

***Planococcus citri* (RISSO) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE): RELAÇÕES MACHO-FÊMEA E INFLUÊNCIAS NA BIOLOGIA REPRODUTIVA**

Lenira Viana Costa Santa-Cecília¹, Ernesto Prado², Andressa Barbosa Pereira³,
Brígida Souza⁴, Lara Sales⁵

(Recebido: 25 de agosto de 2016; aceito: 19 de dezembro de 2016)

RESUMO: A reprodução da cochonilha-branca *Planococcus citri* tem sido relatada como biparental e partenogenética facultativa ou exclusivamente biparental. Entretanto, a ocorrência da partenogênese facultativa pode ser um atributo das populações locais e, assim, as diferenças geográficas serem determinantes na reprodução desses insetos. Desta forma, objetivou-se com este trabalho aprofundar os estudos sobre a reprodução de *P. citri* oriunda de uma população infestando cafeeiros (*Coffea arabica*) na região Sul do Estado de Minas Gerais, tendo em vista a escassez de informações sobre esse pseudococcídeo no Brasil. Foram estudados o tipo de reprodução, o efeito da temperatura sobre a razão sexual, a capacidade de reprodução de machos com 1 ou 2 dias após a emergência e fêmeas com 1 a 40 dias de idade e o número de fêmeas que podem ser fecundadas por um único macho. Constatou-se que espécimes de *P. citri* oriundos dessa população somente se reproduzem sexuadamente. As temperaturas de 20, 25 e 30°C tiveram influência na razão sexual, verificando-se um aumento da proporção de fêmeas a 20°C e 30°C, e uma proporção similar entre machos e fêmeas a 25°C. A temperatura de 15°C ocasionou a mortalidade de todos os insetos. O macho é capaz de copular dentro das 24 h após emergência, o que é um indicio de que sua maturidade sexual seja completada no interior do casulo, onde permanece por cerca de dois dias. Embora não sobreviva além de dois dias após a emergência, nesse período pode copular com até 21 fêmeas. Fêmeas entre 1 e 40 dias de idade foram capazes de copular e apresentar descendentes machos e fêmeas na mesma proporção.

Termos para indexação: Cochonilha-farinheira, tipo de reprodução, temperatura, razão sexual, cópula.

***Planococcus citri* (RISSO) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE): MALE/FEMALE RELATIONSHIPS AND INFLUENCES IN THE REPRODUCTIVE BIOLOGY**

ABSTRACT: The reproduction of the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) has been reported as biparental with facultative parthenogenesis or exclusively biparental. Parthenogenesis may be an attribute of local populations, thus geographic variations could be determinant for the type of reproduction. Therefore, this work aimed to increase our knowledge on the reproduction of *P. citri* by evaluating the type of reproduction of a Brazilian population of the citrus mealybug collected in coffee trees (*Coffea arabica*) in south of Minas Gerais state, Brazil. We explored the kind of reproduction, the effect of the temperature on the sexual ratio, the mating capacity of males of 1 or 2 days after emergency and female's age from 1 to 40 days old, and the number of successful mating of a male. The citrus mealybug from that population presented sexual reproduction exclusively. There was a bias to a higher female proportion at 20°C and 30°C, rearing temperatures considered no optimal for the mealybug development, while at 25°C conducted to a similar proportion of males and females. No mealybug developed at 15°C. The male sexual maturity seems to occur already inside the cocoon where it remains for about 2 days and was able to mate during the first 24 h after emergence. Although short lived, around 2 days after emergence, the male were able to mate up to 21 females. Females between 1 and 40 days were able to mate and reproduce at the same proportion.

Index terms: Citrus mealybug, reproduction, temperature, sexual ratio, mating.

1 INTRODUÇÃO

A cochonilha-branca *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) é uma espécie de distribuição mundial, adaptada a uma grande diversidade de climas e hospedeiros. No Brasil, sua ocorrência é registrada para diversos cultivos agrícolas, como soja (Fabaceae), cana-de-açúcar (Poaceae), algodoeiro (Malvaceae), videira (Vitaceae), citros (Rutaceae) e outras fruteiras, algumas plantas ornamentais e cafeeiros (Rubiaceae) (BEN-DOV; MILLER; GIBSON, 2013; SILVA et al., 1968; WILLIAMS;

GRANARA DE WILLINK, 1992). Em cultivos de café (*Coffea* spp.), ocasiona perdas na produção decorrentes da sucção de seiva, principalmente nas rosetas (SANTA-CECÍLIA; SOUZA, 2014).

A reprodução dessa cochonilha tem sido relatada como biparental e partenogenética facultativa (MALLESHAIAH; RAJAGOPAL; GOWDA, 2000; MYERS, 1932; PADI, 1997) ou exclusivamente biparental (JAMES, 1937; SILVA; MENDEL; FRANCO, 2010). Entretanto, o tipo de reprodução, particularmente a partenogênese facultativa, pode ser um atributo de populações

^{1,2}IMA/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG-EcoCentro - Cx. P. 176- 37.200-000 - Lavras - MG scecilia@epamig.ufla.br, epradoster@gmail.com

^{3,4,5}Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Entomologia/DEN - Cx. P. 3037- 37.200-000 - Lavras - MG andressa.bpereira@hotmail.com, brgsouza@den.ufla.br, larasalesbio@gmail.com

locais, visto que mudanças no tipo de reprodução são respostas adaptativas às condições do ambiente onde se desenvolvem (VARNDELL; GODFRAY, 1996). Em termos práticos, a ocorrência de partenogênese facultativa pode limitar o uso da técnica de confusão sexual usada como estratégia no manejo da densidade populacional das cochonilhas (MILLER; KOSZTARAB, 1979).

Sabe-se que o mecanismo de determinação do sexo nas cochonilhas-farinhentas (Pseudococcidae) está relacionado ao fenômeno de heterocromatização do genoma paternal (Paternal Genome Elimination - PGE), sendo o macho funcionalmente haploide (KHOSLA; MENDIRATTA; BRAHMACHARI, 2006). Todos os ovos são fertilizados, porém, nos machos o cromossomo paterno é eliminado. O modo como as fêmeas controlam este fenômeno não é completamente conhecido, contudo, as condições ambientais são fatores importantes na determinação do sexo, destacando-se a temperatura (GOLDASTEH et al., 2009; JAMES, 1937), a qual pode ter influência sobre a fêmea-mãe ou o ovo fertilizado (embrião) e na razão sexual. Segundo Trivers e Willard (1973), os progenitores são capazes de mudar a razão sexual para favorecer o sexo com mais habilidade de ter sucesso reprodutivo e sobreviver. Em condições favoráveis, as fêmeas tenderiam a produzir mais machos, pois estes são capazes de ter maior número de descendentes devido à capacidade de fecundar muitas fêmeas. No entanto, quando expostas a temperaturas extremas, as mães favoreceriam uma descendência com predominância de fêmeas, visto que, os machos adultos, por apresentarem curto período de vida, quando expostos a um ambiente desfavorável teriam pouco sucesso reprodutivo.

Independentemente da temperatura, as fêmeas das cochonilhas-farinhentas passam por três estádios ninfais e vivem entre 50 e 60 dias (CORREA et al., 2011), enquanto que os machos passam por quatro estádios, sendo que no final do segundo, tecem um casulo onde passam o terceiro, o quarto e parte da vida adulta (CORREA et al., 2008; CORREA; SOUZA; SANTA-CECILIA, 2008; MORANDI FILHO et al., 2008). Vários aspectos da biologia reprodutiva de *P. citri* nas condições brasileiras são desconhecidos, sobretudo em relação aos machos que, devido ao curto período de alimentação (somente no primeiro e parte do segundo instar), são menos prejudiciais aos cultivos agrícolas.

Considerando que as condições ambientais e as relações intra-específicas entre machos e fêmeas podem influenciar a reprodução de *P. citri*, com este trabalho objetivou-se estudar aspectos da biologia reprodutiva dessa espécie, a partir de exemplares de uma população do sul de Minas Gerais. Testou-se a hipótese de que fatores como variações térmicas e idade dos progenitores são determinantes na reprodução desse inseto. A obtenção dessas informações é de fundamental importância para a compreensão da dinâmica populacional dessa espécie de cochonilha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A criação da cochonilha *P. citri* originou-se com exemplares coletados em cafeeiros no município de Campos Gerais (latitude: 21° 14' 06" S; longitude: 45° 45' 31" W), região Sul de Minas Gerais, Brasil, e mantida em abóboras (*Cucurbita maxima* L.), cultivar 'Cabotchá', a 25±1°C, 70±10% UR e 12 horas de fotofase. A identificação específica foi realizada pelo Dr. E. Prado, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Lavras, MG, por meio da chave de identificação de Williams e Granara de Willink (1992).

1. Tipo de reprodução

Ovos da cochonilha foram coletados da criação em abóbora e transferidos para discos foliares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cv 'Mundo Novo', colocados sobre uma lâmina de ágar-água (1%) em uma placa de Petri (15 cm de diâmetro). As placas foram vedadas com filme plástico de polietileno, conforme metodologia de Santa-Cecília et al. (2008). Quando as ninfas atingiram o terceiro instar, foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo discos foliares mantidos em ágar-água, conforme descrito, visando à obtenção de fêmeas adultas para uso no teste.

Os tratamentos consistiram em fêmeas virgens e acasaladas. Para o acasalamento, os machos foram introduzidos nas placas de Petri quando ainda nos casulos. Adotou-se o critério de que a presença do macho junto à fêmea resultaria em acasalamento, e que a ocorrência de oviposição seria a evidência de fertilização. As placas foram dispostas em câmara climatizada a 25±1°C, 70±10% UR e 12 horas de fotofase. Cada tratamento constou de 20 repetições. Foram registrados o número de fêmeas que ovipositaram e o número de ovos viáveis por fêmea.

2. Efeito da temperatura sobre a razão sexual

Ninfas de terceiro instar de *P. citri* foram coletadas da criação em abóbora e individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo discos foliares de café, cv. 'Mundo Novo', mantidos em ágar-água (1%) e vedadas com filme plástico de polietileno. Após a ecdise das ninfas fêmeas, adicionou-se o macho ainda no casulo, também retirado da criação em abóbora. As placas de Petri, em número de 20, foram acondicionadas a 15, 20, 25 e 30°C. Essas temperaturas foram definidas com base nas pesquisas de Correa et al. (2008), que estudaram a relação entre as condições térmicas e o desenvolvimento dessa espécie. A partir da formação dos casais e durante toda a embriogênese, as cochonilhas foram expostas às diferentes temperaturas.

Efetuiu-se a coleta diária dos ovissacos ao longo de quinze dias a partir do início da oviposição. Os ovos foram acondicionados nas respectivas temperaturas nas quais foram produzidos e, quando no primeiro instar, as ninfas de todos os tratamentos foram transferidas para 25°C, onde permaneceram até o terceiro instar. Nesse estágio procedeu-se a separação dos sexos.

As avaliações foram realizadas diariamente, registrando-se o número de machos e fêmeas emergidos. Os dados obtidos (%) foram comparados pelo teste de Qui-quadrado, com transformação em arcosen $\sqrt{(x/100)}$. A proporção de fêmeas entre as temperaturas foi comparada por meio da análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey a 5% de significância.

3. Efeito da idade dos progenitores na reprodução

Fêmeas no terceiro instar e machos no interior do casulo foram individualizados em discos foliares de cafeeiro, como descrito anteriormente (item 1). Após 24 ou 48 horas da emergência do casulo (machos com 1 ou 2 dias de idade, respectivamente), foram formados 10 casais, transferindo-se fêmeas de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30 e 40 dias de idade para as placas contendo os machos. Essas placas, em número de 180, foram acondicionadas a 25±1°C, 70±10% UR e 12 horas de fotofase. Diariamente, foram avaliadas a ocorrência de oviposição (considerada evidência de acasalamento) e o número de ovos viáveis produzidos ao longo de todo o período de vida das fêmeas.

Os dados referentes à idade do macho (1 e 2 dias) foram submetidos ao teste t-Student.

Calculou-se a porcentagem média de fêmeas que ovipositaram segundo a idade de machos e fêmeas. Também foi efetuada a análise de regressão para o número de ovos de acordo com a idade das fêmeas reprodutivas.

4. Número de fêmeas que podem ser fecundadas por um único macho

Ninfas de primeiro instar foram coletadas da criação e transferidas para placas de Petri (5 cm de diâmetro), conforme metodologia descrita no item 1. Ao atingirem a fase adulta, foram selecionados machos e fêmeas para comporem os tratamentos, os quais foram constituídos pelas proporções de um macho para 1, 2, 5, 10, 20 ou 30 fêmeas, com 10 repetições. Efetuaram-se avaliações diárias contabilizando-se as fêmeas que ovipositaram. Calcularam-se as médias e intervalos de variação (amplitudes).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Tipo de reprodução

Nenhuma das fêmeas mantidas na ausência do macho ovipositou, descartando-se a partenogénia como forma de reprodução para a população local de *P. citri*, nas condições estudadas neste trabalho. Houve 25% de mortalidade natural das fêmeas, as quais não chegaram a produzir ovos. Verificou-se 100% de oviposição pelas fêmeas sobreviventes mantidas com os machos, com uma produção média de 85,9±9,2 ovos viáveis por fêmea.

Existem controvérsias a respeito da existência da partenogénese facultativa em *P. citri*, tendo sido constatada por alguns autores (MALLESHAIAH; RAJAGOPAL; GOWDA, 2000; MYERS, 1932; PADI, 1997) e não verificada por outros (JAMES, 1937; SILVA et al., 2014; SILVA; MENDEL; FRANCO, 2010). Para as cochonilhas-farinhas são mencionadas ambos os tipos de reprodução, podendo ocorrer variações conforme a espécie. Por exemplo, *Pseudococcus calceolariae* (Maskell), *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn), *Pseudococcus viburni* (Signoret) e *Planococcus ficus* (Signoret) necessitam se acasalar para produzir descendentes viáveis (SILVA; MENDEL; FRANCO, 2010; WATERWORTH; WRIGHT; MILLAR, 2011). Por outro lado, *Phenacoccus solani* Ferris e *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero exibem reprodução partenogénica (CALATAYUD

et al., 1998). Diferentemente, *Ferrisia virgata* (Cockerell), *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell), *Planococcoides njalensis* (Laing), *Planococcus vovae* (Nasonov) e *Phenacoccus solenopsis* Tinsley têm sido relatadas como capazes de se reproduzir tanto sexuada como assexuadamente (OLIVEIRA et al., 2014; VENNILA et al., 2010). Adicionalmente, existem espécies de cochonilhas, tais como *P. citri*, *P. maritimus*, *P. viburni* e *P. calceolariae*, em que algumas fêmeas não acasaladas confeccionaram ovissacos, sem, contudo, haver produção de ovos ou, se presentes, eram estéreis (CORREA et al., 2011; SILVA et al., 2014; SILVA; MENDEL; FRANCO, 2010; WATERWORTH; WRIGHT; MILLAR, 2011).

2. Efeito da temperatura sobre a razão sexual

Somente três exemplares de *P. citri* criados a 15°C produziram descendentes (sete indivíduos), razão pela qual os dados obtidos para esse tratamento não foram incluídos na análise estatística.

Observou-se que a temperatura influenciou a razão sexual de *P. citri*. As fêmeas predominaram quando mantidas a 20 e 30°C, com médias similares, ao passo que a 25°C, não houve diferenças na proporção dos sexos (Tabela 1).

A transferência das ninfas de terceiro instar da temperatura de 25°C (condição em que passaram toda a fase ninfal) para 20°C e 30°C, pode ter sido o fator responsável pela maior produção de fêmeas na geração seguinte. Os resultados obtidos corroboram, em parte, a hipótese de Trivers e Willard (1973) sobre a maior produção de fêmeas em temperaturas consideradas menos favoráveis para o desenvolvimento da espécie. Essa afirmação encontra-se alicerçada no fato da temperatura de 25°C, considerada a mais adequada para o desenvolvimento de *P. citri* (CORREA et al., 2008), ter proporcionado uma proporção sexual similar. A fragilidade dos machos decorrente de seu tamanho relativamente pequeno, curto período de vida e do fato de não se alimentarem na fase adulta, os tornam mais vulneráveis às condições ambientais desfavoráveis. Assim, o ajuste na proporção dos sexos seria um mecanismo adaptativo frente às adversidades ambientais. O processo pelo qual as cochonilhas alteram a produção de machos ou fêmeas não é completamente conhecido, gerando uma incógnita sobre o mecanismo de determinação do sexo (PGE) (ROSS et al., 2011, 2012).

O efeito da temperatura sobre a razão sexual ainda é controverso. Em estudo conduzido por Goldasteh et al. (2009) constatou-se maior

proporção de machos de *P. citri* em temperaturas mais altas. Porém, Ross et al. (2011) consideraram que esse fator climático tem um efeito secundário sobre a razão sexual dessa espécie. Para *D. brevipes*, temperaturas na faixa de 20 a 30°C não afetaram a razão sexual da espécie (COLEN et al., 2000).

Em regiões de clima tropical, como no Brasil, as temperaturas médias elevadas podem ser um fator modificador da razão sexual, promovendo a redução do número de machos e o conseqüente favorecimento da reprodução partenogenética em parte da população. Porém, populações de *P. citri* originárias de países de clima temperado ou frio, como Portugal, Israel e Reino Unido, não mostraram diferenças na razão sexual em função da temperatura (ROSS et al., 2012).

3. Efeito da idade dos progenitores na reprodução

Os machos vivem aproximadamente 2 dias após a saída do casulo, ocasião em que já encontram-se aptos para copular e reproduzir. A fecundidade das fêmeas com idade entre um e 40 dias não foi influenciada pela idade do macho (Tabela 2).

Machos com 24 horas tiveram um mínimo de 30% de cópula exitosa, o que indica que a maturidade sexual ocorre ainda dentro do casulo, onde permanecem por cerca de 2 dias. Esse resultado contrasta com o obtido por Mendel et al. (2012) que não constataram produção de ovos por fêmeas mantidas com machos de até 24 horas de idade. Uma maturidade sexual precoce compensaria a curta vida do macho que, em *P. citri*, geralmente não ultrapassa 48 horas. Para machos de 2 dias, a porcentagem mínima de fêmeas produtivas foi de 40% (Figura 1).

O número de ovos produzidos também não foi correlacionado com a idade das fêmeas ($R^2=0,026$) (Figura 2), uma vez que aquelas com 40 dias de idade tiveram uma fecundidade similar às jovens. Resultados obtidos em testes com fêmeas mais velhas demonstraram que algumas delas foram férteis e outras foram inférteis, o que foi atribuído a diferenças na metodologia empregada (Silva et al., 2013). Os resultados do presente trabalho permitem concluir que fêmeas de *P. citri* com até 40 dias de idade e, portanto, próximo ao final da fase adulta, são capazes de se reproduzir quando na presença do macho por um período suficiente para a ocorrência do acasalamento.

TABELA 1 - Proporção sexual (média±EP) de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) expostas às diferentes temperaturas (70±10% UR e 12 horas de fotofase).

Temperatura (°C)	Proporção de fêmeas*	Proporção de machos	Valor Qui quadrado (χ^2)
20	70,5 ± 1,9 a (n=18)	29,5 ± 2,0 (n=18)	16,82 **
25	49,5 ± 3,5 b (n=20)	50,5 ± 3,5 (n=20)	0,01 n.s.
30	72,2 ± 1,4 a (n=15)	27,8 ± 1,4 (n=15)	19,70 **
Valor p	< 0,001		

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

**Comparação nas linhas segundo Teste de Qui-Quadrado.

TABELA 2 - Número de ovos viáveis de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) segundo a idade (dias) do macho.

	Idade do macho (dias)	
	1	2
Número de ovos viáveis/fêmea	60,2±5,1 (n=51)	54,9±5,0 (n=60)
Valor p (t-Student)	0,459	

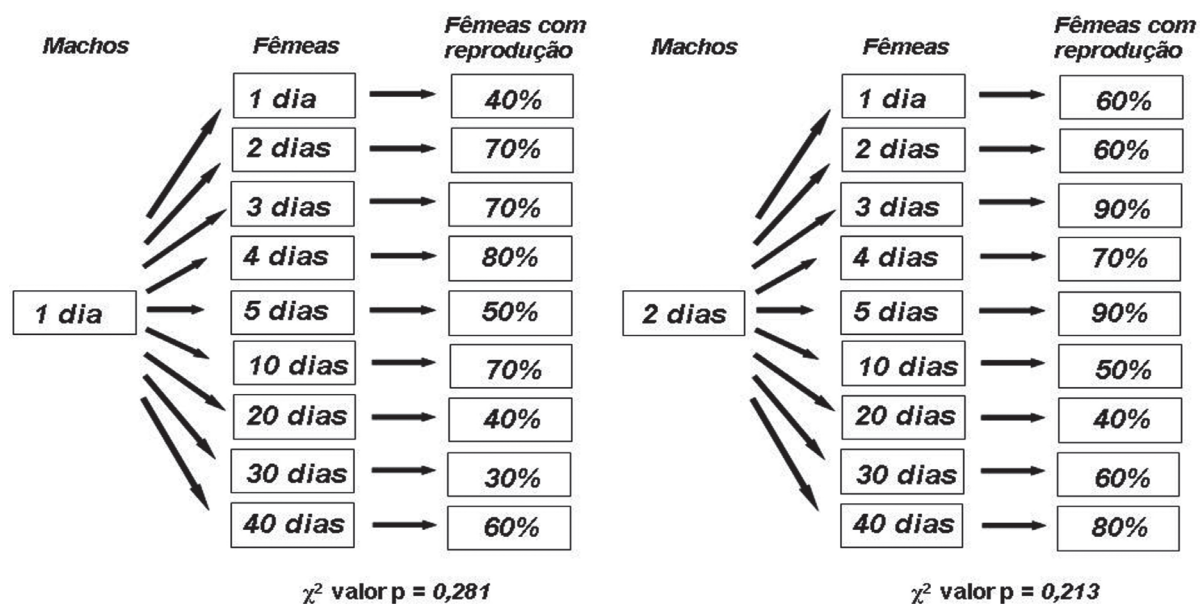


FIGURA 1- Porcentagem de fêmeas de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) que ovipositaram segundo a idade dos machos (25±1°C, 70±10% UR e 12 horas de fotofase).

4. Número de fêmeas que podem ser fecundadas por um único macho

Quando uma ou duas fêmeas foram colocadas juntamente com um macho todas foram fecundadas e ovipositaram, o que não ocorreu quando um número maior de fêmeas foi testado, verificando-se uma redução na proporção de fêmeas que geraram descendentes (Tabela 3). Ressalta-se que os valores médios obtidos referem-se ao número de fêmeas que ovipositaram e não ao número de cópulas, uma vez que um macho é capaz de copular várias vezes com a mesma fêmea (SILVA et al., 2013).

Os resultados indicaram que um macho de *P. citri* pode acasalar com até 21 fêmeas, embora esse valor possa atingir 23, como já verificado para essa espécie (JAMES, 1937). Múltiplas cópulas parecem ser comuns em Pseudococcidae e têm sido relatadas para várias espécies desta família (WATERWORTH; WRIGHT; MILLAR, 2011).

A obtenção de informações que forneçam bases para a compreensão da dinâmica populacional de *P. citri*, bem como o conhecimento do tipo de reprodução em espécimes provenientes de uma população do sul de Minas Gerais contribuem para a aplicação de estratégias de manejo dessa cochonilha em cafeeiros dessa região. A ocorrência da partenogênese facultativa, por exemplo, pode limitar o uso da técnica de confusão sexual usada como ferramenta auxiliar no manejo da densidade populacional de pragas, porém, este tipo de reprodução (partenogênese facultativa) não foi constatada neste trabalho. Dessa forma, esses resultados revestem-se de especial importância na medida em que a região sul do Estado desponta no cenário nacional como responsável por cerca de 25% da produção de café (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2016), e essa praga constitui-se em uma ameaça à produtividade da cultura.

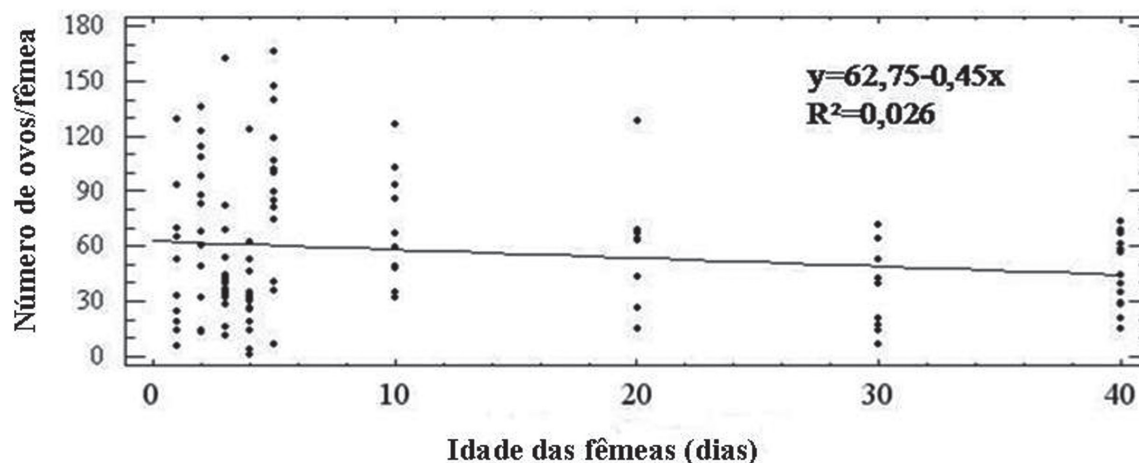


FIGURA 2- Número de ovos de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) de acordo com a idade das fêmeas (dias).

TABELA 3 - Número de fêmeas de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) que ovipositaram, segundo a proporção macho:fêmea (25±1°C, 70±10% UR e 12 horas de fotofase).

Tratamentos	Número médio de fêmeas que ovipositaram*	Número mínimo/ máximo de fêmeas que ovipositaram
1 macho x 1 fêmea	1,0	-
1 macho x 2 fêmeas	2,0	-
1 macho x 5 fêmeas	4,0	1/5
1 macho x 10 fêmeas	6,9	2/10
1 macho x 20 fêmeas	13,1	9/20
1 macho x 30 fêmeas	14,8	9/21

*Médias obtidas de dez repetições

4 CONCLUSÕES

O tipo de reprodução de *Planococcus citri* oriunda de uma população do sul de Minas Gerais é sexuada.

Temperaturas entre 20 e 30°C influenciam a razão sexual, com maior produção de fêmeas a 20 e 30°C, e proporção similar dos sexos a 25°C.

Machos de *P. citri* recém emergidos ou com 2 dias após a emergência do casulo são capazes de copular e fecundar fêmeas nas primeiras 24 horas.

Machos de 1 ou 2 dias de idade não influenciam a fertilidade dos ovos.

Fêmeas com até 40 dias de idade são capazes de copular e produzir ovos na mesma proporção que as mais jovens.

Machos de *P. citri* podem copular com 15 fêmeas, em média, e com um máximo de 21 fêmeas.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Pesquisa Café pelo financiamento da pesquisa e bolsa, e à FAPEMIG e CNPq pela concessão de bolsas.

6 REFERÊNCIAS

- BEN-DOV, Y.; MILLER, D. R.; GIBSON, G. A. P. **ScaleNet**. [Beltsville]: USDA, [2013]. Disponível em: <<http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- CALATAYUD, P.A. et al. Rearing the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, on a defined diet. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 86, n. 3, p. 325-329, Mar. 1998.
- COLEN, K. G. F. et al. Efeitos de diferentes temperaturas sobre a biologia da cochonilha pulverulenta *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 248-252, ago. 2000.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café-safra 2016, primeiro levantamento, janeiro 2016**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_20_17_01_56_boletimcafe-janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 5 out. 2016.
- CORREA, L. R. B. et al. Efeitos de diferentes temperaturas e exigências térmicas da cochonilha-branca *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiro. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 53-58, jan./mar. 2008.
- _____. Estudos biológicos de cochonilhas do gênero *Planococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 233-240, abr./jun. 2011.
- CORREA, L. R. B.; SOUZA, B.; SANTA-CECILIA, L. V. C. Desenvolvimento da cochonilha-branca *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em frutíferas. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 2, p. 239-242, abr./jun. 2008.
- GOLDASTEH, S. et al. Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on *Coleus Solenostemon scutellarioides* (L.) Codd.]. **Archives of Biological Science**, Serbia, v. 61, n. 2, p. 329-336, Apr./June 2009.
- JAMES, H. C. Sex ratios and the status of the male in Pseudococcidae (Hem. Coccidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 28, n. 3, p. 429-461, 1937.
- KHOSLA, S.; MENDIRATTA, G.; BRAHMACHARI, V. Genomic imprinting in the mealybugs. **Cytogenetic Genome Research**, Tokyo, v. 113, n. 1/4, p. 41-52, Mar. 2006.
- MALLESHAIAH, B.; RAJAGOPAL, K.; GOWDA, K. N. M. Biology of the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Crop Research**, Hisar, v. 20, n. 1, p. 130-133, 2000.
- MENDEL, Z. et al. Sexual maturation and aging of adult male mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 102, p. 385-394, 2012.
- MILLER, D. R.; KOSZTARAB, M. Recent advances in the study of scale insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 24, p. 1-27, 1979.
- MORANDI FILHO, W. J. et al. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Planococcus citri* em diferentes estruturas vegetativas de cultivares de videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 941-947, ago. 2008.
- MYERS, L. E. Two economic greenhouse mealybugs of Mississippi. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 891-896, 1932.
- OLIVEIRA, M. D. et al. Performance of the stripped mealybug *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) under variable conditions of temperature and mating. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, p. 1-8, 2014.

- PADI, B. Parthenogenesis in mealybugs occurring in cocoa. In: INTERNATIONAL COCOA PESTS AND DISEASES SEMINAR, 1., 1995, Accra. **Proceedings...** Accra, 1997. p. 242-248.
- ROSS, L. et al. Temperature, age of mating and starvation determine the role of maternal effects on sex allocation in the mealybug *Planococcus citri*. **Behavioral Ecological Sociobiology**, New York, v. 65, p. 909-919, 2011.
- _____. Temporal variation in sex allocation in the mealybug *Planococcus citri*: adaptation, constraint, or both? **Evolucionary Ecology**, Oxford, v. 26, n. 6, p. 1481-1496, Nov. 2012.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C. et al. Methodology for biological studies of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 152-155, jul./dez. 2008.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B. Cochonilhas-farinhentas de maior ocorrência em cafeeiros no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 280, p. 45-54, maio/jun. 2014.
- SILVA, A. G. d'A. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. part. 2, t. 1, 622 p.
- SILVA, E. B. da et al. Mating behavior and performance in the two cosmopolitan mealybug species *Planococcus citri* and *Pseudococcus calceolariae* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Journal of Insect Behavior**, Dordrecht, v. 26, n. 3, p. 304-320, Mar. 2013.
- SILVA, E. B. da; MENDEL, Z.; FRANCO, J. C. Can facultative parthenogenesis occur in biparental mealybug species? **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 38, n. 1, p. 19-21, Feb. 2010.
- SILVA, R. R. da et al. *Planococcus citri* (Risso, 1813) on Grapevine: do presence of the male influences reproduction? **Journal of Entomology**, Littleton, v. 11, p. 330-337, Nov. 2014.
- TRIVERS, R. L.; WILLARD, D. E. Natural selection of parental ability to vary sex-ratio of offspring. **Science**, London. v. 179, n. 4068, p. 90-92, Jan. 1973.
- VARNDELL, N. P.; GODFRAY, H. C. J. Facultative adjustment of the sex ratio in an insect (*Planococcus citri*, Pseudococcidae) with paternal genome loss. **Evolution**, New York, v. 50, p. 2100-2105, 1996.
- VENNILA, S. et al. Biology of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* on cotton in the laboratory. **Journal of Insect Science**, Ludhiana, v. 10, n. 115, p. 1-9, July 2010.
- WATERWORTH, R. A.; WRIGHT, I. M.; MILLAR, J. G. Reproductive biology of three cosmopolitan mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) species, *Pseudococcus longispinus*, *Pseudococcus viburni*, and *Planococcus ficus*. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 104, n. 2, p. 249-260, 2011.
- WILLIAMS, D. J.; GRANARA DE WILLINK, M. C. **Mealybugs of Central and South America**. Wallingford: CAB International, 1992. 635 p.