

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ, *CAMPUS* DE UNIÃO DA VITÓRIA
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GABRIEL SIQUEIRA CARNEIRO

LEVANTAMENTO DE ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM FORMIGAS CULTIVADORAS DE
FUNGOS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) MYRMICINAE

UNIÃO DA VITÓRIA

2021

GABRIEL SIQUEIRA CARNEIRO

LEVANTAMENTO DE ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM FORMIGAS CULTIVADORAS DE
FUNGOS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) MYRMICINAE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Estadual do Paraná, *Campus* de União da Vitória, como requisito parcial à obtenção do título de licenciado(a) em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dra. Carla Andreia Lorscheider
Coorientador(a): Prof. Dra. Luísa Antônia Barros Campos

UNIÃO DA VITÓRIA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

GABRIEL SIQUEIRA CARNEIRO

LEVANTAMENTO DE ESTUDOS CITOGENÉTICOS EM FORMIGAS CULTIVADORAS DE FUNGOS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) MYRMICINAE

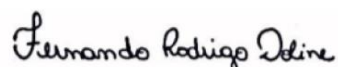
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado com nota 9.4, como requisito parcial à obtenção do grau de licenciado (a) em Ciências Biológicas, Colegiado de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Paraná, *Campus* de União da Vitória, pela seguinte banca examinadora:



Orientadora Prof. Dra. Carla Andreia Lorscheider
Colegiado de Ciências Biológicas, UNESPAR



Profa. Dra. Thais Aparecida Dulz
Colegiado de Ciências Biológicas, UNESPAR



Professor Fernando Rodrigo Doline
PPG em Biologia Celular e Molecular, UFPR

UNIÃO DA VITÓRIA, 08 DE DEZEMBRO DE 2021

Dedicado a minha família e a todos que jamais descreditaram de mim.

AGRADECIMENTO

No decorrer da graduação tive o privilégio de conviver com diversas pessoas. Mas em especial gostaria de agradecer a duas em especial, aos meus colegas Rafael Stempniaki Iasczczaki e a Janine de Paula Gorgueira. Os quais foram mais que amigos durante a graduação. Foram minha família durante toda a graduação, o trio da ecologia que ninguém mais separou desde o primeiro ano. Eles serão levados para sempre comigo, pois ali pude perceber o que é amizade.

A minha família, que é a base de minha força e perseverança para alcançar meus objetivos, por todo o suporte que me forneceram e pelas palavras de apoio. Obrigado por tudo, eu amo vocês. Em especial aos meus pais Rosana Siqueira Carneiro e Rogério de Jesus Carneiro por tudo que fizeram e fazem por mim.

A minha orientadora Dra. Carla Andreia Lorscheider e minha coorientadora Dra. Luisa Antônia Barros Campos, pelas contribuições no meu trabalho e pelas conversas e conselhos que foram de suma importância para minha vida toda. E por serem grandes inspirações para seguir nesse caminho.

Ao meu mentor de laboratório, mestrando Fernando Rodrigo Doline, que não mediu esforços para me ensinar tudo que eu sei sobre a linha de pesquisa, ao professor Msc. Marcos Otávio Ribeiro que não media esforços para auxiliar no que era necessário.

A todo o colegiado de Ciências Biológicas da UNESPAR *campus* União da Vitória, que no decorrer dos quatro anos de graduação foram mais que professores, foram verdadeiros seres humanos.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Espécie *Acromyrmex coronatus*, com um aumento de 25x; A) Vista frontal de *Acromyrmex coronatus*; B) Vista dorsal de *Acromyrmex coronatus*; C) Vista lateral de *Acromyrmex coronatus*. Fonte: O autor, 2021..... 8
- Figura 2** - Mapa geográfico da cidade de General Carneiro-PR. Fonte: Suporte Geográfico, 2019..... 9
- Figura 3** - Caixa para transporte do material do campo para o laboratório; A) Ninho de *Acromyrmex coronatus*; B) Ninho de *Acromyrmex coronatus*, com indicação na seta vermelho do fungo simbiote cultivado. Fonte: O autor, 2021..... 9
- Figura 4** - Ninho de *Acromyrmex coronatus* mantido vivo em laboratório; A) Vista frontal do ninho de *Acromyrmex coronatus*; B) Vista superior do ninho de *Acromyrmex coronatus*. Fonte: O autor, 2021..... 9
- Figura 5** - Larva pré defecante para extração do material com a mandíbula em formação e a presença do mecônio, com um aumento de 25x; A) Pupa com vista ventral, seta vermelha indicando o mecônio e seta preta indicando a formação da mandíbula; B) Pupa com vista lateral, seta vermelha indicando o mecônio e seta preta indicando a formação da mandíbula. Fonte: O autor, 2021..... 10
- Figura 6** - Tipos de cultivo de fungo da tribo *Attini* e seu respectivo tipo de agricultura. Fonte: Marchiori, A. C, 2013..... 11
- Figura 7** - Coloração convencional com Giemsa. A) cromossomos mitóticos de *Acromyrmex coronatus*. e B) *Acromyrmex coronatus*. Fonte: O autor, 2021..... 16

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	METODOLOGIA	7
	LEVANTAMENTO TEÓRICO.....	7
	ESTUDO PRÁTICO.....	7
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
	ECOLÓGICO.....	10
	CITOGENÉTICO.....	12
4	REFERÊNCIAS	16
	ANEXO A – NORMAS DA REVISTA LUMINÁRIA	20

Levantamento de estudos citogenéticos em formigas cultivadoras de fungos (Hymenoptera: Formicidae) Myrmicinae

Gabriel Siqueira Carneiro, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR
gabrielsqr.c@hotmail.com

Carla Andreia Lorscheider, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR
carla.lorscheider@unespar.edu.br

Luísa Antônia Campos Barros, Universidade Federal do Amapá – UNIFAP
luufv@yahoo.com.br

Resumo

As formigas estão distribuídas no mundo todo, exceto nos polos e compõe a família Formicidae. Em formicídeos os estudos são em sua maioria taxonômicos e ecológicos, e a história evolutiva muito confusa. Dessa maneira, o trabalho objetivou realizar um levantamento dos estudos citogenéticos em formigas da tribo Attini, analisando as diferenças e semelhanças entre os cariótipos já descritos. Concomitantemente, analisar citogeneticamente a espécie *Acromyrmex coronatus* coletada no município de General Carneiro-PR e comparar com resultados de população de Viçosa-MG. Assim, estudos citogenéticos clássicos e moleculares auxiliam na compreensão evolutiva e taxonômica desse grupo. Para realizar o presente estudo, foram utilizados (livros, monografias, dissertações e teses) e com palavras chaves para serem encontradas na web através das fontes como Google Scholar e Scopus (citogenética, Attini, cariotipagem). A filtração de tais materiais ocorreu no modelo de publicação, a língua (PT-EN-ES), e a análise ocorreu de maneira descritiva. Os resultados encontrados apontaram que dentro dos 17 gêneros pertencentes a tribo Attini, apenas dez possuem descrição cariotípica, com informações em sua maioria apenas para o número diploide ($2n$) e fórmula cariotípica (FC). Analisando o número de cromossomos subfamília Myrmicinae, verifica-se uma grande variabilidade com *Mycocepurus goeldii* $2n = 8$ cromossomos a *Mycetarotes parallelus* $2n = 54$ cromossomos. Ao analisar os dados das espécies, os gêneros *Acromyrmex*, *Apterostigma*, *Chyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Mycethopylax* e *Trachymyrmex* apresentaram uma maior variação em relação ao número diploide ($2n = 12$ a 54). Em contrapartida *Atta*, *Mycocepurus*, *Sericomyrmex* não foi verificado variação em relação ao número diploide. Foi observado também que a maioria dos estudos foram realizados no Brasil no estado de Minas Gerais. As dificuldades para tal estudo, está na associação de conhecimentos em taxonomia e a citogenética de formigas, assim, embora em fase inicial o alinhamento de ambas as áreas e um grupo de pesquisa na Unespar, permitirá os estudos dessas formigas no estado do Paraná.

Palavras chave: Levantamento; Attini; Citogenética.

Survey of cytogenetic studies in fungus-growing ants (Hymenoptera:Formicidae) Myrmicinae

Abstract

Ants are distributed all over the world, except at the poles and make up the Formicidae family. In formicidae the studies are mostly taxonomic and ecological, and evolutionary history is very confusing. Thus, the objective of this study was to conduct a survey of cytogenetic studies in ants of the Attini

thrive analyzing the differences and similarities between the karyotypes already described. Concomitantly, to analyze cytogenetically the specie *Acromyrmex coronatus* collected in the municipality of General Carneiro-PR and compare with population results of Viçosa-MG. Thus, classical and molecular cytogenetic studies help in the evolutionary and taxonomic understanding of this group. To carry out the present study (books, monographs, dissertation and these) were used and with keywords to be found on the web through sources such as Google Scholar and Scopus (cytogenetics, Attini, cariotyping). The filtration of such materials occurred in the publication model, the language (PT-EN-ES), and the analysis occurred descriptively. The results showed that within the 17 genera belonging to subtribe Attini, only 10 have cariotypic description, with mostly information only for the $2n$ and cariotypic formula. Analyzing the number of subfamily chromosomes Myrmicinae, there is a great variability with *Mycocepurus goeldii* $2n=8$ to *Mycetarotes parallelus* $2n=54$ chromosomes. When analyzing species data, the genera *Acromyrmex*, *Apterostigma*, *Cyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Mycetophylax*, and *Trachymyrmex* showed a greater variation in relation to the diploid number. In contrast *Atta*, *Mycocepurus*, *Sericomyrmex* was not verified variation in relation to the diploid number. Concomitantly, with the bibliographic survey, measurements of achronism smearing chromosomes of *Acromyrmex coronatus* with $2n=38$ were obtained chromosomes, the same found for the species of Minas Gerais. It was also observed that most studies were conduct in Brazil and the state of Minas Gerais. The difficulties for such are study are in the association of knowledge in taxonomy and the cytogenetics of ants, thus, although in the initial phase the alignment of both areas and a research group at Unespar, will allow the studies of these ants in the state of Paraná.

Key-words: Survey; Attini; Cytogenetic.

Introdução

As formigas são insetos conhecidas por serem comuns e altamente organizadas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Com seu alto sucesso ecológico, esses insetos ocorrem em todo o território terrestre, exceto nos polos (HÖLLDOBLER; WILSON, 2009), sua vasta biomassa de animal terrestre corresponde de 15 a 20%, mais em certas regiões esse valor pode ser superior, como é o caso das regiões tropicais (SCHULTZ, 2000). Esses himenópteros pertencem família Formicidae, agrupando atualmente com cerca de 20 subfamílias. Dentre estas, encontramos Myrmicinae, a qual é a maior e mais diversificada em aspectos locais e mundiais (BRANDÃO; CANCELLO, 1999). A diversidade de habitats nessa subfamília é muito grande, devido a sua riqueza de espécies. Existem desde formas arborícolas, as que habitam o solo e sobre a serapilheira, algumas se associam a plantas, outras com fungos ou com outras formigas (FERNÁNDEZ, 2003).

Os estudos envolvendo citogenética clássica e molecular vem auxiliando a preencher lacunas na evolução, filogenia e conservação de espécies (MARIANO *et al.*, 2008). Atuando em conjunto com a taxonomia, a citogenética integra dados para auxiliar na delimitação de espécies para sua filogenia propriamente dita (SCHLICK-STEINER *et al.*, 2010), como ferramenta para resolução de grupo taxonômicos complexos, inclusive em Formicidae (CRISTIANO *et al.*, 2013). Estima-se que estão

publicados dados citogenéticos de 800 espécies de formigas de diferentes regiões geográficas do mundo (MARIANO *et al.*, 2008), e revelam uma variação no seu número de cromossomos de $2n=2$ em *Myrmecia croslandi* à $2n=120$ em *Dinoponera lucida* (CROSLAND; CROZIER, 1986; MARIANO *et al.*, 2008).

Para a tribo *Attini*, os estudos para descrição do cariótipo são bem escassos, apresentando 10% do número de espécies descritas para tribo (GÕNI *et al.*, 1983; FADINI; PAMPOLO, 1996; FADINI *et al.*, 1996; SANTOS-COLARES *et al.*, 1997; MURAKAMI *et al.*, 1998; BARROS *et al.*, 2008).

Dessa forma, o presente trabalho objetiva levantar os estudos voltados para os estudos citogenéticos já encontrados na literatura e analisar qual a variação entre os cariótipos das formigas já descritas e analisar também a localidade de tais estudos. Concomitantemente analisar citogeneticamente a espécie de *Acromyrmex coronatus* coletada em General Carneiro-PR, que apresentou $2n = 38$, o mesmo $2n$ já descrito na população de Viçosa-MG.

Metodologia

Levantamento teórico

Para realização do levantamento dos dados foram utilizados (livros, artigos, monografias, dissertações, teses, todos na web) e foram utilizadas também palavras chaves para encontrar tais materiais na web (Google Scholar, Scopus, Web Science) como: citogenética, formicídios, cariotipagem em formigas e alguns nomes de gêneros em específicos como *Acromyrmex* (quenquém) e *Atta* (saúva) por serem mais comumente conhecidas, *Attini*. O critério para inclusão dos materiais foi a filtragem do modo de publicação, ou seja, a língua que foi publicado, sendo filtrado em inglês, espanhol e português. A análise dos trabalhos analisados e estudados ocorreram de forma descritivas, ou seja, organizados em uma tabela. Assim foi possível observar, contar, descrever e classificar os dados com o intuito de reunir o conhecimento já descrito com o conhecimento produzido nesse trabalho sobre o tema que foi explorado.

Estudo prático

Através da coleta manual por meio de escavação, foi encontrado o ninho de *Acromyrmex coronatus* (figura 1), na cidade de General Carneiro-PR (Figura 2) e armazenado em uma caixa (figura 3), para manter o ninho vivo (figura 3) e assim realizar as técnicas de citogenética (IMAI *et al.*, 1994) em formigas, que foi da seguinte forma: triagem do material, objetivando selecionar indivíduos em estágio de larva pós-defecantes, também chamado de pré-pupa o estágio é caracterizado pela presença do mecônio e a formação inicial da mandíbula (figura 5). Após, foram selecionadas 20 pré-pupas do

ninho para obtenção cromossômica. Sob um estereomicroscópio foram retirados os gânglios cerebrais das pré-pupas com auxílio de alfinetes entomológicos sob uma lâmina de extração, estes foram imersos individualmente em um recipiente contendo solução de colchicina hipotônica (0,5mL de colchicina 0,005%/9,5mL em solução de Citrato de Sódio a 1%). Posteriormente com auxílio de uma pipeta “Pasteur”, os gânglios foram transferidos individualmente para lâminas previamente limpas, após a drenagem do excesso de solução colchicina-hipotônica, iniciando a dissociação dos gânglios e fixação do material. Para dissociação e início da fixação foram pingadas 2 gotas do fixador I (água destilada: etanol: ácido acético, 4:3:3) sob o gânglio, posteriormente dissociados com auxílio de alfinetes entomológicos, a fim de separar as células e espalhar o material sobre a lâmina. Antes de ocorrer a retração do tecido foi adicionado duas gotas do fixador II (etanol: ácido acético, 1:1) deixadas agir durante 1 minuto. Após a evaporação do fixador II, foram adicionadas duas gotas de fixador III (ácido acético glacial 100%) finalizando a fixação. Após esta fase, as lâminas foram deixadas para secagem em temperatura ambiente durante 24 horas e coradas posteriormente com giemsa.



Figura 1: Espécie *Acromyrmex coronatus*, com um aumento de 25x; A) Vista frontal de *Acromyrmex coronatus*; B) Vista dorsal de *Acromyrmex coronatus*; C) Vista lateral de *Acromyrmex coronatus*. Fonte: O autor, 2021.

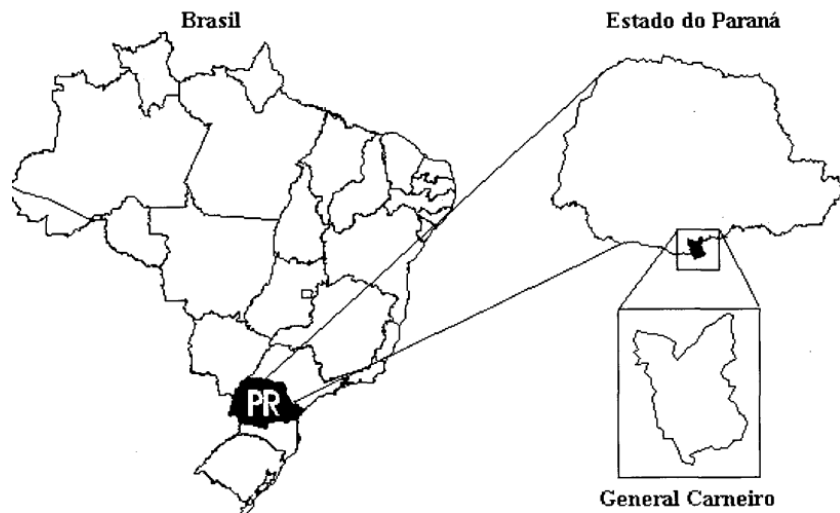


Figura 2: Mapa geográfico da cidade de General Carneiro-PR. Fonte: Caldeira, M. V. W, 2003.



Figura 3: Caixa para transporte do material do campo para o laboratório; A) Ninho de *Acromyrmex coronatus*; B) Ninho de *Acromyrmex coronatus*, com indicação na seta vermelho do fungo simbionte cultivado. Fonte: O autor, 2021



Figura 4: Ninho de *Acromyrmex coronatus* mantido vivo em laboratório; A) Vista frontal do ninho de *Acromyrmex coronatus*; B) Vista superior do ninho de *Acromyrmex coronatus*. Fonte: O autor, 2021.

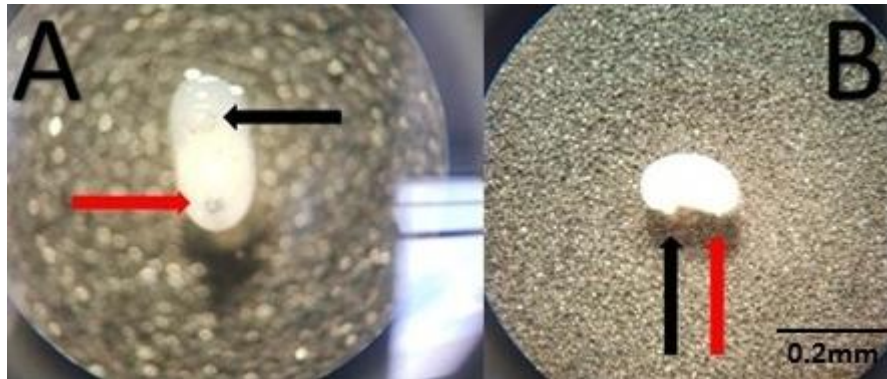


Figura 5: Larva pré defecante para extração do material com a mandíbula em formação e a presença do mecônio, com um aumento de 25x; A) Pupa com vista ventral, seta vermelha indicando o mecônio e seta preta indicando a formação da mandíbula; B) Pupa com vista lateral, seta vermelha indicando o mecônio e seta preta indicando a formação da mandíbula. Fonte: O autor, 2021.

Resultados e discussão

Ecológico

Na subfamília Myrmicinae encontramos o grupo das formigas cultivadoras de fungo, agrupadas na tribo *Attini*, as quais são exclusivas do Novo Mundo e bem diversas na região Neotropical (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). As formigas cultivadoras de fungos (Hymenoptera: Formicidae), são conhecidas como atíneas, por pertencerem a tribo *Attini*, subtribo *Attina* (BRANSTETTER *et al.*, 2017, MEHDIABADI; SCHULTZ, 2010; SOSA-CALVO *et al.*, 2018). Esses organismos habitam apenas o continente americano, abrangendo desde o norte da Argentina até o Sul dos Estados Unidos (MAYHÉ-NUNES; JAFFÉ, 1998; WEBER, 1972). As formigas que pertencem a esse grupo ainda são classificadas em dois clados principais, que são eles: Paleoattina (grupo mais “basal” do clado) e Neoattina (grupo mais derivado) (SOSA-CALVO *et al.*, 2018).

As formigas cultivadoras de fungos surgiram aproximadamente por volta de 50 milhões de anos atrás (SCHULTZ; BRADY, 2008), são caracterizadas pela relação mutualística com fungos conhecidos como basidiomicetos, os quais são cultivados para servirem de alimento para a colônia, principalmente ou exclusivamente das larvas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Por meio da interação, e outras estratégias comportamentais, fornecem ao fungo proteção contra patógenos, substrato para seu crescimento e dispersão (FERNÁNDEZ-MARÍN, 2013).

O surgimento da relação formiga-fungo é um passo evolutivo muito importante no grupo das formigas cultivadoras de fungo. Alguns autores como Schultz e Brady (2008), Mehdiabadi e Schultz (2010) realizaram um estudo detalhado da evolução desse grupo e dos seus respectivos fungos cultivados.

Com isso as conclusões dos estudos foram estabelecidas que elas são divididas em cinco sistemas de agricultura (Figura 6), que representam as transições na evolução desse grupo, sendo eles: agricultura basal, agricultura do fungo coral, agricultura de levedura, a agricultura generalizada derivada e por último a agricultura das cortadeiras de folhas. Esta subtribo reúne por volta de 250 espécies agrupadas em 17 gêneros (BRANSTETTER *et al.*, 2017, MEHDIABADI; SCHULTZ, 2010; SOSA-CALVO *et al.*, 2018).

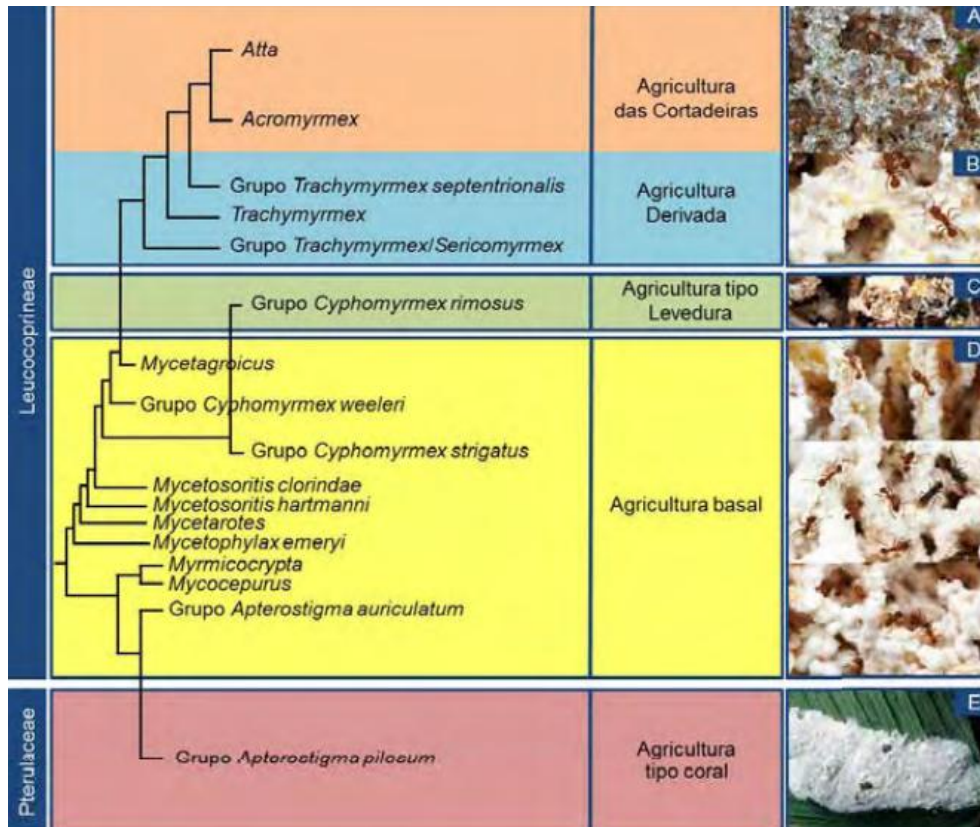


Figura 6: Tipos de cultivo de fungo da tribo Attini e seu respectivo tipo de agricultura. Fonte: Marchiori, A. C, 2013.

Os gêneros *Apterostigma*, *Cyphomyrmex*, *Kalathomyrmex*, *Mycetogroicus*, *Mycetarotes*, *Mycetophylax*, *Mycetosoritis*, *Mycocephurus*, *Myrmicocrypta*, *Paramycetophylax*, praticam agricultura basal. Esses gêneros divergiram a aproximadamente 50 milhões de anos atrás de uma linhagem ancestral, a qual se originou às formigas cultivadoras de fungo. Algumas características são compartilhadas e são consideradas ancestrais. Geralmente seus ninhos são inconspícuos, apresentam pequenas colônias com 10 a 100 operárias monomórficas e utilizam carcaça de insetos, sementes, partes de flores, frutas em decomposição como substrato para o fungo cultivado (MEHDIABADI; SCHULTZ, 2010).

Os gêneros *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex* praticam agricultura generalizada derivada, e divergiram de um ancestral por volta de 10 e 20 milhões de anos atrás e compartilham algumas características ancestrais. Seus ninhos são mais perceptíveis, pois apresentam um tamanho de colônia intermediário com cerca de 100 a 3.000 operárias, são monomórficas ou levemente polimórficas. Elas também utilizam carcaça de insetos, sementes, partes de flores, frutas em decomposição e facultativamente utilizam material vegetal cortado fresco (MEHDIABADI; SCHULTZ, 2010).

Os gêneros *Acromyrmex* e *Atta* praticam a agricultura das cortadeiras de folha, e elas compartilham um ancestral comum com algumas espécies do gênero *Trachymyrmex* e se diversificam-se entre 10 a 12 milhões de anos (SCHULTZ; BRADY, 2008). As espécies desses gêneros apresentam características consideradas derivadas, pois seus ninhos são perceptíveis, e suas colônias são muito grandes chegando a 10 milhões de operárias aproximadamente. Elas são polimórficas, ou seja, elas utilizam exclusivamente material vegetal que é cortado e fresco como substrato para o fungo. (MEHDIABADI; SCHULTZ, 2010; DELLA LUCIA, 2011; SOSA-CALVO, 2015). Diante disso, esses dois gêneros são considerados grandes pragas agrícolas, quando atacam monoculturas, assim ocasionando um prejuízo econômico (LATTKE, 1999).

As espécies da tribo *Attini*, ainda podem ser divididas em dois clados monofiléticos os quais são denominados de Paleoattini e Neoattini, que foram inicialmente identificadas por Kusnezov (1963). O agrupamento das espécies basalmente divergentes, *Apterostigma*, *Mycocepurus*, *Myrmicocrypta* e outros engloba todos os outros gêneros, *Acromyrmex*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Kalatomyrmex*, *Mycetagroicus*, *Mycetarotes*, *Mycetophylax*, *Mycetosoritis*, *Sericomyrmex*, *Trachymyrmex*, *Mycetomoellerius*, *Paratrachymyrmex* (SCHULTZ; BRADY, 2008; SOLOMON *et al.*, 2019).

Citogenético

Um meio de entender a evolução desse grupo, é a transição entre os sistemas de agricultura (SCHULTZ; BRADY, 2008), pois dentro disso ocorre uma transição da agricultura basal para a agricultura de formigas cortadeiras, assim sendo reconhecido como um segundo passo para evolução das formigas cultivadoras de fungos (MAYHÉ-NUNES; JAFFÉ, 1998). Tudo isso se deve as formigas cortadeiras, pois as mesmas são dominantes na paisagem em que ocorrem, apresentando maiores colônias e ninhos sofisticados (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; DELLA LUCIA, 2011), podendo ser reconhecidas como as formigas de maior sucesso ecológico entre aquelas que cultivam fungo. Assim, se tornando foco de vários estudos por conta do seu impacto que causam na agricultura.

Dentro da subfamília Myrmicinae (tribo *Attini*), o número dos seus cromossomos é muito variável de 8 a 54 dos já descritos na literatura.

Os resultados apontam que *Acromyrmex*, *Apterostigma*, *Chyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Mycethopylax* e *Trachymyrmex* apresentaram uma maior variação em relação ao número diploide (Tabela 1). Em contrapartida *Atta*, *Mycocepurus*, *Sericomyrmex* não foi verificado variação em relação ao número diplóide. O gênero *Myrmicrocripta* apresentou apenas uma espécie com $2n = 30$ cromossomos.

Tabela 1: Espécies da tribo Attini descrita na literatura. Fonte: O Autor, 2021.

Legenda:m: metacêntrico, sm: submetacêntrico, st: subtlocêntrico, a: acrocêntrico e $2n$.

Gêneros/Espécies	Localização	2n	Fórmula Cariotípica	Referência
<i>Acromyrmex</i>				
<i>A. ambiguus</i> (Emery, 1888)	Uruguai	38	8m + 30a	GOÑI <i>et al.</i> , 1983
<i>A. ameliae</i> De Souza, Soares e Della Lucia, 2007	MG – Brasil	36	2m + 8sm + 20st + 6a	BARROS <i>et al.</i> , 2008
<i>A. balzani</i> (Emery, 1890)	MG – Brasil	38	12m + 10sm + 14st + 2a	BARROS <i>et al.</i> , 2011.
<i>A. coronatus</i> (Fabricius, 1804)	MG – Brasil	38	12m + 8sm + 16st + 2a	BARROS <i>et al.</i> , 2016
<i>A. crassispinus</i> (Forel, 1909)	MG- Brasil	38	8m + 30a	FADINI; POMPOLO, 1996.
<i>A. disciger</i> (Mayr, 1887)	MG – Brasil	38	10m + 12sm + 14st + 2a	BARROS <i>et al.</i> , 2011
<i>A. echinator</i> (Forel, 1899)	MG-Brasil	38	8m + 6sm + 14st + 10a	BARROS <i>et al.</i> , 2011
<i>A. heyeri</i> (Forel, 1899)	Uruguai	38	8m + 30a	GOÑI <i>et al.</i> , 1983
<i>A. hispidus</i> Santschi, 1925	Uruguai	38	8m + 30a	GOÑI <i>et al.</i> , 1983
<i>A. molestans</i> Santschi, 1925	MG – Brasil	38	8m + 30a	FADINI; POMPOLO, 1996
<i>A. niger</i> (Smith, F. 1858)	MG – Brasil	38	12m + 18sm + 6st + 2a	BARROS <i>et al.</i> , 2011
<i>A. rugosus</i> (Smith, F. 1858)	MG – Brasil	38	16m + 12sm + 8st + 2a	BARROS <i>et al.</i> , 2011
<i>A. subterraneus subterraneus</i> (Forel, 1912)	MG – Brasil	38	8m + 30a	FADINI; POMPOLO, 1996
<i>A. subterraneus brunneus</i> (Forel, 1912)	MG – Brasil	38	2m + 6sm + 20st + 10a	BARROS <i>et al.</i> , 2008
<i>A. coronatus</i> (Fabricius, 1804)	PR - Brasil	38	!	PRESENTE ESTUDO
<i>A. lobicornis</i> (Emery, 1888)	PR – Brasil	38	!	DOLINE <i>et al.</i> , 2020
<i>Acromyrmex</i> sp.	PR – Brasil	22	10m + 8sm + 4st	DOLINE <i>et al.</i> , 2020
<i>Apterostigma</i>				
<i>A. madidiense</i> (Weber, 1938)	MG – Brasil	23	7m + 10sm + 5st + 1a	BARROS <i>et al.</i> , 2013
<i>A. mayri</i> Forel, 1893	Panama	24	24m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>A. steigeri</i> Santschi, 1911	MG – Brasil	22	20m + 2sm	BARROS <i>et al.</i> , 2013
<i>Apterostigma</i> . Sp	Panama	24	24m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>Apterostigma</i> . sp	Guiana Francesa	32	14m + 6sm + 10st + 2t	MARIANO <i>et al.</i> , 2013
<i>Apterostigma</i> . Sp	MG – Brasil	20	!	FADINI; PAMPOLO, 1996
<i>Atta</i>				
<i>A. bisphaerica</i> Forel, 1908	MG – Brasil	22	18m + 2sm + 2 st	BARROS <i>et al.</i> , 2014
<i>A. colombica</i> Guérin-Méneville, 1844	Panama	22	18m + 4a	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>A. laevigata</i> (Smith, F, 1858)	MG – Brasil	22	18m + 2sm + 2 st	BARROS <i>et al.</i> , 2014
<i>A. sexdens rubropilosa</i> Forel, 1908	MG – Brasil	22	18m + 2sm + 2 st	BARROS <i>et al.</i> , 2014
<i>Cyphomyrmex</i>				

<i>C. costatus</i> Mann, 1922	Panama	20	20m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>C. cornutus</i> Kempf, 1968	Guiana Francesa	22	10m + 12sm	MARIANO <i>et al.</i> , 2013
<i>C. rimosus</i> (Spinola, 1855)	Panama	32	28m + 4a	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>Mycetarotes</i>				
<i>M. carinatus</i> Mayhé-Nunes, 1995	!	14	!	FADINI <i>et al.</i> , 1996
<i>M. parallelus</i> (Emery, 1906)	!	54	!	FADINI <i>et al.</i> , 1996
<i>Mycetophylax</i>				
<i>M. conformis</i> (Mayr, 1884)	MG – Brasil	30	11m + 4sm + ?	CARDOSO, 2013
<i>M. morschi</i> (Emery, 1888)	MG – Brasil	30	9m + 5sm + 1a + ?	CARDOSO, 2013
<i>M. morschi</i> (Emery, 1888)	MG – Brasil	26	9m + 3sm + 1a + ?	CARDOSO, 2013
<i>M. simplex</i> (Emery, 1888)	MG – Brasil	36	10m + 8sm + ?	CARDOSO, 2013
<i>Mycocephurus</i>				
<i>M. goeldii</i> (Forel, 1893)	MG – Brasil	8	4m + 4sm	BARROS, 2010.
<i>Mycocephurus</i> . Sp	Panama	8	8m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>Myrmicrocrypta</i>				
<i>Myrmicrocrypta</i> . sp.	Guiana Francesa	30	6m + 10sm + 14a	MARIANO <i>et al.</i> , 2013
<i>Serycomymex</i>				
<i>S. amabilis</i> Wheeler, 1925	Panama	50	50m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>Serycomymex</i> sp.	MG – Brasil	50	44m + 6sm	BARROS <i>et al.</i> , 2013
<i>Trachymymex</i>				
<i>T. fuscus</i> Emery, 1934	MG – Brasil	18	16m + 2a	BARROS, <i>et al.</i> , 2014
<i>T. holmgreni</i> Wheeler, 1925	MG – Brasil	20	20m	BARROS <i>et al.</i> , 2018
<i>T. relictus</i> Borgmeier, 1934	MG – Brasil	20	20m	BARROS <i>et al.</i> , 2013
<i>T. septentrionalis</i> (McCook, 1881)	Panama	20	20m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>Trachymymex</i> sp. 1	Panama	12	12m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>Trachymymex</i> sp. 2	Panama	18	18m	MURAKAMI <i>et al.</i> , 1998
<i>Trachymymex</i> sp.	MG – Brasil	22	18m + 4sm	BARROS <i>et al.</i> , 2013

Analisando a fórmula cariotípica de cada gênero, observamos que *Acromymex*, *Myrmicrocrypta* apresentaram um maior número de cromossomos acrocêntricos, em *Apterostigma*, *Atta*, *Chyphomymex*, *Mychetophylax*, *Mycocephurus*, *Sericomymex*, *Trachymymex* apresentaram um número maior de cromossomos metacêntricos. Já o gênero *Mycetarotes* não apresentou sua fórmula cariotípica, apenas o seu número diploide. Interessante observar que *Mycocephurus* apresenta o menor número diploide, enquanto *Mycetarotes* um maior número diploide entre as formigas cultivadoras de fungos. A variação verificada em relação ao número diplóide está relacionada devido ao padrão e o formato dos cromossomos (WHITE, 1973). Essa caracterização é de suma importância para a reconstrução e entendimentos das rotas evolutivas (IMAI *et al.*, 1984).

Os dados coletados evidenciam que a maioria das espécies analisadas foram coletadas no Brasil para o estado de Minas Gerais (Tabela 2), com apenas a espécies de *Acromyrmex* sp. e *Acromyrmex lobicornes*, *Acromyrmex coronatus* no estado do Paraná e as demais coletadas fora do país. Assim reforçando que a região Sul do país pode ser muito explorada com a citogenética de formigas, para assim contribuir com os dados que á são descritos aumentando o número de espécies da tribo Attini e também avaliar possíveis evidências de registros das espécies que ainda não ocorreram nas demais regiões.

Tabela 2: Relação dos gêneros de formigas da tribo *Attini* coletadas e sua respectiva localidade. Fonte: O autor, 2021.

Localidade	Gêneros	Nº de espécies
Brasil / MG	<i>Acromyrmex:</i>	11
	<i>Apterostigma</i>	3
	<i>Atta</i>	3
	<i>Mychetophylax</i>	4
	<i>Mycocepuros</i>	1
	<i>Sericomyrmex</i>	1
	<i>Trachymyrmex</i>	4
Brasil / PR	<i>Acromyrmex</i>	3
Panamá	<i>Apterostigma</i>	2
	<i>Atta</i>	1
	<i>Cyphomyrmex</i>	2
	<i>Mycocepuros</i>	1
	<i>Sericomyrmex</i>	1
	<i>Trachymyrmex</i>	3
Guiana	<i>Apterostigma</i>	1
Francesa	<i>Cyphomyrmex</i>	1
	<i>Myrmicocrypta</i>	1
Uruguai	<i>Acromyrmex</i>	3
Sem Local	<i>Mycetarotes</i>	2

Concomitantemente, com o levantamento bibliográfico, foram obtidas metáfases de cromossomos mitóticos de *Acromyrmex coronatus* (figura 7). O material analisado apresentou $2n = 38$ cromossomos, esse número observado para outra população de Minas Gerais (BARROS *et al.*, 2016).

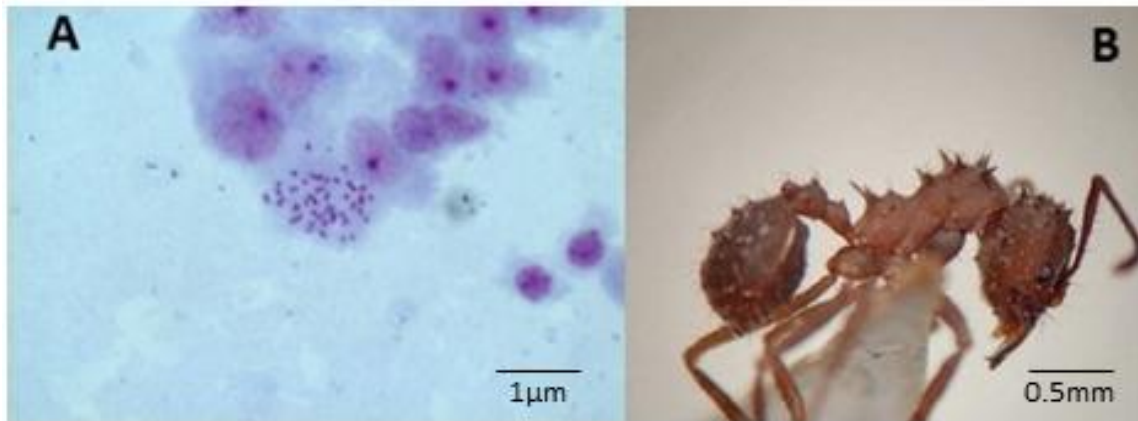


Figura 7: Coloração convencional com Giemsa. A) cromossomos mitóticos de *Acromyrmex coronatus*. e B) *Acromyrmex coronatus*. Fonte: O autor, 2021.

Entretanto, houve dificuldades na coleta de material, pois, durante os meses de inverno os ninhos coletados não possuíam pupas, acarretando dificuldades na melhoria da qualidade das metáfases. Como o desenvolvimento da linha em citogenética de formigas é recente na região Sul do Brasil, e consequentemente na Universidade Estadual do Paraná, e não há essa dificuldade em outras regiões do Brasil, devido suas estações serem estações com temperaturas mais elevadas que a região Sul do país, como a região Sudeste, essas informações são importantes, e demonstram que as coletas precisam acontecer nos meses de outubro a março na região de União da Vitória.

Os estudos citogenéticos em formicídios são pouco explorados, pois há a necessidade de aliar duas áreas de conhecimento, a citogenética com suas técnicas de obtenção de cromossomos e a taxonomia para identificação dos espécimes. Possivelmente, as dificuldades de obter cromossomos de formigas por tratar de um organismo com tamanho pequeno e invertebrado, aliado as dificuldades de identificação taxonômica, impediram que essa linha de pesquisa se desenvolvesse em algumas regiões como é o caso do sul do Brasil, assim, aliando ambas as áreas com um grupo de pesquisa, as possibilidades de mais estudos se tornem mais plausíveis.

Referências

- BARROS, L. A. C.; MARIANO, C.S.F.; HORA, R.R. DELLA-LUCIA, T.M, C, DELABIE, J. H. C.; POMPOLO, S.G. Abordagem citogenética do processo de especiação da parasita social *Acromyrmex ameliae* e das suas hospedeiras *A. subterraneus subterraneus* e *A. subterraneus brunneus* (Formicidae: Attini). In: 54º Congresso Brasileiro de Genética, 2008, Salvador-BA.
- BARROS, L. A. C. **Citogenética de espécies de Attini (Formicidae: Myrmicinae)**, 2010. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

- BARROS, L. A. C.; MARIANO C. S. F.; POMPOLO, S. G.; DELABIE, J. H. C. Citogenética de Attini. In: Della-Lucia C. M. T. **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 68-79p. 2011.
- BARROS, L. A. C.; MARIANO, C. S. F.; POMPOLO, S. G. Cytogenetic studies of five taxa of the tribe Attini (Formicidae: Myrmicinae). **Caryologia**, v. 66, n. 1, p. 59–64, 2013.
- BARROS, L. A. C.; *et al.* Banding patterns of three leafcutter ant species of the genus *Atta* (Formicidae: Myrmicinae) and chromosomal interferences. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1694–1701, 2014.
- BARROS, Luísa Antônia Campos *et al.* Cytogenetic data on six leafcutter ants of the genus *Acromyrmex* Mayr, 1865 (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae): insights into chromosome evolution and taxonomic implications. **Comparative cytogenetics**, v. 10, n. 2, p. 229, 2016.
- BARROS, L. A. C.; TEIXEIRA, G. A.; AGUIAR, H. J. A. C.; LOPES, D. M.; POMPOLO, S. G. **Sociobiology**, v. 65, n. 2, p. 185–190, 2018.
- BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E.M. (eds). Invertebrados Terrestres. Vol. V. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C.E.M. 1999. **Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: FAPESP. xviii + 279 p, 1999.
- BRANSTETTER, M. G. *et al.* Dry habitats were crucibles of domestication in the evolution of agriculture in ants. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, London, v. 284, n. 1852, p.1-10, 2017
- CALDEIRA, M. V. W. **Determinação da Biomassa e Nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- CARDOSO, D. C. **História evolutiva das espécies do gênero *Mychetopylas* Emery, 1913 (Hymenoptera: Formicidae): Formigas endêmicas de restingas**, 2013. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- CARNEIRO, G. S. **Levantamento de Estudos Citogenéticos em Formigas Cultivadoras de Fungos (Hymenoptera: Formicidae) Myrmicinae**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Estadual do Paraná, União da Vitória, 2021.
- CRISTIANO, M, P.; CARDOSO D.C.; SALOMÃO T.M.F. Cytogenetic and molecular analyses reveal a divergence between *Acromyrmex striatus* (Roger,1863) and other congeneric species: taxonomic implications. **Plos One**, v. 8, n. 3, p. e59784, 2013.
- CROSLAND, M. W. J.; CROZIER, R. H. *Myrmecia pilosula*, na ant with only one pair of chromosomes. **Science**, v. 231, p.1278, 1986.
- DELLA LUCIA, C. M. T. **Formigas-cortadeiras**: Viçosa: UFV, 421 p, 2011.
- DOLINE, F. R; HOLDEFER, D. R.; LORSCHIEDER, C. A. Estudo citogenético de *Acromyrmex lobicornis* (Hymenoptera: Formicidae) ocorrentes no município de União da Vitória, Paraná. **Anais: Seminário de Integração: Pesquisa, Extensão, Cultura e Inovação Tecnológica (SIPEC)**, 2020.
- FADINI, M. A.; POMPOLO, S. G. Cytogenetics of some ant species of the tribe Attini (Hymenoptera, Formicidae) from the region of Viçosa, MG. **Brazil Journal Genetic**, v. 19, p. 53-55, 1996.

- FADINI, M. A.; *et al.* Citogenética de duas espécies do gênero *Mycetarotes* (Hemiptera: Formicidae). **XLII Congresso Nacional de Genética**, Caxambu-MG, 1996.
- FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá-COL: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, p. 29-44, 2003.
- FERNÁNDEZ-MARÍN, H.; BRUNER, G.; GOMEZ, E. B.; NASH, D. R.; BOOMSMA, J. J.; WCISLO, W. T. Dynamic disease management in *Trachymyrmex* fungus-growing ants (Attini: Formicidae). **The American Naturalist**, v. 181, n. 4, p. 571-582, 2013.
- GOÑI, B.; DE ZOLESSI, L. C.; IMAI, H.T. Karyotypes of thirteen ant species from Uruguay (Hymenoptera, Formicidae). **Caryologia**, v. 36, n. 4, p. 363-371, 1983.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, O. E. **The ants**. Harvard University Press, p. 746, 1990.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, O. E. **The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies**. Norton & Company, p. 143, 2009.
- IMAI, H. T.; URBANI, C. B.; KUBOTA, M.; SHARMA, G. P.; NARASINHANNA, M. N. DAS, B. C.; SHARMA, A. K.; SHARMA, A.; DEODIKAR, G. B.; VAIDYA, V. G.; RAJASEKARASETTY, M. R. Karyological survey of indian ants. **Japanese Journal Genetics**, v. 59, p. 1-32, 1984.
- LATTKE, J. E. A new species of fungus-growing ant and its implications for attine phylogeny (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomol**, v. 24, p. 1-6, 1999.
- MARCHIORI, A. C. **Diversidade e Evolução na Simbiose entre Bactérias e Formigas Attini**. 2013. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.
- MARIANO, C. S. F.; POMPOLO, S.G.; BARROS L.A.C.; MARIANO, E.; CAMPIOLO S.; DELABIE J.H.C. A biogeographical study of the threatened ant *Dinoponera lucida* Emery (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) using a cytogenetic approach. **Insect Conservation and Diversity**, v. 1, n. 3, p. 161-168, 2008.
- MARIANO, C. S. F.; *et al.* The karyotypes of *Gigantiops destructor* (Fabricius) and other ants from French Guiana (Formicidae). **Anales de la Société Entomologique de France**, v. 47, n. 1-2, p. 140-146, 2013.
- MARIANO, Cléa Dos Santos Ferreira *et al.* A biogeographical study of the threatened ant *Dinoponera lucida* Emery (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) using a cytogenetic approach. **Insect Conservation and Diversity**, v. 1, n. 3, p. 161-168, 2008.
- MAYHÉ-NUNES, A. J.; JAFFÉ, K. On the biogeography of Attini (Hymenoptera: Formicidae). **Ecotropicos**, v. 11, n. 1, p. 45-54, 1998.
- MEHDIABADI, N. J.; SCHULTZ, T. R. Natural history and phylogeny of the fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). **Myrmecological News**, v. 13, p. 37-55, 2010.
- MURAKAMI, T.; FUJIWARA, A.; YOSHIDA, M. C. Cytogenetics of ten ant species of the tribe Attini (Hymenoptera, Formicidae) in Barro Colorado Island, Panama. **Chromosome Science** 2, p. 135-139, 1998.

- SANTOS-COLARES, M. C.; *et al.* Preparation of mitotic chromosomes of leaf-cutting ants from the genera *Atta* and *Acromyrmex*. **Brazil Journal Genetic**, v. 20, p. 25-27, 1997.
- SCHLICK-STEINER, B. C.; STEINER, F.M.; SEIFERT, B.; STAUFFER, C.; CHRISTIAN E.; CROZIER, R.H. Integrative taxonomy: a multisource approach to exploring biodiversity. **Annual Review of Entomology**, v. 55, p. 421-438, 2010.
- SCHULTZ, T. R. In search of ant ancestors. Comentary **PNAS** 26: 14028–14029, 2000.
- SCHULTZ, T. R.; BRADY, S. Major evolutionary transitions in ant agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 14, p. 5435-5440, 2008.
- SOLOMON, Scott E. et al. The molecular phylogenetics of Trachymyrmex Forel ants and their fungal cultivars provide insights into the origin and coevolutionary history of ‘higher-attine’ ant agriculture. **Systematic Entomology**, v. 44, n. 4, p. 939-956, 2019.
- SOSA-CALVO, J.; JESOVNIK, A.; OKONSKI, E.; SCHULTZ, T. R. Locating, collecting, and maintaining colonies of fungus-farming ants (Hymenoptera: Myrmicinae: Attini). **Sociobiology**, v. 62, n. 2, p. 300-320, 2015.
- SOSA-CALVO, J. et al. Evolution, systematics, and natural history of a new genus of cryptobiotic fungus-growing ants. **Systematic Entomology**, Oxford, v. 43, n. 3, p. 549-567, 2018.
- WHITE, M. J. D. **Animal cytology and evolution**. London, Cambridge, University Press, 1973.

ANEXO A - NORMAS DA REVISTA LUMINÁRIA

NORMAS PARA APRESENTAÇÃO DE ARTIGO

- a) Os artigos deverão conter entre 10 a 30 páginas, respeitando-se a seguinte configuração: utilizar o editor Word for Windows, papel em formato A4 (21 x 29,7cm) com margens de 2,0cm, com numeração de páginas.
- b) Os artigos submetidos a revista Luminária serão formatados e compatibilizados com o visual do formato do periódico.
- c) As condições de ortografia e sintaxe serão de responsabilidade do autor.

ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS

1. Primeira página.

- a) Título do artigo: deve ser claro e objetivo. Deve estar escrito em negrito na mesma língua do texto, evitando-se abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem a compreensão do conteúdo do artigo. Deve ser apresentado na primeira linha, centralizado, e em negrito. Fonte: Times New Roman, tamanho 12, somente primeira letra em maiúscula.
- b) Nome(s) do(s) autor (es); deve-se indicar o(s) nome (s) de todos os autores do trabalho, por extenso. Após cada nome, inserir o nome da Instituição e sigla; o endereço eletrônico deverá ser indicado logo em seguida. Deve estar alinhado à direita, somente as iniciais dos nomes em letra maiúsculas.
- c) Resumo deve ser redigido em português, independente da língua em que o texto estiver escrito. Colocar, antecedendo o texto, a palavra Resumo em caixa baixa (inicial maiúscula) e negrito. Redigir o texto em parágrafo único, espaço simples, justificado, de no máximo 300 palavras.
- d) Palavras-chave: indicar entre 3 a 5 palavras significativas do conteúdo do artigo, logo abaixo do resumo, separadas entre si por ponto e vírgula (;). Colocar o termo Palavras-chave em caixa baixa e negrito, apenas a primeira letra em maiúscula.
- e) Para o Título em inglês: seguir as mesmas normas indicadas para o título.
- f) Para o Abstract: seguir as mesmas normas indicadas para o resumo
- g) Para Keywords: seguir as mesmas normas indicadas para palavras-chave.

2. Corpo de Texto

- a) O texto do artigo científico deve conter os seguintes tópicos: Introdução contendo Material e Métodos, ou Metodologia; Desenvolvimento; Resultados; Discussão (Resultados e Discussão podem ser apresentados num mesmo tópico se os autores referirem); e Considerações finais. Em casos especiais (p.ex. trabalhos essencialmente teóricos) será permitida a organização somente nos tópicos: Introdução, Desenvolvimento e Considerações finais. Os tópicos devem ser apresentados em negrito e caixa baixa, somente inicial em maiúscula.

- b) Fonte: Times New Roman, tamanho 12, alinhamento justificado ao longo de todo o texto e espaçamento 1,5 entre linhas.
- c) Citações de corpo de texto, serão de até 3 linhas, entre aspas duplas. Quando maiores que 3 linhas, devem ser destacadas fora do corpo de texto, com recuo de 4 cm da margem esquerda, com letra menor que a utilizada no texto (fonte 11), em espaçamento simples se sem aspas. As referências bibliográficas das citações ou menções a outros textos deverão ser indicadas, com as seguintes informações, entre parênteses: (sobrenome do autor em caixa alta, vírgula, ano da publicação). Exemplo: (COSTA, 2003). Quando as citações vierem incluídas no corpo do texto, as citações devem ser expressas em minúsculo e somente com a inicial em maiúsculo e somente o ano entre parênteses. Exemplo: Costa (2003). Para dois autores (COSTA; SANTOS, 2010). Se for no texto Costa e Santos (2010). No caso de mais autores, usar et al. Exemplo: Costa, et al. (2010) ou (COSTA et al., 2010).
- d) Notas explicativas: quando utilizadas, devem ser colocadas no rodapé da página e ser numerada sequencialmente, sobrescritas com algarismo arábicos no decorrer do texto, devendo ter numeração única e consecutiva. Alinhamento justificado, espaçamento 10, mantendo espaço simples dentro da nota e entre as notas.
- e) Subtítulos das seções: sem numeração, sem recuo de parágrafo, em itálico, com maiúscula somente a primeira palavra da seção. Exemplo: *Relação teoria e prática na formação de professores*. Não numerar: *Introdução, Metodologia, Resultados, Discussão, Conclusão e Referencias*.
- f) Elementos ilustrativos: gráficos, mapas, tabelas, figura, foto, etc., devem ser inseridos no texto logo após serem citados, contendo a devida explicação (legenda) na parte inferior (quando se tratar de ilustrações) ou superior (quando se tratar de tabelas ou quadros) da mesma e numeradas sequencialmente (ex. *Figura 1, Modelos didáticos desenvolvidos por alunos do ensino médio da rede pública de ensino do município de União da Vitória, PR*). No caso de imagens, usar formato igual ou superior a 3000dpi.

3. Referências

Colocadas logo após o término do artigo. Seguir normas ABNT em uso. Em caso de dúvidas, você poderá utilizar links que formatem referências, como: <http://referenciabibliografica.net/>
Para mais informações da revista acessar:

<http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/luminaria/about/submissions#onlineSubmissions>