



Atividade enzimática de microrganismos associados aos cupins *Nasutitermes* sp. no município de Coari, Amazonas

Josicléa Fernandes Aparício¹, Adriana Dantas Gonzaga de Freitas²

Submetido 13/12/2016 – Aceito 05/06/2017 – Publicado on-line 07/05/2017

Resumo

Os cupins são invertebrados dominantes em ambientes terrestres tropicais e estão espalhados desde as florestas úmidas até as savanas, sendo encontrado até mesmo em regiões áridas. Ultimamente sabe-se que esses simbioss agem bem sobre a celulose. Os experimentos foram realizados na UFAM, Campus do Instituto de Saúde e Biotecnologia e tiveram como objetivo investigar a produção das enzimas extracelulares vitais para a sobrevivência de no mínimo seis linhagens diferenciadas de microrganismos associados ao cupim *Nasutitermes* sp. Os cupins *Nasutitermes* sp. foram coletados e conduzidos para o Laboratório de Microbiologia do ISB, onde foi realizado o isolamento dos microrganismos. Os insetos foram divididos em cabeça, tórax e abdômen e também os insetos completos com todas as suas estruturas. Os micro-organismos isolados foram conservados por meio do método de Castellani e glicerol a 15%, onde a solução de esporos foi armazenada e conservada no freezer a -18°C. Com o presente trabalho foi possível observar a riqueza fúngica associada aos cupins os quais produziram fungos do gênero: *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. e *Xylaria* sp. Os resultados das atividades enzimáticas da FPase, β -glicosidase e CMCase para os isolados analisados foram significativas no transcorrer dos testes enzimáticos, entretanto a atividade da FPase expressa em UI mL⁻¹ de extrato enzimático, mostrou-se mais eficaz em relação a β -glicosidase e CMCase. É importante destacar que estudos posteriores são indispensáveis para uma compreensão ainda maior das interações estabelecidas entre os cupins e seus fungos associados permitindo assim a seleção de linhagens com grande potencial de utilização biotecnológica.

Palavras-chave: Cupins, Lignina, Celulose e enzimas

Enzymatic activity of microorganisms associated with termites *Nasutitermes* sp. In the municipality of Coari, Amazonas. Termites are dominant invertebrates in tropical terrestrial environments and are scattered from humid forests to savannahs, being found even in arid regions. Typically termites are consumers of wood, organic material, in various stages of decomposition, lichens and even organic material present in the soil. It has been known lately that these symbionts act well on cellulose. The experiments were carried out at UFAM, Campus of the Institute of Health and Biotechnology. The termites *Nasutitermes* sp. Were collected and taken to the ISB Microbiology Laboratory, where the microorganisms were isolated. The insects were divided into head, thorax and abdomen and also the complete insects with all their structures. The isolated microorganisms were conserved by means of the Castellani method and 15% glycerol, where the spore solution was stored and stored in the freezer. With the present work it was possible to observe the fungal richness associated with termites, which produced fungi of the genus *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. And *Xylaria* sp. The results of the enzymatic activities of FPase, β -glucosidase and CMCase for the analyzed isolates were significant during the course of the enzymatic tests. However, the activity of FPase expressed in IU mL⁻¹ of enzyme extract was more effective in relation to β -glucosidase and CMCase. It is important to point out that further studies are indispensable for an even

¹ Biotecnologista da Universidade Federal do Amazonas – Campus do Instituto de Saúde e Biotecnologia – ISB/Coari, Estrada Coari Mamiá, 305, Bairro Espirito Santo, 69460-000, Coari, Amazonas Brasil – adrianadantas1@gmail.com;

² Docente da Universidade Federal do Amazonas - Campus do Instituto de Saúde e Biotecnologia – ISB/Coari, Estrada Coari Mamiá, 305, Bairro Espirito Santo, 69460-000, Coari, Amazonas Brasil – adrianadantas1@gmail.com.

greater understanding of the interactions established between termites and their associated fungi, thus allowing the selection of lineages with great biotechnological potential..

Key words: Termites, lignin, cellulose and enzymes

1. Introdução

Os cupins são insetos sociais que formam colônias de indivíduos interdependentes entre si, onde há sobreposição de gerações e cuidados com a prole. Sua estrutura social é composta por indivíduos que se desenvolvem por paurometabolia e compreende machos e fêmeas que se distribuem em categorias ou castas (Oliveira *et al.*, 1986).

Os cupins são os invertebrados dominantes em ambientes terrestres tropicais e estão espalhados desde as florestas úmidas até as savanas, sendo encontrados até mesmo em regiões áridas (Wood, 1978, Wood e Thomas, 1982, Eggleton *et al.* 1996). Os térmitas desempenham um papel importante na dinâmica dos ecossistemas em que encontram-se presentes. O comportamento social juntamente com seus hábitos alimentares e de nidificação, propiciam o desenvolvimento de colônias com grande número de indivíduos e grande longevidade.

Deste modo os térmitas podem causar impactos ambientais maiores que as atividades de muitos organismos mais conspícuos, incluindo modificações nas propriedades físicas e químicas do solo, no processo de decomposição, na distribuição de plantas e animais termitófilos e na ciclagem de nutrientes (Wood, 1978).

A grande abundância dos cupins nos ecossistemas, associada à existência de diferentes simbiontes intestinais, confere a estes insetos a possibilidade de desempenhar importantes papéis como super decompositores e auxílio no balanço Carbono-Nitrogênio (Higashi e Abe, 1997). Algumas espécies possuem simbiontes intestinais capazes de fixar nitrogênio atmosférico (Breznak *et al.*, 1994; Tayasu, 1994).

Termitidae é a maior família de cupins e consiste de $\frac{3}{4}$ de todas as espécies conhecidas, agrupadas em 3 subfamílias: Amitermitinae, Macrotermitinae, Nasutitermitinae. É formada pelas espécies de cupins que fazem ninhos em formas de montículos, embora haja as que constroem ninhos subterrâneos, e por outras que

possuem ninhos arborícolas ou semi-arborícolas (Berti Filho, 1993; Constantino, 2002).

Nasutitermes é o gênero de cupins com maior número de espécies do mundo, apresentando maior diversidade em região neotropical, além de representar o táxon com maior número de evolução e especialização. Poucas são as espécies deste gênero que modificam somente no solo. Algumas espécies de *Nasutitermes* têm a tendência de construir ninhos vulgarmente denominados *cabeça de nego* em galhos de árvores, indicando ser este o principal local de formação da colônia, ainda que o casal real inicialmente nidifique no solo; mais tarde a colônia acaba transferindo-se para locais acima do nível do mesmo (Fontes, 1987; Constantino, 1999).

Segundo Moore (1996), muitas fontes alimentares dos cupins são ricas em lignina e em carboidratos, especialmente celulose, mas pobres em vitaminas, proteínas e outras formas de nitrogênio orgânico.

A lignina, que fornece carboidratos extras para os cupins não é completamente degradada durante a passagem pelo canal alimentar dos cupins (Breznak e Brune, 1994) e a nutrição desses insetos depende do auxílio de micro-organismos simbióticos. Tais relações simbióticas tiveram um papel essencial na evolução dos térmitas, já que eles proporcionaram novas vias metabólicas de processamento de carbono e fixação de nitrogênio a partir da quebra dos componentes lignocelulósicos sob ação dos micro-organismos simbiotes (Lima e Costa-Leonardo, 2007). O principal alimento dos cupins vem da celulose.

A celulose é um polímero, formado por várias moléculas idênticas. É um composto duro e resistente encontrado nas plantas, sendo ela que dá às árvores e arbustos sua estrutura. As moléculas que compõem a celulose são de glicose, chegando a até 3 mil.

Hoje em dia sabe-se que esses simbiontes agem bem sobre a celulose, porém pouco praticamente nada se conhece sobre as enzimas que atuam sobre a molécula de lignina, cuja digestão feita através de bactérias e fungos são apoiadas pela ação de micélios de basidiomicetos e ascomicetos e, certamente, também por

protozoários flagelados que se alimentam de lignina. As celulases são utilizadas em diversas aplicações biotecnológicas.

Na indústria têxtil, essas enzimas são usadas para dar melhor acabamento aos tecidos, tornando-os mais lisos, macios e com melhor caimento. Também são utilizadas na indústria de bebidas para produção de sucos de frutas e nos processos de vinificação. Exercem papel importante na nutrição animal. Na fabricação de detergentes, proporcionam maior limpeza e menor degradação dos tecidos e na indústria de polpa e papel, tornam o papel mais branco e liso. Entretanto, o interesse por essas enzimas tem aumentado muito devido a sua utilização no processo de produção de etanol a partir de resíduos vegetais.

Assim considerando as boas perspectivas da utilização dessas Enzimas de origem vegetal em diversas aplicabilidade este trabalho tem como objetivo investigar a produção de enzimas extracelulares vitais para a sobrevivência de no mínimo seis linhagens diferentes de micro-organismos associados ao cupim *Nasutitermites* sp., tais como, celulases.

2. Material e Método

Isolamentos dos Micro-organismos e obtenção de colônias monospóricas

Os recipientes contendo os cupins foram conduzidos para o Laboratório de Microbiologia do ISB, onde foi realizado o isolamento dos micro-organismos presentes nos cupins. Os mesmos foram levados ao freezer a 28°C para adormecimento e em seguida levados para câmara de fluxo para assepsia. Para o isolamento, os insetos foram divididos em cabeça, tórax e abdômen, além de termos os insetos completos (com todas as estruturas) transferindo pequenos fragmentos dos insetos para placa de Petri com o meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar), As culturas foram transferidas para estufa tipo B.O.D (Biological Oxygen Demand) a 26°C. Após 7 dias, foi realizado o isolamento, transferindo-se fragmentos de ágar contendo hifas, para novas placas contendo o referido meio de cultura BDA.

Com a finalidade de se obter colônias de fungo puras (separadas), realizou-se a purificação dos isolados e posteriormente a diluição seriada seguida de plaqueamento de acordo com o protocolo de Azevedo e Costa (1973).

Conservação dos Micro-organismos

Os fungos foram armazenados utilizando duas metodologias diferentes: método de Castellani (1939) e do método do glicerol a 15%.

Identificação dos Micro-organismos

Para a identificação dos isolados, realizaram-se observações macroscópicas da colônia (crescimento, coloração, textura e pigmento difuso) e observações microscópicas das estruturas vegetativas (hifas) por meio de microcultivos.

Produção de enzimas: meio para o crescimento fúngico e indução da atividade enzimática

Para o crescimento fúngico e indução da atividade enzimática, foram preparadas duas soluções de Manachinni sólido (meio de cultura), uma contendo o indutor enzimático e outra sem o indutor com a seguinte composição: KH₂ PO₄ – 2g; (NH₄)² SO₄–1g; MgSO₄ 7H₂O – 0,1g; Na₂HPO₄- 0,98 g; Extrato de Levedura-1g; Ágar – 7,5g; Água destilada - 1000 mL.

Os reagentes foram diluídos em água destilada e para indução da enzima de interesse do estudo, foi adicionado o substrato carboximetilcelulose – CMC (0,5%). O pH para detecção de celulase foi de 5,0. Após a solução foi levada para autoclave por 20min a 121°C. Percorrido o tempo determinado verteu-se o meio em placas de Petri e estas foram acondicionadas na estufa B.D.O. e inoculadas por 10 dias.

Determinação das Análises Quantitativas

Determinações de FPase

Para quantificação da atividade da celulase total (FPase), utilizou-se a metodologia descrita por Ghose (1987).

Análises Quantitativas de β-glicosidase

Para quantificação da atividade β-glicosidase utilizou-se o kit glucose Liquicolor em tubos de ensaios.

Análises quantitativas CMCase (endoglucanase)

Para determinar a atividade CMCCase (endoglucanase) utilizou-se tubo de ensaio onde foram adicionados 450µl de CMC em tampão acetato de sódio a 1% 50 mM, pH 5,0. E 50µl das amostras. Após equilíbrio térmico em banho-maria por 10 min a 50°C, adicionou-se 500µl de

DNS e mais 50µl das amostras nos controles totalizando 1mL os mesmos foram levados para o banho fervente por 5 min. Após o tempo reacional foram retirados e colocados em banho gelado nesse processo foi acrescentado 4mL de água destilada. As absorbâncias foram verificadas em espectrofotômetro a 540nm.

3. Resultados e Discussão

Isolamento e Purificação de Fungos

Foram encontrados vários tipos de isolados fungicos no total de 450 encontrados nos cupins, *Nasutitermites* sp., tanto nos insetos completos como os fragmentos (cabeça, tórax e abdômen), isto demonstra que o meio de cultura utilizado mostrou-se eficiente em garantir uma grande diversidade de micro-organismos, além das condições empregadas para o isolamento como temperatura, pH, entre outros foram favoráveis.

A observação da diversidade fúngica foi possível quando analisamos as estruturas macroscópica (crescimento, coloração e textura). Os gêneros *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp. e *Xylaria* sp. foram encontrados. Segundo (Visser, 2009). Ninhos abandonados de *Macrotermitinae* geralmente se apresentam cobertos por espécie fúngica do gênero *Xylaria* sp. No entanto, no presente trabalho encontramos este micro-organismo em um ninho ativo de cupins, e no inseto principalmente se localizando na cabeça do mesmo. Talvez este contribua como um dos fungos simbioses que facilitará a alimentação do cupim.

Caracterizações Macro e Microscópica dos Fungos Isolados

Os fungos foram analisados por meio das características macroscópicas e microscópicas. O aspecto macromorfológico das colônias dos isolados foi examinado a olho nu, com atenção especial ao crescimento micelial, a forma das bordas a presença de pigmento difuso, a textura e a coloração de colônia. O aspecto micromorfológico das estruturas vegetativas e reprodutivas foi examinada sob microscopia de luz, em aumento total de 400X. Observou-se fungos com coloração esverdeadas, amareladas marrom e branca. Alguns com texturas liguentas e alguns esporulentos. Foi notada presença de hifas, de conidióforo sem os conídios, e conídios de forma dispersa.

Os isolados estudados dos cupins *Nasutitermites* sp. apresentaram fungos do gênero *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. e muitos as usam para degradação de polissacarídeos da parede celular vegetal. A análise qualitativa da atividade da celulase total (FPase) mostrou eficiência nas amostras estudadas, os isolados que apresentaram maior atividade foram 40-T/C seguido de 33-INS(S.A). Os mesmos são classificados como *Trichoderma* sp. Os fungos filamentosos especialmente os Basidiomycetes, são os mais utilizados para produção dessas enzimas (Pandey *et al.*, 2000). Entre esses fungos, *Trichoderma reesei* é reconhecido pela produção de diversos sistemas extracelulares de enzimas envolvidas na hidrólise de polissacarídeos (Begum, 1990). Em estudos anteriores Khan *et al.* (2007) utilizaram e obtiveram atividade celulósica total de 0,10 UI mL⁻¹ de extrato enzimático. Os micro-organismos estudados obtiveram uma boa produção enzimática quando utilizado o indutor de FPase, no entanto o fungo 18-C/C e 15-T/C não apresentaram nenhuma atividade enzimática, mas fato este não diminui a sua produção celulolítica, pois os fungos obtiveram uma ótima produção com os indutores de CMCase e na β- glicosidase.

Para a produção de β-glicosidase nem todos os isolados obtiveram uma produção significativa. O isolado 37-C/C, foi o que teve uma maior produção de β- glicosidase, seguido do isolado 40-T/C.

O isolado 37-C/C obteve-se fungo classificado como *Penicillium* sp. O *Penicillium*, em condições naturais ou *in vitro* são fontes de biocompostos, por isso muitos deles tornam-se valiosos por produzirem pigmentos, enzimas e outros compostos com atividades hipocolesterolêmica, anticancerígenos, antitumoral, antioxidantes inibidores de α-glucosidase, inseticidas, herbicidas, antimicrobianos e fungicidas (Paterson *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2006).

Os mesmos estão envolvidos em estudos ecológicos como: patógenos oportunistas, contaminantes de alimentos e em processos biotecnológicos, por isso a identificação desse fungo é essencial em nível de espécie, ainda que seja uma atividade trabalhosa e difícil.

Para atividade enzimáticas da CMCase os respectivos isolados 12-INS(A) e 11-A/C apresentaram maior atividade enzimática em relação aos demais. A atividade específica da CMCase em relação β-glucosidase mostrou maior

produção nos isolados, citados que os mesmos não obtiveram resultados significantes quando comparados com a produção enzimática da β -glicosidase.

Os maiores produtores de CMCase foram os fungos oriundos dos isolados 12- INS(A) e 11-A/C os quais foram classificados como *Aspergillus* sp. Os *Aspergillus* são representados por mais de 200 espécies e comumente isolados do solo, vegetais ou como patógenos oportunistas. Entre estes, diversas linhagens produzem compostos com atividade biológica de importância econômica, propriedade que contribui para o impacto desses fungos nos diversos setores industriais, na agricultura e medicina (Asan, 2004; Samson, 2007; Stephenson, 2010).

Na indústria alimentícia os fungos *Aspergillus* são muito utilizados, porém, somente aqueles reconhecidos como mais seguros assim como: *Generally Regarded As Safe*, por não serem fontes de compostos tóxicos, além de produzirem altos níveis de compostos com atividade biológica como enzimas, em particular pectinase protease, celulasas, biocatalizadores de grande valor alimentício. Devido à importância biotecnológica de *Aspergillus*, várias pesquisas já estão sendo concretizadas e em desenvolvimento focalizando o uso industrial desses fungos e estratégias de estudos taxonômicos.

4. Conclusão

Com o presente trabalho foi possível perceber a riqueza fúngica associada aos cupins os quais: *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. *Fusarium* sp e *Xylaria* sp., além de outros ainda não identificados.

Os mesmos têm sido utilizados como grandes produtores de diferentes substâncias de interesse econômico. Enzimas celulolíticas desses fungos tem sido estudada devido seu potencial biotecnológico onde se inclui o uso em alimentos, bebidas, detergentes, na indústria têxtil polpa e papel. Com isso o presente trabalho mostrou eficiência quanto a purificação, o isolamento e identificação dos fungos associados aos cupins *Nasutitermites*.

Os resultados das atividades enzimáticas da celulase total (FPase), β -glicosidase e endoglucanase (CMCase) para os isolados: 11-A/C, 33-INS(S.A), 37-C/C, 12-INS(A), 32-INS(A), 40-T/C, 18-C/C 35-A/C, 15-T/C e 04-T/C foram significativas no transcórre dos testes

enzimáticos, entretanto a atividade da FPase expressa em UI mL⁻¹ de extrato enzimático, mostrou-se mais eficaz em relação a β -glicosidase expressa em UI mL⁻¹ de extrato enzimático e CMCase expressa em UI mL⁻¹ de extrato enzimático, no qual somente os isolados 15-T/C e 18-C/C não apresentaram nem uma atividade enzimática na FPase, porém os mesmos apresentaram atividades nos testes feitos para β -glicosidase e CMCase.

É importante destacar que estudos posteriores são indispensáveis para uma compreensão ainda maior das interações estabelecidas entre os cupins e seus fungos associados permitindo assim a seleção de linhagens com grande potencial de utilização biotecnológica.

Agradecimentos

A toda equipe do LABGEMMA que auxiliou na execução dos experimentos e a profa. Dra. Antônia Queiroz Lima de Souza pela colaboração.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ASAN, A. *Aspergillus*, *Penicillium* and related species reported from Turkey. *Mycotaxon* 89 (1), p. 155-157, 2004.
- AZEVEDO, J. L.; COSTA, S. O. P. **Exercícios práticos de Genética**. São Paulo. Editora nacional. 1973.
- BÉGUIN, P. Molecular biology of cellulose degradation. *Annual Review of Microbiology*, v 44, p. 219-248, 1990.
- BERTI FILHO, EVÔNEO, coord. **Cupins ou Termitas** /coord. Por Evôneo Berti Filho – IPEF/SIF 56 p.:il.1993.
- BRIAN, M.V. **Social Insects: ecology and behavioral biology**. Chapman and hall, London,362p. 1983



BLACK, H.I.J.; OKWAKOL, M.J.N. agricultura intensificatio, soil biodiversity and agroecosystem function the tropics: the role of térmites. **Applied Soil Ecology**, v. 6, n.1, p.37-53.1997.

BREZNAK, J. A.; BRUNE, A. Role of microorganisms in the digestion of lignocellulose by térmites. **Anual Review of Entomology**, v, 39, n.1, p.453-487,1994.

CASTELANI, A.. **Viability of mold culture off ungi in destiled water.** *J. Trop. Med. Hyg.*, 42: 225.1939.

CASTRO e SILVA, A. e AGUIAR, I. J. A.. Micromorfologia da Degradação da Madeira da Espécie Amazônica *Hura crepitans* L. Por Fungos Lignolíticos Pertencentes à Classe Hymenomyces. **Acta Amaz**, 31 (3) : 397 – 418. 66. 2001.

CASTRO E SILVA, A. **Madeiras da Amazônia: características gerais, nome vulgar e usos.** Manaus: Edição SEBRAE. 2002.

COLLINS, N. M.,. The hole of térmites in the composition of wood and leaf litter in the Southern Guinea Savana of Nigeria. **Oecologia**, 51: 389-99.1981.

COSTA- LEONARDO, A.M. **Cupins praga: morfologia, biologia e controle.** Ana Maria Costa Leonardo, Rio Claro,. 128p. 2002

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins(Insecta:Isoptra) que ocorrem no brasil. **Papeis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v40, n.25, 387-448, 1999.

CONSTANTINO, R.. **Notes on the type-species and synonymy of the genus *Nasutitermites*** (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Sociobiology* 40(2): 533-538.2002.

CONSTANTINO, R.2010.
HTTP;
[//www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html](http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal/catnew.html)

EDWARDS, R; A. E. MILL. Termites in buildiings : their biology and control. **Rentokil Limited:** England, 261p. 1986

ENGEL, M.S., GRIMALDI. A., KRISHNA, K..Termites (Isoptera): Their Phylogeny, classification, and rise to ecological dominance. *Americam museum novitates*, 3650:1-27

FONTES, L.R.; BERTI-FILHO, E. (Eds.) **Cupins – O desafio do conhecimento.** Piracicaba: FEALQ, 1998.

GRASSÉ, P.P.. Ordre des Isoptères ou térmites. In: GRASSÉ, P.P. **Traité de Zoologie.** Masson, Paris, v.9 p.408-544,1949.

HENDEE, E. C. The association of the térmite *Kaloterme minor*, *Reticuliterme hesperus* and *Zootermopsis angusticollis* with fungi. **University of California Publications in Zoology**, v. 39, p. 111-134. 1933.

HIGASHI, M; ABE, T. Global diversification of térmites drivem by the evolution of symbiosis and sociality. In: ABE, T; LEVIN S.A; HIGASHI, M. (eds). **Biodeversity-an ecological perspective.** Springer- verlag. p. 83-112. 1997.

HIMMEL. M. E.; RUTH, M. F. E WYMANS, S. E. Cellulase for commodity products from cellulosic biomass.1999.

KIRK, T. K.; FARREL, R, L.. Enzymatic "combustión": The microbial degradation of lignin. **Ann. Rev. Microb**, 41: 465-505. 1987

KLICH, M. A.; PITT, J.I. *Common Aspergillus specie and their teleomorphs.* Autralia: CSIRO, 115P. 1988.

KUBICEK,C.P; MESSNER, R.; GRUBER, F.; MACH, R.L; KUBICEK-PRANZ, E.M..**The Trichodermaeeseicellulase regulatory puzzle: from the interior life of a secretory fungus.** *Enzyme and Microbial Technology*, v.15, p. 90-99, 1993.

KUNZE, G. *The Kingdom Fungi: biology of mushrooms, molds, and lichens.*lonson: Timber Pres, 2010.

LEE, K E.; WOOD, T.G. **Termites and Soils.** Lodon (Academic Press). 19971. 251 p.

LEPONCE, M.; ROISIN, Y.; PASTEELS , J. M. Community interations between ants and arboral-nesting térmites in New Guinea cocomut plantations. **Insects Sociaux**, v.46,n2, p.126-130.1999.

LIMA, J.T.; COSTA-LEONARDO, A.M.. Recurssos Alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotr.**, 7(3): 4-11. 2007

MANACHINI, P.L.; FORTINA, M.G., PARINI, C.. **Purification and properties of na endopolygalacturonase produced by *Rhizopus Stolonifer.*** *Biotechnol. Lett.*, 9(3): 249-224 p. 1987.

MARTIN, M.M e MARTIM, J.S.. **The distribution and oringins of the cellulolytic enzymes of the higher térmite *Macrotermes natalensis.*** *Physiol. Zool.* 52(1): 11-21.1979



MELO FILHO, R. DE M. Controle químico do cupim *Nasutitermes* (Dudley, 1890) (Isoptera: Termitidae), em cana-de-açúcar, nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Tese de mestrado, UFRPE, Recife, 100 p. 1996

MOORE, B.P. Biochemical studies in térmites., in: KRISHNA, K; WEESNER, F.M. (eds). **Biology of térmites**. Academic Press, New York, 1969.

MORETTI, M.M.S. **Isolamento de fungos termofílicos produtores de celulases, xilanases e ferruloil esterase para bioconservação de bagaço de cana de açúcar em açúcares fermentescíveis**. Rio Claro: 2010.

OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LEPAGE, E. S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, I: 99-278, 1976.

OLIVEIRA, I.S.; MOURA, R, M,; LUZ, E.D M.N,; MAIA, L.C. Patogenicidade de *Penicillium sclerotigenum* a diferentes frutas e hortaliças em pós- colheita. *Fitopatologia Brasileira*, v31, p. 408-410, 2006.

PANDEY, A.; COCCOL C.R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V.T. Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: sugarcane bagasse. **Bioresource Technology**, V.74, P 69-80, 2000.

PATERSON, M.R.R.; VENÂNCIO, A,; LIMA, N. Solutions to *Penicillium* taxonomy crucial to mycotoxin research and health. *Research in Microbiology*, v. 155, p. 507-513, 2004.

PIZANO, M.A., N. MACEDO, P.S.M. BOTELHO. Racionalização no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar. *Alcool & Açúcar* 53: 26-27. 1990.

RODRIGUEZ-DIAZ, M.; RODELES-GONZALES, B.; POZO-CLEMENTE, C.; MARTINEZ- TOLEDO, M. V.; GONZALEZ-LOPEZ, J.. A review on the

taxonomy and possible screening of traits of plant growth promoting rhizobacteria, p. 55– 80. In I. Ahmad, J. Pichtel, and S. Hayat (ed.), *Plant bacteria interactions, strategies and techniques to promote plant growth*. Wiley-VCH, Weinheim, Germany. 2008.

SANDS, W. A. The association of térmites and fungi. In: KRISHNA, K; WEESNER, F.M. (eds). **Biology of térmites**. Academic Press, New York, 1969.

SAMSON, R. A. Nomenclature considerations in naming species of *Aspergillus* and its teleomorphs. *Studies in Mycology*, v. 59, p. 67-70, 2007.

STEPHENSON, S.L *The Kingdom Fungi: biology of mushrooms, molds, and lichens*. China: 1st ed. Timber Press, inc. 227p. 2010.

TAYASU, I. et al. The xylophagous térmite depending on atmospheric nitrogen **Naturwissenschaften**, v.81,n.5,p. 229-231. 1994.

VISSER A.A. et al. Levels of specificity of *Xylaria* species associated with fungus-growing térmites: a phylogenetic approach. **Molecular Ecology**, v.18, p553-567. 2009.

WOOD, T.G. Food and feeding habits of térmites. In: BRIAN, M.V. **Production Ecology Of Ants And Termites Cambridge University Press.. p. 55-80**. 1978.

WOOD, T.G. e THOMAS, R.J. **The mutualistic association between Macrotermitinae and Termitomyces. In Insect-fungus interactions** (N. Wilding, n.m. Collins, P.M. Hammond e J.F. Webber, eds.). Academic PRESS, London, p. 69-92. 1989.

ZOBERI, M,H; GRACE, J. K. Fungi associated with the subterranean térmite *Reticulitermes flavipes* in Ontario. **Mycology**, v82, n.3, p. 289-294.1990.