

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

**PRISCILA ASSUNÇÃO DOS SANTOS**

**PATOGENICIDADE DOS FUNGOS *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. E  
*Metarhizium anisopliae* (METSCH) SOROK SOBRE *Cornitermes cumulans*  
(KOLLAR, 1832) (ISOPTERA: TERMITIDAE)**

**São Luís – Maranhão - Brasil**

Outubro - 2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**PATOGENICIDADE DOS FUNGOS *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. E  
*Metarhizium anisopliae* (METSCH) SOROK SOBRE *Cornitermes cumulans*  
(KOLLAR, 1832) (ISOPTERA: TERMITIDAE).**

**PRISCILA ASSUNÇÃO DOS SANTOS**

Engenheira Agrônoma

Orientadora: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

Dissertação apresentada ao Curso  
de Mestrado em Agroecologia da  
Universidade Estadual do Maranhão  
para obtenção do título de Mestre em  
Agroecologia.

**São Luís – Maranhão - Brasil**

Outubro - 2009

Santos, Priscila Assunção dos.

Patogenicidade dos fungos *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. e *Metarhizium anisopliae* (METSCH) SOROK em diferentes concentrações sobre *Cornitermes cumulans* (KOLLAR, 1832) (isoptera: termitidae). /Priscila Assunção dos Santos. - São Luís, 2009.

52 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia,  
Universidade Estadual do Maranhão, 2009.

Orientadora: Profa. Raimunda Nonata Santos de Lemos.

1. Cupim de montículo 2. Fungo entomopatogênico  
3. Controle biológico I Título

CDU : 632.937

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA

**PRISCILA ASSUNÇÃO DOS SANTOS**

**PATOGENICIDADE DOS FUNGOS *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. E  
*Metarhizium anisopliae* (METSCH) SOROK SOBRE *Cornitermes cumulans*  
(KOLLAR, 1832) (ISOPTERA: TERMITIDAE)**

Dissertação defendida e aprovada: 28/10/2009

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos  
(Orientadora)

---

Profa. Dra. Aldenise Alves Moreira (UESB)

---

Profa. Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues (UEMA)

## Oferreço,

**À Deus,** que conduz meus passos e torna-se fonte de vida quando mais necessito. Por seu imenso amor e misericórdia, permitiu a conclusão de mais uma etapa em minha vida;

**À Nossa Senhora, Maria mãe de Deus,** que como mãe amorosa intercede por mim nos meus momentos de desânimo.

## Dedico,

**Aos meus pais** que sempre ensinaram a fazer o melhor em cada oportunidade que me foi dada. Essa vitória devo a Pedro Rodrigues dos Santos e Socorro de Maria Assunção dos Santos;

**Aos meus irmãos** Eduardo Assunção e Danielle Assunção, os melhores amigos que eu poderia ter. Meu amor e gratidão são infinitos.

*"Comece fazendo o que é necessário, depois o  
que é possível, em breve estarás fazendo o  
impossível."*

*São Francisco de Assis*

## AGRADECIMENTOS

A Prof<sup>a</sup>.Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos, pela orientação deste trabalho, pela amizade compartilhada, e sobretudo por ensinar-me a lição de lutar e nunca desistir;

A Prof<sup>a</sup>.Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues pela ajuda e paciência ao me receber no Laboratório de Fitopatologia para realização de parte da pesquisa;

Ao Prof. Dr. Evandro Ferreira Chagas pelas contribuições no enriquecimento do trabalho;

Aos professores do Mestrado em Agroecologia e Agronomia pelos ensinamentos e apoio;

Ao Curso de Pós-Graduação Mestrado em Agroecologia que por meio da Universidade Estadual do Maranhão tornou possível a oportunidade de obter este título;

A FAPEMA - Fundação de Amparo a Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão, pela concessão da bolsa de Mestrado;

A minha madrinha de crisma Joelma Coelho Assunção, pelo incentivo desde o início da minha vida acadêmica, principalmente durante as dificuldades;

A todos os familiares, pelo carinho e disposição em ajudar sempre que possível;

Aos amigos da Agronomia: Anselmo, Danielle Silva, Fabianne, Leandra, Leandro, Luanda, Josivane, Kelson, Manoel, Marcelo Azevedo, Marcelo Furtado e Paulo, por tantos momentos inesquecíveis;



As amigas Anabetania e Wilza, que estão ao meu lado desde os tempos de colégio;

A Carla Bianca, amiga da agronomia, minha companheira e confidente de todas as horas;

A Daniele Lavra pelo carinho e incentivo manifestado desde o início deste trabalho;

Aos grandes amigos João e Maria e Ana Paula pelas orações, e apoio oferecidos;

A Karinelle Lima de Figueiredo por ter contribuído gentilmente com esta pesquisa;

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente a equipe do Laboratório de Entomologia, pela solicitude demonstrada;

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	viii
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	ix
<b>RESUMO.....</b>	x
<b>ABSTRACT.....</b>	xii
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	3
2.1 <b>Cupins (Isoptera: Termitidae).....</b>	3
2.1.1 Importância econômica dos cupins.....	6
2.1.2 Importância ecológica dos cupins .....	7
2.1.3 Controle químico.....	8
2.1.4 Controle biológico.....	9
2.2 <b>Fungos Entomopatogênicos.....</b>	10
2.2.1 <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.....	13
2.2.2 <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch) Sorok.....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	18
3.1 <b>Obtenção e preparo das suspensões de <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i>.....</b>	18
3.2 <b>Ação de <i>Beauveria bassiana</i> e <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre <i>Cornitermes cumulans</i> .....</b>	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	22
4.1 <b>Ação de <i>Beauveria bassiana</i> sobre <i>Cornitermes cumulans</i>.....</b>	22
4.2 <b>Ação de <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre <i>Cornitermes cumulans</i>.....</b>	25
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	31
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	32

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Mortalidade de <i>Cornitermes cumulans</i> em diferentes concentrações do fungo <i>Beauveria bassiana</i> ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; $70 \pm 10\%$ U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.....	22
<b>Tabela 2.</b> Mortalidade de <i>Cornitermes cumulans</i> em diferentes concentrações do fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; $70 \pm 10\%$ U.R. e escotofase contínua. São Luís – MA, 2008.....	26

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> (A) Recipiente com o material cartonado, disco de papelão e <i>Cornitermes cumulans</i> ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; $70 \pm 10\%$ U.R. e escotofase contínua). (B) Soldado de <i>Cornitermes cumulans</i> sobre o material cartonado. São Luis (MA), 2008.....	20
<b>Figura 2.</b> Porcentagem de eficiência de diferentes concentrações do fungo <i>Beauveria bassiana</i> na mortalidade de <i>Cornitermes cumulans</i> ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; $70 \pm 10\%$ U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.....	24
<b>Figura 3.</b> Soldado de <i>Cornitermes cumulans</i> infectado com <i>Beauveria bassiana</i> ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; $70 \pm 10\%$ U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.....	25
<b>Figura 4.</b> Eficiência de diferentes concentrações do fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> na mortalidade de <i>Cornitermes cumulans</i> ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; $70 \pm 10\%$ U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.....	28
<b>Figura 5.</b> Formação micelial do fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> em soldados de <i>Cornitermes cumulans</i> sete dias após a inoculação. São Luis – MA, 2008.....	29

**PATOGENICIDADE DOS FUNGOS *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. E *Metarhizium anisopliae* (METSCH) SOROK SOBRE *Cornitermes cumulans* (KOLLAR, 1832) (ISOPTERA: TERMITIDAE).**

**Autora: PRISCILA ASSUNÇÃO DOS SANTOS**

**Orientadora: Profa. Dra. RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS**

**RESUMO**

Os fungos entomopatogênicos são os principais responsáveis pela mortalidade natural de insetos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a patogenicidade dos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) isolado URPE 18 e *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok isolado IBCB 42 ao cupim de montículo *Cornitermes cumulans*. O trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Entomologia e Fitopatologia do Núcleo de Biotecnologia Agronômica da Universidade Estadual do Maranhão. Como tratamentos utilizou-se as concentrações  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$  conídios/mL de cada um dos fungos entomopatogênicos e uma testemunha (água destilada), totalizando cinco tratamentos e seis repetições em delineamento experimental inteiramente casualizado. Em cada recipiente plástico (capacidade para 100 mL) foi colocado 10g do material cartonado, um disco de papelão úmido de 1,5 cm de diâmetro e 20 cupins, sendo 4 soldados e 16 operárias. O experimento foi realizado em condições controladas, com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R e escotofase contínua. As avaliações foram realizadas diariamente até o sétimo dia após a inoculação, contando-se o número de cupins mortos. As concentrações de  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^7$  e  $1 \times 10^6$  conídios/mL de *B. bassiana* e *M. anisopliae* foram patogênicos

no controle de *C. cumulans*. A formação micelial de *B. bassiana* foi observada entre 24 e 48 horas em média após a inoculação e de *M. anisopliae* 6 dias após a inoculação. Os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* apresentam potencial para serem empregados no controle biológico de *C. cumulans*.

**Palavras chaves:** cupim de montículo, fungo entomopatogênico, controle biológico.

**PATHOGENICITY OF FUNGI *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. AND *Metarhizium anisopliae* (METSCH) SOROK ON *Cornitermes cumulans* (KOLLAR, 1832) (ISOPTERA: TERMITIDAE)**

**Author: PRISCILA ASSUNÇÃO DOS SANTOS**

**Adviser: Profa. Dra. RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS**

**ABSTRACT**

The entomopathogenic fungi are primarily responsible for the natural mortality of insects in agricultural ecosystems, acting this way in the biological control of pests. The objective of this scientific research experiment was to evaluate the pathogenicity of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) isolated URPE 18 and *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok isolated IBCB 42 on the termite mound *Cornitermes cumulans*. The research experiment was developed in the Laboratory of Entomology and Plant Pathology, Center for Agricultural Biotechnology in a University State of Maranhão. The treatments we used concentrations  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$  conidia / mL of each of the entomopathogenic fungi and a control (distilled water) with five treatments and six replications in a completely randomized design. In each plastic container (capacity 100 mL) was added 10g of material removed from the mound, a disc of wet cardboard 1.5 cm in diameter and 20 insects, and 4 soldiers and 16 termite workers. The experiment was conducted in a controlled conditions at  $25 \pm 2$  ° C,  $70 \pm 10\%$  RH and continuous scotophase. The evaluations were performed daily until the seventh day after inoculation by counting the number of dead termites. The concentration of  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^7$  and  $1 \times 10^6$  conidia / mL of *B. bassiana* and *M. anisopliae* were efficient in controlling *C. cumulans*. The formation

of mycelial *B. bassiana* was observed between 24 and 48 hours on average after inoculation and *M. anisopliae* 6 days after inoculation. Fungi *M. anisopliae* and *B. bassiana* have potential to be used in a biological control of *C. cumulans*.

**Key words:** mound-termite, entomopathogenic fungi, biological control.



## 1 INTRODUÇÃO

O cupim de monte ou cupim de montículo pertence à Família Termitidae, ao gênero *Cornitermes*, sendo a espécie mais comum *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832), que constrói ninhos epígeos com envoltório terroso muito duro. São pragas importantes nas pastagens, pois, além de estarem distribuídas em extensas áreas, seus ninhos dificultam os tratos culturais e agravam o processo de degradação das pastagens (SANTOS, 1982; FERNANDES, 1991; GALLO et al., 2002). Embora provoquem consideráveis danos econômicos em áreas urbanas e rurais, esses insetos também são importantes componentes da fauna de solo de regiões tropicais, exercendo papel essencial nos processos de decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e fixação de nitrogênio.

O controle desses insetos, ainda é baseado na utilização de inseticidas sintéticos, que apresentam uma série de desvantagens como: contaminação ambiental, resíduos em alimentos, eliminação de inimigos naturais e aparecimento de espécies resistentes.

Dessa forma, novas estratégias estão sendo apontadas visando o controle dessa praga, pela utilização de práticas culturais (rotação de cultura, calagem e adubação), controle biológico, uso de plantas resistentes ao ataque de cupins e utilização de óleos e extratos de origem botânica como nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e citronela (*Cymbopogon winterianus* L. Rendle) (ALMEIDA et al., 1989; LOGAN et al., 1990; SOARES et al., 2008). Nesse contexto, o controle microbiano de insetos é mais uma alternativa eficiente e segura ao uso de inseticidas químicos. Dentre os microrganismos passíveis de

utilização como agentes de controle biológico, destacam-se, por vários fatores, fungos, vírus e bactérias entomopatogênicas.

Os cupins são suscetíveis a esse tipo de controle, pois o interior dos ninhos (cupinzeiros) oferece condições ideais para o desenvolvimento dos patógenos, como alta umidade, concentração de indivíduos e proteção contra as variações do ambiente (LOGAN et al., 1990).

Os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok têm sido muito utilizados no controle de cupins de montículo, sendo aplicados diretamente nos ninhos por inoculação inundativa, ou seja, aplicação de grande quantidade de fungo, eliminando a possibilidade de defesa por meios físicos, químicos ou comportamentais, com a vantagem de não causar impactos ambientais próprios da utilização de agrotóxicos.

O controle biológico de cupins em diversos ecossistemas, principalmente em áreas próximas às vertentes, açudes, lagos e rios, constitui-se em um método eficiente, ecológico e econômico para a solução do problema causados por essa praga, quando comparado aos métodos convencionais. Assim, este trabalho teve por objetivo verificar a ação patogênica de diferentes concentrações dos fungos *B. bassiana* isolado URPE 18 e *M. anisopliae* isolado IBCB 42 na mortalidade do cupim de montículo *C. cumulans*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cupins (Isoptera: Termitidae)

A ordem Isoptera engloba os cupins ou térmitas, bastante conhecidos pelo potencial como praga, apesar dos cupins-praga constituírem a minoria dentro do grupo (cerca de 10%). Os cupins são insetos que ocorrem nas regiões tropicais e temperadas entre os paralelos 52° N e 45° S. Atualmente, há mais de 2.858 espécies descritas, sendo que a região Neotropical engloba 537 espécies (CONSTANTINO, 2007).

Os ninhos de *Cornitermes cumulans* possuem de 50 a 100 cm de altura, câmara externa de terra cimentada com saliva, de 6 a 10 cm de espessura, parte interna de celulose e terra, menos dura, com galerias horizontais superpostas e separadas com paredes verticais, revestidas por camada escura (ALVES, 1998).

Os cupins são considerados insetos eusociais, ou seja, formam colônias de indivíduos com sobreposição de gerações, cuidado cooperativo da prole e divisão de trabalho. A estrutura social desses insetos é composta por indivíduos que se desenvolvem por paurometabolia envolvendo um sistema de castas que compreende um grupo reprodutivo restrito de uma ou várias rainhas, ajudadas por operárias não reprodutoras e um grupo de soldados responsável pela defesa. São reconhecidas sete famílias e 14 subfamílias de cupins (WILSON, 1971; OLIVEIRA et al., 1986; GULLAN e CRANSTON, 2007). Podem ocorrer em altas densidades com 160 colônias/ha sendo de interesse econômico. A quantidade de colônias varia muito em função de diversos

fatores como: vegetação, solo, clima, a espécie considerada e o tempo em que a área permaneceu sem alteração (CONSTANTINO, 2007).

Na sociedade dos cupins existem indivíduos morfofisiologicamente diferentes, que compreendem as diferentes castas, responsáveis por diferentes tarefas. Três castas são encontradas em um ninho de cupim (KRISHNA, 1969):

a) Os operários que formam a casta mais numerosa e se ocupam de todas as funções rotineiras tais como obtenção de alimento, construção e reparação do ninho e túneis, cuidados com a prole e fornecimento de alimento às outras castas;

b) Os soldados que são os responsáveis pela guarda do ninho e pela proteção dos operários durante o forrageamento;

c) Os reprodutores que são os responsáveis pela geração de novos indivíduos e pela multiplicação das colônias.

O alimento básico dos cupins é a celulose, mas a fonte de celulose utilizada varia de acordo com a espécie (VASCONCELLOS, 1999). Geralmente, assume-se que todos os cupins são consumidores de madeira (xilófagos), porém uma grande diversidade de material orgânico, em vários estágios de decomposição, pode servir de alimento para esses insetos, incluindo madeira (viva ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, serapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies de cupins, excrementos e carcaças de animais, líquens e até mesmo material orgânico presente no solo (LEE e WOOD, 1971; LA FAGE e NUTTING, 1978; WOOD, 1978; NOIROT, 1992; SLEAFORD et al., 1996; DONOVAN et al., 2001).

Existem diferentes tipos de alimentação entre os cupins. Os jovens, os soldados e todos os reprodutores são incapazes de se alimentar sozinhos e

recebem dos operários alimentação estomodeal ou proctodeal. A alimentação estomodeal pode ser saliva, que é o único nutriente dos reprodutores funcionais (rei e rainha), ou alimento regurgitado. Os soldados são, em grande parte, nutridos com alimento regurgitado, mas certos termitídeos têm uma dieta exclusivamente líquida (saliva) (GRASSÉ, 1949).

A coleta de alimento pelos operários, tanto para uso próprio quanto para prover as castas dependentes, é o recurso energético básico da colônia. Ela consiste de materiais celulósicos provenientes de plantas vivas ou mortas, parcialmente ou quase que inteiramente decompostas. O recurso alimentar e sua subsequente decomposição têm muitas implicações de longo alcance nas relações entre cupins e solos, tanto por suas atividades alimentares quanto pela transformação do alimento por meio da digestão. Portanto, os cupins afetam o ciclo da matéria orgânica e dos nutrientes. Adicionalmente, a concentração de alimento e a perda de produtos a partir da digestão influenciam a disposição de matéria orgânica e de nutrientes no ecossistema (LEE e WOOD, 1971).

As moradias dos cupins são ninhos que permitem isolar os indivíduos do meio externo. A comunicação com o exterior nunca é direta, com exceção das épocas de revoada quando ocorre a saída dos alados. Este enclausuramento protege contra invasores e permite controlar a circulação de ar para regular as condições de umidade, temperatura e de composição dos gases no interior do ninho (NOIROT, 1970). Os ninhos de cupins variam quanto à forma, à localização, ao tamanho, à coloração, ao material utilizado na sua construção e estrutura. A estrutura dos ninhos de cupins é diversa. Geralmente possuem uma câmara real, câmaras de cria, câmaras de armazenamento de alimento

(podem estar ausentes) e galerias de forrageamento (COSTA-LEONARDO, 2002).

O comportamento dos cupins apresenta dois processos importantes na comunicação intracolônia: trofalaxia e “grooming” ou lambedura. A trofalaxia envolve a troca de líquidos entre indivíduos. Os cupins podem regurgitar para os companheiros de ninho o alimento parcialmente digerido que se encontra no papo ou saliva (trofalaxia estomodeal). Além disso, o conteúdo intestinal pode ser passado via anal (trofalaxia anal ou proctodeal). O “grooming” ou lambedura é realizado sempre antes da trofalaxia. Pode ocorrer sobre toda a superfície do corpo de um companheiro, mas o contato sensorial é mais intenso quando é realizado sobre mandíbulas e palpos onde há maior número de mecanorreceptores e quimiorreceptores (COSTA-LEONARDO, 2002).

### 2.1.1 Importância econômica

Os isópteros em geral (formigas e cupins), são conhecidos por diversos danos provocados em espécies florestais e culturas agrícolas. Entretanto, dependendo da espécie em questão, haverá variação no prejuízo ocasionado. Como exemplo, Campos et al. (1998), relacionam as perdas provocadas por cupins subterrâneos (*Heterotermes tenuis* e *H. longiceps*) em cana-de-açúcar, que ocorrem principalmente nos toletes usados como semente logo após o plantio, com a destruição das gemas, redução dos tecidos de reserva dos toletes e ataque às raízes primárias emitidas na região do nó, ocasionando falhas na brotação. Ainda com *H. tenuis*, foi relatado danos em mandiocais no estado do Pará (BANDEIRA, 1981), onde penetram nas raízes sãs, perfurando-

as por um lado e após infestadas, as raízes começam a apodrecer e ficar muito umedecidas, dando lugar ao aparecimento de outros insetos.

Já os cupins de montículo constituem pragas importantes nas pastagens. Dentre os prejuízos que causam estão a ocupação de espaço na cultura, dificuldade dos tratamentos culturais e manejo, podendo reduzir o stand de plantas na fase inicial. Quando já estabelecido, o cupim de montículo causa pouco dano, sendo considerado recentemente como uma “praga estética”, causando um aspecto desagradável ao produtor. Esse cupim é encontrado em eucaliptais, beira de estradas, pastagens, cerrados e capoeiras, sendo em menor quantidade vistos em pomares e beiras de áreas terraceadas (COSTA-LEONARDO, 2002). Ou seja, dependendo do hábito alimentar e comportamental dos cupins, o dano e a perda são diferenciados, além de que, as perturbações antrópicas normalmente são responsáveis pela mudança da condição do inseto à praga.

### 2.1.2 Importância ecológica dos cupins

Apesar dos isópteros serem bastante conhecidos pelo seu potencial como praga, o papel ecológico dos térmitas no ambiente é primordial, visto que desempenham o papel de consumidores primários e/ou decompositores nos ecossistemas naturais. Esses insetos participam ativamente na trituração, decomposição, humificação e mineralização de uma variedade de recursos celulósicos (TAYASU et al., 1997; COSTA-LEONARDO, 2002).

Uma grande diversidade de material orgânico, em vários estágios de decomposição, pode servir de alimento para os cupins, incluindo madeira (viva

ou morta), gramíneas, plantas herbáceas, serrapilheira, fungos, ninhos construídos por outras espécies de cupins, excrementos e carcaças de animais, líquens e até mesmo material orgânico presente no solo (húmus) (LIMA; COSTA-LEONARDO, 2007), ou seja, representam ponto importantíssimo na ciclagem de nutrientes.

Além disso, as alterações na estrutura dos ecossistemas causada pela atividade dos isópteras podem influenciar a disponibilidade de recursos para outros organismos de categorias tróficas diferentes, sendo por isso, considerados como “engenheiros” de ecossistemas (LAVELLE et al., 1997). E à medida que os túneis são feitos pelos cupins no solo, ao procurar alimento, distribuem a matéria orgânica em diferentes profundidades e mantêm a aeração e drenagem do solo, contribuindo para a fertilidade ou regeneração de áreas degradadas ou compactadas.

Com base nestes aspectos, fica notória a relevância destes insetos para o meio ambiente, pois participam de processos vitais ao funcionamento e equilíbrio do ecossistema e, servem também como “bioindicadores” da qualidade dos habitats.

### 2.1.3 Controle químico

O controle de *C. cumulans*, tem sido realizado basicamente utilizando-se inseticidas químicos como os clorados, atualmente proibidos (VANETTI, 1959; AMANTE, 1963), organofosforados, carbamatos e piretróides (FURQUIM et al., 1968; BIONDO et al., 1988; MARICONI et al., 1990; WILCKEN, 1992). Mais recentemente, outras moléculas inseticidas vêm sendo utilizadas, como o



fipronil e o imidacloprid (MARICONI et al., 1994). Outros produtos que não requerem a utilização de água, como iscas granuladas com diferentes princípios ativos (NOGUEIRA et al., 1971; MARICONI et al., 1977) e formulações como as pastilhas de fosfina apresentaram também bons resultados (PEREZ FILHO et al., 1987; MELO FILHO, 1996).

Assim, diversos autores têm estudado o controle ao cupim-de-monte, mediante a introdução de inseticidas no núcleo dos termiteiros. Mariconi et al., (1996), reportam que foram eficientes, nas condições da experimentação, o clorpirifós e o endossulfan, independentemente das dosagens e dos prazos para a destruição dos ninhos, sendo necessário quatro meses para extinção dos insetos. Melo Filho e Veiga (1997), também estudando a eficiência química, avaliaram diferentes dosagens e números de canais de aplicação da fosfina, constatando que cinco comprimidos de fosfina aplicados em cinco canais conferiram os melhores resultados no controle de *Nasutitermes* sp., em cana-de-açúcar. Ainda Melo Filho e Veiga (1998), trabalhando com a mesma praga, testaram a eficiência do fipronil, sendo aferido que todas as dosagens de grânulos dispersíveis em água do produto provocaram 100% de mortalidade e os granulados tiveram melhor resultado em 10g do produto comercial por cupinzeiro.

Devido aos impactos negativos desses produtos no ambiente, outras estratégias de controle estão sendo empregadas, como controle cultural, controle biológico e utilização de óleos e extratos de plantas com ação inseticida (LOGAN et al., 1990). Existem também estudos que buscam conciliar ou complementar tais métodos, como em pesquisa realizada por Neves e Alves (1999), utilizando imidacloprid juntamente com fungos entomopatogênicos (*M.*

*anisopliae* e *B. bassiana*), na qual foi possível obter ação sinérgica do fungo e do estressor possibilitando reduzir as concentrações de conídios em até 8 vezes e as de inseticida em até 157 vezes. Afirmando desta forma, que o controle associado tem benefícios econômicos e ecológicos devendo ser utilizado como uma alternativa importante na eliminação das colônias de *C. cumulans*.

#### 2.1.4 Controle biológico

O controle biológico de insetos, ou seja, a utilização de microrganismos entomopatogênicos para o controle de pragas, é mais uma alternativa eficiente e segura ao uso de inseticidas químicos. Apesar de ser uma área do conhecimento relativamente antiga, o controle microbiano tomou grande impulso principalmente após a proibição do uso dos inseticidas organoclorados, e também em decorrência do estabelecimento do Manejo Integrado de Praga como prática racional no controle de insetos prejudiciais em sistemas agrícolas e florestais (PARRA et al., 2002).

Dentre os microrganismos passíveis de utilização como agentes de controle biológico, destacam-se, por vários fatores, fungos, vírus e bactérias entomopatogênicas. Esses microrganismos precisam estar disponíveis em grandes quantidades para sua aplicação como bioinseticidas, por causa da necessidade de elevado potencial de inoculo para que se inicie o processo de doença numa determinada população de insetos (SILVA, 2001).

Segundo Alves (1998) para efetuar um controle adequado é importante considerar a seleção dos isolados dos fungos entomopatogênicos, já que a

grande variabilidade genética desses fungos influencia na maior ou menor efetividade. SILVA (2001) estima que os fungos sejam responsáveis por cerca de 80% das doenças de insetos.

## **2.2 Fungos Entomopatogênicos**

A partir da conscientização acerca dos riscos dos pesticidas químicos aos seres humanos e ao ambiente e, com a necessidade de reduzir o uso destes, tem-se procurado obter produtos eficientes no controle de pragas, principalmente por meio de microrganismos. As formulações de inseticidas de natureza fúngica correspondem a cerca de 15% no mercado mundial de bioinseticidas (DALZOTO e UHRY, 2009).

Os fungos são organismos de tamanho e forma variáveis. Podem ser unicelulares, como as leveduras ou constituídos por um conjunto filamentoso de micélio, composto por células chamadas hifas, com parede constituída quimicamente de quitina e/ou celulose. As hifas podem ter um ou mais núcleos em uma massa citoplasmática contínua sem os septos transversais. Esses agentes foram os primeiros patógenos a serem utilizados no controle microbiano (ALVES, 1998).

Aproximadamente 750 espécies de fungos são capazes de infectar artrópodes, embora poucas espécies infectem naturalmente insetos com importância médica ou agrícola. Os esporos do fungo que entram em contato e aderem a um inseto, germinam, liberando hifas. Essas penetram na cutícula, invadem a hemocele e causam a morte pela liberação de toxinas, ou mais

lentamente em função da proliferação massiva das hifas que interrompem as funções corporais dos insetos (GULLAN e CRANSTON, 2007).

Diferente das bactérias, protozoários e vírus, os fungos podem infectar os insetos não somente pelo intestino, mas também pelos espiráculos e particularmente pela superfície do tegumento. Esta propriedade conduz à possibilidade teórica da infecção de insetos, independentemente de sua atividade alimentar (SILVA, 2001).

Os sintomas iniciais da doença podem aparecer como manchas nas pernas, regiões intersegmentais, ou distribuídas por todo tegumento. O inseto cessa a alimentação tornando-se fraco e desorientado, no caso de lagartas infectadas por *B. bassiana* e *M. anisopliae* o tegumento torna-se róseo e depois esbranquiçado, devido ao crescimento do micélio. Este recobre toda a superfície do corpo, inicialmente espiráculos e áreas intersegmentais, se houver condições favoráveis de temperatura e umidade haverá conidiogênese, reconhecida como uma formação pulverulenta que cobre todo o inseto (ALVES, 1986).

Para Coutinho (2007) a ocorrência de doenças causadas por fungos em insetos é função da dispersão, viabilidade, concentração de esporos e virulência do patógeno, da densidade populacional e suscetibilidade do hospedeiro ao fungo; e de fatores ambientais como temperatura, umidade e luz.

Segundo Neves e Alves (1999) há uma necessidade de utilizar elevadas concentrações de conídios no controle com entomopatógenos devido à grande capacidade de assepsia dos cupins, os quais retiram os conídios rapidamente da cutícula e diminuem as chances de germinação e penetração dos mesmos.

O ciclo das relações fungo-hospedeiro depende de condições ambientais (temperatura, umidade, luz, radiação ultravioleta), condições nutricionais e suscetibilidade do hospedeiro. A maioria dos fungos entomopatogênicos requer, pelo menos, 95% de umidade relativa na superfície do inseto para a germinação, extensão do tubo germinativo e infecção (HALLSWORTH e MAGAN 1999).

Almeida et al. (1996), Moino Júnior e Alves (1998), afirmam que os hábitos comportamentais peculiares dos cupins, como trofalaxia, lambimento, tigmotropismo e canibalismo podem contribuir para o estabelecimento de epizootias nas colônias, facilitando a disseminação de fungos entomopatogênicos, embora os mesmos hábitos sejam relevantes na defesa do inseto contra o estabelecimento do agente patogênico.

Espécies de *M. anisopliae* e *B. bassiana* conhecidas como muscarina verde e muscarina branca respectivamente, são patógenos de pragas do solo, como cupins e larvas de besouros, podendo afetar outros insetos como cercopídeos da cana-de-açúcar e certas mariposas. Uma espécie de *M. anisopliae* var *acridium*, foi desenvolvida como um mico-inseticida bem sucedido para gafanhotos migratórios e solitários na África (GULLAN e CRANSTON, 2007).

Rodrigues e Loureiro (2009) realizaram coleta sistematizada de amostras de solo e de insetos que apresentassem a extrusão do patógeno ou com características da doença em culturas agrícolas e área de preservação ambiental. Foram isolados os fungos entomopatogênicos: *B. bassiana*, parasitando *Lagria villosa* (Coleoptera: Lagriidae), e *M. anisopliae* parasitando

*Zulia entreriana* (Homoptera: Cercopidae), *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae), *M. posticata* e o solo.

### 2.2.1 *Beauveria bassiana* (Bals)

O gênero *Beauveria* pertence à classe Deuteromycetes e é comumente encontrada parasitando insetos (ALVES, 1986). *B. bassiana* existe naturalmente nos solos de todo o mundo. Causa uma doença fatal em vários insetos; pertencendo ao grupo de fungos entomopatogênicos. A espécie foi nomeada em homenagem ao entomologista italiano Agostino Bassi, que descobriu em 1835 ser a causa da doença muscardina que atacava e matava o domesticado bicho-da-seda (DONALD e MCNEIL JÚNIOR, 2005).

*B. bassiana* é utilizado no controle biológico de insetos-praga que infestam produtos agrícolas. O mecanismo de infecção é resultado de ação sinérgica e complementar que envolve a produção de enzimas extracelulares, como proteases e quitinases que degradam a cutícula dos insetos. As enzimas são induzidas pelo contato com o hospedeiro (SASSÁ et al., 2008).

Neves e Hirose (2005) em trabalho realizado no controle da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) utilizaram *B. bassiana* na concentração de  $1 \times 10^8$  conídios/mL, a suspensão foi pulverizada diretamente sobre os insetos. Os autores concluíram que há uma relação positiva entre a concentração de conídios da suspensão e a taxa de conidiogênese. Desta forma, quando uma maior quantidade de conídios germina, a invasão e colonização do corpo do inseto é mais rápida e eficiente, dificultando a

proliferação de outros microorganismos competidores justificando testes com concentrações maiores.

Marques et al. (2001) observaram que larvas da broca gigante da cana-de-açúcar *Castnia licus* (Lepidoptera: Castniidae) após infecção com *B. bassiana* apresentaram coloração rósea e consistência endurecida e só após a colonização pelos entomopatógenos houve a formação da massa micelial branca característica dos conídios de *B. bassiana*. Os autores verificaram que este fungo foi eficiente no controle da broca.

Souza et al. (2009) estudando a ação do fungo *B. bassiana* associado a gel polimerizado de celulose no controle do carrapato *Anocentor nitens* (Acari: Ixodidae) em teste de campo, verificou que a virulência do fungo *B. bassiana* para o carrapato, quando em associação com gel polimerizado de celulose, é maior do que em suspensão conidial apenas. As fases parasitárias mais afetadas foram larvas e ninfas; e segundo os autores, a utilização do bioacaricida formulado deverá atuar, também, na redução da infestação de *A. nitens* nas pastagens.

Em trabalho realizado por Alves et al. (2005), foi constatada a ocorrência natural de *B. bassiana* sobre o cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em aviário comercial no estado do Paraná. Os autores afirmam que o controle biológico pode ser uma alternativa viável, pois os microrganismos entomopatogênicos têm se mostrado inócuos aos animais endotérmicos.

Padulla e Alves (2009) avaliando a suscetibilidade de ninfas de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) a fungos entomopatogênicos utilizando mudas de murta, verificaram que o isolado Esalq-PL de *B. bassiana* apresentou

alta mortalidade de ninfas e uma concentração letal média de  $2,3 \times 10^7$  conídios/mL, sendo um promissor agente de controle de ninfas de *D. citri*. Outras espécies de fungos utilizadas foram a *Hirsutella thompsonii*, *Lecanicillium muscarum*, *Lecanicillium longisporum*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Paecilomyces farinosus*, *Metharhizium anisopliae*, *Syngliocladium* spp.

Em trabalho realizado por Santoro et al. (2008) para avaliar a eficiência de *B. bassiana* (Bb), terra diatomácea (TD) e microrganismos eficazes (EM-4), associados ou não, no controle de *A. diaperinus*, e o efeito de EM-4 no desenvolvimento de *B. bassiana*, os autores verificaram que ao fim do experimento o uso conjunto do fungo e terra diatomácea, para o manejo de populações de *A. diaperinus* poderia reduzir o uso de produtos químicos.

## 2.2 2 *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok

*Metarhizium* é um dos gêneros mais conhecidos de fungos entomopatogênicos. É um Deuteromiceto pertencente à ordem Moniliales, família Moniliaceae. Em 1883, Sorokin o classificou como *M. anisopliae* e desde então a utilização e ação deste patógeno vem sendo estudada sobre muitas espécies de insetos. Atualmente, é utilizado para controle de pragas em muitos países como EUA, Brasil, Austrália entre outros (MACEDO, 2006).

*Metarhizium anisopliae* utiliza uma combinação de enzimas e força mecânica para penetrar a cutícula de seu hospedeiro e ter acesso a hemolinfa, rica em nutrientes (WANG et al., 2002).



Os insetos colonizados por *Metarhizium* tornam-se duros e cobertos por uma camada pulverulenta de conídios. A doença é conhecida como muscardine verde, pois no final da conidiogênese os cadáveres apresentam tons verdes que varia do claro ao escuro, acinzentados ou ainda esbranquiçados com pontos verdes. Os conídios são normalmente uninucleados, hialinos ou fracamente coloridos e se formam sobre conidióforos simples, que justapostos, resultam em uma massa regular sobre o inseto (MACEDO, 2006).

Albuquerque et al. (2005) trabalhando com *M. anisopliae* no controle de *Nasutitermes coxipoensis* (Isoptera: Termitidae), utilizou a imersão do material cartonado como forma de infecção. Após a determinação das doses infectivas, o bioensaio foi iniciado testando diferentes concentrações do fungo entomopatogênico para cada variedade. Os autores observaram que a infecção por contato foi eficiente causando mortalidade de 100% dos indivíduos nas doses testadas, confirmando a patogenicidade do fungo e a suscetibilidade do cupim ao tratamento.

Teixeira e Franco (2007) realizaram trabalho utilizando larvas de 2º instar de *Cerotoma arcuata* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae) que foram avaliadas em relação à susceptibilidade aos fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae* e a bactéria *Bacillus thuringiensis* com as toxinas Cry3. Os isolados CG 156 e CG 213 de *B. bassiana* e CG 321 de *M. anisopliae* causaram maior mortalidade de larvas de *C. arcuata*, sendo mais eficientes no controle deste inseto do que todos os isolados de *B. thuringiensis* testados. Segundo os autores a susceptibilidade de larvas de *C. arcuata* a isolados de *B. bassiana*, *M.*

*anisopliae* e *B. thuringiensis* selecionados em bioensaios mostra perspectivas promissoras para seu uso no solo, em condições de campo.

Rosales (2001) utilizando extratos vegetais constatou que estes associados com *B. bassiana* e *M. anisopliae* não apresentaram toxicidade significativa para *H. tenuis*. Em geral, a associação dos extratos vegetais com os fungos, diminuiu a atividade fungitóxica. Entretanto quando os fungos foram associados ao Nimkol (0,2 a 0,4% i. a.) num mínimo de 24 h de diferença entre a aplicação do produto vegetal e dos fungos no alimento do cupim os resultados foram positivos.

Garcia et al. (2008) avaliou adesão, germinação, penetração e colonização de larvas e ninfas de *Rhipicephalus sanguineus* (Acarina: Ixodidae) por *Metarhizium anisopliae* e as lesões infringidas pelo fungo sobre o ácaro. A morte das larvas e ninfas ocorreu no terceiro e quarto dias pós-infecção, e a esporulação do patógeno sobre o cadáver foi iniciada no sexto dia pós-infecção. Os resultados obtidos neste estudo segundo os autores mostraram que larvas e ninfas de *R. sanguineus* são susceptíveis à ação patogênica de *M. anisopliae*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Entomologia e Fitopatologia do Núcleo de Biotecnologia Agronômica da Universidade Estadual do Maranhão, Campus de São Luis (MA).

#### 3.1 Obtenção e preparo das suspensões de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*

Utilizou-se os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolado URPE 18 obtido no Laboratório de Patologia de insetos da Universidade Federal Rural de Pernambuco e *Metarhizium anisopliae* isolado IBCB 425 obtido no Banco de Patógenos do Instituto Biológico – SP.

Para a determinação da esporulação, os isolados foram cultivados em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), preparado com: 15 g de dextrosol, 0,5 g de streptomicina, 200 g de batata, 20 g de ágar e 1000 mL de água destilada. Em câmara de fluxo laminar foram retirados discos de micélio e depositados no centro de placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo meio de cultura. Em seguida, as placas foram incubadas à temperatura ambiente, durante seis dias no Laboratório de Fitopatologia.

A avaliação da produção de conídios foi realizada mediante o preparo de uma suspensão, adicionando-se 20 mL de água destilada esterilizada em cada placa. Foram utilizadas as concentrações das suspensões  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$  e  $1 \times 10^8$  conídios/ mL de cada um dos fungos entomopatogênicos, tomando-se por base o trabalho realizado por Silva (2004). As referidas concentrações

foram determinadas com o auxílio da câmara de Neübauer, em microscópio óptico.

O delineamento estatístico utilizado para os ensaios foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Como tratamentos foram utilizadas as suspensões de  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$  conídios/ mL dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* e como testemunha utilizou-se água destilada.

Os dados de mortalidade de cupins obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de tukey em nível de 5% de probabilidade. Para avaliação dos dados utilizou-se o programa estatístico SAS System e para a determinação da porcentagem de eficiência das diferentes concentrações de fungos sobre *C. cumulans*, foi utilizada a Fórmula de Abbott (1925) citada por Nakano et al. (1981).

$$\% E = \frac{T - I}{T} \times 100$$

Onde:

T = média do número de insetos vivos na testemunha em cada dia de avaliação;

I = média do número de insetos vivos no tratamento com fungo em cada dia de avaliação.

### 3.2 Ação de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre *Cornitermes cumulans*

No teste de patogenicidade removeu-se parte de um cupinzeiro localizado na Fazenda Escola de São Luís da Universidade Estadual do Maranhão que foi cuidadosamente colocado no Laboratório de Entomologia em caixa plástica (7,5 x 37 x 46 cm) com a finalidade de manter os insetos vivos para a realização dos experimentos.

Foram realizados dois ensaios, um com *B. bassiana* e outro com *M. anisopliae*. Utilizou-se copos plásticos com capacidade para 100 mL (Figura 1), contendo 10 g do material cartonado retirado diretamente do cupinzeiro e um disco de papelão corrugado umedecido com água destilada de 1,5 cm de diâmetro de acordo com a metodologia proposta por Soares et al. (2008).



Figura 1. (A) Recipiente com o material cartonado, disco de papelão e *Cornitermes cumulans* ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R. e escotofase contínua). (B) soldado de *Cornitermes cumulans* sobre o material cartonado. São Luis (MA), 2008.

O material cartonado foi imerso por três segundos nas diferentes suspensões e colocado sobre papel toalha para absorção do excesso das suspensões. Em seguida, foi colocado nos recipientes plásticos com 16 operárias e 4 soldados. Nas tampas dos recipientes foi feito um furo para colocação de um chumaço de algodão que foi embebido em água destilada para manutenção da umidade no interior do recipiente.

O experimento foi conduzido em sala climatizada com temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R. e escotofase contínua. As avaliações foram realizadas diariamente durante sete dias, após a inoculação dos fungos, contando-se o número de cupins mortos.

Os cupins mortos nos diferentes tratamentos foram colocados em câmara úmida para observar o crescimento dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*. Após a verificação do início da infecção nos corpos dos cupins, foram retirados micélios do fungo para isolamento em placas de Petri contendo meio de cultura para confirmação da patogenicidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Ação de *Beauveria bassiana* sobre *Cornitermes cumulans*

Nas avaliações realizadas no primeiro dia após o início do experimento, verificou-se que não houve diferença significativa na mortalidade de *C. cumulans* entre as concentrações testadas. A suspensão  $1 \times 10^5$  conídios/mL diferiu estatisticamente de  $1 \times 10^8$  conídios/mL no segundo dia de avaliação. No entanto, a testemunha apresentou menor número de cupins mortos quando comparada aos tratamentos  $1 \times 10^6$  e  $1 \times 10^8$  conídios/mL (Tabela 1).

Tabela 1. Mortalidade de *Cornitermes cumulans* em diferentes concentrações do fungo *Beauveria bassiana* ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.

Tratamentos Conídios/mL	Período de Avaliação (dias)						
	1	2	3	4	5	6	7
$1 \times 10^5$	7,5 ab <sup>1</sup>	11,2 bc	12,8 b	16,3 a	17,5 a	18,6 a	19,6 a
$1 \times 10^6$	12,7 a	16,3 ab	18,2 a	19,3 a	20,0 a	20,0 a	20,0 a
$1 \times 10^7$	5,8 ab	15,5 ab	19,2 a	20,0 a	20,0 a	20,0 a	20,0 a
$1 \times 10^8$	11,8 a	19,5 a	20,0 a	20,0 a	20,0 a	20,0 a	20,0 a
Testemunha	2,3 b	4,6 c	6,5 c	8,2 b	10,6 b	12,3 b	14,2 b
CV (%)	51,4	28,7	19,2	16,4	18,1	17,0	15,1
Dms	7,1	6,6	5,1	4,7	5,5	5,3	4,9

<sup>1</sup>Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

No terceiro dia verificou-se que as maiores taxas de mortalidade ocorreram nos tratamentos  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$  conídios/mL que diferiram estatisticamente da concentração  $1 \times 10^5$  conídios/mL e da testemunha (Tabela 1). Estas observações estão de acordo com Neves e Alves (1999) em que altas concentrações de *M. anisopliae* e *B. bassiana* proporcionaram a eliminação de colônias de *C. cumulans*.

A partir da quarta avaliação as concentrações testadas passaram a não diferir estatisticamente entre si, observando-se até 100% de mortalidade dos cupins, resultado semelhante ao encontrado por Neves e Hirose (2005) que trabalhando com concentrações variando de  $2,5 \times 10^6$  a  $62,8 \times 10^6$  conídios/mL verificaram que aumentos progressivos na concentração de *B. bassiana* não afetaram a mortalidade da broca-do-café.

Nesta pesquisa as concentrações de *B. bassiana* mais eficientes no tratamento de *C. cumulans* foram  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$  conídios/mL a partir do terceiro dia de avaliação (Figura 2).

Da mesma forma, Silva (2004) verificou que o isolado URPE – 4 de *B. bassiana* na concentração  $1 \times 10^7$  conídios/mL foi eficiente na mortalidade de cupins de áreas urbanas e Rosales (2001) confirmou que o isolado 634 de *B. bassiana* na concentração  $1 \times 10^8$  conídios/mL utilizado de forma isolada ou em associação com Nimkol-L proporcionou maior mortalidade de *Heterotermes tenuis*.



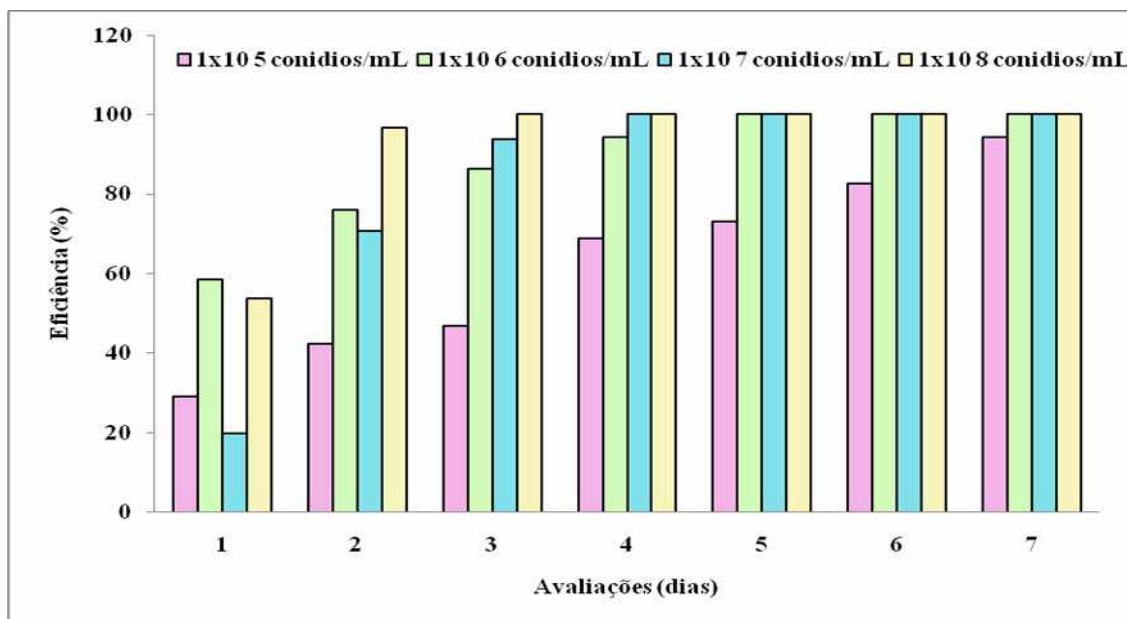


Figura 2. Porcentagem de eficiência de diferentes concentrações do fungo *Beauveria bassiana* na mortalidade de *Cornitermes cumulans* ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.

A formação micelial em *C. cumulans* tratado com *B. bassiana* foi observada entre o 2º e 3º dias após a morte dos cupins na maioria dos tratamentos. O micélio emergiu inicialmente em torno das peças bucais, próximo à base das antenas e em seguida se dirigiu ao tórax, abdome e pernas. Após uma semana de infecção o fungo já havia colonizado todo o corpo do inseto, interferindo nas atividades normais de funcionamento de seus órgãos (Figura 3). Do mesmo modo, Tamai et al. (2002) constataram a colonização desse fungo em ácaros a partir do terceiro dia após a inoculação, com predominância do fungo na região posterior do corpo do hospedeiro.



Figura 3. Soldado de *Cornitermes cumulans* infectado com *Beauveria bassiana*. ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.

#### **4.2 Ação de *Metarhizium anisopliae* sobre *Cornitermes cumulans***

Nas avaliações realizadas nos três primeiros dias, após o início do experimento, verificou-se que não houve diferença significativa na mortalidade de *C. cumulans* entre as concentrações testadas e a testemunha (Tabela 2). Essa mortalidade inicial, provavelmente, foi em função do *stress* provocado pela remoção de parte da colônia do seu habitat natural para o Laboratório de Entomologia ou pelo manuseio dos cupins com pinceis no processo de colocação dos indivíduos nos recipientes plásticos contendo material cartonado tratado com diferentes concentrações de *M. anisopliae*, já que os fungos entomopatogênicos necessitam de mais tempo para causar infecção nos insetos. De acordo com Neves (1998), os insetos atacados pelo fungo morrem em três a quatro dias e a conidiogênese inicia-se depois de cinco dias da aplicação do patógeno.

Tabela 2. Mortalidade de *Cornitermes cumulans* em diferentes concentrações do fungo *Metarhizium anisopliae* a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R. e escotofase contínua. São Luís – MA, 2008.

Tratamentos Conídios/mL	Período de Avaliação (Dias)						
	1	2	3	4	5	6	7
$1 \times 10^5$	5,4 a <sup>1</sup>	8,1 a	11 a	13 ab	15 ab	17 ab	17 ab
$1 \times 10^6$	6,9 a	9,4 a	12 a	16 ab	18 a	19 a	19 a
$1 \times 10^7$	4 a	8,5 a	12 a	16 ab	18 a	18 a	18 a
$1 \times 10^8$	5,9 a	11 a	15 a	19 a	19 a	20 a	20 a
Testemunha	4 a	7,4 a	9 a	10 b	13 b	14 b	14 b
CV (%)	46,59	46,29	38,58	29,63	20,68	15,93	14,38
Dms	3,1	5,22	5,85	5,51	4,3	3,5	3,21

<sup>1</sup>Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A partir do quarto dia de avaliação verificou-se diferença estatística entre o tratamento  $1 \times 10^8$  conídios/mL e a testemunha, que por sua vez não diferiu estatisticamente das demais concentrações (Tabela 2).

Do quinto ao sétimo dia de avaliação não se observou diferenças estatísticas entre as concentrações do fungo *M. anisopliae*, porém as concentrações  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$  e  $1 \times 10^8$  conídios/mL diferiram estatisticamente da testemunha, com o tratamento  $1 \times 10^8$  conídios/mL apresentando 100% de mortalidade nas duas últimas avaliações (Tabela 2). Estes resultados diferem dos encontrados por Albuquerque et al. (2005), que observaram 100% de mortalidade entre o terceiro e quarto dia após a inoculação de *M. anisopliae* na concentração de  $1,6 \times 10^7$  conídios/mL no controle de *Nasutitermes*

*coxipoensis* (Holmgren). Da mesma forma, Cunha et al. (2009) trabalhando com caracterização morfológica e ultraestrutural de hemócitos de operários de *N. coxipoensis* quantificou os tipos celulares 24 h, 48 h e 72 h após inoculação com *M. anisopliae*, concluindo que a concentração de  $1 \times 10^7$  conídios/mL, em laboratório, mostrou-se capaz de interferir na defesa celular de *N. coxipoensis*.

Por outro lado, esse percentual de 100% de mortalidade dos insetos testados foi obtido por Hanel (1981) somente aos onze dias após a inoculação de *M. anisopliae* sobre *N. exitiosus*. Do mesmo modo, Neves e Alves (1999) constataram que altas concentrações de *M. anisopliae* (500 miligramas de conídios) e *B. bassiana* (250 miligramas de conídios), proporcionaram a eliminação de colônias de *C. cumulans* em 14 dias após a aplicação. Provavelmente, diferenças bioquímicas e imunológicas entre essas espécies de cupins interferiram no desenvolvimento da doença, e conseqüentemente na patogenicidade do fungo de acordo com observações feitas por Traniello et al. (2002) que verificou a ação desse fungo sobre *H. tenuis* (Hagen) e *N. coxipoensis*.

A concentração de *M. anisopliae* mais eficiente no tratamento de *C. cumulans* foi  $1 \times 10^8$  conídios/mL alcançando percentuais de 95 e 100% de mortalidade a partir do quarto dia de avaliação, enquanto a concentração mais baixa de  $1 \times 10^5$  conídios/mL atingiu mais de 50% de eficiência somente no último dia de avaliação, não sendo, portanto uma boa indicação para o controle dessa praga quando comparada aos demais tratamentos (Figura 4).

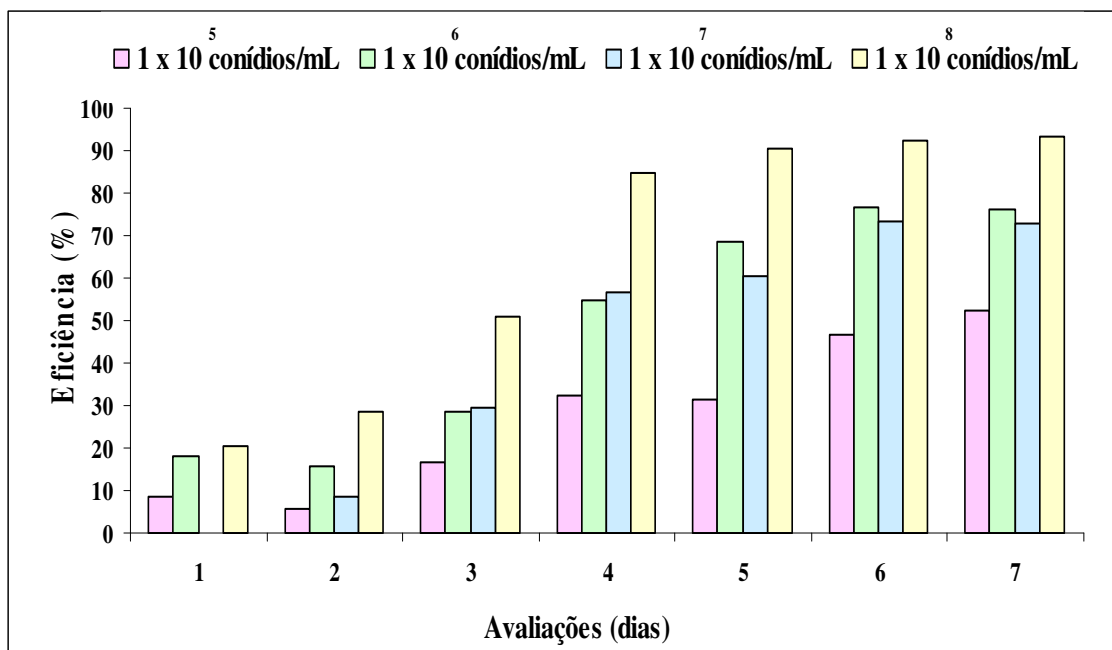


Figura 4. Eficiência de diferentes concentrações do fungo *Metarhizium anisopliae* na mortalidade de *Cornitermes cumulans* ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  U.R. e escotofase contínua). São Luís – MA, 2008.

Os dados obtidos nesta pesquisa estão de acordo com Malagodi e Veiga (1994) que obtiveram 100% de mortalidade de *Nasutitermes* sp. utilizando altas concentrações desse fungo ( $1 \times 10^9$  e  $1 \times 10^{10}$  conidios/mL) e Garcia et al. (2008) constatando que a concentração de  $1 \times 10^8$  conidios/mL apresentou virulência mais elevada para *Rhipicephalus sanguineus* que as demais concentrações testadas, indicando que a utilização de suspensões com concentrações mais elevadas que  $1 \times 10^8$  conidios/mL não seriam economicamente as mais indicadas. Da mesma forma, experimentos realizados por Fernandes (1991) com diferentes isolados de *M. anisopliae* demonstraram baixa mortalidade de *H. tenuis* mesmo em altas concentrações.

Os resultados aqui obtidos podem ter sido influenciados pelo método de inoculação utilizado, que consistiu na inoculação de 10g do material cartonado nas diferentes concentrações de *M. anisopliae* e não pela aplicação direta das

suspensões de fungos sobre os cupins que costuma ser mais eficiente no desenvolvimento e evolução da doença. De acordo com Albuquerque et al. (2005) o contato direto do fungo sobre os cupins favorece a ocorrência do *grooming*, tipo de limpeza realizada por esses animais, que facilita a disseminação dos conídios na população testada.

A colonização de *M. anisopliae* em *C. cumulans* foi observada entre o 6º e 7º dias de avaliação após a morte desses insetos nas concentrações testadas. Após uma semana de infecção o fungo já havia colonizado todo o corpo do inseto. A confirmação da infecção foi feita através da visualização de esporos do fungo retirados do corpo do inseto contaminado e visualizado em microscópio óptico (Figura 5). Os dados aqui obtidos diferem dos encontrados por Neves e Alves (2004) que observaram a ocorrência de colonização de *C. cumulans* por *M. anisopliae* entre 24h e 72h sendo que mais de 80% insetos morreram entre 72h e 96h.



Figura 5. Formação micelial do fungo *Metarhizium anisopliae* em soldados de *Cornitermes cumulans* sete dias após a inoculação. São Luis – MA, 2008.

Estudos relacionados com a multiplicação de fungos entomopatogênicos em insetos são de grande importância, pois informam a capacidade de tais agentes biocontroladores em aumentar o potencial de inóculo no ambiente dos hospedeiros, além de mostrarem a probabilidade da transmissão e disseminação dos conídios nas populações de insetos.

Os dados obtidos nesta pesquisa são promissores, no entanto testes em condições de campo precisam ser realizados, a fim de verificar a patogenicidade desses fungos, bem como as melhores formas de aplicação para as condições locais, uma vez que a eficiência de controle depende dos fatores ambientais em especial, temperatura e umidade.

Diante desses resultados sugere-se a utilização da concentração  $1 \times 10^6$  conídios/mL dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* que apresentou a mesma eficiência das concentrações mais altas testadas na mortalidade de *C. cumulans*. Com relação ao tempo de colonização, observou-se que o fungo *M. anisopliae* causou mortalidade em tempo mais prolongado e que *B. bassiana* foi mais virulento, apresentando maior velocidade de colonização do inseto, o que favorece sua utilização em programas de manejo ecológico de cupins.

O controle biológico de cupins pela utilização dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* é uma ferramenta importante no manejo agroecológico de pragas, despontando como uma alternativa para os agricultores maranhenses por diminuir a dependência aos agrotóxicos e contribuir para a prática de uma agricultura mais adequada às novas exigências de qualidade ambiental e de vida da sociedade moderna.

## 5 CONCLUSÕES

- Nas concentrações  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$  e  $1 \times 10^8$  conídios/mL os fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* foram eficientes no controle de cupins da espécie *Cornitermes cumulans*;
- A formação micelial em *Cornitermes cumulans* tratado com *Beauveria bassiana* foi observada entre o 2º e 3º dias nas concentrações testadas;
- A colonização de *Metarhizium anisopliae* em *Cornitermes cumulans* foi observada entre o 6º e 7º dias nas concentrações testadas;
- O fungo entomopatogenico *Beauveria bassiana* apresentou maior virulência a *Cornitermes cumulans* que *Metarhizium anisopliae*.



## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. C.; PEREIRA, K. C. A.; CUNHA, F. M.; VEIGA, A. F. S. L.; ATHAYDE, A. C. R.; LIMA, E. A. L. A. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* sobre *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.4, p.585-591, 2005.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; MOINO JÚNIOR, A.; LOPES, R. B. Mortalidade de *Heterotermes tenuis* (Hagen) atraídos por armadilhas com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e imidacloprid. **Anais da sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.25, n.3, p.507-512, 1996.

ALMEIDA, L. C., PETRI, J. L.; IGLESIAS, A. C. Flutuação populacional e avaliação de danos por cupins em parcelas tratadas com diferentes inseticidas. **Boletim Técnico Copersucar**, p. 37-43, 1989.

ALVES, L. F. A.; GASSEN, M. H.; PINTO, F. G. S.; NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Ocorrência natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuilleman (Moniliales: Moniliaceae) sobre o cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), em aviário comercial de Cascavel, PR. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 507-510, 2005.

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: S. B. Alves (ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1986, p. 289-381.

AMANTE, E. Ensaio de campo para controlar o cupim de monte *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera, Termitidae). **Divulgação Agrônômica**, Rio de Janeiro, p.30-33, 1963.

BANDEIRA, A.G. Ocorrência de cupins (Insecta, Isoptera) como pragas de mandioca em Bujaru, Pará. **Acta Amazônica**, v.11, n.1, p.149-152, 1981.

BIONDO, C. J., GERALDI, F. I., CLARI, A. I., DONATONI, J. L., ARASHIRO, F.Y., RAIZER, A. J.; MARICONI, F. A. M. Cupim de monte *Cornitermes*

*cumulans* (Kollar, 1832): combate experimental com formulações inseticidas líquidas. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, p.91-97, 1988.

CAMPOS, M.B.S.; ALVES, S.B.; MACEDO, N.. Seleção de iscas celulósicas para o cupim *Heterotermes tenuis* (Isoptera:Rhinotermitidae) em cultura de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.3, p. 480-484,1998.

CONSTANTINO, R. Introdução ao estudo dos cupins. Brasília, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 2007. Apresenta biologia e classificação dos cupins. Disponível em: <http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/cupins/cupins.htm>. Acesso em: 18 jan. 2007.

COSTA-LEONARDO, A. M. **Cupins-praga**: morfologia, biologia e controle. Ed. Divisa, Rio Claro - SP. 128p, 2002.

COUTINHO, H. L. C. Agentes microbianos no controle de doenças e pragas na Agricultura. São Paulo. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/publicacoes/padct/bio/cap9/1/>. Acesso em: 04 jan. 2007.

CUNHA, F. M.; WANDERLEY- TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, A. C.; ALBUQUERQUE, A. C.; ALVES, L.C.; LIMA, E. A. Caracterização dos hemócitos de operários de *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae) e avaliação hemocitária após parasitismo por *Metarhizium anisopliae*. **Neotropical Entomology**. Londrina, v.38, n.2, 2009.

DALZOTO, P.R.; UHRY, K.F. Controle biológico de pragas no Brasil por meio de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Divulgação Técnica: **Biológico**, São Paulo, v.71, n.1, p.37-41, 2009.

DONALD, G.; MCNEIL Jr. Fungus fatal to mosquito may aid global war on malaria. **The New York Times**. Published: June 10, 2005.

Donovan, S. E., Eggleton, P.; Bignell, D. E.. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. **Ecological Entomology**, p.356-366, 2001.

FERNANDES, P. M. **Controle microbiano de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae) utilizando *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.** Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 114p, 1991.

FURQUIM, M. R.; KAMIZONO, Y.; ANDRADE, S. C.; TOLEDO, W. A.; MARICONI, F. A. M. Combate experimental ao cupim *Cornitermes cumulans* (Kollar). **O Solo**, Piracicaba, v.60, p. 57-62, 1968.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. FEALQ: Piracicaba, SP. 920p, 2002.

GARCIA, M. V.; MONTEIRO, A.C.; SZABÓ, M.P.J.; PRETT, N. Eventos externos e internos da infecção de larvas e ninfas de *Rhipicephalus sanguineus* por *Metarhizium anisopliae*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.4, p. 855-863, 2008.

GRASSÉ, P. P. Ordre des Isoptères ou termites. In: Grassé, P.P. (ed.). **Traité de zoologie**. Masson: Paris, v.9, 408-544p, 1949.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos**: um resumo de entomologia. 3ª edição. Roca: São Paulo, 2007. 440 p.

HALLSWORTH, J. E.; MAGAN, N. Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces farinosus*. **Journal of invertebrate pathology**. v.74, p. 261-266, 1999.

HANEL, H.; A bioassay for measuring the virulence of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Fungi Imperfect) against the *Nasutitermes exitiosus* (Hill) (Isoptera, Termitidae). **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.92, p.9-18, 1981.

LEE, K.E.; WOOD, T.G. **Termites and soils**. Academic Press: London, 1971. 251p.

KRISHNA, K. Introduction. In: KRISHNA, K; WEESNER, M. (Eds.). **Biology of termites**. Vol. I. Academic Press: New York. p.1-17, 1969.

LA FAGE, J. P.; NUTTING, W. L. Nutrient dynamics of termites. In: BRIAN, M. V. (ed.). **Production ecology of ants and termites**. Cambridge University Press: Cambridge, p.165-232, 1978.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LAPAGE, M. Soil function in changing world: the role of invertebrate ecosystems engineers. **European Journal Soil Biology**, 33: 159-193, 1997.

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

LOGAN, J. W. M.; COWIE, R. H.; WOOD, T. G. Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review. **Bull. Entomology Research**, v.8, n.3, p.309-330, 1990.

MACEDO, D. **Seleção e caracterização de *Metarhizium anisopliae* visando ao controle de *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 87p, 2006.

MALAGODI, M.; VEIGA, A. F. S. L. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill sobre o cupim *Nasutitermes* (Dudley) (Isoptera-Termitidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 24, p.315-322, 1994.

MARICONI, F. A. M.; FRANCO, J. F.; DE PALMA, V.; DIONÍSIO, A.; TARDIVO, J. C. Combate aos cupinzeiros de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) com granulados. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.106-112, 1977.

MARICONI, F.A.M.; GALAN, V. B.; ROCHA, M. T.; MAULE, R.F.; PASSOS H. R.; SILVA, R. A. A. Ensaios de combate ao cupim de monte *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera, Termitidae). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.3, p. 505-508, 1994.

MARICONI, F. A. M.; RAIZER, A. J.; ARASHIRO, F.Y.; BIONDO, C.J.; CLARI, A. I. Combate experimental ao cupim de monte *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera, Termitidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.19, n.1, p.163-169, 1990.

MARICONI, F. A. M.; P. PACHECO, P.; CINIGLIO NETO, F.; PASSOS, H. R.; CAMPOS, H. M. Controle do cupim-de-monte *Cornitermes Cumulans* (Kollar, 1832) com formulações líquidas de clorpirifós e endossulfan. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, vol. 53, p.293-295, 1996.

MARQUES, E. J.; MARQUES, I. M. R.; LIMA, R. O. R.; FIGUEIRÊDO, M. de F. S.; ARAUJO, E. S.; AUTRAN, E. A. Patogenicidade de isolados de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* sobre larvas de *Castnia licus*, broca gigante da cana-de-açúcar. **Caderno Ômega Série Agronomia**, Recife, n.12, p.17-19, 2001.

MELO FILHO, R. M. **Controle químico do cupim *Nasutitermes* (Dudley, 1890) (Isoptera: Termitidae), em cana-de-açúcar, nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 100p. 1996.

MELO FILHO, R.M.; VEIGA, A.R.S.L. Eficiência do fipronil no controle do cupim de montículo, *Nasutitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 27, n.1, p.149-152, 1998.

MELO FILHO, R.M.; VEIGA, A.R.S.L. Eficiência da fosfina no controle do cupim de montículo, *Nasutitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 26, n.1, p. 21-25.1997.

MOINO JUNIOR, A.; ALVES, S. B. Efeito de imidacloprid e fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok. no comportamento de limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Porto Alegre, v.27, n.4, p.611-619, 1998.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Entomologia econômica**. Ceres: São Paulo, 1981. 314 p.

NEVES, P. J.; ALVES, S. B. Controle Associado de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae) com *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e imidacloprid. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56 n.2, p.305-311, 1999.

NEVES, P. M. O. J.; HIROSE, E. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle biológico da Broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34 n.1, p.77-82, 2005.

NEVES, P. M.; **Controle associado de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae) com fungos entomopatogênicos e o inseticida imidacloprid**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 111p. 1998.

NEVES, P. M. O. J; ALVES, S. B. External events related to the infection process of *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.1, p.51-56, 2004.

NOGUEIRA, S. B.; LIMA, J.O.G.; FREIRE, J. A. H. Iscas granuladas no controle ao cupim de montículo *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832). **Seiva**, v.31, p.303-308, 1971.

NOIROT, C. The nests of termites. In: KRISHNA, K.; WEESNER F.M. (Eds.). **Biology of termites**. Academic Press: New York, p. 73-126, 1970.

NOIROT, C. From wood- to humus-feeding: an important trend in termite evolution. In: BILLEN, J. (ed). **Biology and evolution of social insects**. University of Leuven Press: Leuven, p.107-119,1992.

OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T. de; LEPAGE, E. S.; LOPEZ, G. A. C.; OLIVEIRA, L. C. S.; CAÑEDO, M. D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, Divisão de Madeiras. 1986. v.1, p. 99-278.

PADULLA, L. F. L.; ALVES, S. B. Suscetibilidade de ninfas de *Diaphorina citri* a fungos entomopatogênicos . **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.2, p.297-302, 2009.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S (Eds.) **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16.

PEREZ FILHO, O.; SALVATORI, J.R.; SANCHEZ, G. G.; NAKANO, O. Observações sobre a estrutura do cupinzeiro de montículo visando o seu controle através da fumigação. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 11, Campinas, **Resumos**. Campinas: Instituto Agrônômico, 365p, 1987.

RODRIGUES, A. M.; LOUREIRO, E. S. Confecção de uma coleção de fungos entomopatogênicos com isolados encontrados em culturas agrícolas e ambientes de preservação ambiental em Mato Grosso do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.2, p.303-306, 2009.

ROSALES, E. A. C. **Efeito de derivados de meliáceas e isolados de fungos entomopatogênicos sobre o cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1958) (Isoptera, Rhinotermitidae)**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 129p. 2001.

SANTORO, P. H.; NEVES, P. M. O. J.; CAVAGUCHI, S. A.; CONSTANSKI, K.; AMARO, J. T.; ALVES, L. F. A.; GOMES, B. B.; Controle associado de *Alphitobius diaperinuse* efeito de microrganismos eficazes no desenvolvimento de *Beauveria bassiana*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.1-8, 2008.

SANTOS, E. **Os insetos: vida e costumes**. Itatiaia, Belo Horizonte, MG, p.89-106, 1982.

SASSÁ, D. C.; VARÉA-PEREIRA, G.; MIYAGUI, D. T.; NEVES, P. M. O. J.; WU, J. I.; SUGAHARA, V. H.; MITA, C.; KAMOGAWA, E. Avaliação de parâmetros cinéticos de quitinases produzidas por *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 807-814, 2008.

SILVA, C. A. D. da. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* patogênicos ao bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa agropecuária**, Brasília, v. 36 n.2, p.235-241, 2001.

SILVA, G. da S. **Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorok. e *Beuaveria bassiana* (Balls.) Vuill. no controle do cupim urbano (*Termita* sp.)**. Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 46p. 2004.

SLEAFORD, F., BIGNELL, D. E.; EGGLETON, P. A pilot analysis of gut contents in termites from the Mbalmayo Forest Reserve, Cameroon. **Ecological Entomology**, v. 21, n.3, p. 279-288, 1996.

SOARES, C. G.; LEMOS, R. N. S.; CARDOSO, S.R.S.; MEDEIROS, F.R.; ARAÚJO, J.R.G. Efeitos de óleos e extratos aquosos de *Azadirachta indica* A. JUSS e *Cymbopogon winterianus* JOWITT sobre *Nasutitermes corniger* MOTSCHULS (Isoptera: Termitidae). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 50, p. 107-116, Jul./Dez. 2008.

SOUZA, E. J.; COSTA, G. L.; BITTENCOURT, V. R. E. P.; FAGUNDES, A. S.; Ação do fungo *Beauveria bassiana* associado a gel polimerizado de celulose no controle do carrapato *Anocentor nitens* em teste de campo. **Arquivo Brasileiro**



**de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.1, p.163-169, 2009.

TAMAI, M. A.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M.; FAION, M. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, n.3, p.77-84, 2002.

TAYASU, I.; ABE, T.; EGGLETON, P.; BIGNELL, D. E. Nitrogen and carbon isotope ratios in termites: an indicator of trophic habit along the gradient from wood-feeding to soil-feeding. **Ecological Entomology**, v.22, n.3, p.343-351, 1997.

TEIXEIRA, M. L. F.; FRANCO, A. A. Susceptibilidade de larvas de *Cerotoma arcuata* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae) a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.37, n.1, p.19-25, 2007.

TRANIELLO, J. F. A.; ROSENGAUS, R. B.; SAVOIE, K. The development of immunity in a social insect: Evidence for the group facilitation of disease resistance. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America**, p. 6838-42, 2002. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/99/10/6838.abstract>. Acesso em: 05 de nov., 2008.

VANETTI, F. Combate ao cupim de montículo *Cornitermes cumulans* (Kollar). **Revista Ceres**, Viçosa, v.10, n.60, p.437-443, 1959.

VASCONCELOS, A. Estrutura e dinâmica de ninhos policíclicos de uma espécie de *Nasutitermes* (Isoptera, Termitidae) em Mata Atlântica e no meio urbano de João Pessoa, Paraíba. 1999. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1999.

WANG, C.; POWELL, J. E.; NGUYEN, K. Laboratory evaluations of four entomopathogenic nematodes for control of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 21, n.2, p.381- 387, 2002.

WOOD, T. G. Food and feeding habits of termites. In: BRIAN, M. V. (ed). **Production ecology of ants and termites**. Cambridge University Press: Cambridge, p.55-80. 1978.

WILCKEN, C. F. 1992. Danos de cupins subterrâneos *Cornitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em plantios de *Eucalyptus grandis* e controle com inseticidas no solo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.21, n.3, p.329-338, 1992.

WILSON, E. O. **The Insect Societies**. Belknap Press: Cambridge, 548p, 1971.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)