

Reprodução assexuada em Blattaria facultativamente partenogenéticas

Asexual reproduction in Blattaria facultatively parthenogenetic

Anna Clara Balbina Silva*, Afonso Pelli

Universidade Federal do Triângulo, Instituto de Ciências Biológicas e Naturais
Departamento de Patologia, Genética e Evolução. Uberaba. Minas Gerais. Brasil.
annaclara1996@live.com

RESUMO

Partenogênese facultativa, observada em alguns grupos de insetos, é uma estratégia reprodutiva na qual as fêmeas são capazes de gerar outras fêmeas quando o sexo é impedido ou quando não existe disponibilidade de machos. A barata *Nauphoeta cinerea* (Olivier, 1789) (Blattaria: Blaberidae) é adequada para abordar a partenogênese facultativa, nem todas as fêmeas são capazes de mudar o modo sexual. Foram coletadas 10 fêmeas virgens e isoladas em recipientes. A fêmea número 8 produziu o maior número de ootecas, já as fêmeas 3 e 7 demoraram maior tempo para produzir ootecas. A redução do período de produção da ooteca, colabora para o aumento da prole partenogenética produzida por uma fêmea, sendo assim uma população produzida de fêmeas partenogenéticas seria viável para estudos de laboratório e em biotérios de criação de predadores de baratas.

Palavra-chave: Barata, Evolução do sexo, Feromônio sexual

ABSTRACT

Optional parthenogenesis, observed in some groups of insects, is a reproductive strategy in which females can generate other females when sex is prevented or when the availability of males is not. The cockroach *Nauphoeta cinerea* (Olivier, 1789) (Blattaria: Blaberidae) is suitable for addressing facultative parthenogenesis, not all females can change the sexual mode, so 10 virgin females were collected from a population and isolated in containers for observation of sexual behavior. Female number 8 produced the largest number of ootecas, while females 3 and 7 took longer to produce ootecas. The reduction of the period of production of the ooteca, collaborates for the increase of the parthenogenetic offspring produced by a female, being thus a population produced of parthenogenetic females would be viable for laboratory studies and in vivariums of breeding of cockroach predators.

Keyword: Cockroach, Evolution of sex, Sexual pheromone

INTRODUÇÃO

Uma estratégia evolutiva, constante, em grande parte dos eucariotos é a reprodução sexuada. Algumas hipóteses sobre a permanência do sexo é explicada pela diversidade genética originada pela recombinação e segregação^(1,2). Entretanto, a reprodução assexuada possui as suas vantagens, uma fêmea assexual produzirá o dobro da prole reprodutiva que uma fêmea sexual^(3,4).

O evento da reprodução assexuada de um ancestral sexual pode ocorrer por diversos motivos, como pelo atraso do amadurecimento dos ovos ocasionado pela ausência da estimulação do acasalamento ou pela ausência do espermatozoide, sendo assim, ocorre o retorno evolutivo da reprodução assexuada⁽⁵⁾.

A ocorrência da partenogênese facultativa é atípica entre os animais, contudo é observada em alguns grupos de insetos ortopteróides (gafanhotos e grilos), incluindo as baratas e escorpiões^(6,7).

Nesse contexto, Blattaria Burmeister, 1829 representa um grupo do qual a reprodução sexual, partenogênese facultativa e partenogênese obrigatória surgiram diversamente^(8,9). Essa condição específica de partenogênese é chamada de "*Thelytoky*", no qual as fêmeas produzem apenas fêmeas a partir de ovos não fertilizados⁽¹⁰⁾. Por exemplo, a barata do Suriname *Pycnoscelus surinamensis* (Linnaeus, 1758) apresenta partenogênese obrigatória; indivíduos nativos da região se reproduzem sexualmente, mas no caso daqueles que foram introduzidos por humanos em outros países como nos EUA e na Austrália se reproduzem apenas assexuadamente⁽¹¹⁾.

A barata *Nauphoeta cinerea* (Olivier, 1789) reproduz por partenogênese facultativa; isto é, alguns são capazes de mudar de um modo de reprodução sexual para um modo assexual quando isolados de machos⁽¹²⁾. Essa espécie pertencente à família Blaberidae, é natural do Leste da África, e sua atual distribuição encontra-se nos trópicos⁽¹³⁾.

No caso dos machos desta espécie ocorre uma dominância de hierarquias estabelecida pelo feromônio sexual, portanto, as fêmeas selecionam os machos

dominantes como seus parceiros^(14,15). A vantagem da escolha de se acasalar com os machos dominantes está nos filhos, que tem um desenvolvimento acelerado se comparado àqueles descendentes de fêmeas que acasalam com machos não dominantes, portanto existe uma correlação com status social do macho e a taxa de desenvolvimento da prole⁽¹⁶⁾.

O estudo da variação no modo de reprodução, permite conhecer melhor as mudanças no desenvolvimento de uma população, entretanto, a reprodução partenogenética acontece somente quando as fêmeas são isoladas dos machos, neste caso toda a prole gerada será feminina, geneticamente idêntica à mãe⁽¹⁷⁾.

Nem todas as fêmeas da espécie podem alterar seu modo de reprodução⁽¹⁸⁾, a partenogênese facultativa vem da capacidade de uma fêmea individual, isolada de machos, por fatores ambientais, modificar integralmente seu modo de reprodução para assexual.

A pesquisa teve como objetivo realizar um estudo descritivo sobre a partenogênese facultativa em *Nauphoeta cinerea*, a fim de buscar informações para um melhor conhecimento da estrutura e dinâmica das populações e da biologia e história natural da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia & Evolução Nico Nieser do Departamento de Patologia, Genética e Evolução da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, entre janeiro e setembro de 2020.

Os animais utilizados na pesquisa foram criados e mantidos em biotério, com controle de fotoperíodo, 12 horas claro/escuro e temperatura 26°C, em Uberaba/MG. A licença para coleta de insetos foi concedida pelo ICBMBIO, sob nº 63276-1, sendo o biotério registrado na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e no Conselho Regional de Biologia 4ªRg, sob responsabilidade e Anotação de Responsabilidade Técnica do biólogo Afonso Pelli.

As baratas utilizadas para o experimento foram coletadas de uma população mantida em laboratório, conforme descrito por Silva e Pelli⁽¹⁹⁾.

Foram coletadas 10 fêmeas e isoladas em recipientes individuais. Estes permitiram a oportunidade de, eventualmente, se reproduzirem assexuadamente. Foram selecionadas fêmeas imaginais - ninfas de último instar sexualmente imatura logo após a muda para a fase adulta. Foram utilizados indivíduos com genitália e apêndices (pares de pernas, antenas, palpos maxilares e palpos labiais) aparentemente normais e íntegros.

Essas fêmeas foram mantidas isoladas, em recipiente circular plástico selado, identificado com dimensões aproximadas de: diâmetro = 11 cm; altura = 6 cm; volume = 450 cm³, a aeração foi assegurada através de dez pequenos orifícios de ventilação (0,5 mm) na tampa. Portanto, essas fêmeas nunca tiveram a oportunidade de encontrar um macho. A produção de ootecas foi verificada visualmente e foram separadas em outros recipientes que compartilhava do mesmo número da progenitora. As baratas foram alimentadas com ração para peixes 55% de proteína bruta da Guabi® para alevinos e receberam água *ad libitum*.

Para avaliar a viabilidade dos ovos produzidos por partenogênese foram coletadas 23 ootecas depositadas de 10 fêmeas virgens, cada ooteca foi alojada em um microtubo de Eppendorf® 1,5 ml com dois pequenos orifícios (0,5 mm) na tampa para aeração e mantidos a 26°C. O número de indivíduos eclodidos de cada ooteca foi verificado visualmente durante um período de dois meses até que todos os filhotes foram confirmados como viáveis ou não (Fig. 1).

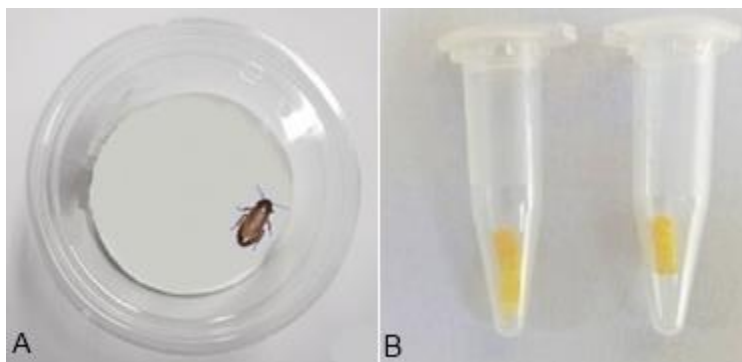


Figura 1. Fêmea de *N. cinerea* alojada no recipiente para o ensaio (a). Ooteca alojada no microtubo (b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as fêmeas não acasaladas reproduziram, depositando um total de 23 ootecas, dos quais 219 descendentes, todas fêmeas, atingiram a idade adulta (Fig. 2).



Figura 2. Descendentes fêmeas de *N. cinerea* alojadas na caixa de criação.

A fêmea número 8 produziu o maior número de ootecas, já as fêmeas 3 e 7 demoraram maior tempo para produzir ootecas (Tabela 1.), em estudos semelhantes quando se agrupavam as fêmeas no mesmo recipiente, o período e variação de produção da ooteca entre os indivíduos era encurtado, já em comparação com as fêmeas isoladas este período era maior^(2,4,5,6,14,21). Em animais eussociais, ocorre a diminuição da taxa de mortalidade, o aumento do tempo de desenvolvimento ninfal e da produção de ovos. Esse fenômeno em conjunto são denominados como Efeito de grupo⁽²⁰⁾.

A partenogênese facultativa é normalmente observada em locais com baixa densidade populacional, sendo assim as fêmeas apresentam vantagens em relação aos machos, na sobrevivência, e alguns casos tendendo a partenogênese obrigatória como visto em *Pycnoscelus surinamensis*⁽²¹⁾.

Sinais quimiossensoriais, como os ferômonios, são utilizados pelas baratas para seleção de parceiros, como exemplo o contato antenal que também estimula a produção de ootecas. Fêmeas mantidas, com machos com as antenas removidas, tiveram um atraso na produção de ootecas e indução a partenogênese⁽²²⁾.

Tabela 1. Intervalos entre as produções de ooteca.

Fêmeas	1° produção	2° produção	3° produção	4° produção	5° produção	6° produção	Tot. ootecas
1		x		x			2
2	X	X					2
3						x	1
4		X		x			2
5		X		x			2
6	X	X					2
7						x	1
8		x	x	x	x	x	5
9	X	x					2
10	X	x	x		x		4

Averigua-se que a tendência a partenogênese de *Periplaneta. americana* seja maior que a de *N. cinérea*, que utiliza partenogênese facultativa, pois o tamanho da prole gerada pela partenogênese é menor do que a da prole gerada sexualmente⁽¹²⁾, a progênie partenogenética não sobrevive além da terceira geração.

CONCLUSÃO

A redução do período de produção da ooteca, colabora para o aumento da prole partenogenética produzida por fêmeas. Populações isogênicas produzidas fêmeas partenogenéticas seria ideal para estudos de toxicidade e resposta biológica a diferentes agentes externos. A padronização do modelo de estudo é essencial para comparar respostas e estudos. Além disso, maximizando a reprodução em biotérios, as inúmeras potencialidades de uso desses animais são incrementadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à FAPEMIG, pelo fomento parcial do projeto, com a concessão de Bolsa de mestrado (processo 23085.003285/2019-61), junto ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. e em especial ao saudoso Prof. Dr. Ângelo Barbosa Monteiro Machado, grande mestre e entusiasta da Ciência e Entomologia Brasileira.

REFERÊNCIAS

- (1) Meirmans, S; Meirmans, PG; KIRKENDALL, LR. 2012. The costs of sex: facing real-world complexities. *The Quarterly Review of Biology*. 87(1):19-40. DOI: 10.1086/663945.
- (2) Burke, NW; Crean, AJ; Bonduriansky, R. 2015. The role of sexual conflict in the evolution of facultative parthenogenesis: a study on the spiny leaf stick insect. *Animal Behaviour*. 101:117–27.
- (3) Lehtonen J; Jennions, MD; Kokko, H. 2012. The many costs of sex. *Trends in Ecology e Evolution*. 27(3): 172-178. DOI:10.1016/j.tree.2011.09.016.
- (4) Cocco, J; Butnariu, AR; Bessa, E; Pasini, A. 2013. Sex produces as numerous and long-lived offspring as parthenogenesis in a new parthenogenetic insect. *Canadian Journal of Zoology*. 91(3):1-4. DOI: 10.1139/cjz-2012-0289v.91.
- (5) Tvedte, ES; Logsdon, JM Jr; Forbes, AA. 2019. Sex loss in insects: causes of asexuality and consequences for genomes. *Current Opinion in Insect Science*. 31:77-83. DOI: 10.1016/j.cois.2018.11.007.
- (6) Medeiros, ADES; De Lima, PNS; DE Araujo, AFL; DE Albuquerque, CMR. 2016. Growth and developmental time in the parthenogenetic scorpion *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876) (Scorpiones: Buthidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 38(1):85-90.
- (7) Lombardo, JA; Elkinton, JS. 2017. Environmental adaptation in an asexual invasive insect. *Ecology and Evolution*. 7(14):5123-5130. DOI:10.1002/ece3.2894.

- (8) Vershinina, AO; Kuznetsova, VG. 2016. Parthenogenesis in Hexapoda: Entognatha and non-holometabolous insects. *Journal Zoological of Systematics Evolutionary Research*. 54:257-68.
- (9) Hellemans, S; Dolejšová, K; Křivánek, J; Fournier, D; Hanus, R; Roisin, Y. 2019. Widespread occurrence of asexual reproduction in higher termites of the *Termes* group (Termitidae: Termitinae). *BMC Evolutionary Biology*. 19(131):1-14. DOI:10.1186/s12862-019-1459-3.
- (10) Burke, NW; Bonduriansky, R. 2019. The paradox of obligate sex: The roles of sexual conflict and mate scarcity in transitions to facultative and obligate asexuality. *Journal of Evolutionary Biology*. 32(11):1230-1241. DOI:10.1111/jeb.13523.
- (11) Zangl, L; Kunz, G; Berg, C; Koblmüller, S. 2019. First records of the parthenogenetic Surinam cockroach *Pycnoscelus surinamensis* (Insecta: Blattodea: Blaberidae) for Central Europe. *Journal of applied Entomology*. 143(3):308-313. DOI:10.1111/jen.12587.
- (12) Corley, Ls; Blankenship, JR; Moore, AJ. 2001. Genetic variation and asexual reproduction in the facultatively parthenogenetic cockroach *Nauphoeta cinerea*: implications for the evolution of sex. *Journal Evolutionary Biology*. 14:68-74. DOI:10.1046/j.1420-9101.2001.00254.x.
- (13) Santos, DS; Rosa, ME; Zanatta, AP; Oliveira, RS; Almeida, CGM; Leal, AP; Sanz, M; Fernandes, KA; Souza, VQ; Assis, DR; Pinto, E; Belo, CAD. 2019. Neurotoxic effects of sublethal concentrations of cyanobacterial extract containing anatoxin-a(s) on *Nauphoeta cinerea* cockroaches. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 171:138-145.
- (14) Katoh, K; Iwasaki, M; Hosono, S; Yoritsune, A; Ochiai, M; Mizunami, M; Nishino, H. 2017. Group-housed females promote production of asexual ootheca in American cockroaches. *Zoological Letters*. 3:3. DOI 10.1186/s40851-017-0063-x
- (15) Harper, JM. 2018. Body size and the righting response: a cost of reproductive success in *Nauphoeta cinerea* (Blattodea: Blaberidae)? *Journal of Entomological Science*. 53(4):523-532.
- (16) Silva, ACB; Pelli, A. 2019. Estado atual do conhecimento das baratas, ordem Blattaria Burmeister, 1829. *Revista UNINGÁ Review*. 34(2):28-38.
- (17) Tanaka, M; Daimon, T. 2019. First molecular genetic evidence for automictic parthenogenesis in cockroaches. *Insect Science*. 26(4):649-655. DOI:10.1111/1744-7917.12572.

- (18) Salazar, L; Planas-Sitjà, I; Sempo, G; Deneubourg, JL. 2018. Individual thigmotactic preference affects the fleeing behavior of the American cockroach (Blattodea: Blattidae). *Journal Insect Science*. 18(1):1-7.
- (19) Silva, ACB; Pelli, A. 2020. Metodologia para criação de três espécies de Blattaria Burmeister, 1829: *Nauphoeta cinerea* (Olivier, 1789), *Blaberus giganteus* (Linnaeus, 1758) e *Gromphadorhina portentosa* (Schaum, 1853). *Acta Biologica Brasiliensia*. 3(1): 14-21.
- (20) Uzsák, A; Schal, C. 2012. Differential physiological responses of the German cockroach to social interactions during the ovarian cycle. *Journal of Experimental Biology*. 215(30):37–44.
- (21) Louis, MR; Edwin, RW. 1956. Parthenogenesis in Cockroaches. *Annals of the Entomological Society of America*. 49(3):195–204. DOI:10.1093/aesa/49.3.195.
- (22) Nishino, H; Iwasaki, M; Mizunami, M. 2011. Pheromone detection by a pheromone emitter: a small sex pheromone-specific processing system in the female American cockroach. *Chemical Senses*. 36(3):261–70.