



Scientific Electronic Archives

Issue ID: Vol.19 (4), Jul/Aug 2026, p. 1-8

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/19420262228>

+ Corresponding author: rikelmerelvas@gmail.com

Potencial de cepa nativa de *Beauveria* spp. no manejo biológico de *Cornitermes cumulans*

Potential of a native strain of *Beauveria* spp. in the biological management of *Cornitermes cumulans*

Rikelme Matheus dos Santos Relvas¹ +, Jéssica Karina Mesquita Vieira², Igo Sarmiento da Silva¹, Esteffany Pereira da Silva³, Oseas de Almeida Lima³, Luiz Fernando Gois dos Santos², Moisés Santos de Souza⁴

¹ Universidade Federal de Viçosa

² Universidade Estadual de Goiás

³ Universidade Federal do Espírito Santo

⁴ Universidade Federal do Amazonas

Resumo. O manejo sustentável de cupins de montículo (*Cornitermes cumulans*), severas pragas em pastagens, exige alternativas biológicas aos inseticidas químicos. Fungos entomopatogênicos nativos, adaptados às condições edafoclimáticas locais, despontam como soluções eficientes. Este estudo objetivou isolar e avaliar a patogenicidade de uma cepa nativa de *Beauveria* spp. visando o biocontrole de *C. cumulans*. Insetos exibindo infecção fúngica natural foram coletados em Humaitá - AM, e o fungo foi isolado em meio Batata-Dextrose-Ágar (BDA). Após a confirmação morfológica de colônias típicas do gênero *Beauveria*, conduziu-se um bioensaio sob delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições (50 operários/parcela). Avaliaram-se: T₁ (Controle); T₂ (Contato direto via inoculação mecânica de conídios); e T₃ (Suspensão de 1x10⁶ conídios/mL). A mortalidade foi quantificada ao quinto dia após a inoculação. Houve efeito significativo entre os tratamentos, ao qual, as vias de contato direto e suspensão não diferiram estatisticamente entre si, superando o controle e resultando em expressiva mortalidade acumulada de 80,7%. A letalidade equivalente atesta a alta capacidade de adesão física e germinação dos conídios, sobrepujando eficientemente as barreiras cuticulares do hospedeiro. Conclui-se que o isolado amazônico de *Beauveria* spp. apresenta notável virulência, validando seu imenso potencial como agente microbiológico para o manejo integrado em agroecossistemas tropicais.

Palavras-chave: Amazônia, Biocontrole, Entomopatógenos, Isoptera, Manejo integrado.

Abstract. The sustainable management of mound-building termites (*Cornitermes cumulans*), severe pests in pastures, requires biological alternatives to chemical insecticides. Native entomopathogenic fungi, adapted to local edaphoclimatic conditions, emerge as efficient solutions. This study aimed to isolate and evaluate the pathogenicity of a native *Beauveriaspp.* strain for the biocontrol of *C. cumulans*. Insects exhibiting natural fungal infection were collected in Humaitá, Amazonas state, and the fungus was isolated on Potato Dextrose Agar (PDA) medium. Following the morphological confirmation of typical colonies of the genus *Beauveria*, a bioassay was conducted in a completely randomized design with three treatments and four replicates (50 workers/plot). The evaluated treatments were: T₁ (Control); T₂ (Direct contact via mechanical inoculation of conidia); and T₃ (Conidial suspension of 1x10⁶ conidia/mL). Mortality was assessed on the fifth day post-inoculation. There was a significant effect among treatments, wherein the direct contact and suspension methods did not differ statistically from each other; both outperformed the control, resulting in a significant cumulative mortality of 80.7%. This equivalent lethality attests to the high capacity for physical adhesion and germination of the conidia, efficiently overcoming the cuticular barriers of the host. In conclusion, the Amazonian *Beauveria* spp. isolate exhibits remarkable virulence, confirming its immense potential as a microbiological agent for integrated pest management in tropical agroecosystems.

Keywords: Amazon, Biocontrol, Entomopathogens, Isoptera, Integrated pest management.

Introdução

A crescente demanda por alimentos impulsiona a produção agrícola moderna, que, por sua vez, enfrenta o desafio constante de suprimir insetos-praga causadores de severos prejuízos econômicos e perdas de produtividade (De Souza et al., 2023). Historicamente, o uso intensivo de pesticidas químicos tem sido a principal ferramenta de mitigação, contudo, a apreensão global quanto aos passivos ambientais e ao desenvolvimento de resistência tem incitado a transição para estratégias mais sustentáveis (Yildirim et al., 2024). Nesse cenário, o controle biológico consolida-se como uma alternativa viável e ecologicamente segura, empregando inimigos naturais para reduzir populações fitófagas sem comprometer o equilíbrio dos ecossistemas (Parra, 2023; Pertot et al., 2017; Relvas et al., 2021).

Dentre os insetos-praga que desafiam a sustentabilidade agrícola, destacam-se os isópteros. Insetos eussociais com alta capacidade adaptativa, os cupins sofreram com a supressão de suas fontes alimentares nativas devido à expansão agropecuária, o que resultou em desequilíbrios ecológicos e redirecionou seu forrageamento para culturas de interesse econômico (Constantino, 2002; Costa et al., 2020). Particularmente em sistemas pastoris, os cupins de montículo (*Cornitermes cumulans*) assumem grande importância. A construção de seus ninhos em formato de cômodos compromete a estrutura física do solo e atua como um obstáculo mecânico severo, inviabilizando as práticas de preparo e o manejo mecanizado das pastagens (Guirado et al., 2009).

Para o manejo sustentável dessas populações, os fungos entomopatogênicos emergem como microrganismos-chave devido à sua notável capacidade de infectar e promover epizootias em uma ampla diversidade de artrópodes (Alves et al., 2008; Asi et al., 2010). Destaca-se nesse grupo o gênero *Beauveria*, especialmente *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., um patógeno de distribuição cosmopolita nos agroecossistemas que age naturalmente na regulação de populações de insetos (Santana et al., 2023). Além da letalidade direta, linhagens de *Beauveria* spp. oferecem benefícios secundários, como a indução de resistência sistêmica nas plantas mediada por componentes de sua parede celular, a exemplo da quitina e quitosana (Azevedo et al., 2007; Lorencetti et al., 2017), atributos que o consolidam como base de diversos bioinseticidas (Imoulan et al., 2017; Loureiro et al., 2024).

Apesar da disponibilidade de formulações comerciais, a eficácia do controle microbiológico é frequentemente otimizada quando se empregam cepas nativas, coevoluídas e adaptadas às condições edafoclimáticas locais. Considerando que o bioma amazônico abriga uma vasta e inexplorada diversidade microbiana com alto potencial

biotecnológico (De Souza et al., 2004), a bioprospecção de patógenos regionais representa uma estratégia promissora. Diante disso, este estudo teve como objetivo isolar uma cepa nativa de *Beauveria* spp. de ocorrência natural no sul do Amazonas e avaliar sua patogenicidade *in vitro*, visando validar seu potencial como agente biológico para o manejo de *C. cumulans*.

Material e Métodos

Local de estudo e coleta

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental Mangabeiras, no município de Humaitá, AM (7°31'54.57"S e 63°3'16.03"O, a 56 m de altitude). A região apresenta clima tropical úmido, caracterizado por temperatura média anual de 26,5 °C, umidade relativa do ar entre 85% e 90%, e precipitação pluviométrica acumulada variando de 2.250 a 2.750 mm anuais (Oliveira, 2015). Para a obtenção do isolado, insetos mortos exibindo sinais de infecção fúngica natural foram coletados em áreas agrícolas da propriedade e acondicionados em câmaras úmidas para transporte ao Laboratório de Fitossanidade do IEAA/UFAM.

Isolamento e identificação fúngica

No laboratório, os cadáveres dos insetos foram submetidos a um processo de desinfecção superficial sequencial: imersão em álcool 70% (30 segundos), seguida de hipoclorito de sódio 2% (30 segundos) e lavagem em água destilada esterilizada. Esse procedimento visou eliminar microrganismos epífitos e oportunistas. Em seguida, os espécimes foram incubados em câmara úmida por sete dias para favorecer a esporulação fúngica.

O isolamento primário foi realizado em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), ocorrendo de duas formas: I) transferência direta das estruturas fúngicas (conídios) para as placas, e II) plaqueamento de fragmentos dos insetos infectados. Após oito dias de incubação, as colônias foram caracterizadas macroscopicamente quanto à textura, coloração e padrão de crescimento. Culturas puras monospóricas foram obtidas por meio de repicagens sucessivas. A identificação taxonômica do gênero *Beauveria* baseou-se em chaves morfológicas e bibliografias especializadas (Rehner et al., 2011; Safavi, 2012; Rodrigues et al., 2016).

Obtenção dos insetos e bioensaio de patogenicidade

Para o ensaio biológico, operários de cupins de montículo (*Cornitermes cumulans*) foram coletados em campo, levados ao laboratório e submetidos a procedimentos de assepsia superficial. Essa etapa teve o intuito de remover contaminantes externos, garantindo a pureza do ensaio e a precisão na avaliação da eficácia do isolado testado (Meyer et al., 2022).

O bioensaio foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), composto por três tratamentos e quatro repetições, com parcelas contendo 50 cupins cada. Os tratamentos avaliados foram: T₁ (Controle) - aplicação de água destilada esterilizada; T₂ (Contato direto) - inoculação mecânica, na qual as cerdas de um pincel redondo nº 6, previamente esterilizado e impregnado com conídios do isolado, foram friccionadas diretamente sobre o tegumento dos insetos; T₃ (Suspensão de conídios) - Aplicação tópica de suspensão fúngica calibrada na concentração de 1×10^8 conídios/mL, acrescida de solução aquosa de Tween 80.

As parcelas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. sob temperatura controlada de 26 ± 1 °C, umidade relativa de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Avaliação e análise estatística

A mortalidade dos insetos foi quantificada cinco dias após a inoculação dos tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade, e posteriormente à Análise de Variância (ANOVA). As médias foram

comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com auxílio do Software RStudio (RStudio Team, 2026).

Resultados e Discussão

Os insetos coletados em campo, uma vespa (Hymenoptera) e uma mariposa (Lepidoptera), foram encontrados mortos com nítida esporulação fúngica (Figura 1), sugerindo a ocorrência natural de fungos entomopatogênicos na região. Essa prevalência natural é favorecida pelas condições locais, uma vez que a temperatura e a umidade influenciam diretamente a capacidade de infecção, colonização sistêmica e posterior morte do hospedeiro (Lorencetti et al., 2018; Rubio et al., 2021; Gallo et al., 2002).

De acordo com a plataforma Climate-Data.org, o município de Humaitá apresenta temperatura média anual de 26,5°C (Figura 2), condição climática que corrobora os achados de Alexandre et al. (2006), que identificaram maior virulência e maior produção de conídios de *B. bassiana* justamente na faixa dos 26°C.

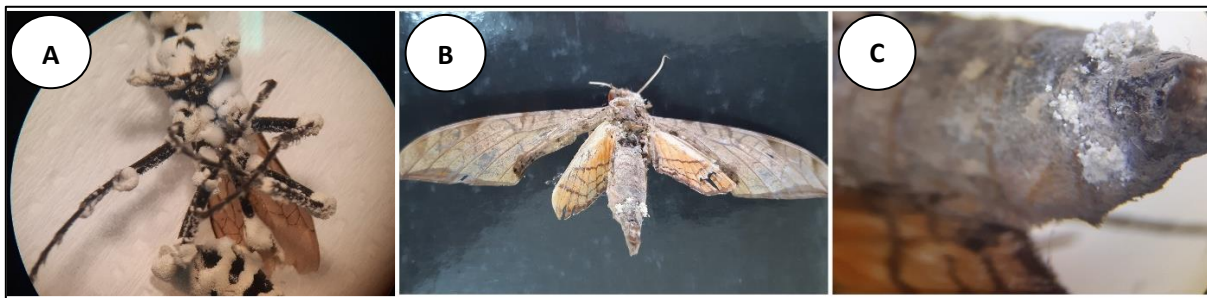


Figura 1. Ocorrência natural de *Beauveria* spp. em insetos coletados de campo, ambos mortos e com nítida esporulação fúngica. A) Espécime de vespa (Hymenoptera); B e C) Espécime de mariposa (Lepidoptera).

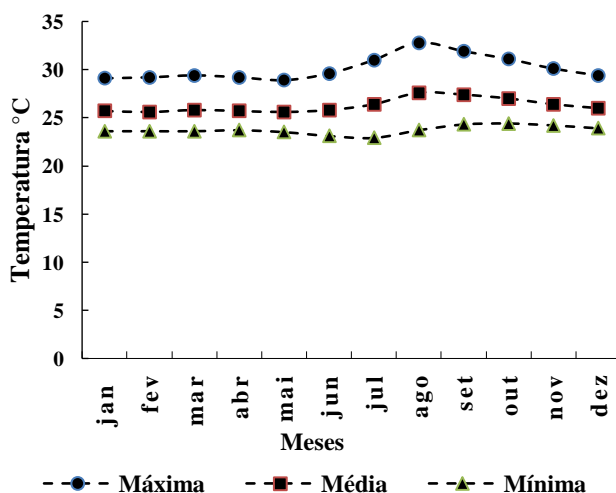


Figura 2. Histórico climático mensal de Humaitá, AM. As linhas do gráfico representam as temperaturas máximas, médias e mínimas mensais (°C) ao longo de um ano.

Fonte: CLIMATE-DATE.org

A partir desse cenário favorável, o isolamento em meio BDA revelou colônias de aspecto cotonoso e coloração branca a amarelada (Figura 3), características morfológicas típicas do gênero *Beauveria* e em plena concordância com as descrições de Rodrigues et al. (2016) e Rehner et al. (2011).

Uma vez isolado e identificado, a eficiência desse fungo foi confirmada pelo teste de patogenicidade em cupins, que indicou efeito significativo entre os tratamentos ($F_c = 16,47$; $p = 0,0009$). Os métodos de contato direto e suspensão de conídios não diferiram entre si (21 e 26 indivíduos mortos, respectivamente), mas ambos superaram o controle (T₁), atingindo uma mortalidade de 80,7% em *Cornitermes cumulans* cinco dias após a aplicação (Figura 4).



Figura 3. Características morfológicas macroscópicas do isolado nativo de *Beauveria* spp. cultivados *in vitro* em meio de cultura com Batata, Dextrose e Ágar (BDA), exibindo aspecto cotonoso, textura aveludada e coloração branca.

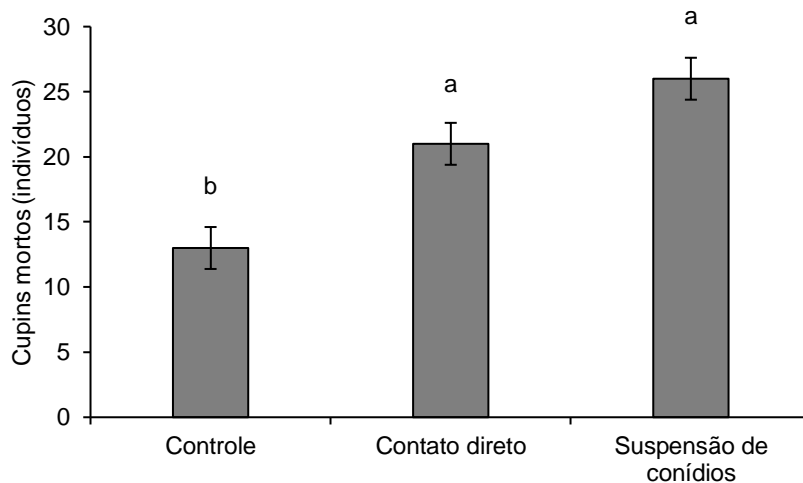


Figura 4. Mortalidade acumulada de *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae) submetidos a diferentes métodos de inoculação de *Beauveria* spp. após cinco dias. Barras seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Embora expressivos, esses resultados de mortalidade foram ligeiramente inferiores aos observados por Bastos et al. (2018), que relataram 100% de óbito em *Nasutitermes* sp. após 72 horas (1×10^6 conídios/mL), e por Oliveira et al. (2018), que obtiveram o mesmo índice no quarto dia para *N. corniger* (1×10^8 conídios/mL). Essa variação pode ser atribuída à especificidade entre o isolado e o hospedeiro, bem como às concentrações utilizadas. No entanto, o potencial do método de contato aqui testado reforça as observações de Albuquerque et al. (2005), que demonstraram que a inoculação de fungos entomopatogênicos é uma ferramenta eficaz e sustentável de manejo.

A alta capacidade de infecção demonstrada por este isolado de *Beauveria* spp. (Figura 5) decorre de um complexo processo biológico que se inicia com a adesão seletiva de conídios ao tegumento, auxiliada por substâncias mucilaginosas, seguida pela penetração via tubos

germinativos ou apressórios (James et al., 2003; Zimmermann et al., 2007). Além da letalidade direta por enzimas e toxinas (Subekti et al., 2024), vale ressaltar que *B. bassiana* possui versatilidade ecológica, podendo estabelecer interações benéficas com raízes e promover o crescimento vegetal (Inglis et al., 2001).

O sucesso da infecção por *Beauveria* spp. deve-se à ação combinada de enzimas hidrolíticas, como as quitinases, e toxinas imunossupressoras, como a beauvericina, que inativam as defesas fisiológicas dos cupins e permitem que, após a morte do hospedeiro, os esporos cresçam na superfície do tegumento, resultando na mumificação do cadáver e em uma intensa esporulação que transforma o inseto em uma nova fonte de inóculo, aspecto fundamental para a disseminação horizontal do fungo entre os demais indivíduos da colônia (Bayu et al., 2021; Ihsan et al., 2023).



Figura 5. Fotomacrografia de operário de cupim exibindo colonização fúngica maciça, com desenvolvimento de micélio filamentosso esbranquiçado e esporulação (conídios) concentrada na região cefálica e ao redor do aparelho bucal, evidenciando a ação patogênica do fungo.

A eficácia equivalente entre os métodos de suspensão e contato direto pode ser atribuída à dinâmica de transferência e à intensa adesão física dos conídios ao hospedeiro. Na inoculação por contato direto, o inseto é exposto a uma carga massiva de inóculo seco que adere rapidamente às áreas mais vulneráveis do seu tegumento, como espiráculos e membranas intersegmentares (Boucias et al., 1988). Ao contrário da suspensão aquosa, cuja eficiência pode ser limitada pela tensão superficial da gota e pela variação no recobrimento da cutícula. Esses esporos ancoram-se prontamente à epicutícula por meio de interações hidrofóbicas (Ortiz-Urquiza & Keyhani, 2013), garantindo uma pressão de infecção severa e tão letal quanto a via líquida padronizada.

A mortalidade de 80,7% registrada no quinto dia, embora expressiva, difere da suscetibilidade total (100%) comumente relatada para outras espécies de cupins, como *Nasutitermes* sp. (Bastos et al., 2018; Oliveira et al., 2018). Essa variação evidencia uma complexa interação patógeno-hospedeiro, influenciada pelo tempo de avaliação e pelas defesas intrínsecas da espécie alvo. Fisiologicamente, o ciclo de infecção fúngica exige um período contínuo para germinação, penetração e colonização sistêmica, logo, é provável que o quinto dia de observação represente apenas a fase de ascensão da curva de letalidade.

Além disso, isópteros construtores de montículos como *C. cumulans* possuem mecanismos elaborados de "imunidade social". O comportamento de *allogrooming* (limpeza mútua), por exemplo, permite a remoção ativa de grande parte dos conídios do tegumento antes que a penetração ocorra (Cremer et al., 2007). Em conjunto com barreiras fisiológicas, como o perfil de lipídios epicuticulares e a possível liberação de secreções fungistáticas (Chouvenc et al., 2013; Syazwan et al., 2021), essas defesas comportamentais ampliam a resiliência da colônia. Diante dessas características, ensaios futuros com

períodos de avaliação mais extensos são recomendados para mensurar a real capacidade de mortalidade deste entomopatógeno diante insetos-praga.

Apesar da eficiência do *allogrooming* em remover esporos superficiais, a eussocialidade dos cupins pode paradoxalmente atuar a favor do controle biológico. A intensa interação intraespecífica, como a trofalaxia (troca de fluidos alimentares) e o contato físico constante dentro das galerias, configura uma rota eficiente para a transmissão horizontal do fungo (Chouvenc et al., 2011). Indivíduos infectados atuam como vetores mecânicos, distribuindo o inóculo de *Beauveria* spp. para operários sadios, soldados e matrizes reais, o que pode culminar em uma epizootia letal capaz de colapsar toda a colônia (Harnieyane et al., 2026).

Insta salientar, que para a diversidade climática dos ecossistemas brasileiros, o uso desses microrganismos como agentes microbiológicos de controle (AMC) exige investigações contínuas em variadas condições edafoclimáticas (Toscano et al., 2010). Adicionalmente, extrapolar os índices de alta virulência observados em condições controladas para o campo exige cautela. Em agroecossistemas tropicais abertos, como as pastagens amazônicas, os bioinseticidas enfrentam severos limitantes abióticos. Sabe-se que a radiação ultravioleta (UV) direta e o efeito de lavagem pelas intensas chuvas regionais são os principais fatores de inativação e remoção de conídios de *B. bassiana* no ambiente (Inglis et al., 2000; Fernandes et al., 2015).

Portanto, os resultados deste estudo reforçam a necessidade de pesquisas adicionais para determinar concentrações ideais de conídios, visando o aperfeiçoamento do manejo integrado de *C. cumulans* em pastagens e a consolidação de práticas agrícolas mais sustentáveis no Brasil.

Conclusão

O isolado fúngico de *Beauveria* spp. apresentou elevada patogenicidade sobre cupins de

montículo (*Cornitermes cumulans*) em condições laboratoriais. De tal maneira, tanto o contato direto quanto a aplicação por suspensão de conídios demonstraram eficácia superior ao controle, indicando o potencial do isolado como agente de controle biológico.

Referências

ALBUQUERQUE, A. C. et al. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* sobre *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). *Neotropical Entomology*, v. 34, p. 585-591, 2005.

ALEXANDRE, T. M. et al. Efeito da temperatura e cama do aviário na virulência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) para o controle do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 1, p. 75-82, jan. 2006.

ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (ed.). Controle Microbiano de Pragas na América Latina. Piracicaba: FEALQ, 2008.

ASI, M. R. et al. Compatibility of entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* with selective insecticides. *Pakistan Journal of Botany*, v. 42, n. 6, p. 4207-4214, 2010.

AZEVEDO, V. V. C.; COSTA, A. C. F. M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2007.

BASTOS, T. R. S. et al. Ação do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* contra o cupim arbóreo *Nasutitermes* sp. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, n. 1, 2018.

BOUCIAS, D. G.; PENDLAND, J. C.; LATGE, J. Nonspecific factors involved in attachment of entomopathogenic deuteromycetes to host insect cuticle. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 54, n. 7, p. 1795-1805, 1988.

CHOUVENC, T. et al. Extended disease resistance emerging from the faecal nest of a subterranean termite. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 280, n. 1770, 2013.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. *Journal of Applied Entomology*, v. 126, p. 355-365, 2002.

COSTA, P. M. A.; SILVA, M. D. A.; SANTOS, M. B. Controle de cupins (*Nasutitermes* sp.) com uso da tintura de hortelã (*Plectranthus amboinicus* L.). *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 16, n. 2, p. 71-74, 2020.

COSTA, R. N. et al. Avaliação de diferentes métodos pré-germinativos para três espécies arbóreas da família Fabaceae em diferentes ambientes. *Scientific Electronic Archives*, v. 11, n. 1, p. 35-43, 2018.

CREMER, S.; ARMITAGE, S. A.; SCHMID-HEMPEL, P. Social immunity. *Current Biology*, v. 17, n. 16, p. R693-R702, 2007.

DE SOUSA, J. V. P. et al. Uso de fungos entomopatogênicos utilizados para controle biológico de insetos-pragas na agricultura. *Facit Business and Technology Journal*, v. 2, n. 46, 2023.

DE SOUZA, A. Q. L. et al. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da amazônia: *Palicourea longiflora* (Aubl.) Rich e *Strychnos cogens* Benth. *Acta Amazônica*, v. 34, p. 185-195, 2004.

DOMINGUES, S. C. O. et al. Pathogens associated with diseases in native orchids of the region of Southern Amazonia. *Scientific Electronic Archives*, v. 13, n. 4, p. 23-27, 2020.

FERNANDES, É. K. et al. Tolerance of entomopathogenic fungi to ultraviolet radiation: a review on screening of strains and their formulation. *Current Genetics*, v. 61, n. 3, p. 427-440, 2015.

FERNANDES, José Martins et al. Taxonomia de *Inga obtusata* (Leguminosae): uma espécie quase desconhecida nos estados de Mato Grosso e Rondônia, Brasil. *Scientific Electronic Archives*, v. 15, n. 2, 2022.

FERREIRA, Renaly Rodrigues et al. Avaliação de dietas artificiais no desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae). *Scientific Electronic Archives*, v. 15, n. 3, 2022.

GALLO, D. et al. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 289 p.

GUIRADO, N. et al. Controle de cupins de montículo com *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. *Cadernos de Agroecologia*, v. 4, n. 1, 2009.

HARNIEYANE, D. N. P.; PERISTIWATI, P.; ARYANI, A. Virulence and horizontal transmission potential of entomopathogenic fungi against subterranean termites (*Macrotermes gilvus*). *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, v. 12, n. 2, p. 253-263, 2026.

IMOULAN, A. et al. Entomopathogenic fungus *Beauveria*: Host specificity, ecology and significance of morpho-molecular characterization in

- accurate taxonomic classification. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, v. 4, p. 1204-1212, 2017.
- INGLIS, G. D. et al. Influence of rain and conidial formulation on persistence of *Beauveria bassiana* on potato leaves and Colorado potato beetle larvae. *Biological Control*, v. 18, n. 1, p. 55-64, 2000.
- INGLIS, G. D. et al. Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. In: BUTT, T. M. et al. (ed.). *Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential*. Wallingford: CABI Publishing, 2001. p. 23-69.
- JAMES, R. R.; BUCKNER, J. S.; FREEMAN, T. P. Cuticular lipids and silverleaf whitefly stage affect conidial germination of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 84, n. 2, p. 67-74, 2003.
- LEITE, Aline Machado et al. A idade dos ovos do hospedeiro *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae) não interfere no parasitismo de *Gryon gallardoi* Brèthes (Hymenoptera: Platygasteridae). *Scientific Electronic Archives*, v. 14, n. 12, 2021.
- LORENCETTI, G. A. T. et al. Eficiência de *Beauveria bassiana* Vuill. e *Isaria* sp. para o controle de *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae). *Ciência Florestal*, v. 28, p. 403-411, 2018.
- LOUREIRO, E. S. et al. Virulência de fungos entomopatogênicos sobre larvas de Lepidoptera: Noctuidae. *Revista Caatinga*, v. 37, p. e12375, 2024.
- MEYER, M. C. et al. Bioinsumos na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2022.
- NORONHA, J. C. et al. Update das Espécies de Anuros da Fazenda São Nicolau, Mato Grosso, Brasil Update of Anurans Species of São Nicolau Farm, Mato Grosso, Brazil. *Scientific Electronic Archives*, v. 8, n. 1, p. 15-25, 2015.
- OLIVEIRA, G. F. S. et al. Ação patogênica de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Isaria javanica* e *Penicillium* sp. contra *Nasutitermes corniger* Motschulsky (Isoptera: Termitidae) no Amazonas. *Scientia Amazonia*, v. 7, n. 3, p. B7-B11, 2018.
- OLIVEIRA, I. A. et al. Caracterização de solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. *Acta Amazônica*, v. 45, p. 1-12, 2015.
- ORTIZ-URQUIZA, A.; KEYHANI, N. O. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insects*, v. 4, n. 3, p. 357-374, 2013.
- PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2024.
- PERTOT, I. et al. Combining biocontrol agents with different mechanisms of action in a strategy to control *Botrytis cinerea* on grapevine. *Crop Protection*, v. 97, p. 85-93, 2017.
- PINHEIRO, Francielly Figueiredo et al. Análise faunística das Famílias de Hymenoptera e inventário de vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em uma área de floresta tropical na Amazônia brasileira. *Scientific Electronic Archives*, v. 15, n. 9, 2022.
- REHNER, S. A. et al. Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia*, v. 103, n. 5, p. 1055-1073, 2011.
- RELVAS, R. M. S. et al. Bioprospecção de fungos entomopatogênicos em área de floresta nativa na Amazônia. In: SILVA, A. P. (org.). *Manejo de pragas e doenças: a busca por formas sustentáveis de controle*. Guarujá: Científica Digital, 2021. v. 1, p. 12-24.
- RODRIGUES, C. J. B. C. Estudo morfológico de isolados de *Beauveria bassiana* antes e após reisolamento em *Rhipicephalus microplus*. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, v. 38, Supl. 3, p. 91-97, 2016.
- RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston: Posit Software, PBC, 2026. Disponível em: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>. Acesso em: 1 abr. 2026.
- RUBIO, G. O.; SOUZA, E. C.; PEREIRA, R. M. Eficiência da utilização de fungos entomopatogênicos no controle de *Euschistus heros* na cultura da soja. In: COLÓQUIO ESTADUAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 2021. Anais... [S.l.: s.n.], 2021.
- SAFAVI, S. A. Attenuation of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* following serial in vitro transfers. *Biologia*, v. 67, p. 1062-1068, 2012.
- SANTANA, S. F. et al. Potencial do fungo *Beauveria bassiana* no controle do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). *Scientia Plena*, v. 19, n. 9, 2023.
- SUBEKTI, N. et al. The application of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, and *Trichoderma harzianum* for *Coptotermes curvignathus* and *Cryptotermes cynocephalus* termite control in Indonesia. *Journal of*

the Korean Wood Science and Technology, v. 52, n. 3, p. 262-275, 2024.

SYAZWAN, S. A. et al. Interaction between *Metarhizium anisopliae* and its host, the subterranean termite *Coptotermes curvignathus* during the infection process. *Biology*, v. 10, n. 4, p. 263, 2021.

TOSCANO, L. C. et al. Controle do cupim de montículo (Isoptera: Termitidae) de pastagem com fungos entomopatogênicos. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 2, p. 6-11, 2010.

YILDIRIM, K. et al. Isolation, characterization, and formulation of indigenous *Beauveria bassiana* fungus against Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Potato Research*, v. 67, n. 2, p. 583-601, 2024.

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, v. 17, n. 6, p. 553-596, 2007.