

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
NATHAN ROSA DAMASCENO**

**CARACTERIZAÇÃO MICROBIANA DE CUPINS, CUPINZEIROS E SEU
ENTORNO**

**CERES – GO
2019**

NATHAN ROSA DAMASCENO

**CARACTERIZAÇÃO MICROBIANA DE CUPINS, CUPINZEIROS E SEU
ENTORNO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, sob orientação do Prof. Dra. Flávia Oliveira Abrão Pessoa.

**CERES – GO
2019**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

D155c Damasceno, Nathan Rosa
Caracterização microbiana de cupins, cupinzeiros e seu entorno / Nathan Rosa Damasceno; orientadora Flávia Oliveira Abrão Pessoa. -- Ceres, 2019.
14 p.

Monografia (em Licenciatura em Ciências Biológicas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2019.

1. Aspergillus. 2. Penicillium. 3. Microclima. 4. Micofauna. 5. Solo. I. Oliveira Abrão Pessoa, Flávia, orient. II. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Nathan Rosa Damasceno.

Matrícula: 2016103220510044.

Título do Trabalho: Caracterização microbiana de cupins, cupinzeiros e seu entorno.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 09 / 11 / 2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres, 09 / 11 / 2019
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 28 dia(s) do mês de Novembro do ano de dois mil e 2019, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Nathan Rosa Damasceno, do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas matrícula _____, cujo título é "Caracterização microbiológica de cupins, cupinzeiros e seu entomo"

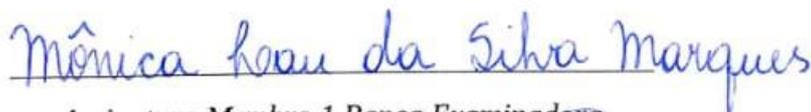
_____". A defesa iniciou-se às 15 horas e 00 minutos, finalizando-se às 16 horas e 35 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8 no trabalho escrito, média 9 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,5 de **pontos**, estando o(a) estudante apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

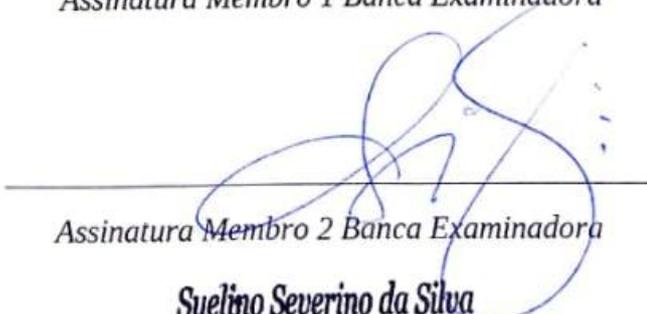
Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

Suelino Severino da Silva
Professor EBT
SIAPE Nº.1543733

DEDICATÓRIA: Dedico este trabalho aos meus pais, os quais indiscutivelmente desempenham grande papel na minha formação como ser humano, como cidadão, como Biólogo e como educador, investindo incentivos e propriedades para o meu sucesso pessoal e profissional..

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que viabilizou por intermédio de diversos profissionais e companheiros, oportunidades para a minha chegada até aqui. Agradeço à minha mãe Elizair Maria Rosa Damasceno e ao meu pai Claudio Moreira Damasceno, pelo incondicional apoio e investimento no meu desenvolvimento profissional e científico. Agradeço à minha irmã Nádia Rosa Damasceno por fazer parte desta jornada compartilhando experiências acadêmicas ao meu lado inúmeras vezes. A minha orientadora Dr^a Flávia Oliveira Abrão Pessoa pela oportunidade e pelos ensinamentos. Nas pessoas do Agrônomo Dr. Milton Paz Lima e do Biólogo Me. Jorge Freitas Cielask agradeço aos professores, instrutores e orientadores, que contribuíram para o meu aperfeiçoamento durante a execução deste estudo. Na pessoa da minha amiga Daise Fernanda de Sousa, agradeço a todos os meus amigos que integram e não integram a academia. Nas pessoas da Dr^a Maria do Socorro Viana do Nascimento e dos amigos Gustavo Alves e Simone Souza, agradeço aos 708 colaboradores e amigos que disponibilizaram apoio no transporte e na hospedagem durante a minha jornada acadêmica. Na pessoas responsáveis pela gestão e colaboradores, agradeço ao Campus Ceres do Instituto Federal Goiano pela disponibilidade e estrutura para desenvolvimento desta pesquisa.

“Em ciência não existe um erro tão grosseiro que, amanhã ou depois, sob alguma perspectiva, não pareça profético”.

Jean Rostand

RESUMO

Os cupins são insetos sociais que interferem nas condições do solo através de escavações e construções. A estrutura do solo é integrada por partículas minerais, matéria orgânica e o espaço poroso entre estas partículas, possibilitando o desenvolvimento de formas de vida. Este estudo foi executado entre setembro de 2018 e novembro de 2019, nas dependências do Campus Ceres do Instituto Federal Goiano. Os pontos de estudo analisados foram definidos desconsiderando a identificação de espécies ou castas, objetivando a presença de colônias ativas. Os tratamentos foram: Solo do entorno, Solo do montículo e Cupim. Em um delineamento inteiramente ao acaso, cada amostra coletada foi de aproximadamente 1g (grama) coletas em um período chuvoso e um período de estiagem. Amostras foram acondicionadas em microtúbulos estéreis (*Eppeendorf*), e encaminhadas para laboratório de microbiologia da instituição. Elas foram inseridas em tubos de ensaio, contendo solução salina (85%). Procedeu-se o repique dos isolados, agrupamento por morfotipologia. Iniciou-se o microcultivo para identificação há nível gênero. Obtendo os dados, procedeu-se a análise exploratória para verificação dos pressupostos da normalidade e homocedasticidade em software R, por meio de Shapiro Wilk e Cochran. Os valores quantificados de colônias foram comparados pelos testes de Kruskal-wallis (tratamentos) e Wilcoxon (período). Na comparação das origens dentro de cada período, não há diferença estatística em relação ao crescimento nas origens ($P > 0,05$). Analisando as origens dentro do período chuvoso, observa-se uma diferença em relação ao crescimento no solo de entorno com as demais origens. Foram identificados 8 gêneros fúngicos ao final.

Palavras-chave: *Aspergillus*. *Penicillium*. Microclima. Micofauna. Solo.

ABSTRACT

Termites are social insects that interfere with soil conditions through excavation and construction. The soil structure is made up of mineral particles, organic matter and the porous space between the particles, enabling the development of life forms. This study was carried out between September 2018 and November 2019, in the facilities of Campus Ceres of the Federal Institute of Goiano. The study points analyzed were defined disregarding the identification of species or grape varieties, aiming at the presence of active colonies. The treatments were: surrounding soil, mound soil and termite. In a completely randomized design, each sample collected was approximately 1g (gram) collections in a rainy season and a drought period. Samples were placed in sterile microtubules (Eppendorf) and sent to the institution's microbiology laboratory. They were inserted into test tubes containing saline solution (85%). The isolates were peeled, grouped by morphotype. Microculture was started for identification at gender level. Obtaining the data, the exploratory analysis was performed to verify the assumptions of normality and homoscedasticity in software R, by Shapiro Wilk and Cochran. Quantified colony values were compared by the Kruskal-wallis (treatments) and Wilcoxon (period) tests. When comparing origins within each period, there is no statistical difference regarding growth in origins ($P > 0.05$). Analyzing the origins within the rainy season, there is a difference regarding the growth in the surrounding soil with the other origins. Eight fungal genera were identified at the end.

Keywords: *Aspergillus*. *Penicillium*. Microclimate. Mycofauna. Soil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: <i>Aspergillus</i> spp.....	7
Figura 2: <i>Aspergillus</i> spp.....	7
Figura 3: <i>Aspergillus</i> spp.....	7
Figura 4: <i>Aspergillus</i> spp.....	8
Figura 5: <i>Aspergillus</i> spp.....	8
Figura 6: <i>Aspergillus</i> spp.....	8
Figura 7: <i>Cladosporium</i> spp.	8
Figura 8: <i>Cladosporium</i> spp.	8
Figura 9: <i>Mucor</i> spp.....	8
Figura 10: <i>Paecilomyces</i> spp.	8
Figura 11: <i>Paecilomyces</i> spp.	8
Figura 12: <i>Paecilomyces</i> spp.	8
Figura 13: <i>Penicillium</i> spp.	9
Figura 14: <i>Scopulariopsis</i> spp.	9

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias da diversidade microbiana encontrada nas origens estudadas.	5
Tabela 2: Desvio padrão e amplitude do número de isolados dentro de cada origem para cada período.....	5
Tabela 3: Tabela de gêneros fúngicos encontrados nas origens estudadas.	6

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
METODOLOGIA.....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO	4
CONCLUSÃO	11
REFERÊNCIAS	12

Caracterização microbiana de cupins, cupinzeiros e seu entorno.

INTRODUÇÃO

Os cupins são insetos que têm convivência social. Sendo endêmicos de regiões tropicais e temperadas, eles caracterizam-se por diferenças morfofisiológicas, os quais dispõem em sua sociedade uma divisão de trabalhos baseada na reprodução, definindo assim suas funções. A sociedade dos cupins apresenta apenas um casal com capacidade reprodutiva: o rei e a rainha. O restante da sociedade é composto por soldados, indivíduos estéreis responsáveis pela defesa; por operários, que atuam na busca de alimento para a colônia e na manutenção do cupinzeiro (LIMA, 2007). Considerados como engenheiros do solo, os cupins promovem, por meio de suas práticas sociais, especialmente as construções, escavações e perfurações do solo, interferências como transformações físico-químicas. O seu sistema gastrointestinal abriga uma microbiota diversificada, atuando na digestão de celulose e fixação de nitrogênio (COSTA, 2011).

A estrutura do cupinzeiro geralmente é composta por materiais de origem mineral em conjunto com fezes ou saliva, variando sua composição de espécie para espécie (FALL et al., 2007). Como mencionado anteriormente por Costa, 2011 as construções e escavações causam as modificações físicas e químicas do solo, tão como a matéria orgânica utilizada aliada a ação destes com os micro-organismos presentes no meio. Estas modificações influenciam na incidência, permanência e interação de micro-organismos no meio, tão como na sua biodiversidade (FIERER, 2006; CARNEY, 2006).

O solo é um componente importante dentro dos ecossistemas, pois se forma através da junção da atmosfera, da litosfera, biosfera e hidrosfera, sendo responsável pela regulação de processos ecossistêmicos e a disponibilidade de habitat para grande parte da biodiversidade terrestre (PEREIRA et al., 2010). Além de possuir uma biota extremamente rica e com uma imensa diversidade, o solo desempenha uma atividade biológica que promove inúmeras transformações tanto físicas como químicas, incluindo a própria estrutura tão como os resíduos orgânicos depositados no seu meio e sua superfície, viabilizando desta forma a vitalidade e sustentabilidade do ambiente (SOUTO et al., 2008). Outra qualidade do solo é a grande biodiversidade terrestre presente, sendo esta fundamental para o desempenho e desenvolvimento de inúmeras atividades e práticas humanas e de animais em geral (PEREIRA et al., 2010).

A estrutura do solo é integrada pelo agrupamento de partículas minerais, e uma relação entre a matéria orgânica presente e o espaço poroso formado entre elas, o que expande as possibilidades para o desenvolvimento de formas de vida. Atuantes essenciais para a sobrevivência do solo e a sustentação do ciclo de vida local são os fungos, como também substâncias excretadas por fungos e bactérias, presentes no solo e na sua superfície. Estes por sua vez se desenvolvem no meio, compondo o processo de ciclagem de nutrientes, a agregação de partículas minerais e orgânicas e a diversificação do ambiente em relação à riqueza de espécies (TAGLIAFERRO, 2005). Fungos apresentam altos níveis de biomassa e de metabolismo respiratório quando se envolvem constantemente em processos de decomposição da matéria orgânica do solo. Ela sofre processos de transformação, que continuamente enriquecem o solo e promovem o desenvolvimento de uma grande diversidade de micro-organismos (TOLEDO, 2003).

Quando a biota do solo é contaminada ou sofre alguma interferência seja ela química, física ou biológica, acaba por resultar em um efeito em cadeia, o qual interfere em diversos processos ecossistêmicos e na biodiversidade local (PINTO, 2018). Esta biota é extremamente importante, pois é integrada por uma gama de micro-organismos responsáveis pela manutenção do ambiente, desempenhando reações de ciclagem, fluxo de nutrientes e estruturando a manutenção e composição do solo (MARTINS, 2010). Notando a importância destes micro-organismos, o equilíbrio e manutenção desta biota são indispensáveis, pois formas de vida presentes nela são essenciais para a riqueza, estruturação e permanência do ecossistema local. Mudanças ocorridas em propriedades do solo afetam diretamente a microbiota do ambiente, podendo desestabilizar o equilíbrio e a manutenção da mesma (CARNEY, 2006).

O estudo da composição microbiana de cupinzeiros viabiliza a compreensão de diversos aspectos de biodiversidade: a relação do meio com os cupins e com a diversidade microbiana presente. Considerando que o solo é um habitat com grande diversidade de micro-organismos, a qual possibilita assim encontrar uma extensa variedade de gêneros fúngicos, a definição de solo não se delimita mais à fertilidade, mas compreende além desta, a abundância e diversidade de organismos presentes no mesmo (DORAN e ZEIS, 2000). Ao ingerir e transportar partículas de solo e de matéria orgânica, a saliva e a microbiota bucal dos cupins interferem na composição destas. A microbiota gastrointestinal do cupim também interfere nesta composição: ao removerem o solo, eles ingerem grande quantidade de partículas, que são processadas durante o ciclo gastrointestinal e excretadas posteriormente, interagindo intrinsecamente com o meio durante e após o processo de escavação e remoção do solo (HOLT e LEPEGE, 2000).

Portanto, é de suma importância a realização de estudos e a análise da biodiversidade no solo de cupinzeiros, tão como nos próprios cupins. Levando em consideração que estes insetos atuam na digestão de celulose, fixação de nitrogênio e decomposição de matéria orgânica, compreende-se a sua importância para a manutenção do meio em que o mesmo se encontra. Objetivando conhecer a diversidade microbiana presente nestas estruturas e seus construtores, realizou-se neste estudo a análise de cupinzeiros, cupins e do solo de seu entorno, coletados em propriedades do Centro goiano, a fim de caracterizar a diversidade microbiana (fúngica) encontrada nas amostras coletadas.

METODOLOGIA

Este estudo foi executado entre setembro de 2018 e novembro de 2019, sendo conduzido nas dependências do Instituto Federal Goiano Campus Ceres (latitude-15.348261, longitude-49.598500) de acordo com a incidência de cupinzeiros ocorrida na localidade. Foram definidos 5 (cinco) pontos de estudo. Em cada ponto observou-se 1 (um) cupinzeiro de montículo ativo. Os pontos de estudo onde seriam realizadas as coletas para análise, foram definidos desconsiderando a identificação de espécies ou castas, objetivando somente os que houvesse a presença de colônias ativas, para realização das coletas e estudo em laboratório.

Os tratamentos definidos foram: “SE” - Solo do entorno, “SM” - Solo do montículo e “CP” – cupim. Em um delineamento inteiramente ao acaso, cada amostra coletada era de aproximadamente 1g (grama), em 5 repetições. Definiu-se para cada ponto: Uma amostra de SE (cerca de 1g de solo) proveniente de uma área do entorno da base do montículo, uma amostra de SM (cerca de 1g de solo) proveniente da parte interna do montículo e uma amostra de CP (cerca de 1g de insetos) proveniente de cupins encontrados nas cavidades do montículo. Para aferição da massa necessária das amostras, foi utilizada uma balança de precisão.

Durante a pesquisa ocorreram coletas em dois períodos, dispostas de acordo com um período chuvoso (meses) e um período de estiagem (meses). O solo foi coletado em duas partes por unidade de estudo: SE na parte externa do montículo sendo coletado da primeira camada de solo (0,40m/1m partindo da base do montículo para a orla), e SM na parte interna do montículo (0,10m/0,20m partindo da orla para o centro do montículo). Os insetos foram coletados em uma parte por ponto de estudo (1g de insetos, não

viabilizando o número de insetos, mas a massa proposta). Tanto as amostras de solo como de insetos foram acondicionadas em microtúbulos estéreis (*Eppeendorf*), e encaminhadas para o laboratório de microbiologia do IF Goiano Campus Ceres, onde foram realizadas as etapas de diluição, inoculação, microcultivo e caracterização.

Em laboratório, foram pesadas as amostras e inseridas em tubos de ensaio de vidro c/ tampa, contendo solução salina (85%), para o processo de diluição seriada, e posteriormente inoculação em meios de cultura. Esta etapa ocorreu com a inserção de 1g de solo ou de inseto, que foi pesado em balança de precisão, em um tubo contendo 9ml (mililitro) da solução. Após homogeneizar, o método foi repetido nos demais tubos adicionando 1ml da solução do tubo anterior ao tubo seguinte. Para cada amostra, este processo foi feito até alcançar a diluição 10^{-6} . Em seguida foram separadas as diluições 10^{-2} , 10^{-4} e 10^{-6} , nas quais foram inoculadas uma alíquota de 1ml em placas de Petri contendo o meio de cultura ágar Sabouraud (acrescido de cloranfenicol) e armazenadas em estufa de crescimento com temperatura média de 30°C à 34°C. Passado o prazo de 10 dias, foi realizada a quantificação de colônias microbianas.

Posteriormente procedeu-se o repique dos fungos isolados, agrupamento por morfotipologia, de acordo com as características da sua base – BS, do seu topo – TP, da sua textura – TX. Efetuado o isolamento, ocorrido o crescimento dos isolados, e confirmada a morfotipologia, iniciou-se o microcultivo para identificação até gênero, onde os isolados foram repicados em fragmento de meio Sabouraud em forma de cubo medindo 1cm (centímetro) x 1cm, e fixada lamínula sobre o mesmo, para que o consequente crescimento do fungo se espalhasse pela lamínula (ANVISA, 2004). O objetivo desta etapa foi a confecção de lâminas para que os isolados estudados fossem identificados por chave taxonômica de acordo com suas estruturas reprodutivas e características visuais em aspecto microscópico.

Após obtenção dos dados, procedeu-se a análise exploratória, para verificação dos pressupostos da normalidade e homocedasticidade em software R, por meio de Shapiro Wilk e Cochran. Os valores quantificados de colônias foram comparados pelos testes de Kruskal-wallis (tratamentos) e Wilcoxon (período).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comparação das origens dentro de cada clima, percebe-se que não há diferença estatística ($P > 0,05$) em relação ao crescimento nas origens. Solo de entorno

(SE), Solo do montículo (SM) e o Cupim (CP), não demonstram diferenças estatísticas dentro do período seco (PSC) (Tabela 1). Ao analisar as origens dentro do período chuvoso (PCH), observa-se uma diferença em relação ao crescimento no solo de entorno com as demais origens. Opondo-se ao PSC, o solo de entorno em PCH, apresenta uma média de crescimento da microbiota menor que a mesma origem em PSC, diferenciando assim estatisticamente das demais origens dentro de PCH, como do mesma origem em PSC ($P < 0,05$).

Tabela 1: Médias da diversidade microbiana encontrada nas origens estudadas.

Médias da diversidade microbiana			
Origem	Período chuvoso (PCH)	Período seco (PSC)	p-valor*
SE – Solo de Entorno	240 Ab	2620 Aa	0,0432
SM – Solo do montículo	260 Aa	2280 Aa	0,2343
CP – Cupim	160 Aa	320 Aa	0,1105
p-valor*	0,2990	0,3117	

NOTA: Letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferença estatística pelo teste de Kruskal-wallis a 5% de significância. Letras minúsculas distintas indicam diferença estatística pelo teste de Wilcoxon a 5% de significância. * Significativo a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

Observa-se os valores de desvio padrão e amplitude para cada origem dentro dos períodos chuvoso e seco, dos números de isolados obtidos em cada origem (Tabela 2).

Tabela 2: Desvio padrão e amplitude do número de isolados dentro de cada origem para cada período.

	Desvio padrão e amplitude das origens dentro de cada período					
	Solo de Entorno (SE)		Solo de Montículo (SM)		Cupim (CP)	
	DP*	AMP**	DP*	AMP**	DP*	AMP**
Período Chuvoso (PCH)	149,7	400	135,647	400	48,9898	100
Período Seco (PSC)	4193	10700	3861,3	9800	172,047	500

*Desvio padrão. **Amplitude.

Na análise de PCH e PSC, foram identificados dentre as colônias isoladas 8 gêneros fúngicos (Tabela 3) provenientes das amostras de SE, SM e CP: *Aspergillus* spp., *Paecilomyces* spp., *Penicillium* spp., *Schizophyllum* spp., *Scopulariopsis* spp., *Trichophyton* spp., *Cladosporium* spp. e *Lichtheimia* spp. (*Mucor* spp.).

Tabela 3: Tabela de gêneros fúngicos encontrados nas origens estudadas.

Fungos – Gênero	PCH*	PSC**
<i>Aspergillus</i> spp.	91,67%	82,00%
<i>Paecilomyces</i> spp.	8,33%	4,00%
<i>Penicillium</i> spp.	-	4,00%
<i>Trichophyton</i> spp.	-	2,00%
<i>Scopulariopsus</i> spp.	-	2,00%
<i>Schizophyllum</i> spp.	-	2,00%
<i>Lichtheimia</i> spp. (<i>Mucor</i>)	-	2,00%
<i>Cladosporium</i> spp.	-	2,00%

*PCH: Período chuvoso. **PSC: Período seco.

Através da diferença encontrada nas análises demonstradas nas tabelas em relação à comparação de uma mesma origem dentro de climas diferentes, observou-se que SE (solo de entorno) tem uma variação no PCH (período chuvoso) em comparação ao PCS (período seco), sendo maior em PCS e menor em PCH. Nos mesmos períodos, SM (solo de montículo) e CP (cupim) não apresentam diferença significativa no crescimento de colônias, analisando uma mesma origem dentro dos dois climas. Este equilíbrio é resultante da interação dos cupins com o meio durante os processos de escavação e manuseio do solo, como discutido por Lima, (2007): estes insetos utilizam sua secreção salivar e sua excreção fecal muito ricas em nutrientes, como uma espécie de agentes cimentantes empregados na construção dos cupinzeiros.

Esta prática confere condições favoráveis para a sustentação de um microclima interno. Exemplificando esta afirmação, a microbiota do SE sofre interferência em relação ao clima, em função de sua exposição ao ambiente externo e às intempéries ocorrentes, enquanto as microbiotas de SM e CP mantêm uma diversidade semelhante em ambos os climas, não apresentando diferença significativa ($P > 0,05$) sobre a variedade de gêneros encontrada. Esta comparação se baseia no fato de que a presença dos cupins e o emprego de agentes integrantes da sua microbiota, através de suas práticas sociais são

responsáveis pela sustentação de um microclima, que também proporciona condições favoráveis à sobrevivência dos cupins e de micro-organismos presentes dentro do cupinzeiro.

O microclima estabelecido dentro dos cupinzeiros propicia condições favoráveis para o desenvolvimento de micro-organismos e dos cupins, independentemente do clima externo ao montículo. Estes insetos são muito sensíveis às mudanças do meio. Em exposição às mudanças de temperatura seu modo de vida é afetado, visto que sua dieta, seu convívio social e sua ambientação são restritos na sua maior parte ao interior do cupinzeiro, onde suas sociedades se desenvolvem (CONSTANTINO et al. 2005).

Constantino et al. (2005) também fala sobre a relação entre as estruturas internas do cupinzeiro e as condições internas: a atmosfera interna dos cupinzeiros se divide através de um complexo de galerias, paredes porosas e corredores. Estas estruturas aliadas à matéria orgânica e a presença de micro-organismos relacionados à microbiota interna do cupim, permitem trocas gasosas e uma ventilação eficiente dentro do ninho, regulando os níveis de oxigênio e carbono, estabilizando uma temperatura interna média ideal para a sobrevivência dos cupins e contribuindo para a manutenção da colônia. O complexo de labirintos e câmaras proporciona ao cupinzeiro a temperatura e umidade necessárias para a sustentabilidade de um microclima interno (HONGOG, 2010).

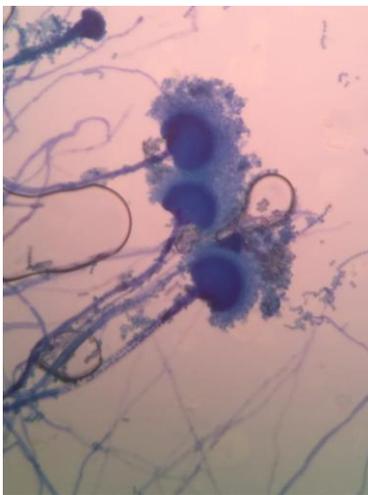


Figura 1: *Aspergillus* spp.



Figura 2: *Aspergillus* spp.

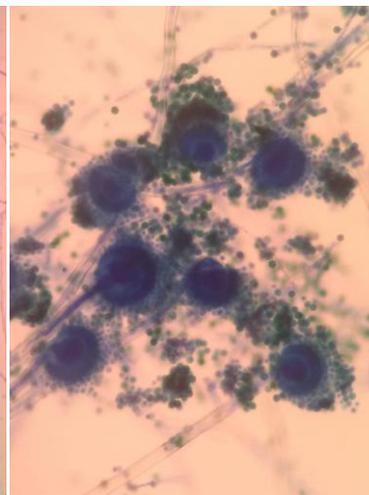


Figura 3: *Aspergillus* spp.

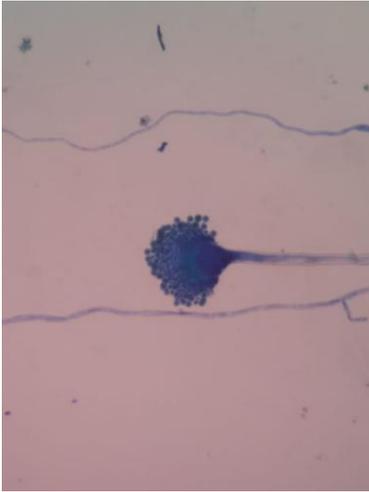


Figura 4: *Aspergillus* spp.

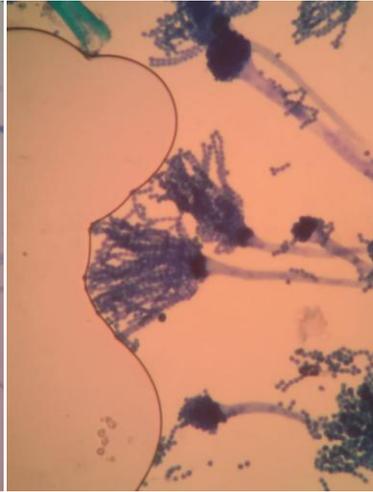


Figura 5: *Aspergillus* spp.

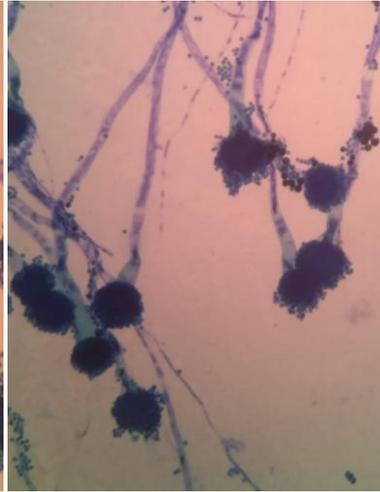


Figura 6: *Aspergillus* spp.

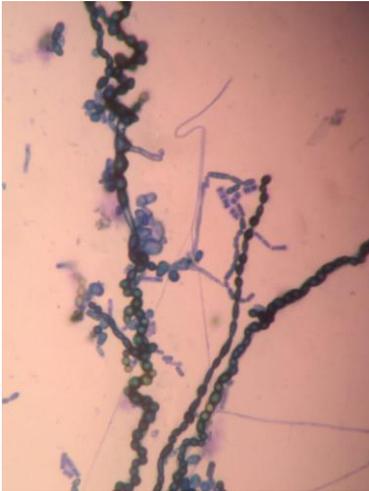


Figura 7: *Cladosporium* spp.

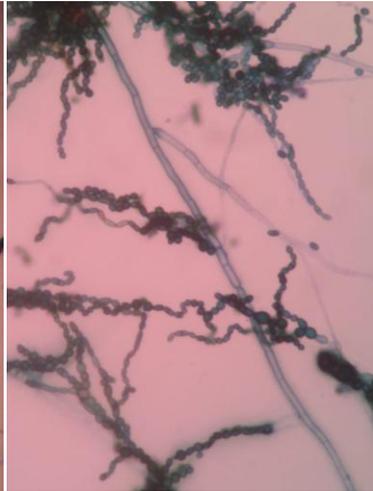


Figura 8: *Cladosporium* spp.

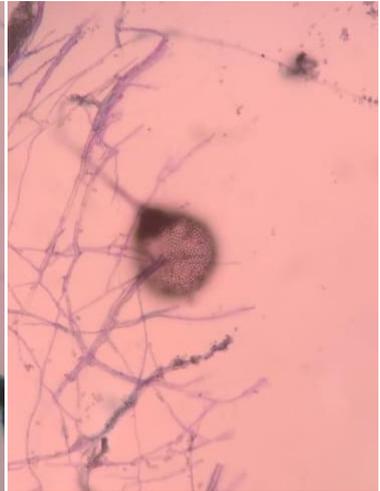


Figura 9: *Mucor* spp.

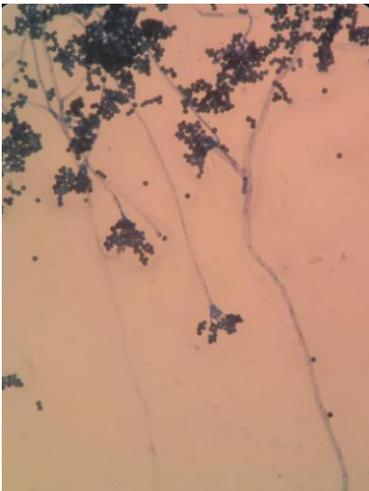


Figura 10: *Paecilomyces* spp.

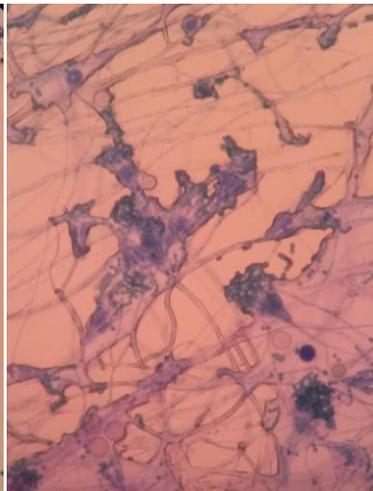


Figura 11: *Paecilomyces* spp.

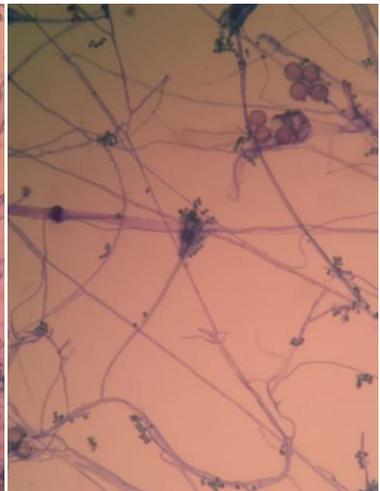


Figura 12: *Paecilomyces* spp.

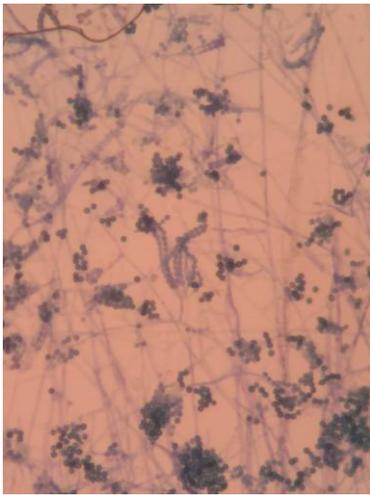


Figura 13: *Penicillium* spp.

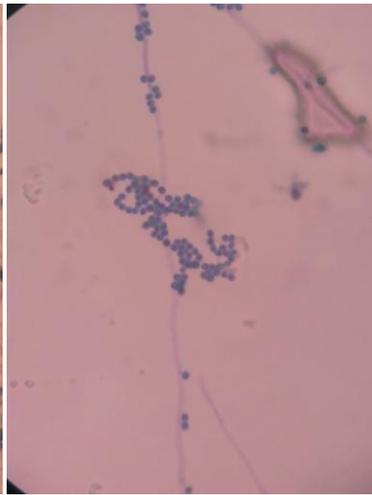


Figura 14: *Scopulariopsis* spp.

Em relação à predominância e a diversidade de gêneros encontradas em PCH e PSC, observa-se o destaque do gênero *Aspergillus* spp., em ambos os climas. Pereira et al. (2010) descrevem sobre alguns gêneros que têm maior prevalência em clima tropical. Dentre eles são descritos os gêneros *Aspergillus* spp. e *Paecilomyces* spp., também encontrados em nosso estudo em ambos os períodos. Nos estudos realizados por SANTO et al., (2002) os gêneros que ocorreram em todas as estações foram apenas *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp..

Semelhantemente em nosso estudo *Aspergillus* spp. ocorreu nos dois períodos, diferenciando que o outro gênero ocorrente em ambos períodos foi *Paecilomyces* spp., tendo *Penicillium* spp. ocorrido somente em PCH. O autor menciona que a atividade dos micro-organismos em solo ou em serrapilheira pode variar com a sazonalidade (estações do ano), em função de mudanças na temperatura e disponibilidade de água, justificando assim a variação no número de isolados em SE de um período para outro. De acordo com OLIVEIRA et al. (2016), em seus estudos o gênero *Aspergillus* spp., tem grande prevalência em forrageiras, tão como os gêneros *Paecilomyces* spp. e *Trichophyton* spp., que apesar de em menor ocorrência, também foram encontrados tanto no estudo de forrageiras, como nos estudos de solo e de cupins descritos neste trabalho.

Tais gêneros demonstram alta adaptabilidade e ótimo desempenho para vários ambientes, tão como para climas diversos. JÚNIOR et al. (2007) fala sobre as estratégias utilizadas por grupos fúngicos. Ele descreve que elas são de extrema importância para a sobrevivência dos mesmos. Estes grupos utilizam de estratégias como: emprego da maior parte de recursos para reprodução, fácil adaptação ao meio, variabilidade genética e interação com as condições climáticas do local habitado, para seu benefício e desenvolvimento. Os mesmos gêneros citados anteriormente são descritos em PCH

(Tabela 2), evidenciando a prevalência de *Aspergillus* spp. sobre *Paecilomyces* spp. também neste período.

Em PSC diferentemente do cenário encontrado em PCH, a variedade fúngica foi vezes bem maior. O *Aspergillus* spp., como em PCH manteve sua prevalência sobre os demais gêneros encontrados ($P < 0,05$) (Tabela 3). Neste período, a diversidade encontrada somou apenas dois gêneros ao final. Em contrapartida, no PSC, foram encontrados ao total 8 gêneros, sendo estes em ordem de prevalência: *Aspergillus* spp., *Paecilomyces* spp., *Penicillium* spp., *Schizophyllum* spp., *Scopulariopsis* spp., *Trichophyton* spp., *Cladosporium* spp. e *Lichtheimia* spp. (*Mucor*) (Tabela 3).

Compactuando com nossos resultados BORGES et al., (2011) identificaram em solo de monocultura erval, 11 gêneros de fungos. Dentre estes *Aspergillus* spp., apresentou maior número de isolados seguido por *Penicillium* spp., *Acremonium* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Paecilomyces* spp., *Rhizopus* spp., *Trichoderma* spp., *Metarhizium* spp., *Gliocladium* spp. e *Lecanicillium* spp.. Semelhantemente PASSOS, et al. (2017) na conclusão de seus estudos identificaram os gêneros *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. nas análises de solo, discutindo que estes e *Mucor* estão constantemente relatados como fungos de solo. A prevalência de *Aspergillus* spp. também nos dados obtidos por PASSOS et al. (2017), justifica mais uma vez alta adaptabilidade do gênero às condições físicas, químicas e biológicas adversas, encontradas seja no solo, em forrageiras ou no trato gastrointestinal de insetos como os cupins.

Durante a identificação de isolados do presente estudo, observou-se a ocorrência de gêneros de fungos com potencial fitopatogênico, como: *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp.. Tanto nos estudos de BORGES et al., (2011) como nos nossos estudos, *Aspergillus* spp., foi o gênero de maior ocorrência. Este gênero representa um grupo de fungos amplamente difundido, ocorrendo com grande frequência em áreas cultivadas, forrageiras de pastagem aberta e solos de regiões tropicais. Dos 11 gêneros de fungos filamentosos identificados *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. foram os mais frequentes e os únicos que persistem no solo do erval avaliado por BORGES et al. (2011) durante todas as estações do ano, e nos cupinzeiros e cupins nos períodos chuvoso e seco. A relação de gêneros encontrados e estudados mostra que o solo se relaciona com o meio através de associações com plantas, insetos e micro-organismos.

CONCLUSÃO

A prevalência do gênero *Aspergillus* spp. em ambos os climas na parte interna e externa do cupinzeiro, mostra sua alta adaptação e incidência em diversos ambientes e climas. A presença dos demais gêneros exemplifica a riqueza microbiana presente no solo de cupinzeiros e cupins. O solo de entorno apresenta variação no crescimento de isolados em relação ao período estudado, em função da exposição ao meio externo e a não influência direta da atuação dos cupins. Constatou-se que o ambiente interno dos cupinzeiros preserva condições estáveis (microclima) para o desenvolvimento de microorganismos independentemente do clima externo.

REFERÊNCIAS

BATISTA, I.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F. 2011. Atributos edáficos e fauna do solo em áreas de integração lavoura-pecuária no Bioma Cerrado, Mato Grosso do Sul. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

BORGES, L. R.; LAZZARI, S. M. N.; PIMENTEL, I. C.; NOVA, M. X. V. 2011. Diversidade de fungos filamentosos em solo de monocultivo de erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. Revista Acadêmica Ciência Animal, 9-2, 185-194. <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v9i2.11786>

COSTA, P. S.; NASCIMENTO, A. M. A.; SOUZA, E. C. de. 2011. Diversidade molecular de procariontes em solo de cupinzeiro e seu agente *Cornitermes cumulans*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Genética) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

DE SANTO, A. V.; RUTIGLIANO, F. A.; BERG, B.; FIORETTO, A.; PUPPI, G.; ALFANI, A. 2002. Fungal mycelium and decomposition of needle litter in three contrasting coniferous forests. *Acta Oecologica*, v. 23, 247-259. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(02\)01155-4](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(02)01155-4)

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied soil ecology*, 15, 3-11. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00067-6)

GOMEZ, E.; PIOLI, R.; CONTI, M. 2007. Fungal abundance and distribution as influenced by clearing and land use in a vertic soil of Argentina. *Biology and Fertility of Soils*, v. 43, 373-377. [10.1007 / s00374-006-0112-7](https://doi.org/10.1007/s00374-006-0112-7)

HONGO, Y. 2010. Diversity and Genomes of Uncultured Microbial Symbionts in the Termite Gut. <https://doi.org/10.1271/bbb.100094>

JÚNIOR, F. M. R. da S.; PEREIRA, S. V. 2007. Ecologia e fisiologia de fungos filamentosos isolados de solo contaminado por metais pesados. *Revista Brasileira de Biociências*, 5, 903-905. Porto Alegre, RS, Brasil.

LIMA, J.T.; COSTA, L. A. M. 2007. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). *Biota Neotropica*, 7, 243-250. Brasil. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032007000200027>

LOUREIRO, E. S.; MONTEIRO, A. C. 2005. Patogenicidade de isolados de três fungos entomopatogênicos a soldados de *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Árvore*, v. 29, 553-561. Brasil. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000400007>

MOREIRA, F.; SIQUEIRA, J. O. 2002. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA. Lavras, MG, Brasil.

OLIVEIRA, J. P.; PESSOA, F. O. A.; PEREIRA, B. de S.; BELO, E. dos S. 2016. Caracterização do perfil microbiológico do solo e de forrageira tropical no norte do estado de Goiás. V Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano IF Goiano - Campus Iporá 21 a 23 de setembro de 2016. Iporá, GO, Brasil.

PASSOS, C.; CAMPOS, B.; ARAÚJO, A.; LUSTOSA, D.; VIEIRA, T. 2017. Sistemas agroflorestais e outros sistemas de uso da terra: prospecção de microrganismos sob solo Amazônico. *Cadernos de Agroecologia – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1*. Brasília, DF, Brasil.

PASSOS, E. M. dos. 2014. Efeitos de isolados do fungo *isaria* (persoon) sobre o cupim subterrâneo *coptotermes gestroi* (wasmann) (isoptera: rhinotermitidae). *Agricultural entomology / scientific article*, v. 81, n. 3, p. 232-237. <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000642012>.

PEREIRA, F. de O.; LIMA, E. de O.; FIGUEIREDO, K. R. L. de; BRITO, L. L.; MEIRA, A. S. 2010. Microbiota fúngica do solo e ar atmosférico na região da Borborema. Paraíba, Brasil. *RBAC*, 42(2): 123-126. PB, Brasil.

PINTO, E. D. C. P. 2018. Avaliação dos efeitos do Kraft 36EC sobre a estrutura biológica do solo utilizando atributos funcionais de colêmbolos. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 74p. São Carlos, SP, Brasil. [10.11606/D.18.2018.tde-18072018-115216](https://doi.org/10.11606/D.18.2018.tde-18072018-115216)

SALDARRIAGA, A.; JAIRO, J. 2009. Caracterização das comunidades de microrganismos associados ao mesêntero de *Diatraea saccharalis* e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:

Crambidae e Noctuidae). Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 144p. Piracicaba, SP, Brasil. 10.11606/D.11.2010.tde-16032010-161656

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P. de; SANTOS, R. V. dos; ROCHA, A. A. 2008. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semiárido da paraíba. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 32, núm. 1. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

STAMFORD, N. P.; MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MANEZES, M. 2005. Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais. UFRPE Imprensa Universitária, 61-92. PE, Brasil.

TOLEDO, L.O; WALKER, D. D. 2003. Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 80p. Pinheiral, RJ, Brasil.

VISÔTTO, L.E. 2011. Contribuição da microbiota bacteriana para o processo digestivo e desenvolvimento da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e caracterização de bactérias proteolíticas associadas ao seu trato intestinal. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 110p. Viçosa, MG, Brasil.