JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://www.doi.org/10.52832/jesh.v6i4.761
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

DINÂMICA DO COMPORTAMENTO DE RAINHAS DE *Atta sexdens rubropilosa* DO ISOLAMENTO CLAUSTRAL À EMERGÊNCIA DA PRIMEIRA PROLE

BEHAVIORAL DYNAMICS OF *Atta sexdens rubropilosa* QUEENS FROM CLAUSTRAL ISOLATION TO THE EMERGENCE OF THE FIRST BROOD

DINÁMICA DEL COMPORTAMIENTO DE REINAS DE *Atta sexdens rubropilosa* DESDE EL AISLAMIENTO CLAUSTRAL HASTA LA EMERGENCIA DE LA PRIMERA PROLE

Vitor Hugo Satim[1]; Alessandra Karina Otuka[2]; João Emmanuel Ribeiro Guimarães[3]

[1]Graduando em Engenharia Agronômica. Faculdade Municipal de Bebedouro, Bebedouro, São Paulo, Brasil; [2]Doutora - UNESP/FCAV. Docente de Engenharia Agronômica na Faculdade Municipal de Bebedouro, Bebedouro, São Paulo, Brasil; [3]Doutor – UNESP/FCAV. Coordenador e docente de Engenharia Agronômica na Faculdade Municipal de Bebedouro, Bebedouro, São Paulo, Brasil.
*Autor correspondente: vhsantim@gmail.com.

Recebido: 15/09/2026| **Aprovado**: 13/10/2026 | **Publicado**: 29/10/2026

Resumo: Este trabalho teve como objetivo descrever o comportamento inicial de fundação de colônias de *Atta sexdens rubropilosa*, desde a captura das rainhas após o voo nupcial até o início do forrageamento pelas primeiras operárias. A pesquisa foi desenvolvida no laboratório vinculado à Faculdade Municipal de Bebedouro, por meio de observações diárias realizadas entre outubro de 2024 e abril de 2026, utilizando 36 rainhas mantidas em condições controladas de temperatura e umidade. Foram observados comportamentos relacionados à dealagem, escavação da câmara inicial, cultivo do fungo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*, cuidado parental, *grooming*, assepsia da colônia e defesa da prole. Verificou-se que, durante a fase claustral, as rainhas desempenham sozinhas todas as funções necessárias para o estabelecimento da colônia. Após a emergência das primeiras operárias, ocorreu gradual transição das atividades relacionadas ao manejo do fungo e ao cuidado da prole. Os resultados evidenciam a elevada complexidade comportamental das formigas cortadeiras mesmo nas fases iniciais do desenvolvimento colonial, contribuindo para o conhecimento biológico e etológico do gênero *Atta*.

Palavras-chave: Rainha. Gine. *Grooming*. Fundação.

Abstract: This study aimed to describe the initial colony foundation behavior of *Atta sexdens rubropilosa*, from the capture of queens after the nuptial flight to the beginning of foraging by the first workers. The research was conducted in the laboratory linked to the Municipal College of Bebedouro, through daily observations carried out between October 2024 and April 2026, using 36 queens maintained under controlled temperature and humidity conditions. Behaviors related to dealation, excavation of the initial chamber, cultivation of the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*, parental care, grooming, colony sanitation, and brood defense were observed. During the claustral phase, queens performed alone all activities necessary for colony establishment. After the emergence of the first workers, a gradual transition of activities related to fungus management and brood care was observed. The results demonstrate the high behavioral complexity of leaf-cutting ants even during the initial stages of colony development, contributing to the biological and ethological knowledge of the genus *Atta*.

Keywords: Queen. Gyne. Grooming. Founding.

Resumen: Este trabajo tuvo como objetivo describir el comportamiento inicial de fundación de colonias de *Atta sexdens rubropilosa*, desde la captura de las reinas después del vuelo nupcial hasta el inicio del forrajeo por las primeras obreras. La investigación fue desarrollada en el laboratorio vinculado a la Facultad Municipal de Bebedouro, mediante observaciones diarias realizadas entre octubre de 2024 y abril de 2026, utilizando 36 reinas mantenidas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Se observaron comportamientos relacionados con la dealación, excavación de la cámara inicial, cultivo del hongo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*, cuidado parental, *grooming*, asepsia de la colonia y defensa de la cría. Durante la fase claustral, las reinas realizaron solas todas las actividades necesarias para el establecimiento de la colonia. Después de la emergencia de las primeras obreras, se observó una transición gradual de las actividades relacionadas con el manejo del hongo y el cuidado de la cría. Los resultados evidencian la elevada complejidad comportamental de las

hormigas cortadoras incluso en las fases iniciales del desarrollo colonial, contribuyendo al conocimiento biológico y etológico del género *Atta*.

Palabras-clave: Reina. Gine. *Grooming*. Fundación.

1 INTRODUÇÃO

As formigas do gênero *Atta* são reconhecidas por sua complexa simbiose com o fungo *Leucoagaricus gongylophorus* e, comparadas ao homem, são as agricultoras mais antigas do reino animal. Essa relação simbiótica surgiu há, pelo menos, 50 milhões de anos (Höldobller & Wilson, 1990, 2009, 2010; Della Lucia & Sousa, 2011), e o sucesso evolutivo dessas formigas está intrinsecamente ligado à relação simbiótica mutualística obrigatória estabelecida com o fungo basidiomiceto.

A saúva-limão (*Atta sexdens rubropilosa*) é uma das espécies do gênero *Atta* mais difundidas no Brasil (Delabie *et al.*, 2011). Agronomicamente, a saúva-limão é vista como uma das pragas mais importantes, devido ao seu hábito de cortar diversas espécies vegetais – incluindo culturas agrícolas – usando-as como substrato para o cultivo do fungo simbionte. Anualmente, estimam-se que a saúva-limão causem danos na casa de bilhões de dólares em estimativas mais conservadoras (Höldobleer & Wilson, 1990; Della Lucia *et al.*, 2014), acarretados pela intensa desfolha e redução de área fotossintética, o que compromete o desenvolvimento da planta e a produtividade.

Um ninho de saúva-limão maduro, isto é, com mais de 38 meses, em geral, abrigam milhões de formigas. Segundo Fowler *et al.* (1986), ninhos da *A. sexdens* podem conter 8 milhões de indivíduos. *A. sexdens rubropilosa* desenvolveu um sofisticado sistema de castas bem definidas (Hölldobler & Wilson, 2010; Foitzik *et al.*, 2021) e complexas quando comparadas a outros insetos eussociais, no qual cada formiga desempenha funções específicas para o bom funcionamento da colônia. Os sauveiros são compostos, em sua maioria, por formigas fêmeas e estéreis (Souza *et al.*, 2011).

A organização social das formigas cortadeiras do gênero *Atta* constituem a eusocialidade mais complexa conhecida entre os insetos. O funcionamento da colônia depende de um refinado sistema de divisão de trabalho, no qual indivíduos morfologicamente distintos (polimorfismo) e com idades diferentes (polietismo) desempenham funções específicas dentro do formigueiro (Wilson, 1971; Hölldobler & Wilson, 2011; Foitzik *et al.*, 2021). Estudos demonstram que as castas são determinadas por fatores genéticos e não apenas ambientais (Oldroyd & Fewell, 2007).

As operárias, fêmeas estéreis (Hölldobler & Wilson, 2010) são as mais numerosas dentro do sauveiro e apresentam alometria (Wilson, 2020) e intenso polimorfismo (Souza *et al.*, 2011), que são caracterizados pela ampla variação de tamanho corporal entre indivíduos da mesma colônia. O polimorfismo e alometria estão relacionados à divisão de trabalho dentro do formigueiro (Wilson, 2020; Souza *et al.*, 2011). As menores operárias, as jardineiras e "babás", permanecem predominantemente nas câmaras internas do ninho, mais especificamente no interior da estrutura formada pelo fungo simbionte, realizando seu manejo, cuidando das hifas, da inoculação do substrato no simbionte e cuidando da prole. Essas operárias possuem importante papel sanitário dentro do sauveiro, reduzindo o estabelecimento de microrganismos patogênicos capazes de comprometer o desenvolvimento dos jardins de fungo e da futura geração (Souza *et al.*, 2011).

As generalistas e escavadoras desempenham várias atividades dentro do formigueiro, como escavação de túneis, ampliação das câmaras, cuidado com a rainha e descarte do lixo (quando também são chamadas de lixeiras). As forrageadoras atuam principalmente no corte e transporte de material vegetal até a colônia (Fowler & Robinson, 1979). As soldadas apresentam cápsula cefálica muito desenvolvida em formato cordiforme e mandíbulas robustas, sendo especializados na defesa da colônia contra predadores e organismos invasores, as vezes atuando no corte de matéria vegetal (Souza *et al.*, 2011). Essa complexa estrutura social evidencia a razão pela qual as colônias podem ser compreendidas como "superorganismos" (Hölldobler & Wilson, 2009).

Entre todas as castas presentes no sauveiro, as rainhas desempenham um papel central na colônia. As rainhas são as únicas fêmeas férteis, sendo responsáveis pela produção de ovos e pela fundação de novas colônias (Foitzik *et al.*, 2021). Diferentemente das operárias, apresentam tórax volumoso devido ao desenvolvimento da musculatura alar necessária para o voo nupcial e gáster avantajado devido o desenvolvimento dos ovários. Durante a fase que antecede a revoada, as "princesas" (rainhas virgens) acumulam grandes quantidades de reservas energéticas, especialmente lipídios e proteínas, fundamentais para garantir sua sobrevivência durante o processo de fundação claustral do novo sauveiro.

A produção de indivíduos reprodutivos alados ocorre apenas em colônias maduras – com mais de 38 meses - e bem estabelecidas (Hölldobler & Wilson, 1990. 2009, 2010). Nessas colônias, parte dos recursos energéticos passa a ser direcionada para a formação de reprodutores, machos (conhecidos popularmente como bitu) e fêmeas reprodutoras (popularmente chamadas de içá ou tanajura).

O voo nupcial da saúva-limão constitui o ápice do ciclo biológico da espécie. Esse comportamento geralmente ocorre em períodos quentes e úmidos, num dia ensolarado após chuvas intensas associadas às primeiras precipitações da primavera e do verão (Marinho *et al.*, 2011). A elevada umidade do solo favorece a escavação das câmaras iniciais, enquanto as condições atmosféricas contribuem para o deslocamento dos indivíduos alados (Marinho *et al.*, 2011; Hölldobler & Wilson, 2010). Durante a revoada, milhares de machos e rainhas deixam simultaneamente seus ninhos de origem, formando grandes enxames reprodutivos (Marinho *et al.*, 2011).

Antes de abandonar a colônia-mãe, as futuras rainhas realizam um comportamento extremamente importante para a sobrevivência da futura colônia: o armazenamento de pequenas porções do fungo simbionte na cavidade infrabucal (Marinho *et al.*, 2011; Hölldobler & Wilson, 1990, 2010). Esse inóculo fúngico funcionará, analogamente, a uma plântula, que será utilizado para iniciar o cultivo dos jardins de fungo da nova colônia. A manutenção dessa associação demonstra o alto nível de coevolução e interdependência entre as formigas cortadeiras e o fungo *Leucoagaricus gongylophorus*.

Durante o voo nupcial, as rainhas virgens copulam com múltiplos machos (Marinho *et al.*, 2011; Hölldobler & Wilson, 2010), comportamento conhecido como poliandria. O esperma recebido durante as cópulas são armazenados na espermateca (Wilson, 2020), permitindo que a rainha fertilize ovos ao longo de toda sua vida (Marinho *et al.*, 2011; Hölldobler & Wilson, 1990, 2010). Após a cópula, os machos morrem em pouco tempo, enquanto as rainhas fecundadas livram-se das próprias asas e iniciam a procura por locais adequados para estabelecer um novo sauveiro. Em seguida, a rainha inicia a escavação da primeira câmara. Em *A. sexdens rubropilosa*, a fundação é haplometrótica, mantendo-se monogínica, ou seja, uma só rainha por colônia (Araujo *et al*, 2011).

A fundação de ninhos em *A. sexdens rubropilosa* é caracterizada como claustral, ou seja, a rainha permanece confinada no interior do novo formigueiro e não realiza forrageamento (Araujo *et al.*, 2011; Hölldobler & Wilson, 2010). Nesse período, sua sobrevivência depende exclusivamente das reservas corporais acumuladas antes da revoada. Os músculos alares, agora inutilizados após a perda das asas, é catabolizado para a produção de ovos tróficos (Araujo *et al.*, 2011; Hölldobler & Wilson, 1990,2010; Foitzik *et al.*, 2021). Esse mecanismo representa importante adaptação fisiológica das formigas cortadeiras ao processo de fundação independente.

Durante as primeiras semanas após a fundação, a rainha desempenha sozinha todas as funções necessárias para o estabelecimento da colônia (Araujo *et al.* 2011). Essa fase representa um dos períodos mais críticos do ciclo biológico das formigas cortadeiras. Com a emergência das primeiras operárias, ocorre importante mudança na dinâmica comportamental da colônia. Essas operárias iniciais, geralmente pequenas e conhecidas como operárias mínimas, passam a assumir gradativamente as funções anteriormente desempenhadas exclusivamente pela rainha. Esse processo permite que a rainha reduza progressivamente suas atividades externas e concentre sua energia quase exclusivamente na oviposição.

Este trabalho tem como objetivo descrever o comportamento inicial das rainhas de *A. sexdens rubropilosa,* a partir da fundação da nova colônia mantida em laboratório até o início do forrageamento pelas primeiras operárias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se através de uma pesquisa observacional, qualitativa e descritiva, desenvolvida por meio de observações comportamentais de 36 rainhas da espécie *Atta sexdens rubropilosa*, mantidas em laboratório. A pesquisa teve como objetivo descrever o comportamento das rainhas durante a fase de fundação dum novo formigueiro até o primeiro ano de vida do novo saúveiro.

A abordagem qualitativa foi adotada por ser possível detalhar o comportamento observados ao longo do desenvolvimento inicial das colônias. O estudo focou em descrever as atividades realizadas pelas rainhas fundadoras, como cuidado do fungo simbionte, postura dos ovos, cuidado da prole e manutenção do fungo durante a fase claustral.

Somando-se as observações laboratoriais, o estudo fundamenta-se por meio da bibliografia já conhecida, utilizando livros e artigos científicos relacionadas a biologia e comportamento das formigas do gênero *Atta.*

2.2 Área de Estudo e Público alvo

A pesquisa foi realizada no laboratório do Projeto Atta, vinculado a Faculdade Municipal de Bebedouro, localizada no município de Bebedouro, São Paulo. O acondicionamento das rainhas no laboratório permitiu o bom desenvolvimento das colônias e a fácil observação do comportamento das fundadoras.

Este trabalho visa compreender o comportamento de fundação de um novo sauveiro, a fim de fornecer subsídios teóricos para o desenvolvimento de estratégias de manejo integrado de pragas, servindo como

ferramenta de interesse para produtores rurais, engenheiros agrônomos e pesquisadores da área de proteção vegetal. Os resultados ampliam-se à comunidade científica que visa pesquisas de conhecimento etológico e biológico, especialmente nas áreas de entomologia e mirmecologia.

2.3 Metodologia da pesquisa

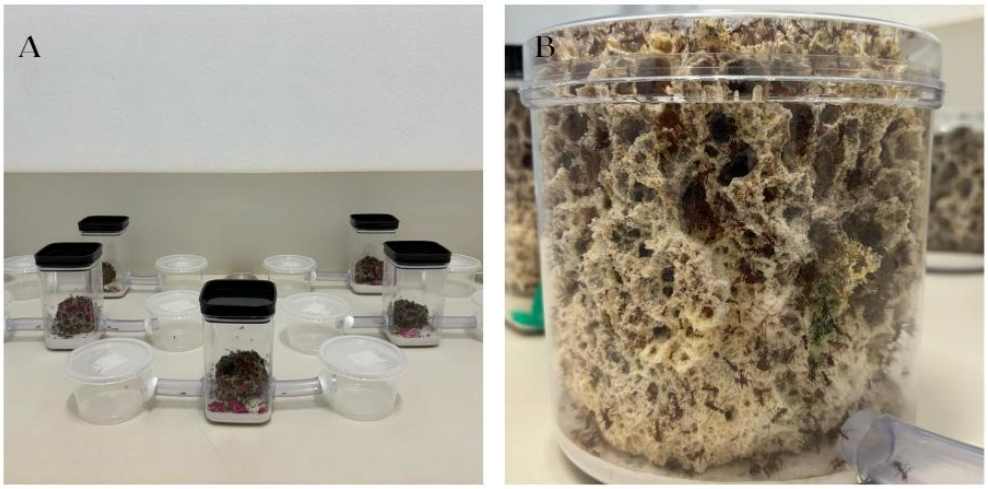
Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram previamente preparados potes plásticos transparentes de 200 ml com base de gesso de 1cm, conforme descrito por Nogueira *et al.* (2022).

As gines foram coletadas após o voo nupcial, sendo capturadas aquelas que estavam no solo já desaladas e iniciam a escavação de um novo formigueiro. As rainhas foram colocadas nos potes plásticos anteriormente preparados e o gesso da base foi umedecido com 2ml de água. Os potes então foram fechados e alocados no laboratório.

No laboratório, as condições climáticas são constantes, com um ar-condicionado funcionando 24 horas por dia, estabilizando as temperaturas em 22 ± 1ºC. A umidade do ambiente é mantido em 70% ± 10% (Nogueira *et al.*,2022). Essas condições são essenciais pois assemelham-se as condições naturais sob o solo.

Após 90 dias da coleta, foi necessário transferir as colônias, devido ao crescimento, para potes de acrílico de 1 L, com base de gesso de 1 cm, deixado secar por 24 horas antes da transferência, conforme figura 1a. Após 180 dias, foram realocadas em potes redondos de acrílico de 2,5 L, com 2 potes menores ao lado (um para oferecer alimentação, outro para as formigas descartarem o lixo). Passados 90 dias, um segundo pote de 2,5 L foi conectado ao sistema, simulando a escavação da segunda câmara (figura 1b). Sempre que necessário, são adicionados novos recipientes, expandindo o crescimento das colônias.

Figura 1 – Em A as colônias no início do desenvolvimento, alocadas nos potes de 1 L. Em B, uma colônia com pleno desenvolvimento ocupando um dos recipientes de 2,5 L.



Fonte: fotos do autor, 2025 e 2026.

As observações ocorreram de 22 de outubro de 2024 a 15 de abril de 2026, em duas coletas distintas, sendo uma em 22 de outubro de 2024 (coletadas 15 rainhas) e outra em 25 de novembro de 2025 (coletadas 21 rainhas). Os dados foram coletados todos os dias durante o período da manhã, sempre a meia luz para não causar estresse

nas rainhas e alterar seu comportamento normal, salvo quando necessário entender o comportamento delas sob estresse.

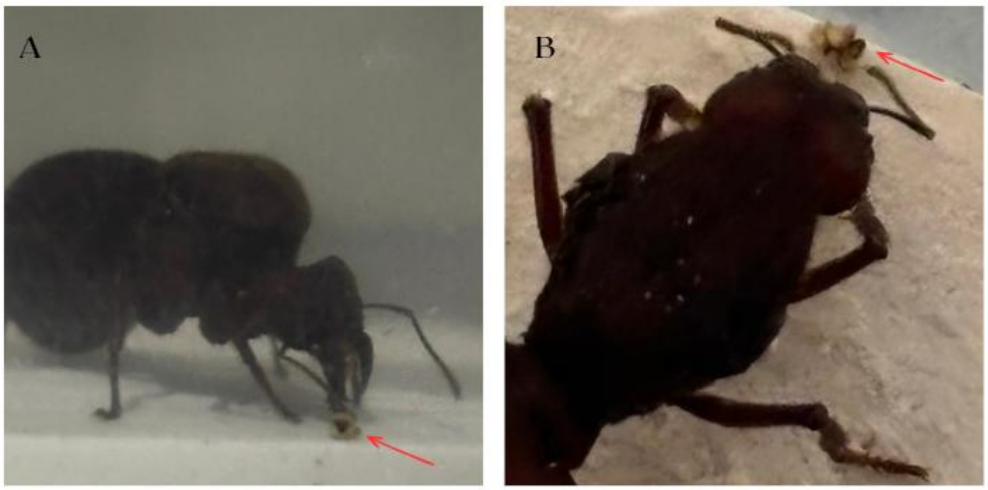
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento da captura, observou-se que as rainhas recém-fertilizadas realizavam o processo de remoção das asas (dealagem), utilizando os dois últimos pares de pernas para desprendê-las, uma vez que essas estruturas perdem a utilidade após o voo nupcial e a subsequente fundação do novo formigueiro. Ainda, as rainhas desprovidas de asas tiveram preferência em áreas desprovidas de vegetação e solo exposto para iniciar a escavação das novas colônias. Durante esse processo, utilizavam as mandíbulas para desagregar os grânulos de terra, enquanto o primeiro e o segundo par de pernas agrupavam o solo sob o corpo, moldando-o em uma esfera. Essa "bolota" de terra era então sustentada pelas mandíbulas e transportada para fora da área de escavação, com o auxílio do primeiro par de pernas. Após aproximadamente 8 horas, verificou-se que todas as entradas dos novos formigueiros haviam sido seladas pelas rainhas com as “bolotas” de terra remanescentes da escavação da primeira câmara, evidenciando o comportamento claustral característico da espécie.

Em ambas as capturas, dentro das primeiras 7 horas de isolamento, todas as rainhas mantidas em condições de laboratório regurgitaram o micélio inicial do fungo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*. Notou-se uma preferência sistemática pela deposição do fungo em locais adjacentes às paredes dos potes plásticos, conforme evidenciado na figura 2.

Logo após a expulsão da matriz fúngica, as rainhas iniciaram o que pode ser o momento de início do cultivo do fungo. O comportamento consistiu no equilíbrio da rainha sobre os dois últimos pares de pernas, flexionando o gáster para frente e esfregando o micélio inicial no final do abdômen, corroborando a hipótese de que a rainha deposita resíduos fecais sobre o novelo de hifas. Esse processo é fisiologicamente crucial, pois as dejeções fornecem as enzimas necessárias para o início do desenvolvimento fúngico.

Figura 2 – Em A e B, rainhas com o micélio inicial. As setas vermelhas indicam o fungo.

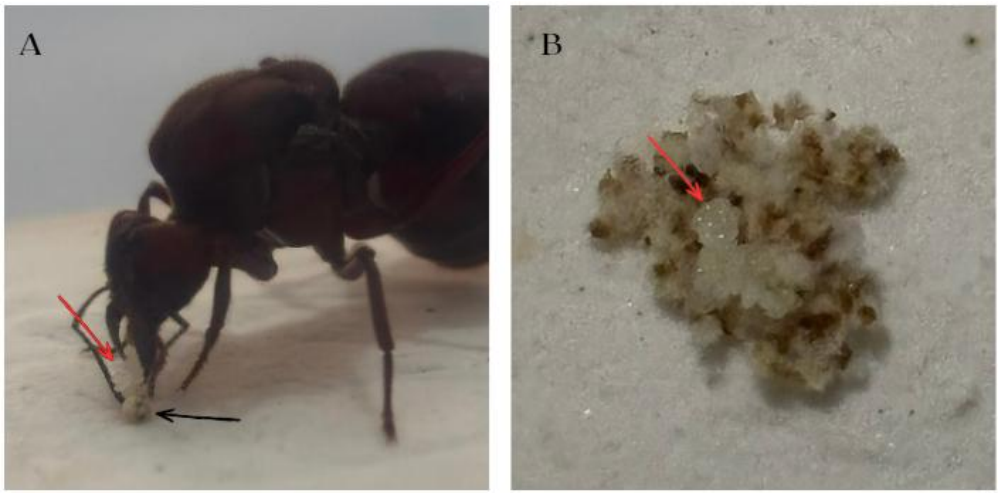


Fonte: fotos do autor, 2024 e 2025.

Após o período de 48 horas desde o estabelecimento das rainhas mantidas nas câmaras artificiais no laboratório, constatou-se a presença de uma pequena massa de ovos, alocados invariavelmente ao lado do fungo

simbionte, permaneceram agrupados e dispostos próximos ao micélio, sendo constantemente manipulados pelas matrizes (figura 3). Verificou-se comportamento frequente de cuidado parental, incluindo movimentação dos ovos, limpeza e reorganização da prole dentro da câmara. Esse padrão etológico evidencia o alto grau de instinto maternal exibido pelas rainhas durante a fase inicial da colônia, período no qual a manutenção e sobrevivência do sauveiro incipiente dependem exclusivamente da rainha fundadora.

Figura 3 – Em A, rainha com massa de ovos (seta vermelha) e o micélio inicial do fungo (seta preta). Em B, detalhe dos ovos (seta vermelha) sobre o simbionte.

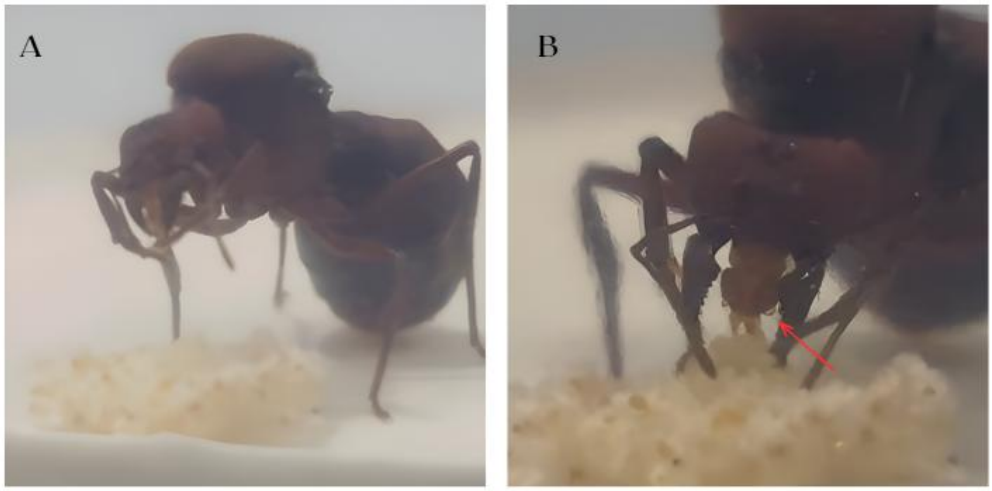


Fonte: foto do autor, 2024.

Após à regurgitação do fungo, as rainhas apresentaram constante prática de limpeza corporal utilizando os pares de pernas dianteiros e medianos, acessando as secreções produzidas pelas glândulas metapleurais — conhecidas por suas propriedades antibacterianas e antifúngicas (De Lima Mendonça *et al.*, 2009; Guarda & Lutinski, 2020), além da limpeza ativa das antenas por meio do estrígil (estrutura de limpeza especializada localizada nas tíbias dianteiras das formigas, servindo para higienizar suas antenas e remover impurezas) (Babu & Sam, 2018). A manifestação desse comportamento ocorreu predominantemente antes do manejo do micélio inicial, conforme figura 4a, demonstrando o rigor de higiene da matriarca para evitar a contaminação do fungo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*. Tal padrão comportamental sugere que a contaminação do cultivar simbionte representa um fator crítico para o sucesso da colônia incipiente, podendo comprometer o estabelecimento da associação mutualísticai. Desta forma, os hábitos observados evidenciam as refinadas estratégias de defesa sanitária e a importância do *self-grooming* e *allogroming* (figura 4b) na preservação da colônia nascente, mesmo antes da emergência das primeiras operárias.

Esse rigor no reconhecimento e na assepsia química também foi evidenciado nos momentos em que se fez necessária a transferência de frações de fungo saudável provenientes de colônias doadoras. Nestas ocasiões, a rainha realizava uma minuciosa inspeção antenal do material introduzido e, em seguida, executava movimentos circulares tocando o abdômen contra o novo micélio, promovendo a re-impregnação de feromônios coloniais para a aceitação e incorporação do simbionte substituto

Figura 4 – Em A, rainha realizando o self-grooming, limpando as pernas dianteiras. Em B, rainha realizando o *allogrooming* nos ovos. Pode-se ver, como indicado pela seta vermelha, o aparelho bucal da gine.



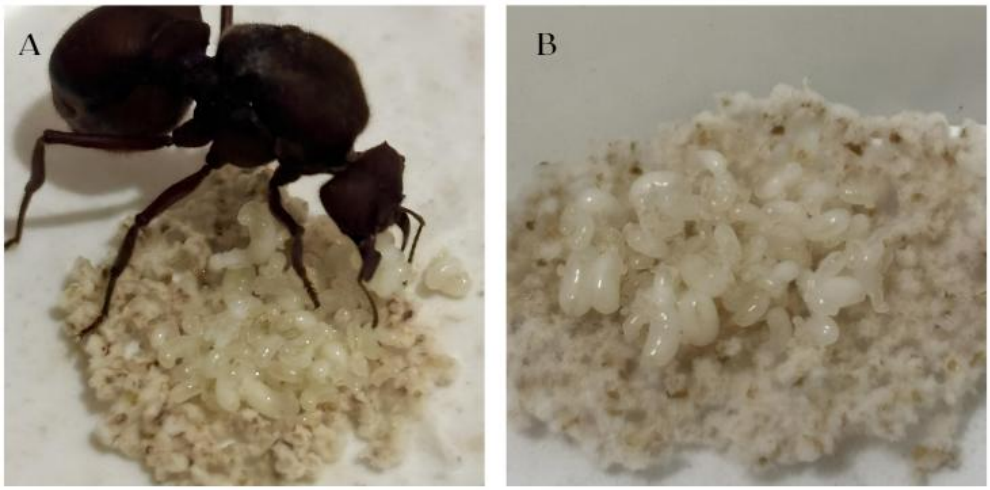
Fonte: foto do autor, 2025.

Ao longo do desenvolvimento do simbionte, as rainhas dedicaram grande parte do tempo manipulando, por meio das mandíbulas e do primeiro par de pernas, as hifas do simbionte. Também realizavam a limpeza da câmara, alocando o pouco resíduo gerado num lado oposto ao local onde encontrava-se o fungo. Esse comportamento demonstra a importância do mutualismo para a sobrevivência da colônia, visto que, conforme postulado por Della Lucia *et al.*, (2011), o fungo simbionte representa a principal fonte nutricional das formigas cortadeiras, sendo indispensável para o estabelecimento da colônia.

A figura 5a evidencia o crescimento inicial do fungo, distribuído na horizontal em formato discoidal, com espessura ligeiramente maior de 1mm. Essa configuração, conforme observado na figura 5b, proporcional as rainhas que alocassem a massa de ovos no centro da cultura, otimizando o controle higiênico do fungo e da prole concomitantemente, uma vez que o manejo do simbionte ocorria em paralelo aos cuidados parentais.

Constatou-se a eclosão das primeiras larvas entre 15 e 17 dias após o estabelecimento. As rainhas demonstraram uma intensificação em sua agressividade após o surgimento da prole, adotando uma postura defensiva sempre que perturbada as colônias, posicionando-se sobre a cultura do simbionte e dos imaturos. Observou-se que as matriarcas manipulavam com frequência a prole com o auxílio das mandíbulas e do primeiro par de pernas, acomodando-as sobre o fungo, além de realizar a limpeza dos imaturos através do *allogrooming*, realizando "lambidas" na prole.

Figura 5 – Em A, rainha realizando cuidado parental com as larvas e fungo distribuído de maneira discoidal. Em B, detalhe das larvas sobre o fungo.

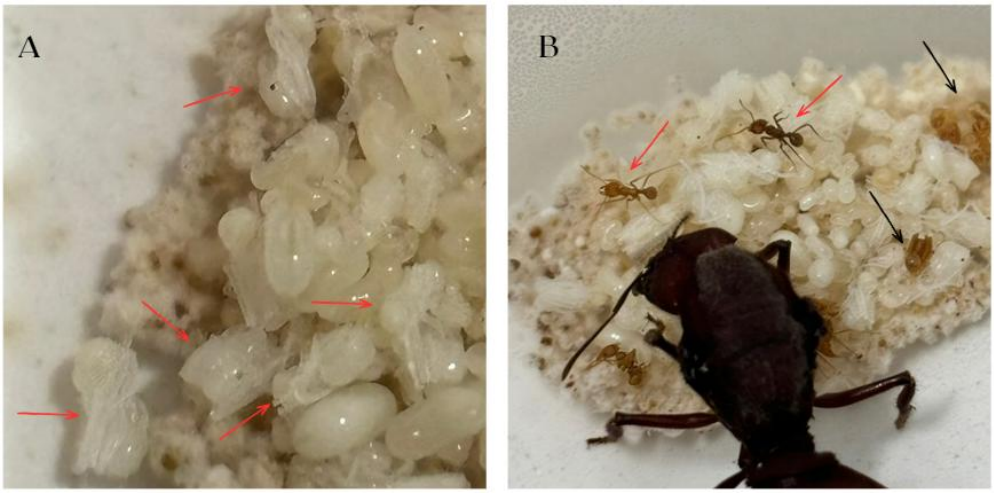


Fonte: foto do autor, 2025.

Não foi constatado durante o período larval, estagnação ou redução do crescimento do fungo simbionte *L. gongylophorus*, o que reforça a hipótese de que a rainha e a prole inicial não consomem o fungo incipiente, alimentando-se prioritariamente dos ovos tróficos produzidos pela própria rainha, através da histólise e catabolização dos músculos alares remanescentes e pela quebra de suas reservas de gordura corporal (Hölldobler & Wilson, 2010).

Entre a fase larval e surgimento das primeiras pupas, compreendeu-se um período de aproximadamente 16 a 19 dias (figura 6a). Os cuidados parentais dispensados às pupas assemelharam-se ao observados na fase larval. A figura 6b demonstra o período após 14 dias do surgimento das pupas, com a emersão das primeiras operárias, totalizando um ciclo de desenvolvimento entre 45 e 50 dias desde a fundação do novo formigueiro até a emergência das primeiras operárias, de tamanho reduzido (mínimas). Nos momentos iniciais após a emergência, as primeiras operárias — ainda em estado teneral (com o exoesqueleto em processo de esclerotização) — demonstraram comportamento passivo, não manifestando de imediato as atividades de manejo do fungo simbionte ou de cuidado aloparental com as demais crias ou com a rainha. A execução de tarefas higiênicas e de assistência à prole (*allogrooming*) foi iniciada de forma progressiva, sugerindo um período de maturação comportamental e estímulo social modulado pela presença e interação direta com a rainha fundadora.

Figura 6 – Em A, setas em vermelho destacam as primeiras pupas. Em B, as setas em vermelho destacam as primeiras operárias; as setas pretas destacam pupas no estágio final de amadurecimento.

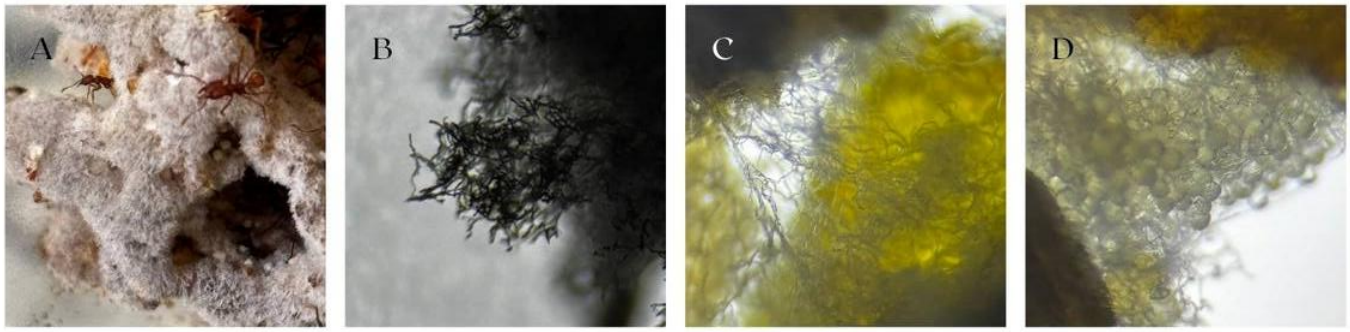


Fonte: foto do autor, 2025; 2026.

Com o surgimento das operárias, estas passaram a assumir gradativamente as atividades relacionadas ao manejo do fungo simbionte e ao cuidado aloparental. Entretanto, as gines ainda permaneciam participando ativamente dos cuidados com o fungo e com a prole em conjunto com as operárias, sugerindo um possível processo de transmissão comportamental das atividades necessárias à manutenção da colônia. Em uma das colônias analisadas, a rainha morreu logo após a emergência das quarta primeiras operárias, sendo observado, posteriormente, um processo de contaminação do jardim de fungo (figura 7).

Tal observação pode indicar que as primeiras operárias dependem, ao menos parcialmente, da interação com a rainha para o aprendizado dos cuidados relacionados ao fungo e à prole, comportamentos estes que possivelmente são transmitidos sucessivamente entre as operárias.

Figura 7 – Em A, *Leucoagaricus gongylophorus* infectado por fungo exógeno na colônia jovem após a morte da rainha; Em B, detalhe das hifas mortas e contaminadas; Em C, hifas saudáveis de *L. gongylophorus*; Em D, detalhe das gongilídeas;

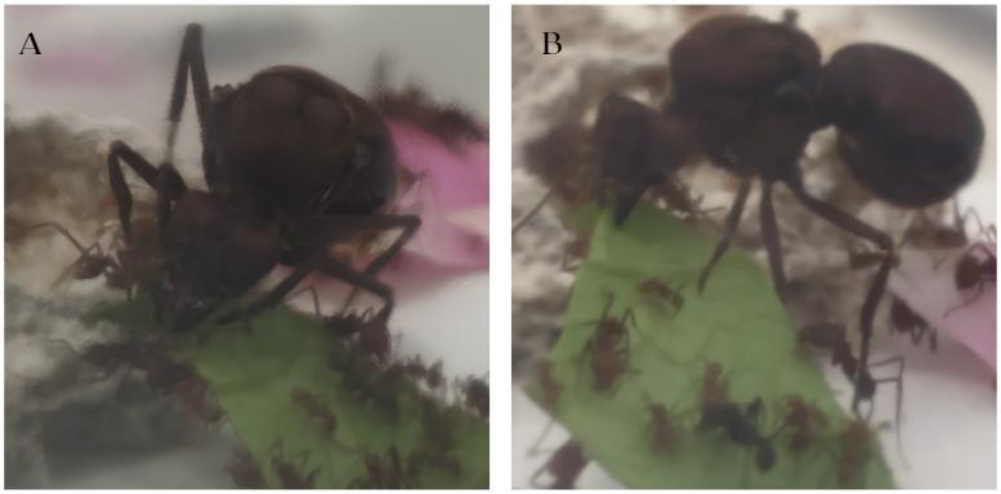


Fonte: fotos do autor. 2026.

Com aproximadamente 90 dias após o estabelecimento das novas colônias, as operárias iniciaram o processo de forrageamento. No laboratório, foram oferecidos inicialmente flocos de aveia e pequenos fragmentos foliares de aproximadamente 2 cm, os quais foram incorporados pelas operárias ao jardim de fungo. No início dessa atividade, as rainhas apresentaram um comportamento que sugeria reconhecimento e avaliação do material transportado pelas operárias para o cultivo do fungo (figura 8a), uma vez que tocavam constantemente, com as antenas, os substratos oferecidos. As gines também foram observadas auxiliando as operárias menores no

transporte dos fragmentos foliares até o jardim de fungo, puxando-os com as mandíbulas, conforme apresentado na figura 8b.

Figura 8 – Em A, uma gine realizando *grooming* junto com as operárias numa folha de *Clerodendrum x speciosum*; Em B, uma das rainhas auxiliando as operárias a levarem a folha para o fungo.



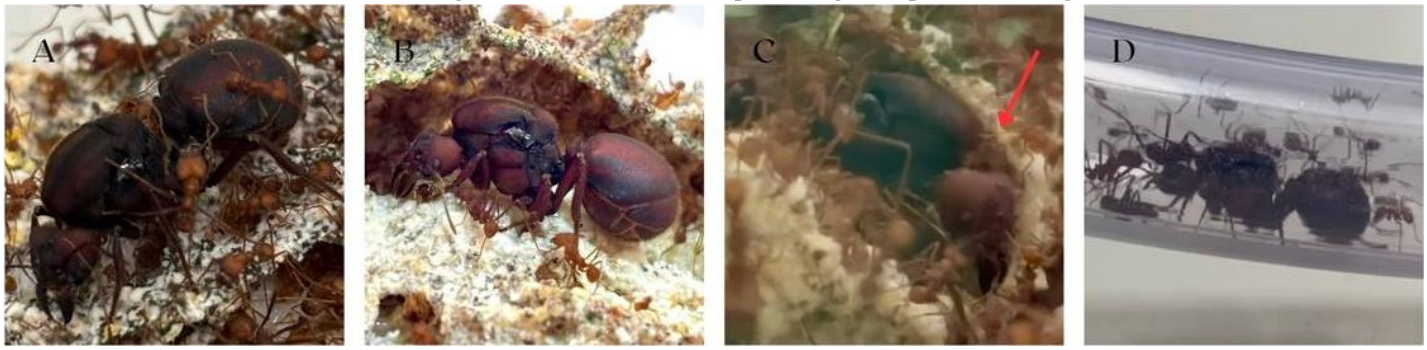
Fonte: fotos do autor, 2026.

À medida que o jardim de fungo atingiu dimensões aproximadas de quatro a cinco vezes o comprimento da rainha e três a quatro vezes sua altura, observou-se uma mudança gradual no comportamento das gines em relação ao cuidado do fungo. Nessa fase, as rainhas passaram a abandonar significativamente as atividades de manejo do jardim fúngico, permanecendo frequentemente sobre ou entre o fungo, comportamento que aparentava estar relacionado à proteção e abrigo.

Também foi observado que a alimentação das gines deixou de ser realizada de forma independente, passando a ser fornecida pelas operárias. Diversas operárias permaneciam constantemente ao redor das rainhas, posicionando-se sobre elas e ao seu lado, realizando comportamentos de *grooming* e aparente proteção. Observou-se ainda a presença frequente de operárias mínimas próximas ao gáster das gines, sugerindo possível participação dessas operárias na coleta e transporte dos ovos recém-ovipositados (figura 9a – 9c).

Com a expansão da colônia, foi necessário a transferência para um pote maior, com capacidade de 2,5L. Após completo enchimento desse recipiente pelo fungo simbionte *L. gongylophorus*, foi necessário colocar um segundo compartimento que simulou a segunda câmara escavada pelas formigas. Pode-se observar o deslocamento das rainhas para a segunda câmara (figura 9d), o que pode sugerir uma possível reorganização socioespacial da gine para uma área menos movimentada e com microclima adequado. Após o enchimento da segunda câmara, tornou-se difícil localizar as matriarcas, uma vez que ela passou a abrigar-se no interior do simbionte.

Figura 9 – Em A, operárias sobre a rainha e próximas ao gáster; Em B, a gine sobre o fungo em uma estrutura fúngica sobre ela; Em C, indicada pela seta vermelha está a gine e ao redor inúmeras operárias; Em D, a rainha no tubo de conexão migrando da câmara inicial para a segunda panela de fungo.



Fonte: fotos do autor, 2025; 2026.

Os comportamentos observados ao longo do estudo demonstram a elevada complexidade biológica e social da saúva-limão. Mesmo durante as fases iniciais da fundação colonial, foi possível verificar sofisticados comportamentos relacionados ao cultivo do fungo, cuidado parental e divisão de trabalho, evidenciando o alto grau de organização presente em *Atta sexdens rubropilosa*.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu descrever o comportamento de fundação de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* em condições laboratoriais, desde o período imediatamente após o voo nupcial até o primeiro ano de desenvolvimento colonial. As observações realizadas evidenciaram a elevada complexidade biológica e comportamental das rainhas fundadoras durante o estabelecimento do novo sauveiro.

Durante a fase claustral, verificou-se que as gines realizaram sozinhas todas as atividades necessárias para a manutenção da colônia incipiente, incluindo o cultivo e manejo do simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*, no cuidado parental da prole e na assepsia da colônia nascente.

Os resultados obtidos evidenciam que o sucesso para estabelecimento dos novos formigueiros dependem diretamente da manutenção do mutualismo entre saúva-limão e seus simbionte. Desta forma, o presente trabalho contribuiu para a ampliação do conhecimento etológico e biológico acerca das fases iniciais do desenvolvimento colonial em *Atta sexdens rubropilosa*, fornecendo informações relevantes para futuras pesquisas relacionadas à biologia, ecologia e manejo integrado de pragas envolvendo espécies do gênero *Atta*.

Agradecimentos

Agradecemos à coordenação pelo apoio científico e estrutural ao desenvolvimento desta pesquisa. Expressamos nossa gratidão à professora orientadora pela orientação, incentivo e contribuições fundamentais ao trabalho.

Por fim, agradecemos aos colaboradores e apoiadores cujo incentivo e auxílio contribuíram para a manutenção das colônias e continuidade das observações experimentais.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Vitor Hugo Satim realizou a execução do experimento, coleta de dados, análise dos resultados e redação do manuscrito. Alessandra Karina Otuka e João Emmanuel Ribeiro Guimarães contribuíram com a orientação científica, revisão, supervisão do trabalho e aprovação final para submissão.

REFERÊNCIAS

Araujo, M. S., Ribeiro, M. M. R., Marinho, C. G. S., Oliveira, M. A., & Della Lucia, T. M. C. (2011). Fundação e estabelecimento de formigueiros. In T. M. C. Della Lucia (Ed.), *Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo.* (pp.173 – 188). UFV.

Babu, M. J., & Sam, S. E. (2018). *Morphology of antennal cleaner in some selected ant species: A scanning electron microscopy study*. ENTOMON, 43(3), 165–170.

Della Lucia, T. M. C.., & Sousa, D. J. (2011). Importância e história de vida das formigas-cortadeiras. In T. M. C. Della Lucia (Ed.), *Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo*. (Cap. 1, pp.13 – 26). UFV.

Delabie, J. H. C., Alves, H. S. R., Reuss-Strenzel, G. M., Ribeira do Carmo, A. F.., & Do Nascimento, I. C. (2011). Distribuição das formigas cortadeiras dos gêneros *Acromyrmex* e *Atta* no Novo Mundo. In T. M. C. Della Lucia (Ed.), *Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo.* (pp.80 – 101). UFV.

Fowler, H.G., Pereira-da-Silva, V., Forti, L. C., & Saes, N.B. (1986). Population dynamics of leaf-cutting ants: a brief review. In C. S. Lofgren & R. K. Vander Meer (Eds.), *Fire Ants and Leaf-Cutting Ants: Biology and Management.* (pp. 123-145). Westview Press.

Fowler, H.G., & Robinson, S.W. (1979). Foragin by Atta sexdens (Formicidae: Attini): seasonal patterns, caste and efficiency. *Ecological Entomology*, 4(3), 239-247. https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1979.tb00581.x

Foitzik, S., & Fritsche, O. (2021). Empire of ants: the hidden worlds and extraordinary lives of earth's tiny conquerors (A. Türkoğlu, Trad.). The Experiment.

Guarda, C., & Lutinski, J. A. (2020). Glandular Secretions of Ants (Hymenoptera: Formicidae): A Review on Extraction, Chemical Characterization and Antibiotic Potential. *Sociobiology*, 67(1), 13. https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i1.4277

Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1990). *The Ants.* Belknap Press of the Harvard University Press. Cambridge.

Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (2009). *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies.* W.W. Norton & Company. Nova Iorque.

Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (2011). *The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct*. W.W. Norton & Company. Nova Iorque.

Marinho, C. G. S., Oliveira, M. A., Araújo, M. S., Ribeiro, M. M. R., & Della Lucia, T. M. C. (2011). Voo nupcial ou revoada de formigas-cortadeiras. In T. M. C. Della Lucia (Ed.), *Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo.* (pp.166 – 172). UFV.

Mendonça, A.deL., da Silva, C. E., de Mesquita, F. L., Campos, R.daS., Do Nascimento, R. R., Ximenes, E. C., & Sant'Ana, A. E. (2009). Antimicrobial activities of components of the glandular secretions of leaf cutting ants of the genus Atta. *Antonie van Leeuwenhoek*, 95(4), 295–303. https://doi.org/10.1007/s10482-009-9312-0

Nogueira, B. R., De Oliveira, A. A., Da Silva, J. P., & Bueno, O. C. (2022). Collection and Long-Term Maintenance of Leaf-Cutting Ants (Atta) in Laboratory Conditions. *Journal of Visualized Experiments*, (186), 64154. https://doi.org/10.3791/64154

Souza, D. J., Santos, J. F. L., Della Lucia, T. M. C. (2011). Organização social das formigas-cortadeira. In T. M. C. Della Lucia (Ed.), *Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo.* (pp.166 – 172). UFV.

Wilson, E. O. (1971). *The Insects Societies* (5th ed.). Belknap Press of the Harvard University Press. Cambridge.

Wilson, E. O. (2020). *Tales from the Ant World*. W.W. Norton & Company. Nova Iorque.