre o cupim *Coptotermes gestroi* (Wasmann, 1896) (PASSOS et al., 2014). Em condições de campo, aplicações do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill em ninhos de *Cornitermes cumulans* (KOLLAR, 1832), atingiram mortalidade da população de cupinzeiros com tamanho pequeno de 80% aos 60 dias após a aplicação (TOSCANO et al.,

2010), demonstrando assim, eficácia na utilização desses microrganismos como agente de controle biológico.

As interações podem evoluir para diferentes níveis de dependência, a exemplo da simbiose dos cupins Macrotermitinae que cultivam fungos do gênero *Ternitomyces* em seus ninhos, nos chamados jardins de fungos, representando o mais alto nível de associação entre cupins e fungos (SANDS, 1969; LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Esses fungos têm alto valor nutricional e proporcionam um aproveitamento mais eficiente de nitrogênio e energia, sem que os cupins dependam somente dos seus simbiontes intestinais (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007). Os fungos também podem servir para controlar a temperatura nos ninhos em função de seus volumes, como visto para *Macrotermes subhyalinus* (VESALA et al., 2019). Esses autores também observaram uma preferência do fungo por ninhos menores, mas com sistemas de ventilação aberto, cujas temperaturas registradas foram altas.

Há também a intrigante interação de mimetismo por parte do fungo *Fibularhizoctonia* sp. nov., os quais produzem esclerócitos que se assemelham morfológica e quimicamente aos ovos de cupins do gênero *Reticulitermes* spp. (MATSUURA et al., 2009; MATSUURA, 2006), chegando a matar ovos de *R. flavipes* mesmo que estejam sob os cuidados dos operários, culminando em um custo para o cupim; em contraste, o fungo é beneficiado ao ser instalado em um ambiente livre de patógenos e competidores nos ninhos (MATSUURA, 2006).

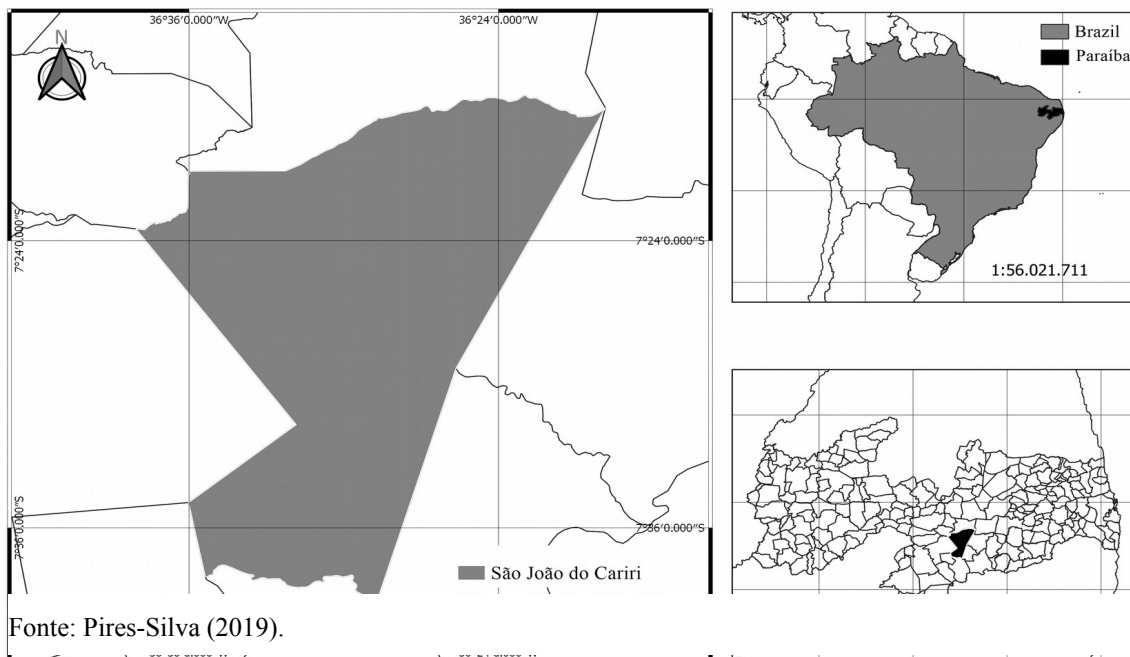
No Brasil, há escassez de pesquisas que abordem a associação de fungos aos ninhos de cupins, destacando-se apenas os estudos de Barbosa-Silva (2011) e Mello et al. (2016) que versam sobre riqueza e abundância fúngica. A maioria dos estudos realizados nacionalmente estão voltados para a patogenicidade de fungos em cupins e a sua utilização como agentes de controle biológico (ALMEIDA et al., 1998; LOPES et al., 2008; GUIRADO et al., 2009; TOSCANO et al., 2010; LOPES et al., 2011; PASSOS et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2018).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O material extraído dos ninhos (massa preta = MP) foi coletado na Estação Experimental de São João do Cariri (EESJC), pertencente à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), com uma área de 381 há (Fig.1). O município de São João do Cariri está inserido em uma das regiões mais secas do Brasil, apresentando altitudes entre 400-700 m, com índices pluviométricos históricos (dados entre os anos de 1911-2011) de 426,3 mm, umidade em 64% e temperaturas média anual de 24,0 °C, (MEDEIROS, 2015).

Figura 1- Localização geográfica do município de São João do Cariri, Nordeste do Brasil.



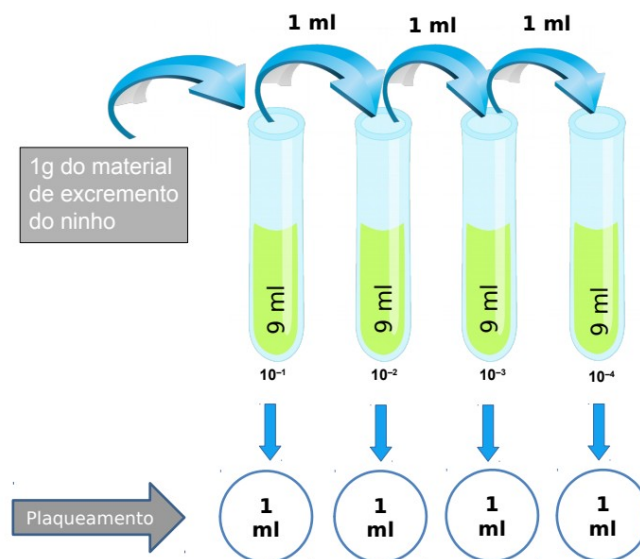
3.2 Procedimento de amostragem e cultivo da massa preta

As amostras de MP foram retiradas a partir de nove ninhos ativos do cupim *C. cyphergaster*, com volumes que variaram de 2 a 68 litros. Os volumes dos ninhos foram determinados através das medidas de altura, diâmetro maior e menor, obtidas com um paquímetro e aplicados na fórmula de um hemielipsóide ($V = 2/3 \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c / 1000$) (FONTES, 1980).

Onde: a = altura do ninho; b = $\frac{1}{2}$ do diâmetro maior;
 c = $\frac{1}{2}$ do diâmetro menor

Os ninhos foram abertos com o auxílio de uma machadinha, e do núcleo desses, extraiu-se a MP. O material foi colocado em sacos plásticos estéreis e acondicionadas em isopor, o qual foi macerado e homogeneizado usando-se um pistilo. 1g do produto foi adicionado em tubos de cultura contendo 9 ml de água destilada esterilizada, realizando-se com isso diluições seriadas decimais de até 10^{-4} , as quais foram agitadas por 30 segundos em vórtex (Vórtex basic 2.800 Rpm ID: 364, Modelo 220v). Em seguida 1 ml de cada diluição foi adicionado sobre o meio de cultura BDA (Batata, dextrose e ágar) solidificado e previamente misturado à 0,4 ml de Sulfato de gentamicina para evitar possíveis contaminações por bactérias (Fig. 2) (adaptado de BARBOSA-SILVA et al., 2016).

Figura 2- Ilustração do procedimento de diluição do excremento de *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitidae) e cultivo dos fungos.



Fonte: Adaptado de Barbosa-Silva (2012).

O ensaio foi feito em duplicata, sendo as placas incubadas à temperatura ambiente ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$), e o crescimento das colônias acompanhado por 15 dias. A contagem das colônias foi realizada diariamente (cerca de 5 dias após o cultivo) para a obtenção da abundância total dessas por fungos. Posteriormente os fungos foram classificados em morfotipos e então isolados em colônias puras.

Para análise das características morfológicas das colônias isoladas, microcultivos foram realizados para observação das características microscópicas (estruturas somáticas e reprodutivas) e cultivos em meios de cultura ágar extrato de malte (MEA), por sete dias a 25 °C, para em seguida serem observadas características macroscópicas das colônias, onde o aspecto, superfície, presença ou ausência de exsudato, pigmentação do meio, coloração e diâmetro das colônias foram identificados. A análise das características morfológicas foi realizada com base em Samson et al (2010).

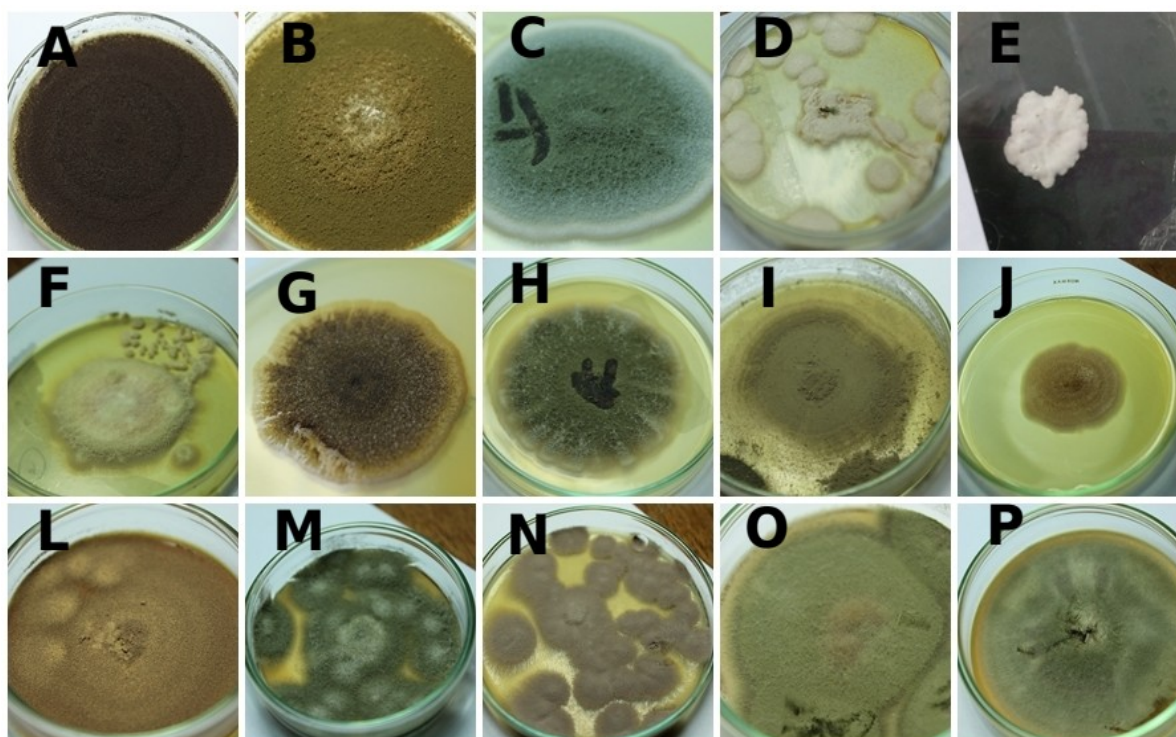
3.3 Análise de dados

Foi construída uma matriz com dados binários (presença e ausência) para análise da similaridade entre as amostras de massa preta dos ninhos. A matriz teve sua distância aritmética (método de separação) calculada usando índice de similaridade de Jaccard. Quatro diferentes algoritmos de agrupamento foram usados: *Single* (valoriza grupos mais similares), *Complete* (valoriza grupos mais distantes), *Ward* (mínimas variâncias) e *UPGMA* (agrupamento por médias aritméticas). Os métodos foram testados para maior parcimônia usando Correlação Cofenética aplicando a correlação de Pearson. Os resultados foram expressos gerando um dendrograma (cluster). Um gráfico de acumulação de espécies foi feito para analisar o esforço amostral. As correlações cofenéticas indicaram UPGMA como algoritmo de melhor relação com a distância calculada pelo índice de similaridade de Jaccard (Cor. Pearson=0.86, $T_{34}=9.65$, $P<0.001$). Todas as análises foram realizadas usando o pacote *vegan* (OKSANEN et al., 2018) utilizando do programa Rstudio (version 3.2.3 (2015-12-10)).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 15 espécies de fungos associadas ao excremento dos ninhos de *C. cyphergaster* (Tab. 1), pertencentes ao Filo Ascomycota, distribuídas nos gêneros *Aspergillus* (oito spp.), *Penicillium* (seis spp.) e *Purpureocillium* (uma sp) (Fig. 3; Tab. 1). Também se registrou a presença de três morfotipos que não esporularam e, portanto, não foram identificados.

Figura 3- Espécies fúngicas isoladas do excremento de *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) presente em seus ninhos: (A) *Aspergillus* cf. *carbonarius*; (B) *Aspergillus* cf. *flavus*; (C) *Penicillium* sp1; (D) *Aspergillus* sp1; (E) *Aspergillus* sp2; (F) *Aspergillus* sp3; (G) *Aspergillus* sp4; (H) *Penicillium* sp2; (I) *Penicillium* cf. *corylophilum*; (J) *Aspergillus* cf. *westerdijkiae*; (L) *Aspergillus* cf. *terreus*; (M) *Penicillium* sp3; (N) *Purpureocillium* cf. *lilacinum*; (O) *Penicillium* sp4; (P) *Penicillium* sp5.



Os fungos registrados neste estudo são comumente referidos como eficientes degradadores de celulose e lignina (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; LUANGSA-ARD et al., 2011), e são encontrados geralmente no solo adjacente aos ninhos (BARBOSA-SILVA et al., 2016). A presença de espécies pertencentes a esses gêneros já foi relatada em ninhos de *Cubitermes* sp., *Microcerotermes* spp., *Nasutitermes* spp. e *C. cyphergaster* (ROOSE-AMSALEG et al., 2004; BARBOSA-SILVA, 2011; BARBOSA-SILVA et al., 2016; MELLO et al., 2016). Todavia, o registro de *P. cf. lilacinum* é notificado pela primeira vez nos ninhos deste último.

Colônias desse fungo já foram registradas em ninhos de formigas (ANGELONE; BIDOCHKA, 2018), e tem apresentado potencial entomopatogênico (LAAKSO; GLOER, 1993; COSTA; OLIVEIRA, 1998; ROULAND-LEFÈVRE, 2000; LOPEZ et al., 2014; MORAES et al., 2001), além de ser reportado como agente de infecção cavitária pulmonar em humanos (KHAN et al., 2012).

Tabela 1- Abundância de colônias e riqueza fúngica presentes no excremento de *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitidae) de seus ninhos de acordo com o volume (L).

RIQUEZA FÚNGICA	ABUNDÂNCIA/ VOLUMES DE NINHOS (L)								
	2	6	9	15	19	24	37	58	68
<i>Aspergillus</i> cf. <i>carbonarius</i> (Bainier) Thom	48	4	227	1	1	-	17	2	-
<i>Aspergillus</i> cf. <i>flavus</i> Link	86	39	14	25	-	-	7	4	-
<i>Aspergillus</i> cf. <i>terreus</i> Thom	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Aspergillus</i> cf. <i>westerdijkiae</i> Frisvad & Samsø	43	10	192	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp1	6	7	3	139	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp2	-	-	-	-	228	-	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp3	-	-	-	-	53	-	-	-	-
<i>Aspergillus</i> sp4	-	-	-	1.978	-	1.378	-	-	-
<i>Penicillium</i> cf. <i>corylophilum</i> Dierckx	-	123	-	6	3	3	48	72	7
<i>Penicillium</i> sp1	18	-	-	15	36	3	-	-	-
<i>Penicillium</i> sp2	-	-	-	36	3	3	3	-	-
<i>Penicillium</i> sp3	-	-	-	-	-	-	-	-	30
<i>Penicillium</i> sp4	-	-	-	-	-	-	-	-	29
<i>Penicillium</i> sp5	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Purpureocillium</i> cf. <i>lilacinum</i> (Thom.)	-	-	-	-	-	-	-	-	223
TOTAL - 15	05	04	04	07	07	04	05	03	05

A maior riqueza de fungos entre os ninhos foi de sete espécies, observada nas arquiteturas com 15 e 19 L, e a menor de três espécies, registrada no ninho com 58 L (Tab. 1). Os ninhos de *C. cyphergaster* apresentam aumento de volume conforme a população cresce e em consequência disso a deposição de massa preta também aumenta (BEZERRA-GUSMÃO, 2008), e isso disponibiliza material orgânico, aumentando a umidade, fatores importantes no crescimento dos fungos. Ninhos com volumes variando de 12 a 30 L foram analisados na mesma área desse estudo, cujo valor de pH variou em função da estação, sendo a MP a parte mais interna do ninho e ácida (seca- 5,4 e chuva- 5,1) (BEZERRA-GUSMÃO, 2008). Estudos

relatam crescimento ótimo de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em pH ácido (BRANCATO; GOLDING, 1953; HOLMQUIST et al. 1983; WHEELER; HURDMAN; PITT, 1991; SANTANA et al., 2012), explicando assim a alta riqueza dos fungos nesses ambientes.

As colônias mais abundantes foram observadas para *Aspergillus* sp4. Esta espécie foi registrada em ninhos com volumes que variou de 15 a 24 L, enquanto a menor abundância foi para *A. cf. terreus*, presente no ninho de 37 L (Tab. 1). Espécies desse gênero também foram registradas em grande abundância em ninhos de *N. corniger*, *Reticulitermes* sp., *Zootermopsis* e *C. cyphergaster* (HENDEE 1933, ZOBBERI; GRACE 1990, BARBOSA-SILVA et al., 2016), além de se ter relato de sua presença no solo adjacente aos ninhos de *C. cyphergaster* (BARBOSA-SILVA et al., 2016). Ninhos de *N. corniger* são do tipo cartonado, enquanto os ninhos de *Reticulitermes* são construídos através de rachaduras em madeira, unindo partículas de solo, saliva e fezes, para manter sua umidade constante e contato com o solo para sustentar a colônia. Já os ninhos de *Zootermopsis* spp. são construídos em tocos e troncos podres ou outros tipos de detritos de madeira de árvores coníferas (BOOTH et al., 2012). Isto demonstra que esses fungos podem ser transportados pelos cupins para seus ninhos quando retornam do forrageio, além de demonstrarem uma plasticidade de nidificação e associação para os referidos ambientes.

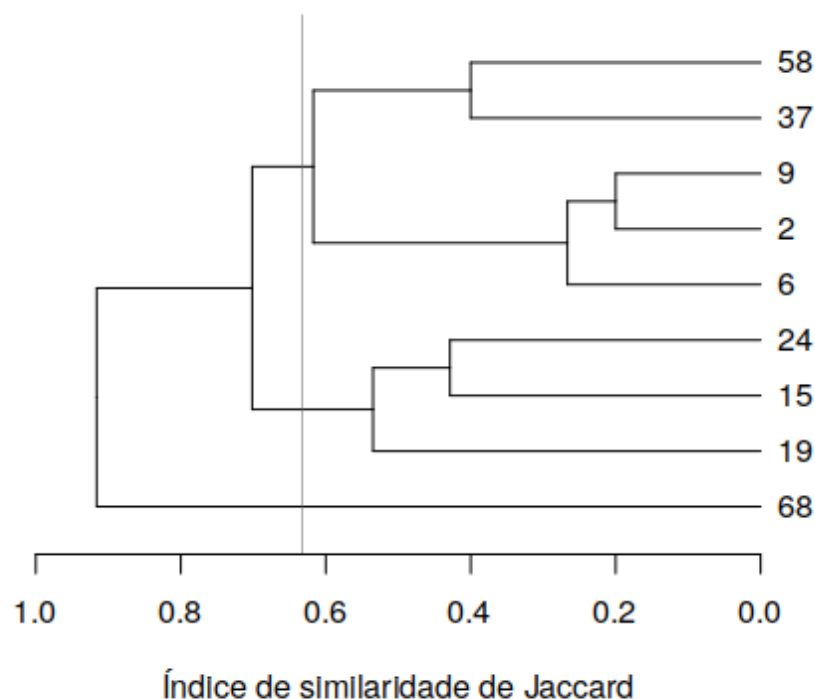
Estudos relatam que atividade da água e temperatura influenciaram o crescimento de duas espécies de *Aspergillus in vitro*, apresentando melhor crescimento nas temperaturas de 22, 27 e 33 °C, e diminuindo conforme a atividade da água diminuiu (BENNETT; DUNN; GOLDSMAN, 1981). A 15 °C, o crescimento foi observado com uma atividade da água de 0,95, mas não de 0,90, além de diferir quanto a incidência de luz (BENNETT; DUNN; GOLDSMAN, 1981; HOLMQUIST et al., 1983), demonstrando a influência integrada dos fatores no crescimento de fungos. As temperaturas nos ninhos são controladas e sofrem influência do ambiente (BEZERRA-GUSMÃO, 2008), assim também como a arquitetura influencia nessa oscilação (VESALA et al., 2019).

Aspergillus cf. carbonarius e *P. cf. corylophilum* foram os fungos mais frequentes, registrados em sete dos nove ninhos analisados (Tab.1). *A. cf. carbonarius* é relatado como um eficiente degradador de lignina e produtor de hidrocarbonetos (SINHA et al., 2015), e apresenta crescimento ótimo em temperaturas que variam (25-35°C) e níveis intermediários de atividade de água (0,85-0,97) (MITCHELL et al., 2004), enquanto para *P. cf. corylophilum*, a temperatura varia entre 20-35 °C e com atividade da água de 0,90 (ABELLANA; SANCHIS; RAMOS, 2001; ALBORCH et al., 2011). Mesmo as temperaturas

dos ninhos variando em função dos volumes e da temperatura ambiente, com médias de 24,8°C (BEZERRA-GUSMÃO, 2008), a frequência desses fungos nesse gradiente de volume mostra o quanto esses organismos estão adaptados as mudanças microclimáticas dos ninhos, cuja temperatura interna varia de acordo com a umidade presente, e essa varia em função do acúmulo da massa preta.

A formação de três grupos, com similaridade de mais de 60%, foi baseada na composição fúngica entre os ninhos (Fig. 4). O isolamento do ninho com volume de 68L deve-se a presença de quatro espécies que foram apenas registradas nele, pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Purpureocillium*, cujas abundâncias foram baixas, com exceção para *P. cf. lilacinus* (223) (Tab. 1). Infere-se, portanto, por serem esses fungos eficientes degradadores de lignina, os mesmos podem competir entre si, uma vez que esse recurso é abundante na MP, destacando a alta competitividade para *P. cf. lilacinus*. Assim, a degradação da MP pode se tornar inviável para permanência de alguns fungos o que pode explicar o decréscimo de riqueza e abundância fúngica em ninhos com volumes superiores a 50 L.

Figura 4- Dendrograma obtido por UPGMA, mostrando a similaridade fúngica em ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitidae) em função do seu volume, resultante da análise de agrupamento baseado no índice de similaridade de Jaccard.

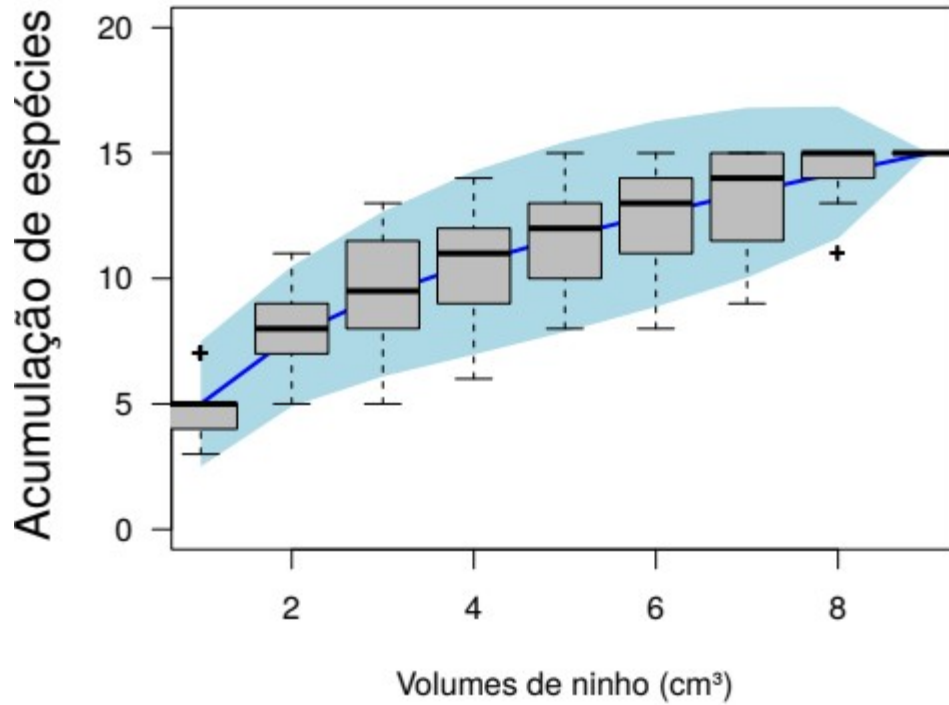


Espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Purpureocillium* são relatados como organismos entomopatogênicos (ROULAND-LEFÈVRE, 2000; LOPEZ et al., 2014). Segundo Barbosa-Silva et al. (2016), a presença de fungos entomopatogênicos junto aos cupins pode ser um dos fatores que motivam o abandono de ninhos. Todavia, estudos relatam que secreções defensivas dos soldados de cupins têm potencial antifúngico (ROSENGAUS; LEFEBVRE; TRANIELLO, 2000; MELLO, 2014). Além disso, os cupins apresentam uma série de comportamentos que incluem o mecanismo de limpeza (grooming), evitar contato com o cadáver, canibalismo, remoção e cobertura do mesmo, visando manter a integridade dos indivíduos e conseqüentemente da colônia (YANAGAWA; SHIMIZU, 2006; CHOUVENC; SU; ELLIOTT, 2008; ROSENGAUS; TRANIELLO, 2001; SU, 2005; CHOUVENC et al., 2011; CHOUVENC; SU, 2012). Contudo, em partes mais antigas do ninho é possível observar o aparecimento de micélio fúngico (Obs. pessoal), além de *C. cyphergaster* não ter hábito de circular pelos túneis da MP (CRUZ et al., 2018), podendo, portanto, explicar porque esses fungos, mesmo sendo potencialmente patogênicos, se instale e apresentem altas abundâncias.

Além disso, nos ninhos de *C. cyphergaster* coabitam cupins do gênero *Inquilinitermes*, inquilinos obrigatórios que se alimentam da matéria orgânica (MP) de seus ninhos (BEZERRA-GUSMÃO et al., 2007). Os fungos encontrados na massa preta podem ter uma relação direta com estes inquilinos uma vez que ambos utilizam o mesmo recurso. Contudo, essa relação ainda não está muito clara, necessitando de estudos a posteriori para melhor esclarecimento. É possível que esses inquilinos, uma vez que consomem a massa preta depositada nos ninhos, funcionem como agentes limpadores desses ambientes, algo semelhante ao que se vê nas relações interespecíficas presa-predador-hospedeiro (FEDER, 1966), que geralmente se supõe tornar os ectoparasitas (fungos associados aos ninhos desse estudo) mais acessíveis aos limpadores.

Segundo Peet (1974), quanto maior o número da amostra maior a riqueza, portanto, o N amostral dos ninhos também é outro fator que pode ter interferência direta no nosso resultado, necessitando um esforço amostral maior. O que pode ser visto no gráfico de acumulação de espécie, onde a curva não atinge um patamar (Fig. 5).

Figura 4- Dendrograma obtido por UPGMA, mostrando a similaridade fúngica em ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* (Blattodea: Termitidae) em função do seu volume, resultante da análise de agrupamento baseado no índice de similaridade de Jaccard.



5. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que a quantidade de massa preta nos ninhos influenciou na riqueza de fungos, uma vez que a maior riqueza foi registrada em ninhos com volume superior a 15 litros. Também evidenciam que a degradação da MP possivelmente induza o decréscimo da riqueza e abundância fúngica nos ninhos, haja vista que os fungos encontrados nesse estudo são eficientes degradadores de lignina, e a menor riqueza foi registrada em ninhos com volume de 50 litros, corroborando assim a hipótese de que a composição fúngica sofre influência da quantidade de MP em função do volume. Além dos fatores intrínsecos ao ninho, como temperatura e acidez poder influenciar na presença desses microrganismos.

Estudos posteriores, com maior número de amostras, são necessários para melhor compreensão das interações entre fungos e o gradiente volumétrico dos ninhos de cupins. Além de ressaltar carência na compreensão da presença de *Inquilinitermes* sp. utilizando a MP como habitação e recurso alimentar, assim como os fungos.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, S. K.; HASSAN, K. S.; MANSOUR, Z. F. Mycobiota associated with the subterranean termite *Micocerotermes diversus* in Basrah, Iraq. **Iraqi Journal of Biology**, [s.l.], v. 1, n.1, p. 109-116, 2001.
- ABELLANA, M; SANCHIS, V; RAMOS, A.j. Effect of water activity and temperature on growth of three *Penicillium* species and *Aspergillus flavus* on a sponge cake analogue. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 71, n. 2-3, p.151-157, dez. 2001.
- ALBORCH, L. et al. Effect of water activity, temperature and incubation time on growth and ochratoxin A production by *Aspergillus niger* and *Aspergillus carbonarius* on maize kernels. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 147, n. 1, p.53-57, maio 2011.
- ALMEIDA, J. E. M. et al. Controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen) com iscas termitrap impregnadas com inseticidas e associadas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [s.l.], v. 27, n. 4, p.639-644, dez. 1998.
- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, L. C. Controle de *Heterotermes tenuis* (Hagen)(Isoptera: Rhinotermitidae) e *Cornitermes cumulans* (Kollar)(Isoptera: Termitidae) com inseticida fipronil associado ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em isca atrativa na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Arq. Inst. Biol., São Paulo**, v. 67, n. 2, p. 235-241, 2000.
- ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M. Novas alternativas para o controle microbiológico de cupins. In: BERTI FILHO, Evoneo; PONTES, Luiz Roberto. **Alguns aspectos atuais biologia e controle de cupins**. Piracicaba: Fealq, 1995. p. 95-102. Disponível em: <<https://archive.org/details/AlgunsAspectosAtuaisDaBiologiaEControleDeCupins1995/page/n95>>. Acesso em: 30 maio 2019.
- ANGELONE, S.; BIDOCHKA, M. J. Diversity and abundance of entomopathogenic fungi at ant colonies. **Journal Of Invertebrate Pathology**, [s.l.], v. 156, p.73-76, jul. 2018.
- BANDEIRA, A. G. et al. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. **Sociobiology**, [s.l.], v. 42, n. 1, p. 117-128, 2003.
- BANDEIRA, A. G.; VASCONCELLOS, A. Efeitos de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins (Isoptera) do Brejo dos Cavalos, Pernambuco. In: PÔRTO, K. C.; CABRAL, J. P. J.; TABARELLI, M. **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 145-152.
- BARBOSA-SILVA, A. M. **Fungos associados a ninhos de cupins em uma Região Semiárida, NE do Brasil**. 2011. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

BARBOSA-SILVA, A. M. et al. Lignocellulosic fungi in nests and food content of *Constrictotermes cyphergaster* and *Inquilinitermes fur* (Isoptera, Termitidae) from the semiarid region of Brazil. **Fungal Ecology**, [s.l.], v. 20, p.75-78, abr. 2016.

BEARD, R. L. **Termite Biology & Bait-block Method of Control**. New Haven: Connecticut Agricultural Experiment Station, 1974. 19 p.

BENNETT, J. W.; DUNN, J. J.; GOLDSMAN, C. I. Influence of white light on production of aflatoxins and anthraquinones in *Aspergillus parasiticus*. **Appl. Environ. Microbiol.**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 488-491, 1981.

BEZERRA-GUSMÃO, M. A. et al. Estimativa populacional de *Inquilinitermes fur* em ninhos de *Constrictotermes cyphergaster* em uma área de caatinga do nordeste brasileiro. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu. **Anais [...]**. Caxambu, 2007. v. 1. p. 1129.

BEZERRA-GUSMÃO, M. A. **História natural de *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri, 1901)(Isoptera; Termitidae) em uma área de caatinga do cariri paraibano, no nordeste do Brasil**. 2008. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

BEZERRA-GUSMÃO, Maria A. et al. Are nests of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) important in the C cycle in the driest area of semiarid caatinga in northeast Brazil? **Applied Soil Ecology**, [s.l.], v. 47, n. 1, p.1-5, jan. 2011.

BIGNELL, D. E. Introduction to symbiosis. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 189-208.

BIGNELL, D. E.; EGGLETON, P. Termites in ecosystems. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 363-387.

BOUCIAS, D. G.; LIETZE, V.; TEAL, P. Chemical signals that mediate insect-fungal interactions. In: WITZANY, G. **Biocommunication Of Fungi**. Dordrecht: Springer, 2012. p.305-336.

BOOTH, W. et al. Population genetic structure and colony breeding system in dampwood termites (*Zootermopsis angusticollis* and *Z. nevadensis nuttingi*). **Insectes Sociaux**, [s.l.], v. 59, n. 1, p.127-137, 29 set. 2011.

BRANCATO, F. P.; GOLDING, N. S. The diameter of the mold colony as a reliable measure of growth. **Mycologia**, [s.l.], v. 45, n. 6, p.848-864, nov. 1953.

BREZNAK, J. A. Intestinal microbiota of termites and other xylophagous insects. **Annual Review Of Microbiology**, [s.l.], v. 36, n. 1, p.323-323, out. 1982.

BREZNAK, J. A.; BRUNE, As. Role of microorganisms in the digestion of lignocellulose by termites. **Annual review of entomology**, [s.l.], v. 39, n. 1, p. 453-487, 1994.

- CHOUVENC, T.; SU, N.; ELLIOTT, M, L. Interaction between the subterranean termite *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) and the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in foraging arenas. **Journal Of Economic Entomology**, [s.l.], v. 101, n. 3, p.885-893, 1 jun. 2008.
- CHOUVENC, T. et al. Burial behaviour by dealates of the termite *Pseudacanthotermes spiniger* (Termitidae, Macrotermitinae) induced by chemical signals from termite corpses. **Insectes Sociaux**, [s.l.], v. 59, n. 1, p.119-125, 17 set. 2011.
- CHOUVENC, T.; SU, N. When subterranean termites challenge the rules of fungal epizootics. **Plos One**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.1-7, 28 mar. 2012.
- COSTA, G. L.; OLIVEIRA, P. C. *Penicillium* species in mosquitoes from two Brazilian regions. **Journal Of Basic Microbiology**, [s.l.], v. 38, n. 5-6, p.343-347, nov. 1998.
- CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v.40, n.25, 387-448, 1999.
- CONSTANTINO, R.; ACIOLI, A. N. S. Termite diversity in Brazil (Insecta: Isoptera). In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. **Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems**, London: CABI, 2006. p. 117-128.
- CONSTANTINO, R. 2016. Banco de dados de cupins. Brasília, Universidade de Brasília. [atualizado em janeiro de 2018; Acesso em: 10 de Janeiro, 2019]. Disponível em: <http://termitologia.unb.br>.
- CORNELIUS, M. L. Foraging behavior of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, [s.sl.], v. 41, n. 1, p. 105-112, 2003.
- CORNELIUS, M. L. et al. Effect of a lignin-degrading fungus on feeding preferences of formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) for different commercial lumber. **Journal Of Economic Entomology**, [s.l.], v. 97, n. 3, p.1025-1035, 1 jun. 2004.
- CORNELIUS, M. L. et al. Aggregation and feeding behavior of the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) on wood decayed by three species of wood rot fungi. **Sociobiology**, [s. L.], v. 59, n. 3, p.667-679, maio 2012.
- CRUZ, J. S. et al. Survivorship and walking behavior of *Inquilinitermes microcerus* (Termitidae: Termitinae) in contact with host workers and walls from host nest. **Sociobiology**, [s.l.], v. 65, n. 1, p.31-37, 31 mar. 2018.
- CUNHA, H. F.; BRANDÃO, D. Invertebrates associated with the neotropical termite *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae). **Sociobiology**, [s.l.], v. 37, n. 3, p. 593-600, 2001.
- EGGLETON, P. An Introduction to Termites: Biology, Taxonomy and Functional Morphology. In: BIGNELL, D. E.; ROISIN, Y.; LO, N. **Biology of Termites: A Modern Synthesis**, Vancouver: Springer, 2011, v.2, p.1-26.

- ELEOTÉRIO, E. S. R.; BERTI-FILHO, E. Levantamento e identificação de cupins (Insecta: Isoptera) em área urbana de Piracicaba, SP. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 125-139, 2000.
- FEDER, H. M. Cleaning symbiosis in the marine environment. *In*: HENRY, S. M., **Symbiosis**. New York: Academic Press, 1966. pp. 327–380.
- FONTES, E. G. **Estudos ecológicos sobre o térmita arbóreo *Constrictotermes cyphergaster* em área de cerrado**. 1980. 65f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 1980.
- GALLEGO-ROPERO, M. C. **Coabitação e interação entre formigas e cupins em ninhos de *Cornitermes cumulans* em áreas de cerrado e pastagem no Brasil central**. 2013. Tese (Doutorado em Biologia Animal)- Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- GUIRADO, N. et al. Controle de cupins de montículo com *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.l.], v. 4, n. 2, dec. 2009.
- HENDEE, E. C. The association of termites with fungi. **Science**, [s.l.], v. 77, n. 1991, p. 212-213, 24 fev. 1933.
- HOLMQUIST, G. U.; WALKER, H. W.; STAHR, H. M.. Influence of temperature, pH, water activity and antifungal agents on growth of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus*. **Journal Of Food Science**, [s.l.], v. 48, n. 3, p.778-782, maio 1983.
- HOLT, J. A. Carbon mineralization in semi-arid northeastern Australia: the role of termites. **Journal of Tropical Ecology**, [s.l.], v. 3, n. 3, p. 255-263, 1987.
- HOLT, J. A.; COVENTRY, R. J. Nutrient cycling in Australian savannas. **Journal of Biogeography**, [s.l.], p. 427-432, 1990.
- JONES, D. T.; EGGLETON, P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of applied Ecology**, [s.l.], v. 37, n. 1, p. 191-203, 2000.
- KAMALUDDIN, N. et al. evidence of subterranean termite feeding deterrent produced by brown rot fungus *Fibroporia radiculosa* (Peck) Parmasto 1968 (Polyporales, Fomitopsidaceae). **Insects**, [s.l.], v. 41, n. 7, p.1-10, 18 ago. 2016.
- KHAN, Z. et al. *Purpureocillium lilacinum* as a cause of cavitary pulmonary disease: a new clinical presentation and observations on atypical morphologic characteristics of the isolate. **Journal Of Clinical Microbiology**, [s.l.], v. 50, n. 5, p.1800-1804, 8 fev. 2012.
- KOGISO, K. A.; GUSMÃO, M. A. B.; GARCIA, H. E. M. Macro and microscopic gut conten analysis of the *Inquilinitermes fur* (Isoptera, Termitidae) In the Paraiba Caatinga. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MICROSCOPIA E MICROANÁLISE (CSBMM), 21, 2007, Rio de Janeiro. **Anais [...]**, Rio de Janeiro, 2007.
- KORB, J. Thermoregulation and ventilation of termite mounds. **Naturwissenschaften**, [s.l.], v. 90, n. 5, p.212-219, 11 fev. 2003.

KORB, J. Termite mound architecture, from function to construction. *In*: BIGNELL, D. E.; ROISIN, Y.; LO, N. **Biology of Termites: A Modern Synthesis**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 348-373.

KRISHNA, Kumar et al. Treatise on the Isoptera of the world. **Bulletin Of The American Museum Of Natural History**, [s.l.], v. 377, n. 7, p.1-200, 25 abr. 2013.

KRISHNA, K. et al. Treatise on the Isoptera of the world: VOLUME 6 TERMITIDAE (PART THREE), INCERTAE SEDIS, TAXA EXCLUDED FROM ISOPTERA. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 377, n. 6, p. 1989-2433, 2013.

LENZ, M.; RUYOOKA, D. B. A.; HOWICK, C. D.. The effect of brown and white rot fungi on wood consumption and survival of *Coptotermes lacteus* (Froggatt) (Isoptera: Rhinotermitidae) in a laboratory bioassay. **Zeitschrift Für Angewandte Entomologie**, [s.l.], v. 89, n. 1-5, p.344-362, jan./dez. 1980.

LEPAGE, M.; DARLINGTON, J. P. E. C. Population dynamics of termites. *In*: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 333-361.

LIMA, J. T.; COSTA-LEONARDO, A. M. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 7, n. 2, p.243-250, 2007.

LOPES, R. S. et al. Aspectos morfológicos de *Paecilomyces farinosus* (Holmex sf Gray) Brown & Smith sobre infecção em *Coptotermes gestroi* (Wasmann)(Isoptera: Rhinotermitidae). **O Biológico**, [s.l.], v. 70, n. 1, p. 29-33, 2008.

LOPES, R. S. et al. Virulência e aspectos biológicos de *Isaria javanica* (Frieder & Bally) Samson & Hywell-Jones sobre *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 78, n. 4, p.565-572, out. 2011.

LOPEZ, D. C. et al. The entomopathogenic fungal endophytes *Purpureocillium lilacinum* (Formerly *Paecilomyces lilacinus*) and beauveria bassiana negatively affect cotton aphid reproduction under both greenhouse and field conditions. **Plos One**, [s.l.], v. 9, n. 8, p.1-8, 5 ago. 2014.

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, D. Nutrient dynamics (C, N and P) in termite mounds of *Nasutitermes ephratae* from savannas of the Orinoco Llanos (Venezuela). **Soil Biology and Biochemistry**, [s.l.], v. 33, n. 6, p. 747-753, 2001.

LUANGSA-ARD, J. et al. *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. **Fems Microbiology Letters**, [s.l.], v. 321, n. 2, p.141-149, 23 jun. 2011.

MANJULA, A., et al. Microbial diversity in termite nest. **Current Science**, [s.l.], v. 106, n. 10, p.1430-1434, maio 2014.

- MARTIN, M. M. The evolution of insect-fungus associations: from contact to stable symbiosis. **American Zoologist**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.593-605, ago. 1992.
- MARTIUS, C. Termite nests as structural elements of the Amazon floodplain forest. **Andrias**, [s.l.], v. 13, p. 137-150, 1994.
- MATHEWS, A. G. A. **Studies on termites from the Mato Grosso state, Brazil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977, 267 p
- MATSUURA, Kenji. Termite-egg mimicry by a sclerotium-forming fungus. **Proceedings Of The Royal Society B: Biological Sciences**, [s.l.], v. 273, n. 1591, p.1203-1209, 22 maio 2006.
- MATSUURA, Kenji et al. Cuckoo Fungus Mimics Termite Eggs by Producing the Cellulose-Digesting Enzyme β -Glucosidase. **Current Biology**, [s.l.], v. 19, n. 1, p.30-36, jan. 2009.
- MEDEIROS, R. M. et al. Transformação e análise de dados experimentais de pesquisa agrícola. **Revista Educação Agrícola Superior**, [s.l.], v. 30, n. 2, p.59-65, 30 dez. 2015.
- MELLO, A. P. et al. Fungi associated with nests of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Nasutitermitinae) in a semiarid region of Brazil. **Entomotropica**, [s.l.] v. 31, p. 302-310, outubro 2016.
- MITCHELL, D. et al. Water and temperature relations of growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* strains from grapes in Europe and Israel. **Journal Of Applied Microbiology**, [s.l.], v. 97, n. 2, p.439-445, ago. 2004.
- MELLO, Antonio Paulino de. **Composição química e atividade antimicótica da secreção defensiva de *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Nasutitermitinae)**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- MELLO, A. P. et al. Fungi associated with nests of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Nasutitermitinae) in a semiarid region of Brazil. **Entomotropica**, [s.l.], v. 31, n.37, p. 302-310, 13 Oct. 2016.
- MORAES, A. M. L. et al. The entomopathogenic potential of *Aspergillus* spp. in mosquitoes vectors of tropical diseases. **Journal Of Basic Microbiology**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.45-49, mar. 2001.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
- NOIROT, Ch. The gut of termites (Isoptera). Comparative anatomy, systematics, phylogeny. I. Lower termites. **Ann Soc Entomol Fr**, [s.l.], v. 31, p. 197-226, 1995.
- NOIROT, C.; DARLINGTON, J. P.E.C. Termite nests: architecture, regulation and defence. *In*: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 121-149.

- OHKUMA, M.; NODA, Satoko; KUDO, Toshiaki. Phylogenetic diversity of nitrogen fixation genes in the symbiotic microbial community in the gut of diverse termites. **Applied Microbiology And Biotechnology**, [s.l.], v. 65, n. 11, p. 4926-4934, 1999.
- OHKUMA, M.. Termite symbiotic systems: efficient bio-recycling of lignocellulose. **Applied Microbiology And Biotechnology**, [s.l.], v. 61, n. 1, p.1-9, 14 jan. 2003.
- OLIVEIRA, G. F. S. et al. Ação patogênica de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Isaria javanica* e *Penicillium* sp. contra *Nasutitermes corniger* Motschulsky (Isoptera: Termitidae) no Amazonas. **Scientia Amazonia**, [s.l.], v. 3, n. 7, p.B7-B11, nov. 2018.
- OKSANEN, J. et al. **vegan: Community Ecology Package**, 25 out. 2018. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>. Acesso em: 6 jan. 2019
- PANDEY, P.; SINGHA, L. P.; SINGHA, B. Colonization and antagonistic activity of entomopathogenic *Aspergillus* sp. against tea termite (*Microcerotermes beelsoni* Snyder). **Current Science**, [s.l.], v. 105, n. 9, p.1216-1218, 10 nov. 2013.
- PASSOS, Eliana Maria dos et al. Efeitos de isolados do fungo *Isaria* (Persoon) sobre o cupim subterrâneo *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 3, p.232-237, July/Sept. 2014.
- PEET, R K. The Measurement of Species Diversity. **Annual Review Of Ecology And Systematics**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.285-307, nov. 1974.
- PERALTA, R. C. G. et al. Wood consumption rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.283-289, abr. 2004.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- RADEK, R.. Flagellates, bacteria, and fungi associated with termites: diversity and function in nutrition—a review. **Ecotropica**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 183-196, 1999.
- ROOSE-AMSALEG, C.; BRYGOO, Y.; HARRY, M. Ascomycete diversity in soil-feeding termite nests and soils from a tropical rainforest. **Environmental Microbiology**, [s.l.], v. 6, n. 5, p.462-469, maio 2004.
- ROSENGAUS, R. B.; LEFEBVRE, M. L.; TRANIELLO, J. F. A. Inhibition of fungal spore germination by *Nasutitermes*: evidence for a possible antiseptic role of soldier defensive secretions. **Journal Of Chemical Ecology**, [s.l.], v. 26, n. 1, p.21-39, 2000.
- ROSENGAUS, R. B.; TRANIELLO, J. F. Disease susceptibility and the adaptive nature of colony demography in the dampwood termite *Zootermopsis angusticollis*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, [s.l.], v. 50, n. 6, p. 546-556, 2001.
- ROSENGAUS, Rebeca B. et al. Nesting ecology and cuticular microbial loads in dampwood (*Zootermopsis angusticollis*) and drywood termites (*Incisitermes minor*, *I. schwarzi*, *Cryptotermes cavifrons*). **Journal Of Insect Science**, [s.l.], v. 31, n. 3, p.1-6, set. 2003.

- ROULAND-LEFÈVRE, C. Symbiosis with fungi. In: ABE, T.; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000, p. 289-306.
- SANTANA, J. B. et al. Influência do pH e temperatura no crescimento de fungos filamentosos em água potável. In: Congresso Latinoamericano de Microbiologia, 21., 2012, Santos. **Anais** [...] Santos, 2012.
- SAMSON, Robert A. et al. **Food and indoor fungi**. CBS laboratory manual series 2. Utrecht: CBS-Fungal Biodiversity Centre, 2010.
- SANDS, W. A. The association of termites and fungi. In: KRISHNA, K.; WEESNER, F. M. **Biology of termites**. Academic Press: New York, 1969. p. 495-519.
- SINHA, M. et al. Production of hydrocarbons by *Aspergillus carbonarius* ITEM 5010. **Fungal Biology**, [s.l.], v. 119, n. 4, p.274-282, abr. 2015.
- SU, N. Response of the Formosan Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae) to Baits or Nonrepellent Termiticides in Extended Foraging Arenas. **Journal Of Economic Entomology**, [s.l.], v. 98, n. 6, p.2143-2152, 1 dez. 2005.
- TOSCANO, Luciana Claudia et al. Controle do cupim de montículo (Isoptera: Termitidae) de pastagem com fungos entomopatogênicos. **Revista Caatinga**, [s.l.], v. 23, n. 2, junho 2010.
- VASCONCELLOS, Alexandre et al. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: termitidae) in the dry forest of caatinga, northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 36, n. 5, p.693-698, out. 2007.
- VASCONCELLOS, A. et al. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Journal of Arid Environments**, [s.l.], v. 74, n. 2, p. 298–302, 2010.
- VESALA, R. et al. Termite mound architecture regulates nest temperature and correlates with species identities of symbiotic fungi. **Peerj**, [s.l.], v. 6, p.1-20, 16 jan. 2019.
- WILSON, E. O. **The insects societies**. Cambridge and Massachusetts: University Press Harvard, 1971, 548p.
- WHEELER, K. A.; HURDMAN, B. F.; PITT, J.i.. Influence of pH on the growth of some toxigenic species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 12, n. 2-3, p.141-149, fev. 1991.
- WRIGHT, Maureen S.; RAINA, Ashok K.; LAX, Alan R.. A Strain of the Fungus *Metarhizium anisopliae* for Controlling Subterranean Termites. **Journal Of Economic Entomology**, [s.l.], v. 98, n. 5, p.1451-1458, 1 out. 2005. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/jee/98.5.1451>.
- ZOBERI, Mujeeb H.; GRACE, J. Kenneth. Fungi Associated with the Subterranean Termite *Reticulitermes Flavipes* in Ontario. **Mycologia**, [s.l.], v. 82, n. 3, p.289-294, maio 1990. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00275514.1990.12025883>.

YANAGAWA, A.; SHIMIZU, S.. Resistance of the termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki to *Metarhizium anisopliae* due to grooming. **Biocontrol**, [s.l.], v. 52, n. 1, p.75-85, 17 ago. 2006.

