

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E
SUSCETIBILIDADE A NEMATOIDES
ENTOMOPATOGÊNICOS DE *Mycotretus
apicalis* LACORDAIRE, 1842 (COLEOPTERA:
EROTYLIDAE), PRAGA DE *Pleurotus sajor-
caju***

GRAZIELLE FURTADO MOREIRA

2009

GRAZIELLE FURTADO MOREIRA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E
SUSCETIBILIDADE A NEMATOIDES
ENTOMOPATOGÊNICOS DE *Mycotretus apicalis*
LACORDAIRE, 1842 (COLEOPTERA:
EROTYLIDAE), PRAGA DE *Pleurotus sajor-caju***

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, área de concentração
em Entomologia Agrícola, para a
obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Alcides Moino Junior

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Moreira, Grazielle Furtado.

Aspectos biológicos e suscetibilidade a nematóides entomopatogênicos de *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae), praga de *Pleurotus sajor-caju* / Grazielle Furtado Moreira. – Lavras : UFLA, 2009.

47 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Alcides Moino Junior.

Bibliografia.

1. Cogumelos comestíveis. 2. Pragas de cogumelos. 3. *Steinernema*; *Heterorhabditis*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.8

GRAZIELLE FURTADO MOREIRA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E
SUSCETIBILIDADE A NEMATOIDES
ENTOMOPATOGÊNICOS DE *Mycotretus apicalis*
LACORDAIRE, 1842 (COLEOPTERA:
EROTYLIDAE), PRAGA DE *Pleurotus sajor-caju***

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia, área de concentração
em Entomologia Agrícola, para a
obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 18 de dezembro de 2009

Prof. Dr. Eustáquio Souza Dias

UFLA

Prof. Dr. Luis Garrigós Leite

Instituto Biológico/Campinas

Prof. Dr. Alcides Moino Junior
DEN/UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, H3lio e Ilma,
dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Alcides Moineiro, pela orientação, amizade e paciência durante todos esses anos.

Ao professor Eustáquio Souza Dias, pelo apoio, orientação e incentivo.

Aos professores do Departamento de Entomologia, pelos ensinamentos transmitidos durante todo o curso.

A direção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Santa Inês, pelo apoio.

Ao Olinto, por todo o incentivo, carinho e compreensão e pelos ótimos momentos compartilhados.

Às amigas Vanessa e Camila, pela amizade e auxílio durante a condução dos experimentos.

Aos amigos de mestrado Dejane, Olinto, Juracy, Fabricio, Marília e Fran, pelos ótimos momentos de convivência.

Aos amigos do Laboratório de Patologia de Insetos, Viviane, Cristiane, Marco Aurélio, Érica, Lucas, Ricardo.

Aos amigos do Laboratório de Microbiologia, Emerson e Paulinho, pela ajuda e ótima convivência.

Aos amigos do IFET – Santa Inês, pela ótima convivência durante os últimos meses.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia e de Biologia, pelos bons momentos de convivência e distração.

Às queridas amigas Marina, Sheilla, Samanta, Alessandra e Andressa, pelo incentivo e amizade.

Aos meus cães, Max, Luana, Pretinha e Bobby, por me proporcionarem momentos únicos de alegria e distração.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Sinceramente agradeço.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	05
ARTIGO 1 Ocorrência e caracterização de injúrias causadas por <i>Mycotretus apicalis</i> Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) em cultivo de <i>Pleurotus sajor-caju</i>	08
1 Resumo.....	09
2 Abstract.....	10
3 Introdução.....	11
4 Material e Métodos.....	11
5 Resultados e Discussão	13
Referências Bibliográficas.....	15
Anexos	17
ARTIGO 2 Técnica de criação e ciclo de vida de <i>Mycotretus apicalis</i> Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) em cogumelo <i>Pleurotus sajor-caju</i> seco.....	18
1 Resumo.....	19
2 Abstract	20
3 Introdução	21
4 Material e Métodos	21
4.1 Criação de <i>Mycotretus apicalis</i> em <i>Pleurotus sajor-caju</i> seco.....	21
4.2 Biologia de <i>Mycotretus apicalis</i> em <i>Pleurotus sajor-caju</i> seco.....	22
5 Resultados e Discussão.....	24
5.1 Criação de <i>Mycotretus apicalis</i> em <i>Pleurotus sajor-caju</i> seco.....	24
5.2 Biologia de <i>Mycotretus apicalis</i> em <i>Pleurotus sajor-caju</i> seco.....	25
Referências Bibliográficas.....	28
Anexos	30
ARTIGO 3 Patogenicidade e virulência de nematoides entomopatogênicos (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) para o controle de <i>Mycotretus apicalis</i> Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae), inseto praga do cogumelo comestível <i>Pleurotus sajor-caju</i>	32
1 Resumo	33

2 Abstract	34
3 Introdução	35
4 Materiais e Métodos	36
4.1 Obtenção dos nematoides entomopatogênicos.....	36
4.2 Criação de <i>Mycotretus apicalis</i>	37
4.3 Virulência de nematoides entomopatogênicos a larvas de <i>Mycotretus apicalis</i>	37
4.4 Efeito de diferentes concentrações de <i>Heterorhabditis</i> sp. Ijaci e <i>Steinernema anomali</i> sobre larvas e pupas de <i>Mycotretus apicalis</i>	38
5 Resultados e discussão	38
5.1 Virulência de nematoides entomopatogênicos sobre larvas de <i>Mycotretus apicalis</i>	38
5.2 Efeito de diferentes concentrações de <i>Heterorhabditis</i> sp. Ijaci e <i>Steinernema anomali</i> sobre larvas e pupas de <i>Mycotretus apicalis</i>	39
Referências bibliográficas	41
Anexos	44
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 47

RESUMO

MOREIRA, Grazielle Furtado. **Aspectos biológicos e suscetibilidade a nematoides entomopatogênicos de *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae), praga de *Pleurotus sajor-caju***. 2009. 47 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A espécie *Mycotretus apicalis* é comumente encontrada em estufas de produção do cogumelo *Pleurotus sajor-caju*, no município de Lavras, MG. Estudos relacionados a biologia, técnica de criação, análise de danos e controle dessa espécie são inexistentes. Dessa forma, este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar os aspectos biológicos de *M. apicalis* em cogumelos *Pleurotus sajor-caju* e seu controle utilizando nematoides entomopatogênicos. Em relação ao potencial da espécie como inseto praga, pode-se concluir que as injúrias ocasionadas por esses insetos reduzem o valor comercial do cogumelo, levando, dessa forma, a perdas econômicas. Os dados biológicos indicam que a espécie *M. apicalis* possui quatro instares larvais. O período ovo-adulto foi de, aproximadamente, 22 dias e a longevidade média do adulto de $89,7 \pm 32,89$ dias. A taxa líquida de reprodução (R_0), a taxa intrínseca de aumento (R_m) e a razão finita de aumento (λ) foram de 230,78; 1,69 e 5,46, respectivamente. O tempo médio de uma geração (T) foi de três semanas. A metodologia de criação utilizando cogumelo *P. sajor-caju* seco foi adequada para a manutenção do inseto em laboratório. Nematoides do gênero *Steinernema* mostraram-se mais virulentos sobre as larvas de *M. apicalis* que os do gênero *Heterorhabditis*. As concentrações estimadas de 168 e 158 juvenis infectantes/larva, para *S. anomali* e *Heterorhabditis* sp. Ijaci, respectivamente, foram significativas na mortalidade de larvas de *M. apicalis*, porém, não significativas para a mortalidade de pupas. Esses resultados indicam um grande potencial de uso desses nematoides para o controle de erotilídeos no cultivo de cogumelos *P. sajor-caju*.

* Orientador: Alcides Moino Junior

ABSTRACT

MOREIRA, Grazielle Furtado. **Biological aspects and susceptibility to entomopathogenic nematodes of *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae), pest of *Pleurotus sajor-caju***. 2009. 47 p. Thesis (Master's in Entomology) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Mycotretus apicalis species is commonly found in greenhouse *Pleurotus sajor-caju* production in Lavras, MG. Studies related to biology, rearing techniques, damage analysis and control of this species have not been done so far. Thus, this study aimed to evaluate both, the biological aspects of *M. apicalis* on *Pleurotus sajor-caju* mushrooms, and its control using entomopathogenic nematodes. Regarding the potential of the species as insect pest, we can conclude that the injuries caused by these insects reduce the commercial value of the mushroom, which causes economic losses. The biological data indicate that the *M. apicalis* species has four larval instars. The period egg-adult was about 22 days and the average longevity of adults was $89,7 \pm 32,89$ days. The net reproductive rate (R_0), the intrinsic rate of increase (R_m) and the finite rate of increase (λ) were 230.78; 1.69 and 5.46, respectively. The mean generation time (T) was three weeks. The rearing methodology using dried *P. sajor-caju* mushrooms was ideal for the maintenance of the insect in laboratory. *Steinernema* nematodes were more pathogenic to *M. apicalis* larvae than *Heterorhabditis* nematodes. The estimated concentrations of 168 and 158 infective juveniles/larva for *S. anomali* and *Heterorhabditis* sp. Ijaci, respectively, were significant for mortality of *M. apicalis* larvae, but not significant for mortality of pupae. These results indicate a high potential of these nematodes to be used for control of Erotylidae in *P. sajor-caju* mushrooms cultivation.

* Advisor: Alcides Moino Junior

INTRODUÇÃO GERAL

O consumo mundial de cogumelos comestíveis vem crescendo, nos últimos anos, devido ao reconhecimento de seu valor nutricional, fato que pode ser observado também no Brasil, devido à maior divulgação de suas propriedades e ao fato de seu preço ter se tornado mais acessível (Furlani & Godoy, 2007).

O cultivo de cogumelos do gênero *Pleurotus* ocupa o segundo lugar na produção mundial de cogumelos comestíveis, ficando atrás apenas do *Agaricus bisporus* (champignon) (Yildiz & Yesil, 2006). Cogumelos *Pleurotus* spp. destacam-se por serem fontes de vitaminas, minerais e proteínas, além de apresentarem baixo teor calórico e nenhum colesterol. Além disso, oferecem vantagens em relação à produção, uma vez que têm a habilidade de colonizar vários resíduos agrícolas, como substrato de crescimento, além de possuírem um ciclo de vida menor, quando comparados a outros cogumelos cultivados (Sturion & Ranzani, 1997).

Durante as etapas de cultivo, os cogumelos estão sujeitos ao ataque de diferentes microrganismos competidores e de insetos pragas. Os insetos podem ser considerados os organismos mais importantes economicamente em cultivos de cogumelos comestíveis, podendo causar uma queda de até 20% na produção. Insetos da ordem Diptera são comumente encontrados em cultivos de *A. bisporus* e *A. blazei* (cogumelo-do-sol). Em cogumelos do gênero *Pleurotus*, insetos da ordem Coleoptera apresentam maior destaque (Urban, 2001).

A família Erotylidae (Coleoptera: Cucujoidea) é representada por, aproximadamente, 125 gêneros e 2.500 espécies descritas (McHugh, 2001, citado por Robertson et al., 2004). Devido ao seu hábito exclusivamente micetófago, larvas e adultos se alimentam dos corpos de frutificação dos fungos

basidiomicetos. Os adultos depositam seus ovos no cogumelo no qual a larva irá se alimentar (Skelley & McHugh, 2002). Dessa forma, algumas espécies têm sido encontradas em ambientes de produção de cogumelos comestíveis em alguns países, principalmente em cultivos de *Pleurotus* spp. e *Lentinula edodes* (shiitake).

De acordo com Sato (2003), a espécie *Dacne picta* é a praga de maior importância em cultivos de *L. edodes* no Japão, causando sérios danos econômicos à produção.

Valencia & López (2005) e Gaitán-Hernández et al. (2006) relataram a presença de erotilídeos dos gêneros *Mycotretus* e *Pseudischyrus* em cultivos de cogumelo no México e na Colômbia, respectivamente, sendo esses insetos considerados como as principais pragas de *Pleurotus* spp., uma vez que os mesmos causam danos em cogumelos em desenvolvimento e já desenvolvidos.

Moreira et al. (2009) constataram a presença da espécie *Mycotretus apicalis* na produção de *P. sajor-caju* na cidade de Lavras, sul de Minas Gerais. Segundo esses autores, larvas e adultos desse inseto se alimentam dos corpos de frutificação, causando depreciação dos cogumelos a serem comercializados e a consequente redução no seu valor comercial.

De acordo com Oei (2003), muitas pragas que ocorrem em cogumelos são consequências de preparação imprópria do substrato ou do manejo inadequado durante o período de frutificação. Sendo assim, medidas adequadas de higiene, como pasteurização, limpeza geral das instalações, entre outros e a utilização de métodos físicos, como armadilhas e barreiras, podem evitar a presença de muitos insetos.

Outra técnica utilizada para a redução de pragas em cogumelos é a de não prolongar o ciclo do cultivo, além da sua capacidade aceitável. Este método evita que a população da praga atinja um nível que possa causar danos ao cultivo (Coles et al., 2002).

O uso de agentes de controle biológico para o controle de pragas neste tipo de cultivo está sendo cada vez mais requerido, principalmente por se tratar de produto para consumo direto como alimento e/ou medicamento.

Na literatura há relatos satisfatórios sobre a utilização de nematoides entomopatogênicos (NEP) para o controle de pragas, principalmente moscas das famílias Sciaridae e Phoridae, em cultivos de cogumelos comestíveis, evidenciando também a persistência desses nematoides nos ambientes de cultivo (Grewal et al., 1992; Scheepmaker et al., 1998; Long et al., 2000; Fenton et al., 2002).

Os NEP pertencem às famílias Steinernematidae, representada pelos gêneros *Steinernema* e *Neosteinerema* e Heterorhabditidae, representada pelo gênero *Heterorhabditis*. Esses nematoides possuem grande potencial como agentes biológicos para controle de insetos-praga. São considerados uma das ferramentas em programas de manejo integrado de pragas (MIP), pelo fato de serem organismos, em geral, resistentes a diversos produtos fitossanitários, além de apresentarem ação sinérgica com outros agentes entomopatogênicos; capacidade de adaptação a novos ambientes; capacidade de difundirem-se no ambiente, buscando pelo hospedeiro e não apresentarem riscos a plantas e outros animais, inclusive ao homem (Ferraz, 1998).

Os NEP destacam-se, ainda, por sua relação simbiótica com bactérias entomopatogênicas dos gêneros *Xenorhabdus* e *Photorhabdus* (associação com espécies dos gêneros *Steinernema* e *Heterorhabditis*, respectivamente). Essas bactérias, após saírem do corpo do nematoide, produzem substâncias que matam rapidamente o hospedeiro (24-48 horas) e protegem o cadáver da colonização por outros microrganismos. O nematoide, então, inicia seu desenvolvimento, se alimentando de células bacterianas e do tecido do hospedeiro (Burnell & Stock, 2000; Hazir et al., 2003).

Conforme descrito anteriormente, os NEP possuem grande potencial de uso em cultivos de cogumelos comestíveis, sendo, dessa forma, uma alternativa ao controle de erotilídeos em cultivos de *Pleurotus* spp. Além disso, possuem características bioecológicas que permitem que se adaptam perfeitamente ao ambiente de cultivo de cogumelos comestíveis, uma vez que estes são cultivados sobre condições controladas, principalmente no que se refere à umidade e à temperatura.

Algumas espécies de *Pleurotus*, como *P. tuberregium*, têm sido relatadas como nematófagas (Hibbett & Thorn, 1994), fato que requer atenção na utilização de NEP em cultivos de *Pleurotus*. Entretanto, Kim et al. (2001), avaliando os nematoides *S. carpocapsae* e *H. bacteriophora* para o controle de *Lycoriella mali* (Diptera: Sciaridae) em cultivo do cogumelo *P. ostreatus*, observaram, além da eficiência dos NEP contra esses insetos, a persistência desses no ambiente de cultivo.

A literatura relacionada a coleópteros do gênero *Mycotretus* em cogumelos comestíveis ainda é muito escassa e a maioria relata apenas sua ocorrência. Estudos mais detalhados sobre esses erotilídeos permitirão, além de um melhor conhecimento sobre esses insetos, o planejamento adequado das possíveis táticas de controle baseadas em suas características particulares como ciclo de vida, por exemplo.

Dessa forma, este trabalho foi realizado com os objetivos de coletar e identificar erotilídeos pragas em áreas de cultivo de *P. sajor-caju*, na cidade de Lavras, MG, analisando as perdas qualitativas e quantitativas ocasionadas por esses insetos; desenvolver técnicas de criação desses insetos, avaliando também sua biologia e avaliar a patogenicidade e a virulência de diferentes espécies e isolados de nematoides entomopatogênicos sobre esses insetos, selecionando, dessa forma, a espécie mais virulenta e sua melhor concentração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURNELL, A. M.; STOCK, S. P. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts: lethal pathogens of insects. **Nematology**, College Park, v. 2, n. 1, p. 31-42, Jan. 2000.

COLES, P. S.; BARBER, W.; BEYER, D. M.; FLEISCHER, S. J.; KEIL, C.; RINKER, D. L.; ROMAINE, C. P.; WHITNEY, S. P.; WUEST, P. **Mushroom integrated pest management**. Hershey: Pennsylvania State University, 2002. Disponível em: <<http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdf/AGRS83.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

FENTON, A.; GWYNN, R. L.; GUPTA, A.; NORMAN, R.; FAIRBAIRN, J. P.; HUDSON, P. J. Optimal application strategies for entomopathogenic nematodes: integrating theoretical and empirical approaches. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 481-492, June 2002.

FERRAZ, L. C. C. B. Nematóides entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 541-569.

FURLANI, R. P.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 154-157, jan./fev. 2007.

GAITÁN-HERNÁNDEZ, R.; SALMONES, D.; MERLO, R. P.; MATA, G. **Manual práctico del cultivo de setas**: aislamiento, siembra y producción. México: Instituto de Ecología, 2006. 56 p.

GREWAL, P. S.; RICHARDSON, P. N.; COLLINS, G.; EDMONSON, R. N. Comparative effects of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) and insecticides on yield and cropping of the mushroom *Agaricus bisporus*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 121, n. 3, p. 511-520, June 1992.

HAZIR, S.; KAYA, H. K.; STOCK, S. P.; KESKIN, N. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. **Turkish Journal of Biology**, Ankara, v. 27, n. 4, p. 181-202, Nov. 2003.

HIBBETT, D. S.; THORN, R. G. Nematode-trapping in *Pleurotus tuberregium*. **Mycologia**, New York, v. 86, n. 5, p. 696-699, Nov. 1994.

KIM, H.; CHOO, H.; LEE, H.; PARK, C.; LEE, D. W.; JIN, B. R. Biological control of *Lycoriella mali* (Diptera: Sciaridae), a pest of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* using entomopathogenic nematodes. **Korean Journal of Applied Entomology**, Seoul, v. 40, n. 1, p. 59-67, Jan. 2001.

LONG, S. J.; RICHARDSON, P. N.; WILLMOTT, D. M.; EDMONDSON, R. Infectivity of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) to mushroom phorid fly (*Megaselia halterata*) larvae. **Nematology**, College Park, v. 2, n. 4, p. 451-459, Apr. 2000.

MOREIRA, G. F.; MOREIRA, C. C.; ANDALÓ, V.; MOINO JUNIOR, A.; MARTOS, E. T.; DIAS, E. S.; LOPES, P. L. Occurrence and characterization of injuries caused by *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) on cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, 2009. In press. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s11274-009-0205-1>>. Acesso em: 1 nov. 2009.

OEI, P. **Mushroom cultivation**: appropriate technology for mushroom growers. The Netherlands: Backhuys, 2003. 429 p.

ROBERTSON, J. A.; MCHUGH, J. P.; WHITING, M. F. A molecular phylogenetic analysis of the pleasing fungus beetles (Coleoptera: Erotylidae): evolution of colours patterns, gregariousness and mycophagy. **Systematic Entomology**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 173-187, Apr. 2004.

SATO, T. Effects of photoperiod and temperature on development and larval diapause of *Dacne picta* (Coleoptera: Erotylidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 38, n. 1, p. 117-126, Jan. 2003.

SCHEEPMAKER, J. W. A.; GEELS, F. P.; RUTJENS, A. J.; SMITS, P. H.; GRIENSVEN, L. J. L. D. van. Comparison of the efficacy of entomopathogenic nematodes for the biological control of the mushroom pests *Lycoriella auripila* (Sciaridae) and *Megaselia halterata* (Phoridae). **Biological Science and Technology**, New Delhi, v. 8, n. 2, p. 277-288, Feb. 1998.

SKELLEY, P. E.; MCHUGH, J. V. Erotylidae Leach 1815. In: ARNETT JUNIOR, R. H.; THOMAS, M. C.; SKELLEY, P. E.; FRANK, J. H. **American beetles 2**: polyphaga: scarabaeoidea through curculionoidea. Austin: CRC, 2002. p. 348-353.

STURION, G. L.; RANZANI, M. R. T. C. **Produção do cogumelo comestível *Pleurotus***: opção promissora, especialmente na região do Vale do Ribeira. Piracicaba: ESALQ, 1997. 48 p.

URBEN, A. F. Pragas no cultivo de cogumelos e seu controle. In: URBEN, A. F.; OLIVEIRA, H. C. B.; VIEIRA, W.; CORREIA, M. J.; URIARTT, A. H. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. p. 140-151.

VALENCIA, N. R.; LÓPEZ, C. J. **Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera**. Bogotá: FNC-Cenicafé, 2005. 56 p.

YILDIZ, A.; YESIL, O. F. The effect of ferrum (FeSO₄) on culture mushroom: *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm. **Turkish Journal of Biology**, Ankara, v. 30, n. 4, p. 227-230, Nov. 2006.

ARTIGO 1

Ocorrência e caracterização de injúrias causadas por *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) em cultivo de *Pleurotus sajor-caju* (O artigo 1 foi encaminhado para submissão sendo publicado pelo Periódico Científico World Journal of Microbiology and Biotechnology)

1 RESUMO

Ocorrência e caracterização de injúrias causadas por *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) em cultivo de *Pleurotus sajor-caju*.

Durante a execução de experimentos de produção do cogumelo comestível *Pleurotus sajor-caju* no Laboratório de Cogumelos Comestíveis da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, no segundo semestre de 2007, constatou-se a presença de besouros, posteriormente identificados como pertencentes à espécie *Mycotretus apicalis*. Este é o primeiro registro deste inseto em cultivos de *Pleurotus sajor-caju* no Brasil. Larvas e adultos desse inseto se alimentam dos corpos de frutificação, resultando em redução na qualidade dos cogumelos a serem comercializados. Para a avaliação das injúrias ocasionadas por esses insetos, substratos colonizados com *P. sajor-caju* foram infestados com 4, 8, 16, 32 e 64 insetos/bloco de substrato, observando as perdas qualitativas e quantitativas. Apesar de não ter sido verificada diminuição da eficiência biológica, as injúrias provocadas por esses insetos afetaram a qualidade comercial dos cogumelos, ocasionando perdas econômicas. Os resultados estimados indicaram que infestações de 33,85 e 36,28 insetos por 0,8 kg de substrato, para o primeiro e o segundo fluxo, respectivamente, levaram a uma redução no valor do cogumelo a ser comercializado.

Palavras-chave: cogumelos comestíveis, pragas de cogumelos, hiratake, erotílideos

2 ABSTRACT

Occurrence and characterization of injuries caused by *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) on cultivation of *Pleurotus sajor-caju*

When carrying out experiments on the production of the edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* in the Laboratory of Edible Mushrooms, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil, in the second half of 2007, the presence of beetles later identified as belonging to the species *Mycotretus apicalis* was verified. This is the first recorded instance of this insect in cultures of *P. sajor-caju* in Brazil. The larvae and adults of this insect feed on the fruiting bodies of commercial harvests, resulting in depreciation. To provide evaluation of the injuries caused by these insects, substrates colonized by *P. sajor-caju* were infested with 4, 8, 16, 32 and 64 insects per block of substrate being the qualitative and quantitative losses then noted. Despite the lack of an observed decrease in biological efficiency, the injuries caused by these insects affected the commercial quality of the mushrooms, which may result in economic losses. The estimated results showed that infestations of 33,85 and 36,28 insects per 0,8 kg of substrate, for the first and second flush, respectively, led to a depreciation in the prices of mushrooms meant to be sold.

Key words – Oyster mushrooms, mushroom pests, hiratake, pleasing fungus beetles

3 INTRODUÇÃO

O cultivo de cogumelos do gênero *Pleurotus* ocupa o segundo lugar na produção mundial de cogumelos comestíveis, atrás apenas do cogumelo *Agaricus bisporus* (champignon) (Yildiz & Yesil, 2006). Esses cogumelos são reconhecidos pelo alto valor nutricional, pelas propriedades terapêuticas e por suas várias aplicações biotecnológicas (Cohen et al., 2002).

Durante as etapas de seu cultivo, os cogumelos estão sujeitos ao ataque de microrganismos competidores e insetos pragas. Coleópteros da família Erotylidae são exclusivamente micetófagos, com larvas e adultos se alimentando de fungos basidiomicetos (Robertson et al., 2004). Esses insetos têm sido relatados associados a espécies de cogumelos comestíveis em algumas regiões do mundo, como, por exemplo, a espécie *Dacne picta*, que é a principal praga no cultivo de shiitake (*Lentinula edodes*) no Japão (Sato & Suzuki, 2001). Outros erotílideos também têm sido relatados em cultivos de cogumelos comestíveis, como é o caso dos gêneros *Mycotretus* e *Pseudischyrus*, em cultivos de *Pleurotus* spp. na Colômbia (Valencia & Lopez, 2005) e no México (Gaitán-Hernández et al., 2006).

Devido à observação de erotílideos em cultivo de cogumelo *Pleurotus sajor-caju*, objetivou-se identificar a espécie encontrada e caracterizar as injúrias causadas por esses insetos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A presença de larvas e adultos de erotílideos foi constatada nas estufas de produção de *P. sajor-caju* do Laboratório de Cogumelos Comestíveis da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, Brasil, no segundo

semestre de 2007. As espécies coletadas foram enviadas ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), São Paulo, SP, Brasil, para identificação.

Para a análise de perdas qualitativas e quantitativas ocasionadas por esses insetos, foi utilizado o sistema de cultivo axênico do cogumelo *P. sajor-caju*. O preparo do inoculante, do substrato e as condições de cultivo foram conduzidos de acordo com os procedimentos descritos por Dias et al. (2003). Apenas a formulação do substrato foi diferente, utilizando-se, neste trabalho, bagaço-de-cana (40%), capim coast-cross (40%) e palha de arroz (20%). Os ingredientes foram triturados, misturados e umedecidos a 65% e o substrato foi acondicionado em sacos de polipropileno (800 g/saco), os quais foram esterilizados duas vezes em autoclave, por duas horas, a 121°C. Após o resfriamento, cada saco foi inoculado com aproximadamente 10 g de inoculante. O período de incubação foi de cerca de 60 dias. Após esse período, os sacos foram abertos na sua extremidade superior e seis cortes verticais em suas laterais foram realizados, para a indução da frutificação. Após esse processo, cada saco foi colocado em gaiolas de madeira (30x30 cm) envoltas por tela de náilon, com um orifício para manipulação protegido por tecido “voil”.

Para a infestação do substrato, foram utilizados adultos não sexados de *Mycotretus apicalis*, em início de oviposição, provenientes da criação do Laboratório de Patologia de Insetos da UFLA. Esses insetos foram, inicialmente, separados em placas de Petri (9 cm de diâmetro) com papel filtro e cogumelo seco, para a confirmação da ocorrência de casais por meio da visualização da oviposição. As gaiolas contendo substrato foram acondicionadas em estufa de cultivo de cogumelos comestíveis (24±2°C, UR 70±10%), sendo posteriormente infestadas com 4, 8, 16, 32 e 64 adultos (tratamento controle sem infestação), após a indução da frutificação, totalizando seis tratamentos com cinco repetições cada, que foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. As

avaliações foram realizadas após as colheitas, sendo colhidos os dois primeiros fluxos de cada tratamento.

As injúrias provocadas pelos insetos foram analisadas por três avaliadores por meio de uma escala de nota visual. Utilizou-se a seguinte escala (Castilho et al., 2009): 0 - sem danos; 1 - com danos leves (de mesmo valor comercial que aqueles sem danos); 2 - com danos médios (de menor valor comercial que aqueles das categorias anteriores) e 3 - com danos severos (não comercializáveis). Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo utilizado o teste de regressão para a comparação entre os diferentes graus de infestação.

A produtividade de cada tratamento foi calculada como a massa de cogumelos frescos por massa de substrato úmido e a eficiência biológica pela massa de cogumelos frescos por massa de substrato seco, ambas expressas em porcentagem, para a análise quantitativa das perdas na produção. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os adultos, com, aproximadamente, 0,5 cm e coloração laranja-avermelhada, foram identificados como pertencentes à espécie *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842, sendo incorporados à coleção entomológica do MZUSP (Figura 1).

Na análise das injúrias, de acordo com a função quadrática do teste de regressão, observou-se que valores acima de 33,85 insetos/bloco no primeiro fluxo e 36,28 no segundo fluxo causaram injúrias suficientes para ocasionar perdas econômicas ($y = 2$). Esses cogumelos seriam comercializados a um preço

mais baixo (cerca de 50% do valor comercial de cogumelos sem injúrias) (Figura 2). Os valores aproximados de inseto/bloco que causam perdas econômicas nos dois fluxos sugerem que não houve grande mortalidade dos indivíduos entre os fluxos.

Nos cogumelos colhidos, foi observada a presença de ovos nas lamelas dos corpos de frutificação e larvas de 1º e 2º instar se alimentando dessas estruturas, passando, posteriormente, para a região do estipe (Figura 1). Segundo Skelley & MacHugh (2002), larvas de erotilídeos que se alimentam de cogumelos com basidiocarpos que rapidamente entram em processo de senescência possuem rápido desenvolvimento, devido à utilização de um recurso efêmero.

Não houve diferença significativa na produtividade e na eficiência biológica nos diferentes tratamentos ($P_{\text{média}}$: 17,67%; $EB_{\text{média}}$: 113%) . Apesar de não ter ocorrido perda na produção, as injúrias provocadas por esses insetos comprometeram o valor do produto a ser comercializado, ocasionando perdas econômicas, conforme descrito anteriormente. No entanto, não se deve descartar a possibilidade de perdas na produção em infestações naturais do inseto em ambientes de produção. De acordo com Urben (2001), a presença de insetos, principalmente coleópteros, em cultivos de espécies de *Pleurotus*, pode levar à queda de cerca de 20% na produção de cogumelos. Além disso, por se tratar de uma família de insetos exclusivamente micetófaga, é importante ressaltar a possibilidade de infestações em cultivos de outras espécies de cogumelos comestíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTILHO, R. C.; MORAES, G. J.; SILVA, E. S.; FREIRE, R. A. P.; EIRA, F. C. The predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* as a control agent of the fungus gnat *Bradysia matogrossensis* in commercial production of the mushroom *Agaricus bisporus*. **International Journal of Pest Management**, London, v. 55, n. 3, p. 181-185, July 2009.

COHEN, R.; PERSKY, L.; HADAR, Y. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 58, n. 5, p. 582-594, Apr. 2002.

DIAS, E. S.; KOSHIKUMO, S. E. M.; SCHWAN, R. F.; SILVA, R. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1363-1369, nov./dez. 2003.

GAITÁN-HERNÁNDEZ, R.; SALMONES, D.; MERLO, R. P.; MATA, G. **Manual práctico del cultivo de setas**: aislamiento, siembra y producción. México: Instituto de Ecología, 2006. 56 p.

ROBERTSON, J. A.; MCHUGH, J. P.; WHITING, M. F. A molecular phylogenetic analysis of the pleasing fungus beetles (Coleoptera: Erotylidae): evolution of colours patterns, gregariousness and mycophagy. **Systematic Entomology**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 173-187, Apr. 2004.

SATO, T.; SUZUKI, A. Effect of starvation and feeding of larvae during 4th stadia on pupation and adult size in *Dacne picta* (Coleoptera: Erotylidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 36, n. 2, p. 189-197, Mar. 2001.

SKELLEY, P. E.; MCHUGH, J. V. Erotylidae Leach 1815. In: ARNETT JUNIOR, R. H.; THOMAS, M. C.; SKELLEY, P. E.; FRANK, J. H. **American beetles 2**: polyphaga: scarabaeoidea through curculionoidea. Austin: CRC, 2002. p. 348-353.

URBEN, A. F. Pragas no cultivo de cogumelos e seu controle. In: URBEN, A. F.; OLIVEIRA, H. C. B.; VIEIRA, W.; CORREIA, M. J.; URIARTT, A. H. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. p.140-151.

VALENCIA, N. R.; LÓPEZ, C. J. **Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera**. Bogotá: FNC-Cenicafé, 2005. 56 p.

YILDIZ, A.; YESIL, O. F. The effect of ferrum (FeSO₄) on culture mushroom: *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm. **Turkish Journal of Biology**, Ankara, v. 30, n. 4, p. 227-230, Nov. 2006.

ANEXOS



FIGURA 1 Adultos de *Mycotretus apicalis* (à esquerda) e injúrias provocadas por larvas e adultos (à direita).

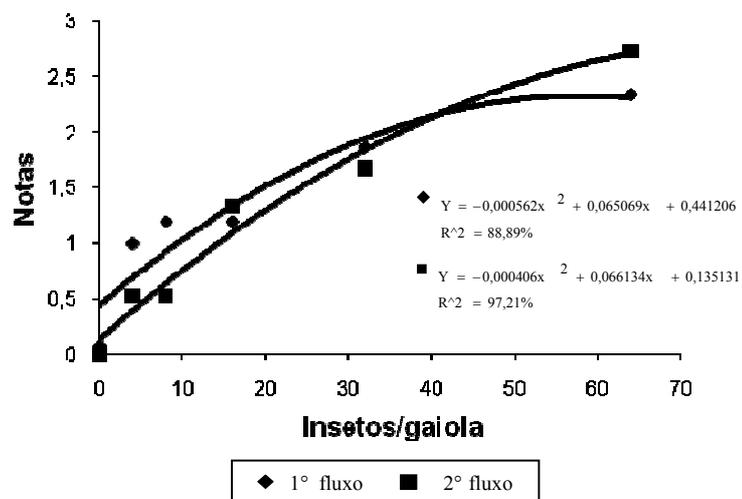


FIGURA 2 Injúrias provocadas por *Mycotretus apicalis*, em diferentes densidades populacionais, em cultivo axênico de *Pleurotus sajor-caju*, no 1º e no 2º fluxo. Nota 0 - sem danos; nota 1 - com danos leves (de mesmo valor comercial que aqueles sem danos); nota 2 - com danos médios (de menor valor comercial que aqueles das categorias anteriores) e nota 3 - com danos severos (não comercializáveis).

ARTIGO 2

Técnica de criação e ciclo de vida de *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842
(Coleoptera: Erotylidae) em cogumelo *Pleurotus sajor-caju* seco (O artigo 2 será
transcrito no formato do Periódico Científico Agricultural and Forest
Entomology e encaminhado para submissão)

1 RESUMO

Técnica de criação e ciclo de vida de *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) em cogumelo *Pleurotus sajor-caju* seco.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de obter uma técnica de criação e avaliação do ciclo de vida de *Mycotretus apicalis*, inseto comumente encontrado em cultivos de *Pleurotus sajor-caju*, no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. A criação dos insetos foi feita em placas de Petri, tendo como recurso de alimentação e substrato de oviposição o cogumelo *P. sajor-caju* seco, realizando-se manutenções a cada 48 horas. Para a avaliação do ciclo de vida de *M. apicalis*, os experimentos foram conduzidos também em *P. sajor-caju* seco e as avaliações realizadas a cada 12 horas, até que as larvas atingissem o quarto instar, sendo realizadas, então, a cada 24 horas. A contagem de ovos e a sobrevivência de machos e fêmeas foram realizadas diariamente. A metodologia utilizada foi adequada para a criação do inseto em laboratório, obtendo-se novas gerações. A espécie *M. apicalis* possui quatro instares larvais. O período ovo-adulto foi de, aproximadamente, 22 dias e a longevidade média do adulto de $89,7 \pm 32,89$ dias. A taxa líquida de reprodução (R_0), a taxa intrínseca de aumento (R_m) e a razão finita de aumento (λ) foram de 230,78; 1,69 e 5,46, respectivamente. O tempo médio de uma geração (T) foi de três semanas. Esses resultados demonstram que a espécie *M. apicalis* possui alta taxa de aumento populacional, indicando grande potencial como inseto praga.

Palavras-chave: Biologia; pragas de cogumelo; erotilídeos; tabela de vida; cogumelos comestíveis

2 ABSTRACT

Laboratory rearing technique and life cycle of *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) on dried *Pleurotus sajor-caju* mushrooms

This study aims to obtain a laboratory rearing technique and assess the life cycle of *Mycotretus apicalis*, an insect that is commonly found among cultures of *Pleurotus sajor-caju* in Minas Gerais, Brazil. The insects were reared in Petri dishes using dried *P. sajor-caju* mushrooms as both a feeding resource and an oviposition substrate. Maintenance was performed every 48 hours. Experiments were also conducted on dried *P. sajor-caju* to assess the life cycle of *M. apicalis*. These assessments were conducted every 12 hours until the larvae reached the fourth instar; after that point, the assessments were done every 24 hours. Egg counting and checking for the survival of males and females was done daily. The methodology was adapted to laboratory insect rearing. The *M. apicalis* species has four larval instars. The egg-adult period was about 22 days, and the average longevity of adults of 89.7 ± 32.89 days. The net reproductive rate, the intrinsic rate of increase and the finite rate of increase were 230.78, 1.69 and 5.46, respectively. The mean generation time was three weeks. These results show that the *M. apicalis* species has a high rate of population increase, indicating its great potential to be a pest insect.

Key words: Biology; mushroom pests; pleasing fungus beetles; life table; edible mushrooms

3 INTRODUÇÃO

A família Erotylidae, com aproximadamente 3.200 espécies descritas, compreende insetos exclusivamente micetófagos, se alimentando principalmente de corpos de frutificação de fungos basidiomicetos (Węgrzynowicz, 2002). De acordo com Skelely (1988), uma grande variedade de fungos basidiomicetos serve como hospedeiro para a família, entretanto, cada espécie de erotilídeo parece ser específica para determinado grupo de fungo.

Algumas espécies têm sido relatadas, ocasionando perdas econômicas em cultivos comerciais de cogumelos comestíveis, devido ao consumo, por larvas e adultos, dos corpos de frutificação (Sato, 2003; Valencia & Lopes, 2005; Gaitán-Hernández □L □L., 2006).

A espécie *Mycotretus apicalis* tem sido comumente encontrada, provocando injúrias e causando perdas econômicas, em cultivos de *Pleurotus sajor-caju*, no sul de Minas Gerais, Brasil (Moreira □L □L., 2009). Dessa forma, dados sobre criação e ciclo de vida podem representar grande contribuição para a implementação de um programa eficiente de controle desse inseto praga.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Patologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, Brasil, em condições controladas de temperatura ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), umidade (70%) e fotoperíodo (14 horas).

4.1 Criação de *Mycotretus apicalis* em cogumelo *Pleurotus sajor-caju* seco

Aproximadamente trinta adultos de *M. apicalis* foram coletados na área

de cultivo de *P. sajor-caju* do Laboratório de Cogumelos Comestíveis do Departamento de Biologia da UFLA. Esses adultos foram mantidos em béquer (500 mL) fechado com disco de papel filtro, contendo pedaços de cogumelo fresco e dois discos de papel filtro ao fundo. Após 48 horas, os adultos foram retirados com a ajuda de um tubo de vidro, observando-se a presença de larvas.

A criação, para todas as fases do inseto, foi realizada em placas de Petri de poliestireno (15 cm de diâmetro) com orifícios na parte superior cobertos com pedaços de algodão hidrofílico umedecido para que a umidade fosse mantida. Cada placa continha dois discos de papel filtro umedecidos com 3 mL de água destilada, tendo sido utilizados como substrato de alimentação aproximadamente 4 g de basidiocarpos desidratados (*P. sajor-caju*), conforme sugerido por Sato et al. (1999). As larvas foram, então, transferidas para as placas, com a ajuda de um pincel. A manutenção da criação foi realizada a cada 48 horas.

Após cessar sua alimentação, as larvas e, posteriormente, as pupas foram transferidas para placas contendo apenas 2 mL de água destilada. Após a emergência dos adultos, estes foram transferidos para placas contendo cogumelo seco. Placas com presença de ovos nas lamelas dos cogumelos foram mantidas por até quatro dias em câmara BOD, para a posterior retirada das larvas, iniciando novamente o processo.

4.2 Biologia de *Mycotretus apicalis* em cogumelo *Pleurotus sajor-caju* seco

Adultos de *M. apicalis*, provenientes da criação estabelecida no Laboratório de Patologia de Insetos/UFLA, foram colocados em béquer (500 mL) contendo papel filtro ao fundo e cogumelo *P. sajor-caju* fresco. Após 12 horas, os adultos foram retirados com a ajuda de um tubo de vidro, sendo observada a presença de ovos nas lamelas dos cogumelos frescos. Os ovos foram incubados por 24 horas e, após esse período, larvas de primeiro instar foram transferidas para placas tipo Elisa[®], com 24 cavidades (1,5 cm diâmetro x 1,5

altura), utilizando 12 cavidades por placa, uma larva por cavidade. Cada cavidade continha dois discos de papel filtro umedecidos com 50 μ l de água destilada com pedaços de cogumelo seco ao fundo, totalizando 108 repetições. A avaliação foi realizada a cada 12 horas, até que as larvas atingissem o quarto instar. O critério para a constatação da mudança de instar foi a presença da exúvia, retirada com auxílio de pincel a cada muda.

Após atingirem o quarto instar, cada larva foi transferida para uma placa de Petri de 5 cm de diâmetro, com orifícios na tampa tampados com algodão umedecido, dois discos de papel filtro ao fundo umedecidos com 200 μ l de água destilada e com pedaços de cogumelo seco. A avaliação foi realizada a cada 24 horas e o substrato de alimentação trocado a cada 48 horas. Após a pupação, foram transferidas para placas de Petri, conforme descrito anteriormente, contendo somente dois discos de papel filtro umedecidos com 150 μ l de água destilada.

Aproximadamente sete dias após a emergência dos adultos, estes foram marcados e separados aos pares aleatoriamente para a observação do comportamento de cópula, devido à falta de dimorfismo sexual aparente na espécie. Casais em cópula foram então separados em placas de Petri de 5 cm de diâmetro com pedaços de cogumelo seco, conforme descrito anteriormente. Após 24 horas, foi observada a presença ou ausência de ovos, sendo confirmados como casal os adultos nos quais foram encontrados ovos em sua placa. No total, foram obtidos 19 casais. O número de ovos depositados por fêmea foi observado diariamente. Após a morte dos adultos, estes foram sexados por meio de dissecação, sendo avaliada também sua longevidade.

A partir dos dados obtidos, elaborou-se a tabela de vida de fertilidade, conforme sugerido por Silveira Neto et al. (1976), em que: x = ponto médio do intervalo de idade; l_x = taxa de sobrevivência durante o estágio x ; m_x = fertilidade específica, ou seja, o número de descendentes produzidos por fêmea

na idade x e que originarão fêmeas. Os parâmetros de crescimento da população, R_0 (taxa líquida de reprodução), T (tempo médio de uma geração), r_m (taxa intrínseca de aumento) e λ (razão finita de aumento) foram calculados segundo Maia et al. (2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Criação de *Mycotretus apicalis* em cogumelo *Pleurotus sajor-caju* seco

A metodologia utilizada para a criação massal de *M. apicalis* demonstrou ser eficiente para a manutenção do inseto em laboratório. A utilização de cogumelos secos como substrato de alimentação possibilitou, além da criação desses insetos, maior intervalo entre a realização de manutenções da criação, tendo em vista que cogumelos frescos são alimentos perecíveis de rápida deterioração, o que dificulta a manutenção desses insetos. De acordo com Cline & Leschen (2005), cogumelos do gênero *Pleurotus* são um dos poucos entre os comestíveis que podem ser secos e reumedecidos sem perda de sabor e constituição. Além disso, cogumelos *P. sajor-caju*, quando desidratados, podem ser armazenados por longos períodos em geladeira, o que permite um suprimento constante de recurso alimentar para a criação, independente da disponibilidade de cogumelos frescos.

Durante os estágios larvais, esses insetos consomem grande quantidade de cogumelo seco. Foi possível observar também que larvas no final do quarto instar, após cessarem sua alimentação, se agrupavam nas bordas das placas, comportamento este comumente encontrado em alguns membros da família Erotylidae, conforme citado por Robertson et al. (2004).

Os adultos, apesar de consumirem o cogumelo em menores quantidades, utilizam as lamelas deste para oviposição. De acordo com Węgrzynowicz (2002), casais de erotílideos copulam próximo ou no próprio corpo de

frutificação. Observou-se preferência das fêmeas por depositar seus ovos em cogumelos secos com lamelas intactas, sendo esse padrão obtido quando se utilizam cogumelos colhidos antes do início do processo de senescência (margem do píleo plana). Sato et al. (1999) observaram, em campo, um comportamento parecido em fêmeas do erotilídeo *D. picta*. Segundo esses autores, fêmeas desta espécie conseguem distinguir a qualidade dos cogumelos e ovipositar naqueles cogumelos mais frescos, os quais são mais favoráveis para o desenvolvimento de suas gerações.

5.2 Biologia de *Mycotretus apicalis* em cogumelo *Pleurotus sajor-caju* seco

A espécie *M. apicalis* tem quatro instares larvais. Os estádios iniciais de desenvolvimento ocorreram de forma bastante rápida, $13,0\pm 3,33$; $17,29\pm 7,08$; $21,33\pm 6,98$ horas, para o primeiro, o segundo e o terceiro instares, respectivamente. O quarto estágio larval foi o mais demorado ($12,99\pm 1,63$ dias) e o que mais consumiu cogumelo seco. Segundo Skelley & McHugh (2002), larvas de erotilídeos que se alimentam de cogumelos que entram rapidamente em processo de senescência e possuem rápido desenvolvimento. A duração do período pupal foi, em média, de $6,46\pm 0,74$ dias (Tabela 1).

A maior taxa de mortalidade, 27,03%, foi observada no primeiro instar larval (Tabela 1). Entre as possíveis causas da mortalidade pode-se inferir a atividade de alimentação. De acordo com Sato et al. (1999), a utilização de cogumelo seco como substrato de alimentação pode prejudicar, devido à sua textura, o processo de alimentação de larvas de primeiro instar.

O período ovo-adulto foi de, aproximadamente, 22 dias. A longevidade do adulto foi, em média, de $89,7\pm 32,89$ dias. Em 82% dos casais avaliados, os machos apresentaram longevidade maior ($102,95\pm 26,68$) do que a das fêmeas ($76,47\pm 33,8$). De acordo com Townsend et al. (2006), o processo de reprodução pode ocasionar um elevado custo energético. Dessa forma, uma das possíveis

causas da menor longevidade na fêmea é o maior gasto de energia decorrente do processo de oviposição.

As posturas de *M. apicalis* não são contínuas, sendo alternadas por intervalos, nos quais não ocorre oviposição. A maior média de ovos por fêmea, 129, foi observada na primeira semana de oviposição, decrescendo com a idade (Figura 1). Cada fêmea ovipositou, durante seu ciclo de vida, em média, 522 ovos.

Os parâmetros biológicos determinados neste estudo indicam que a população de *M. apicalis* pode aumentar 230,78 vezes (R_0) em cada geração, sendo o tempo médio de geração (T) de, aproximadamente, três semanas. A população teve um aumento semanal de 46% [razão finita de aumento (λ) = 5,46] e a taxa intrínseca de aumento (rm) foi de 1,69.

A taxa máxima de aumento populacional, que corresponde ao ponto de encontro da fertilidade específica (mx) e a taxa de sobrevivência (lx) ocorreram na primeira semana (Figura 2).

Segundo Price (1997), a taxa intrínseca de aumento (rm) pode ser utilizada para a comparação das taxas de crescimento em diferentes espécies ou taxas de crescimento da mesma espécie em diferentes condições. Sendo assim, esse dado torna-se importante por facilitar a escolha de inimigos naturais para o controle desta praga em programas de manejo integrado de pragas (MIP).

É importante salientar também que esses parâmetros de crescimento populacional foram obtidos sob condições ótimas de umidade, temperatura e quantidade de recurso para o desenvolvimento do inseto. De acordo com Odum (1988), em condições naturais, interações dentro da população, bem como resistências ambientais externas, retardam a taxa de crescimento, interferindo na determinação da forma de crescimento populacional.

Os resultados deste estudo providenciam os primeiros dados sobre criação e biologia de *Mycotretus apicalis*. Estudos posteriores, que incluam

dados comparativos de biologia em cogumelos frescos e secos e com diferentes temperaturas e umidades, tornam-se necessários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLINE, A. R.; LESCHEN, R. A. B. Coleoptera associated with the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* Fries, in North America. **Southeastern Naturalist**, Steuben, v. 4, n. 3, p. 409-420, 2005.
- GAITÁN-HERNÁNDEZ, R.; SALMONES, D.; MERLO, R. P.; MATA, G. **Manual práctico del cultivo de setas**: aislamiento, siembra y producción. México: Instituto de Ecología, 2006. 56 p.
- MAIA, H. N. A.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economy Entomology**, Riverside, v. 93, n. 2, p. 511-518, Apr. 2000.
- MOREIRA, G. F.; MOREIRA, C. C.; ANDALÓ, V.; MOINO JUNIOR, A.; MARTOS, E. T.; DIAS, E. S.; LOPES, P. L. Occurrence and characterization of injuries caused by *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) on cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, 2009. In press. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s11274-009-0205-1>>. Acesso em: 1 nov. 2009.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.
- PRICE, P. W. **Insect ecology**. 3. ed. New York: J. Wiley, 1997. 874 p.
- ROBERTSON, J. A.; McHUGH, J. P.; WHITING, M. F. A molecular phylogenetic analysis of the pleasing fungus beetles (Coleoptera: Erotylidae): evolution of colours patterns, gregariousness and mycophagy. **Systematic Entomology**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 173-187, Apr. 2004.
- SATO, T. Effects of photoperiod and temperature on development and larval diapause of *Dacne picta* (Coleoptera: Erotylidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 38, n. 1, p. 117-126, Jan. 2003.
- SATO, T.; SHINKAJI, N.; AMANO, H. Selective oviposition by adult females and larval growth of *Dacne picta* Crotch (Coleoptera: Erotylidae) on different growing stages of the shiitake mushroom, *Lentinula edodes*. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 34, n. 1, p. 1-7, 1999.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N. D. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SKELLEY, P. E. **Pleasing fungus beetles**. Austin: Department of Agriculture, 1988. 2 p. (Entomology Circular, 313).

SKELLEY, P. E.; MCHUGH, J. V. Erotylidae Leach 1815. In: ARNETT JUNIOR, R. H.; THOMAS, M. C.; SKELLEY, P. E.; FRANK, J. H. **American beetles 2: polyphaga: scarabaeoidea through curculionoidea**. Austin: CRC, 2002. p. 348-353.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p.

VALENCIA, N. R.; LÓPEZ, C. J. **Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera**. Bogotá: FNC-Cenicafé, 2005. 56 p.

WEGRZYNOWICZ, P. Morphology, phylogeny and classification of the family Erotylidae based on adult characters (Coleoptera: Cucujoidea). **Genus**, Roma, v. 13, n. 4, p. 435-504, Dec. 2002.

ANEXOS

TABELA 1 Duração dos estágios de desenvolvimento (Média±EP), sobrevivência (%) e mortalidade (%) de *Mycotretus apicalis* em cogumelo *Pleurotus sajor-caju* seco (T: 25±2°C, UR: 70 ± 10%, Fotofase: 14 horas).

Instar	n	Período (h)	Sobrevivência (%)	Mortalidade (%)
I	108	13,0±3,33	72,97	27,03
II	102	17,29±7,08	94,44	5,56
III	99	21,33±6,98	97	3,0
Instar	n	Período (dias)	Sobrevivência (%)	Mortalidade (%)
IV	77	12,99±1,63	79,79	20,21
Pupa	68	6,46±0,74	88,6	11,4
Adulto	38	89,7±32,89	-	-

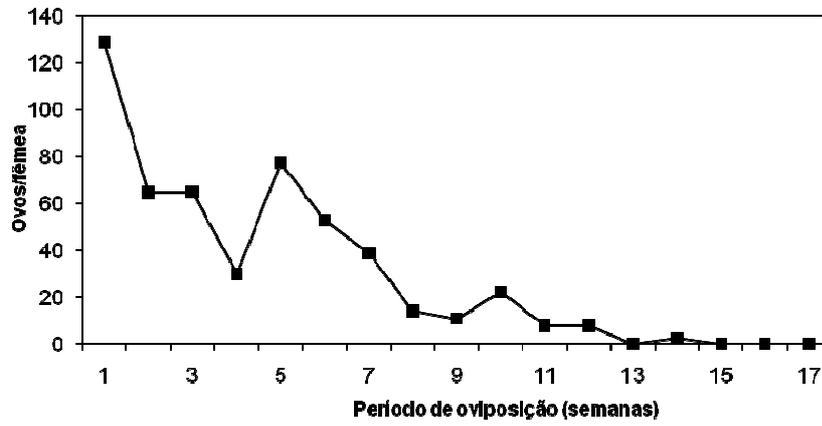


FIGURA 1 Número médio de ovos por fêmea ao longo do período de oviposição (semanas), para *Mycotretus apicalis*.

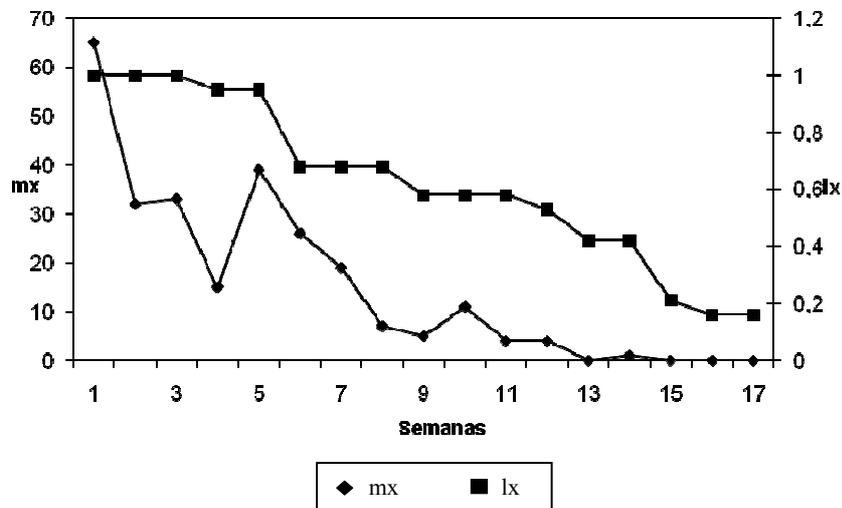


FIGURA 2 Fertilidade específica (mx) e taxa de sobrevivência (lx) de *Mycotretus apicalis*.

ARTIGO 3

Suscetibilidade de *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae), inseto praga do cogumelo comestível *Pleurotus sajor-caju* a nematoides entomopatogênicos (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae)

(O artigo 3 será transcrito no formato do Periódico Científico Revista Brasileira de Entomologia e encaminhado para submissão)

1 RESUMO

Suscetibilidade de *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae), inseto praga do cogumelo comestível *Pleurotus sajor-caju*.a nematoides entomopatogênicos (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae)

A espécie *Mycotretus apicalis* tem sido relatada causando injúrias e perdas econômicas em cultivos de *Pleurotus sajor-caju*, no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a patogenicidade e a virulência de diferentes isolados de nematoides entomopatogênicos (NEP) em larvas e pupas de *M. apicalis*. Nos bioensaios de patogenicidade, foram utilizados 20 isolados de NEP pertencentes aos gêneros *Heterorhabditis* e *Steinernema*. Os NEP, na concentração de 150 juvenis infectantes/larva, suspensos em 0,8 mL de água, foram aplicados em placas de Petri com papel filtro e pedaços de cogumelo seco, contendo 10 larvas/placa, com 5 repetições/tratamento. Como tratamento testemunha foi utilizada água destilada esterilizada. A mortalidade das larvas foi analisada 48 horas após a aplicação, observando-se a sintomatologia típica de infecção por NEP. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey ($P < 0,05$), para comparação entre as médias. Para a análise da virulência sobre larvas e pupas, foram utilizados os nematoides *Heterorhabditis* sp. Ijaci e *S. anomali*, nas concentrações de 50, 200 e 250 juvenis infectantes/inseto (tratamento testemunha somente com água destilada), aplicados nas mesmas condições descritas anteriormente. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo utilizado o teste de regressão para a comparação entre as diferentes concentrações. Nematoides do gênero *Steinernema* mostraram-se mais virulentos sobre as larvas de *M. apicalis* que os do gênero *Heterorhabditis*. As regressões estimadas pelo programa SISVAR indicaram que as concentrações de 168 e 158 juvenis infectantes/larva para *S. anomali* e *Heterorhabditis* sp. Ijaci, respectivamente, foram significativas para a mortalidade de larvas de *M. apicalis*, porém, nenhuma concentração testada foi significativa para a mortalidade em pupas. Esses resultados indicam grande potencial de uso desses nematoides para o controle de erotilídeos no cultivo de cogumelos *P. sajor-caju*.

Palavras-chave: cogumelos comestíveis, *Heterorhabditis*, *Steinernema*, pragas de cogumelos

ABSTRACT

Susceptibility to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) in *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae), insect pest of edible mushroom *Pleurotus sajor-caju*.

The *Mycotretus apicalis* species has often been found causing injuries and economic losses in cultures of *Pleurotus sajor-caju* in southern Minas Gerais, Brazil. Thus, this study aimed at evaluating the pathogenicity and virulence of different isolates of entomopathogenic nematodes (NEP) on larvae and pupae of *M. apicalis*. 20 NEP isolates belonging to the genera *Heterorhabditis* and *Steinernema* were used in pathogenicity bioassays. The NEP - in a concentration of 150 infective juveniles/larvae, suspended in 0.8 mL of water - were placed on Petri dishes with filter paper and pieces of dried mushroom; those dishes contained 10 larvae/dish, with 5 replicates/treatment. Sterile distilled water was used as control treatment. Larval mortality was analyzed 48 hours after application, observing the typical symptoms of infection by NEP. The data were subjected to analysis of variance and the averages were compared by Tukey test ($P < 0,05$). To analyze virulence on larvae and pupae, nematodes *Heterorhabditis* sp. Ijaci e *S. anomali* were used in concentrations of 50, 200 and 250 infective juveniles/larvae (control treatment with only distilled water), and applied under the same conditions as the ones described above. The data were subjected to analysis of variance, and a regression test was used for comparison between the different concentrations. *Steinernema* nematodes were more pathogenic to *M. apicalis* larvae than *Heterorhabditis* nematodes. The estimated concentrations of 168 and 158 infective juveniles/larvae, for *S. anomali* and *Heterorhabditis* sp. Ijaci, respectively, were significant for the mortality of *M. apicalis* larvae, but not significant for mortality of pupae. These results indicate a high potential of these nematodes to be used for control of Erotylidae in *P. sajor-caju* mushrooms cultivation.

Key words: Edible mushrooms, *Heterorhabditis*, *Steinernema*, mushroom pests

3 INTRODUÇÃO

A produção mundial de cogumelos comestíveis é de, aproximadamente, 5 milhões de toneladas de peso fresco/ano (Kües & Liu, 2000). Dentre as espécies cultivadas, o gênero *Pleurotus* tem grande importância econômica na indústria mundial de alimentos, além de aplicações biotecnológicas. Por isso, seu cultivo tem se expandido consideravelmente nos últimos anos (Cohen et al., 2001).

Como qualquer outra cultura, os cogumelos comestíveis estão sujeitos ao ataque de pragas e patógenos. Entre as espécies pragas de importância no cultivo de *Pleurotus* spp., destacam-se coleópteros erotíldeos do gênero *Mycotretus*, referidos em diferentes localidades (Valencia & Lopéz, 2005; Gaitan-Hernandez et al., 2006). Em cultivos de *P. sajor-caju*, no estado de Minas Gerais, Brasil, a espécie *M. apicalis* foi relatada causando injúrias nos cogumelos a serem comercializados, reduzindo, dessa forma, seu valor comercial (Moreira et al., 2009).

O controle de pragas de cogumelos comestíveis no Brasil é feito, principalmente, de maneira preventiva, não havendo nenhum produto registrado até o momento. O uso de agentes de controle biológico para o controle de pragas nesse tipo de cultivo está sendo cada vez mais requerido, principalmente por se tratar de produto para consumo direto como alimento saudável e nutracêutico.

A literatura relata, de maneira satisfatória, a utilização de nematoides entomopatogênicos (NEP) para o controle de pragas, principalmente moscas das famílias Sciaridae e Phoridae, em cultivos de cogumelos comestíveis (Grewal, 1992; Scheepmaker et al., 1998; Long et al., 2000; Fenton et al., 2002). De acordo com Georgis et al. (2006), a utilização de NEP para o controle de pragas em cogumelos é mais vantajosa que o controle químico, uma vez que os

primeiros possuem capacidade de reciclagem e persistência no substrato de cultivo.

Esses nematoides destacam-se por sua relação simbiótica com bactérias entomopatogênicas que, após saírem do corpo do nematoide, produzem substâncias que matam rapidamente o hospedeiro (24-48 horas) e protegem o cadáver da colonização por outros microrganismos (Burnell & Stock, 2000; Hazir et al., 2003). Além disso, os NEP são, em geral, resistentes a diversos produtos fitossanitários, têm ação sinérgica com outros agentes entomopatogênicos, têm capacidade de adaptação a novos ambientes e de difusão no ambiente, buscando pelo hospedeiro, além de não apresentarem riscos a plantas e outros animais, inclusive ao homem (Ferraz, 1998).

Além disso, os NEP têm características bioecológicas que se adaptam perfeitamente ao ambiente de cultivo de cogumelos comestíveis, uma vez que estes são cultivados sob condições controladas, principalmente no que se refere à umidade e à temperatura.

Estudos relacionados ao controle de *M. apicalis* em cogumelos comestíveis são inexistentes. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a suscetibilidade de larvas e pupas de *M. apicalis* a diferentes espécies e isolados de nematoides entomopatogênicos em condições de laboratório.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos nematoides entomopatogênicos

Os isolados de NEP utilizados nos bioensaios foram obtidos do Banco de Entomopatógenos do Laboratório de Patologia de Insetos da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (Tabela 1).

Para a obtenção dos juvenis infectantes (JI), foram utilizadas dez lagartas de *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), criadas de acordo com metodologia descrita por Dutky et al. (1964), utilizando dieta artificial descrita por Parra (1998). Essas lagartas foram transferidas para placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo duas folhas de papel filtro, sendo posteriormente adicionada uma suspensão aquosa de 2 ml de nematoides. As placas foram mantidas em BOD por 72 horas (T: 24±2°C, UR: 70%±10% e fotoperíodo de 14 horas). Após a infecção, as lagartas foram transferidas para câmara seca (Molina & López, 2001), onde foram mantidas por quatro dias. Após esse período, as mesmas foram transferidas para armadilha de White (White, 1927), para a coleta dos JI.

4.2 Criação de *Mycotretus apicalis*

A criação de *M. apicalis* foi realizada em placas de Petri de poliestireno (15 cm de diâmetro), com orifícios na parte superior cobertos com pedaços de algodão hidrofílico umedecido, contendo dois discos de papel filtro umedecidos com 3 mL de água destilada. Como substrato de alimentação, foram utilizados, aproximadamente, 4 g de basidiocarpos desidratados de *P. sajor-caju*. A manutenção da criação foi realizada a cada 48 horas. As placas foram mantidas em BOD a 24±2°C, UR: 70±10% e fotoperíodo de 14 horas.

4.3 Virulência de nematoides entomopatogênicos a larvas de *Mycotretus apicalis*

Nos bioensaios foram utilizados 20 isolados de NEP pertencentes aos gêneros *Heterorhabditis* e *Steinernema*. Os NEP, na concentração de 150 juvenis infectantes/larva, suspensos em 0,8 mL de água, foram aplicados em placas de Petri (5 cm de diâmetro) com papel filtro e pedaços de cogumelo seco, contendo 10 larvas de 3º instar por placa, com 5 repetições/tratamento. Como tratamento testemunha foi utilizada água destilada esterilizada. A mortalidade

das larvas foi analisada 48 horas após a aplicação, observando-se a sintomatologia típica de infecção por NEP. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

4.4 Efeitos de diferentes concentrações de *Heterorhabditis* sp. Ijaci e *Steinernema anomali* sobre larvas e pupas de *Mycotretus apicalis*

Para a escolha da melhor concentração de NEP a ser utilizada, foram utilizados os nematoides *Heterorhabditis* sp. Ijaci e *S. anomali*. Os bioensaios foram realizados utilizando uma suspensão de 0,8 ml de NEP nas concentrações de 50, 100, 150, 200 e 250 juvenis infectantes/inseto (tratamento testemunha somente com água destilada), aplicados em placas de Petri (5 cm de diâmetro) com papel filtro e pedaços de cogumelo seco (tratamentos com larvas), contendo 10 insetos/placa, com 5 repetições/ tratamento. Foram utilizadas nos bioensaios larvas de 3º instar e pupas com, no máximo, 24 horas de idade. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo utilizado o teste de regressão para a comparação entre as diferentes concentrações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Virulência de nematoides entomopatogênicos a larvas de *Mycotretus apicalis*

Nematoides do gênero *Steinernema* mostraram-se mais virulentos do que os do gênero *Heterorhabditis*, com mortalidade larval acima de 80% (Tabela 2). Entre os isolados do gênero *Heterorhabditis*, *Heterorhabditis* sp. Ijaci foi o mais virulento, com mortalidade larval de 80%. Os demais isolados de *Heterorhabditis* apresentaram virulência abaixo de 70% (Tabela 2).

Um dos motivos possíveis para a diferença de virulência entre os dois gêneros de nematoides pode ser a simbiose destes com enterobactérias, já que

cada gênero de NEP é simbiótico com um gênero específico de bactéria (*Xenorhabdus* para *Steinernema* e *Photorhabdus* para *Heterorhabditis*). De acordo com An & Grewal (2007), as bactérias simbióticas desempenham papel fundamental na virulência dos NEP.

De acordo com Lacey et al. (2001), o comportamento de forrageamento também pode influenciar na eficácia dos NEP sobre determinado hospedeiro. Os NEP podem ser classificados, quanto a esse comportamento, como “ambusher”, que são aqueles nematoides que possuem baixa motilidade, aguardando a passagem do hospedeiro ou “cruiser”, que são os nematoides que buscam ativamente por estes (Dolinski & Moino Junior, 2006).

Entretanto, esses resultados destoam dos encontrados por Glazer et al. (1999) para coleópteros da família Nitidulidae pertencentes, assim como os erotilídeos, à superfamília Cucujoidea, em que o gênero *Heterorhabditis* mostrou-se mais virulento que o gênero *Steinernema*. Kaya (1990), citado por Glazer et al. (1999) afirma que espécies de coleópteros são normalmente mais susceptíveis aos heterorhabditídeos.

5.2 Efeitos de diferentes concentrações de *Heterorhabditis* sp. Ijaci e *Steinernema anomali* sobre larvas e pupas de *Mycotretus apicalis*

De acordo com a função quadrática do teste de regressão, o ponto máximo de mortalidade para larvas de *M. apicalis* foi obtido com as concentrações de 168 e 158 juvenis infectantes/larva, para *S. anomali* e *Heterorhabditis* sp. Ijaci, respectivamente. Ainda de acordo com o modelo quadrático da análise de regressão, nas concentrações acima de 150 juvenis infectantes/larva, houve redução na mortalidade larval para os dois nematoides (Figura 1). Segundo Selvan et al. (1993), uma das possíveis explicações para a redução da mortalidade, em concentrações mais elevadas, é o aumento da competição entre os nematoides.

Os valores encontrados demonstram grande potencial desses NEP para o controle de *M. apicalis*. Além disso, apesar de o isolado *Heterorhabditis* sp. Ijaci ter causado uma mortalidade menor, mas ainda assim satisfatória, trata-se de um isolado nativo. De acordo com Dolinski & Moino Junior (2006), a utilização de nematoides nativos deve ter prioridade sobre os exóticos, uma vez que os primeiros já estão adaptados às condições climáticas e à entomofauna local.

Em relação às pupas, as concentrações testadas para os dois nematoides não foram significativas no controle destas ($Pr > Fc = 0,0658$ para *S. anomali*; $Pr > Fc = 0,1154$ para *Heterorhabditis* sp. Ijaci). De acordo com Koppenhöfer & Fuzy (2004), fatores como tamanho do inseto, resposta imune e comportamento do hospedeiro podem explicar a diferença de susceptibilidade nos diferentes estádios de desenvolvimento de um inseto aos NEP, sendo difícil uma generalização.

Este é o primeiro estudo relacionado ao controle de *M. apicalis*. Trabalhos futuros, principalmente em condições de campo, tornam-se necessários para a definição das técnicas de aplicação, além de concentrações adequadas a essas condições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AN, R.; GREWAL, P. S. Differences in the virulence of *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema scarabaei* to three white grub species: the relative contribution of the nematodes and their symbiotic bacteria. **Biological Control**, Orlando, v. 43, n. 3, p. 310-316, July 2007.
- BURNELL, A. M.; STOCK, S. P. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts: lethal pathogens of insects. **Nematology**, College Park, v. 2, n. 1, p. 31-42, Jan. 2000.
- COHEN, R.; PERSKY, L.; HADAR, Y. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 58, n. 5, p. 582-594, Apr. 2002.
- DOLINSKI, C.; MOINO JUNIOR, A. Utilização de nematóides entomopatogênicos nativos ou exóticos: o perigo das introduções. **Nematologia Brasileira**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 139-149, 2006.
- DUTKY, S. R.; THOMPSON, J. V.; CANTWE, G. E. A technique for the mass propagation of the DD-136 nematode. **Journal of Insect Pathology**, San Diego, v. 6, n. 4, p. 417-422, 1964.
- FENTON, A.; GWYNN, R. L.; GUPTA, A.; NORMAN, R.; FAIRBAIRN, J. P.; HUDSON, P. J. Optimal application strategies for entomopathogenic nematodes: integrating theoretical and empirical approaches. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 481-492, June 2002.
- FERRAZ, L. C. C. B. Nematóides entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 541-569.
- GAITÁN-HERNÁNDEZ, R.; SALMONES, D.; MERLO, R. P.; MATA, G. **Manual práctico del cultivo de setas**: aislamiento, siembra y producción. México: Instituto de Ecología, 2006. 56 p.
- GEORGIS, R.; KOPPENHÖFER, A. M.; LACEY, L. A.; BÉLAIR, G.; DUNCAN, L. W.; GREWAL, P. S.; SAMISH, M.; TAN, L.; TORR, P.; TOL, R. W. H. M. van. Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. **Biological control**, Orlando, v. 38, n. 1, p. 103-123, July 2006.

GLAZER, I.; SALAME, L.; GOLDENBERG, S.; BLUMBERG, D. Susceptibility of sap beetles (Coleoptera: Nitidulidae) to entomopathogenic nematodes. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 9, n. 2, p. 259-266, 1999.

GREWAL, P. S.; RICHARDSON, P. N.; COLLINS, G.; EDMONSON, R. N. Comparative effects of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) and insecticides on yield and cropping of the mushroom *Agaricus bisporus*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 121, n. 3, p. 511-520, June 1992.

HAZIR, S.; KAYA, H. K.; STOCK, S. P.; KESKIN, N. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. **Turkish Journal of Biology**, Ankara, v. 27, n. 4, p. 181-202, Nov. 2003.

KOPPENHÖFER, A. M.; FUZY, E. M. Effect of white grub developmental stage on susceptibility to entomopathogenic nematodes. **Journal of Economy Entomology**, Riverside, v. 97, n. 6, p. 1842-1849, Dec. 2004.

KÜES, U.; LIU, Y. Fruiting body production in basidiomycetes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 54, n. 2, p. 141-152, Aug. 2000.

LACEY, L. A.; FRUTOS, R.; KAYA, H. K.; VAIL, P. Insect pathogens as biological control agents: do they have future? **Biological Control**, Orlando, v. 21, n. 3, p. 230-248, July 2001.

LONG, S. J.; RICHARDSON, P. N.; WILLMOTT, D. M.; EDMONSON, R. Infectivity of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) to mushroom phorid fly (*Megaselia halterata*) larvae. **Nematology**, College Park, v. 2, n. 4, p. 451-459, Apr. 2000.

MOLINA, J. P.; LÓPEZ, N. J. C. Producción in vivo de tres entomonematodos con dos sistemas de infección en dos hospedantes. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 27, n. 1/2, p. 73-78, 2001.

MOREIRA, G. F.; MOREIRA, C. C.; ANDALÓ, V.; MOINO JUNIOR, A.; MARTOS, E. T.; DIAS, E. S.; LOPES, P. L. Occurrence and characterization of injuries caused by *Mycotretus apicalis* Lacordaire, 1842 (Coleoptera: Erotylidae) on cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, 2009. In press. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s11274-009-0205-1>>. Acesso em: 1 nov. 2009.

PARRA, J. R. P. Criação de insetos para estudos com patógenos. In: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 1015-1037.

SCHEEPMAKER, J. W. A.; GEELS, F. P.; RUTJENS, A. J.; SMITS, P. H.; GRIENSVEN, L. J. L. D. van. Comparison of the efficacy of entomopathogenic nematodes for the biological control of the mushroom pests *Lycoriella auripila* (Sciaridae) and *Megaselia halterata* (Phoridae). **Biological Science and Technology**, New Delhi, v. 8, n. 2, p. 277-288, 1998.

SELVAN, S.; CAMPBELL, J. F.; GAUGLER, R. Density-dependent effects on entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) within an insect host. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 62, n. 3, p. 278-284, Sept. 1993.

VALENCIA, N. R.; LÓPEZ, C. J. **Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera**. Bogotá: FNC-Cenicafé, 2005. 56 p.

WHITE, G. F. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. **Science**, New York, v. 66, n. 1709, p. 302-303, Sept. 1927.

ANEXOS

TABELA 1 Nematoides entomopatogênicos utilizados nos testes de virulência

Isolado	Local de origem
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Desconhecido
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> HP88	New Jersey, USA
<i>Heterorhabditis</i> sp. JPM3	Lavras, MG, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. JPM3.1	Lavras, MG, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. JPM4	Lavras, MG, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. PI	Teresina, Piauí, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. RSCO1	Benjamin Constant, AM, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. RSCO2	Benjamin Constant, AM, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. RSCO3	Benjamin Constant, AM, Brasil
<i>Heterorhabditis amazonensis</i> RSCO5	Benjamin Constant, AM, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. Sorgo	Lavras, MG, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. Alho	Lavras, MG, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. Ijaci	Ijaci, MG, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. NEPET 11	Palmeira das Missões, RS, Brasil
<i>Heterorhabditis</i> sp. NEPET19	Palmeira das Missões, RS, Brasil
<i>Steinernema anomali</i>	Voronezh, Rússia
<i>Steinernema carpocapsae</i> A11	Carolina do Norte, USA
<i>Steinernema feltiae</i> Sn	Flórida, USA
<i>Steinernema glaseri</i> NA	Flórida, USA
<i>Steinernema riobrave</i> 355	Texas, USA

TABELA 2 Mortalidade (%) de larvas de *Mycotretus apicalis* causada por diferentes isolados de nematoides entomopatogênicos (NEP) na concentração de 150 juvenis/larva (T: 25±1°C; UR: 70±10% e fotofase de 14 horas)

NEP	Mortalidade (%) [*]	
Testemunha	0±0,00	a
<i>Heterorhabditis amazonensis</i> RSC 05	0±0,00	a
<i>Heterorhabditis</i> sp. Sorgo	8 ±7,48	ab
<i>Heterorhabditis</i> sp. NEPET 11	12,8±16,73	ab
<i>Heterorhabditis</i> sp. Alho	14±14,96	ab
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> HP88	14±10,19	ab
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	16±13,56	ab
<i>Heterorhabditis</i> sp. RSC 02	20±14,14	ab
<i>Heterorhabditis</i> sp. PI	26±10,19	abc
<i>Heterorhabditis</i> sp. JPM 4.0	26±16,25	abc
<i>Heterorhabditis</i> sp. JPM 3.0	40±10,95	bcd
<i>Heterorhabditis</i> sp. RSC 03	46±30,06	cd
<i>Heterorhabditis</i> sp. NEPET 19	58±9,97	de
<i>Heterorhabditis</i> sp. JPM 3.1	58±7,48	de
<i>Heterorhabditis</i> sp. RSC 01	64±4,89	def
<i>Heterorhabditis</i> sp. Ijaci	80±8,94	efg
<i>Steinernema feltiae</i>	88±11,66	fg
<i>Steinernema riobrave</i>	94±4,89	g
<i>Steinernema anomali</i>	100±0,00	g
<i>Steinernema glaseri</i>	100±0,00	g
<i>Steinernema carpocapsae</i>	100±0,00	g
CV (%)	27,73	

* Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si, pelo teste Tukey (P≤0,05)

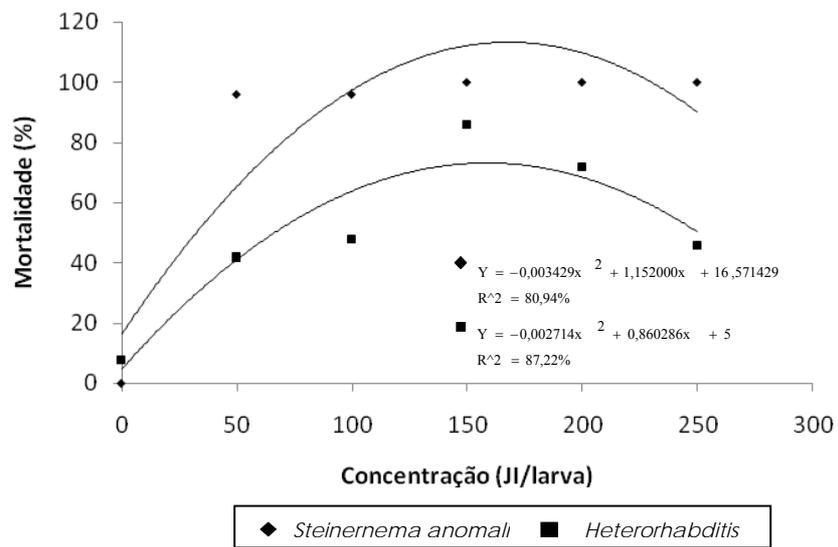


FIGURA 1 Mortalidade (%) de larvas de *Mycotretus apicalis* em diferentes concentrações de *Steinernema anomali* e *Heterorhabditis* sp. Ijaci

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Insetos da família Erotylidae, conforme já descrito em alguns trabalhos, apresentam grande potencial como inseto praga em cultivos de cogumelos comestíveis, principalmente devido ao seu hábito exclusivamente micetófago e ao crescimento na produção mundial de cogumelos comestíveis.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que a espécie *Mycotretus apicalis* apresenta potencial como inseto praga em *Pleurotus sajor-caju*, ocasionando injúrias e levando, conseqüentemente, a perdas econômicas. Os dados relacionados à biologia desse inseto indicam que, além do tempo de desenvolvimento relativamente rápido, a espécie apresenta elevado potencial reprodutivo. Essas informações são de grande utilidade para a implementação de programas de manejo integrado de pragas.

Em relação ao controle desses insetos, a utilização de nematoides entomopatogênicos demonstra ser uma alternativa promissora. Os dados observados indicam que alguns isolados apresentam grande virulência contra as larvas desses erotilídeos. Durante sua fase larval, esses insetos consomem grande quantidade de cogumelos, o que reforça a importância do controle nessa fase de desenvolvimento.