

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Exigências Térmicas da Praga do Coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst)
(Lepidoptera: Phycitidae)SUÊRDA W J DE SANTANA¹, REGINALDO BARROS¹, JORGE B TORRES¹, MANOEL G C GONDIM JR¹¹Depto de Agronomia/Entomologia, Univ Federal Rural de Pernambuco, Av Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171900, Recife, PE, Brasil

Edited by Fernando L Cônsoli – ESALQ/USP

Neotropical Entomology 39(2):181-186 (2010)

Thermal Requirements of the Coconut Pest *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae)

ABSTRACT - Among the important pests of coconut, the coconut moth *Atheloca subrufella* (Hulst) is a significant pest of flowers and fruits, and is found across all coconut-producing regions in Brazil. We investigated the thermal requirements of *A. subrufella* and estimated the number of generations for two different growing coconut regions in Pernambuco State. The developmental time of all immature stages reduced as the temperature increased. The egg to adult period ranged from 19.3 to 59.8 days from 32°C to 18°C, respectively. The survival of the period from egg to adult was 25% at extreme temperatures (18°C and 32°C), while at the intermediate temperatures it was over 72%. Based on the thermal requirements determined for *A. subrufella* and the average temperatures determined for “Zona da Mata” and “Sertão” of Pernambuco State, it was estimated that *A. subrufella* is able to complete up to 13 generations per year in both areas. These results indicate that *A. subrufella* exhibited development and reproduction limited by temperatures higher than 32°C and lower than 18°C. However, based on the thermal requirements of *A. subrufella* and the mean temperatures of the “Zona da Mata” and “Sertão” of Pernambuco State, this pest can develop throughout the entire year.

KEY WORDS: Insecta, coconut moth, development threshold

A traça-do-coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst) é considerada uma praga importante nas principais regiões produtoras de coco no Brasil (Ferreira *et al* 2002a). Além de *Cocos nucifera* (Arecaceae), outras palmeiras dos gêneros *Attalea* e *Syagrus* são hospedeiras do lepidóptero (Ferreira *et al* 2002b). Sua primeira ocorrência foi relatada por Bondar (1940) na Bahia e em Pernambuco e com a recente expansão da cultura do coqueiro, tem sido registrado em todos os estados produtores de coco (Moura & Vilella 1998, Ferreira *et al* 2002b).

As larvas de *A. subrufella* desenvolvem-se nas inflorescências recém-abertas do coqueiro e em frutos. A infestação do fruto ocorre, supostamente, quando a larva passa a se alimentar do mesocarpo, formando galerias que interrompem o fluxo de seiva e promovem a queda da maioria dos frutos nos primeiros estádios de desenvolvimento. Os frutos que atingem a maturação apresentam deformações e perda de valor comercial. A infestação é facilmente detectada em campo pela exudação de resina e grânulos fecais unidos por fios de seda em torno das brácteas (Bondar 1940, Lepesme 1947, Ferreira *et al* 2002b).

Apesar da importância que representa para a cocoicultura brasileira, principalmente por estar frequentemente associada ao abortamento de frutos em diversas regiões produtoras

do país, as informações sobre *A. subrufella* são escassas. Estudos realizados visando conhecer a sua biologia em laboratório demonstraram que o inseto completa uma geração a cada 28,5 dias a 25 ± 1°C (Bento *et al* 2006). No entanto, não existem estudos sobre o desenvolvimento da praga sob condições variáveis de temperatura, bem como a respeito da determinação de suas exigências térmicas. O conhecimento das exigências térmicas das diferentes fases de desenvolvimento de uma espécie é um importante elemento para a definição de medidas de monitoramento e controle, uma vez que permite determinar o número de gerações anuais e a época favorável à ocorrência de altas densidades populacionais em campo. Em laboratório, fornece subsídio para obtenção do número de indivíduos desejados, bem como permite disponibilizar populações para a realização de estudos básicos durante períodos que, em condições naturais, não seria possível (Parra 2005). Dessa forma, considerando-se a necessidade de estudos básicos que auxiliem no desenvolvimento de estratégias de controle, este trabalho teve por objetivo estudar o efeito da temperatura sobre a biologia de *A. subrufella*, estimar as exigências térmicas de suas diversas fases de desenvolvimento, além de se determinar o número de gerações para algumas regiões produtoras de coco em Pernambuco.

Material e Métodos

Obtenção e criação de *A. subrufella*. Os insetos foram mantidos a $25 \pm 1,5^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 13h. O método de criação de *A. subrufella* empregado neste estudo foi o de Santana (2008). Para a criação foram utilizados frutos do terceiro cacho de coqueiro anão-verde, após a abertura total da inflorescência, com aproximadamente 10 a 12 cm de comprimento e 8 a 10 cm de diâmetro, isentos de injúrias por pragas ou sintomas de fitopatógenos.

Efeito da temperatura no desenvolvimento de *A. subrufella*.

As diferentes fases de desenvolvimento de *A. subrufella* foram estudadas nas temperaturas de 18, 22, 25, 28, 30 e 32°C , em câmaras climatizadas com umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12h. Essas temperaturas foram selecionadas a partir de estudos prévios que indicaram que fêmeas não realizaram posturas a 15°C e 35°C . Para tanto, posturas (<12h de idade) oriundas da criação em laboratório foram colocadas em placas de Petri contendo papel de filtro umedecido com água destilada e mantidas nas referidas temperaturas. Para cada temperatura foram utilizadas cinco repetições constituídas de 20 ovos cada ($n = 100$ ovos observados). Foram feitas observações diárias para se determinar o período de incubação em cada temperatura estudada e, posteriormente, estimar a viabilidade de ovos.

Após a eclosão, as larvas foram colocadas em frutos de coqueiro anão-verde, seguindo o método de Santana (2008). Foram utilizadas 20 repetições/temperatura, sendo cada uma constituída por um fruto infestado com duas larvas ($n = 40$ larvas). Para cada temperatura anotou-se a duração e a sobrevivência das fases de larva e pupa, razão sexual, período de pré-oviposição, fecundidade e longevidade dos adultos. Na fase adulta, o mínimo de 10 casais foi formado para cada temperatura. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão pelo método *stepwise*, empregando a duração de cada fase, porcentagens de sobrevivência, fecundidade e longevidade como variáveis dependentes em função das diferentes temperaturas estudadas (variável independente), utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute 1999-2001). A seleção do modelo de melhor ajuste foi feita mediante coeficientes significativos a 5% de probabilidade e maior contribuição do coeficiente de determinação, além da representatividade biológica baseada no princípio da parsimônia.

Determinação das exigências térmicas e estimativas do número de gerações de *A. subrufella*.

Equações lineares de regressão $y_i = a_i + b_i t$ foram estimadas entre o inverso do desenvolvimento ($1/D$ variável resposta, y_i - dias) em função das temperaturas estudadas (variável independente, $t - ^\circ\text{C}$) após Campbell et al (1974), bem como os respectivos erros-padrão para as médias estimadas da temperatura básica (T_b) e da constante térmica (K) foram estimados. Apenas os dados oriundos de temperaturas que tiveram efeito direto no desenvolvimento foram utilizados para a estimativa do requerimento térmico (18, 22, 25, 28 e 30°C); portanto, excluindo a temperatura de 32°C . A T_b e a K foram estimadas pela relação do intercepto com o coeficiente linear da equação (i.e., $T_b = -a_i/b_i$), resultante da estimativa de desenvolvimento zero na equação ($0 = a_i + b_i t$). A constante térmica (K), por sua

vez, foi calculada pelo inverso do coeficiente linear ($K = 1/b_i$). O número de gerações mensal e anual de *A. subrufella* foi estimado com base nas exigências térmicas (T_b e K) obtidas nesta pesquisa e nas temperaturas médias mensais e anuais utilizando-se a equação: $NG = [T^*(T_m - T_b)/K]$, onde: $T =$ o tempo considerado em mês ou ano, $T_m =$ a temperatura média para cada localidade estudada e os parâmetros T_b e K definidos anteriormente, com dados desta pesquisa. As temperaturas médias utilizadas (T_m), referentes ao período de 1996 a 2006, foram fornecidas pelo ITEP/LAMEP (Instituto de Tecnologia de Pernambuco/Laboratório de Meteorologia de Pernambuco) e EMBRAPA (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido) para o litoral de Pernambuco e município de Petrolina, respectivamente.

Resultados e Discussão

Efeito da temperatura no desenvolvimento de *A. subrufella*.

As durações médias das diferentes fases do ciclo biológico de *A. subrufella* variaram em função das temperaturas estudadas (Fig 1). Houve diminuição significativa da duração da fase de ovo ($F_{2,21} = 9,82$; $P < 0,001$) de 18°C ($6,1 \pm 0,09$ dias) a 30°C ($2,1 \pm 0,06$ dias). No entanto, a 32°C o desenvolvimento se alongou em torno de um dia em relação à temperatura de 30°C (Fig 1a).

A viabilidade dos ovos foi semelhante em temperaturas de 18°C a 32°C , variando de 83% a 100% ($P > 0,05$). A redução da taxa de desenvolvimento em insetos tem sido comum quando criados em temperaturas entre a temperatura ótima e a temperatura letal para o desenvolvimento, tanto para holometábolos como hemimetábolos (Reynolds & Nottingham 1985, Kingsover & Woods 1997, Torres et al 1998, 2002, Aghdam et al 2009). A redução na taxa de desenvolvimento dos ovos pode estar associada à diminuição da eficiência de conversão de nutrientes e aumento na taxa de respiração quando submetidos a altas temperaturas (Reynolds & Nottingham 1985, Chow & Nicolson 2004). Curvas das taxas de consumo e desenvolvimento de *Manduca sexta* (L.) foram similares, atingindo valor máximo a 34°C , decrescendo acentuadamente nas temperaturas subsequentes (Kingsover & Woods 1997).

A duração larval foi reduzida significativamente com o aumento da temperatura ($F_{2,98} = 582,83$; $P < 0,0001$) (Fig 1b). A sobrevivência da fase larval também foi influenciada pela temperatura ($F_{2,117} = 31,44$; $P < 0,0001$) (Fig 1c). Entre as temperaturas de 22°C a 30°C , a sobrevivência larval foi superior a 72,5%, sugerindo que a fase de larva é capaz de se desenvolver com sucesso nessa faixa térmica. Bento et al (2006) verificaram que larvas de *A. subrufella* submetidas à temperatura constante de 25°C completaram o desenvolvimento em 14,3 dias, aproximadamente, um dia mais rápido que a duração encontrada neste estudo (15,9 dias) para a mesma temperatura (Fig 1b). De acordo com Panizzi & Parra (1991), a quantidade e a qualidade do alimento consumido na fase larval dos insetos podem afetar, entre outros aspectos, o seu desenvolvimento. Dessa forma, a variação da duração verificada pode estar relacionada às diferenças do fruto de coco empregado nos dois estudos.

O desenvolvimento da fase pupal foi inversamente

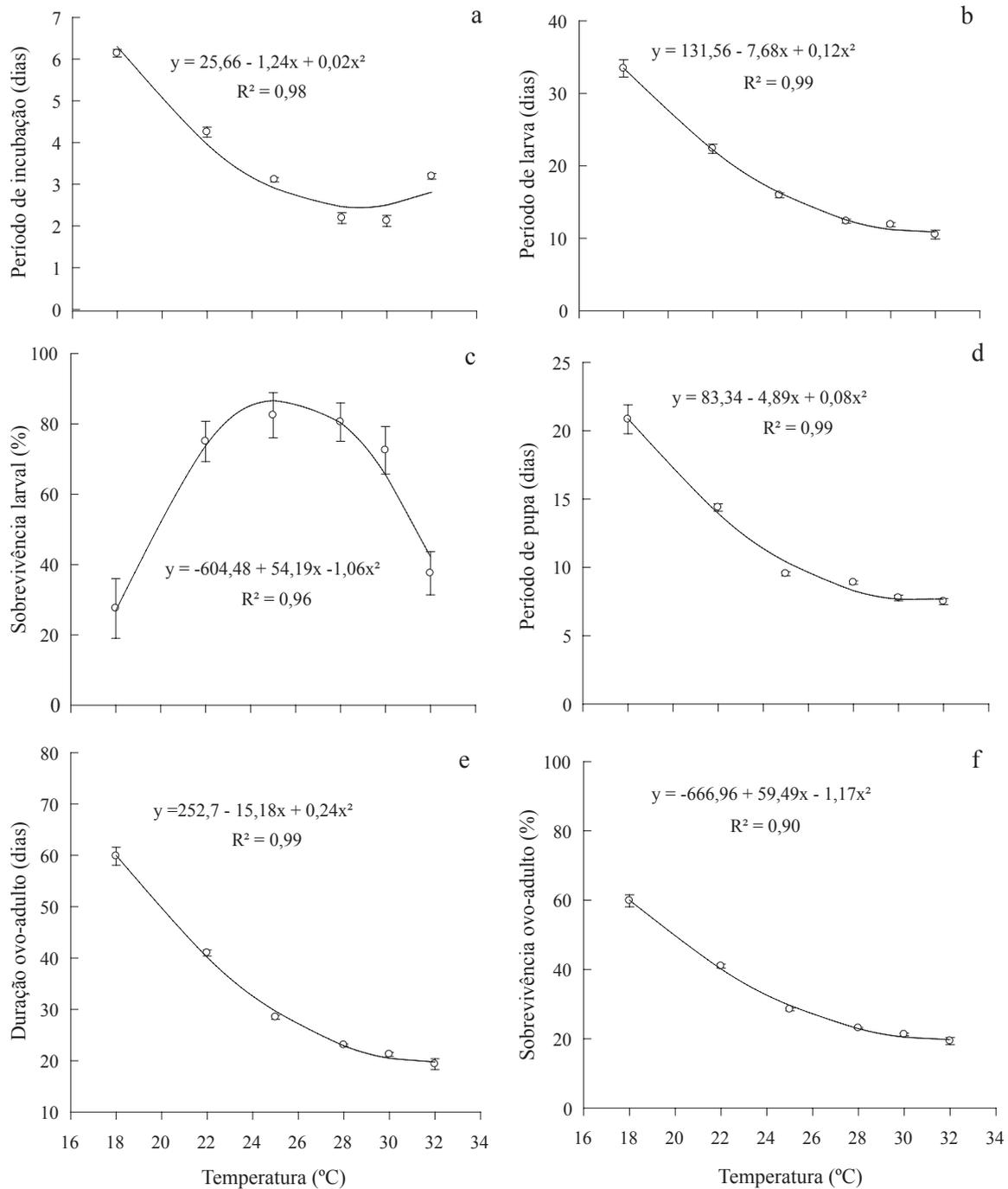


Fig 1 Duração e sobrevivência média (\pm EP) das fases de ovo, larva e pupa e do período ovo-adulto de *Atheloca subrufella* e, respectivos modelos ajustados em função das diferentes temperaturas entre 18°C e 32°C.

proporcional à elevação da temperatura ($F_{2,90} = 475,04$; $P < 0,0001$) (Fig 1d). Contudo, a sobrevivência das pupas não diferiu estatisticamente e variou de 83,3% a 100% nas temperaturas estudadas. A duração dessa fase a 25°C também foi inferior àquela relatada por Bento *et al* (2006), mas próxima aos valores citados por Bondar (1940). Entretanto, esse último autor não informou as condições ambientais nas quais realizou o estudo.

A duração total do ciclo ovo-adulto de *A. subrufella*

diferiu entre as temperaturas ($F_{2,94} = 916,01$; $P < 0,0001$), variando de $59,8 \pm 1,74$ d, a 18°C, a $19,3 \pm 1,04$ d, a 32°C (Fig 1e). A sobrevivência diminuiu significativamente (~25%) nas temperaturas extremas (18°C e 32°C) ($F_{2,116} = 33,31$; $P < 0,001$), sendo superior a 72% entre 22°C e 30°C (Fig 1f). Este resultado ressaltou mais uma vez a tendência de inadequação de temperaturas inferiores a 18°C e superiores a 32°C para o desenvolvimento de *A. subrufella*. O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou para explicar o desenvolvimento

de *A. subrufella* em função da temperatura (Fig 1a-f), caracterizando a maior resposta de redução do período de desenvolvimento com a elevação de temperatura na faixa térmica de 18°C a 25°C. Isso fica evidente pela redução em 19 dias do período ovo-adulto quando da elevação da temperatura em 4°C, comparando-se o desenvolvimento a 18°C e 22°C. No entanto, o incremento térmico de 5°C, entre 25°C e 30°C, acelerou o desenvolvimento em apenas sete dias (período ovo-adulto - Fig 1).

O período de pré-oviposição não foi influenciado pela temperatura e apresentou valores médios de 2,4 a 3,1 dias para as temperaturas de 22°C a 30°C, respectivamente. Contudo, a fecundidade foi influenciada pela temperatura ($F_{2,29} = 4,43$; $P < 0,0201$) (Fig 2). Apesar de o desenvolvimento de *A. subrufella* ter sido obtido nas condições de 18°C e 32°C,

não houve oviposição quando as fêmeas foram mantidas nessas mesmas condições, com exceção de uma fêmea (8,3%). Dessa forma, os resultados da fase adulta para os indivíduos mantidos a 18°C e 32°C não foram considerados para comparações estatísticas. Na temperatura de 25°C, considerada ótima para a maioria dos insetos, *A. subrufella* apresentou a maior fecundidade (Fig 2), com produção superior àquela já relatada (Bento et al 2006). Além de a temperatura de 25°C ter resultado na maior fecundidade observada de *A. subrufella*, essa temperatura também foi a única em que todas as fêmeas observadas realizaram postura. Apesar do desenvolvimento satisfatório da fase larval entre 22°C e 30°C, a porcentagem de fêmeas que realizaram postura nessas temperaturas foi sempre inferior (50% – 22°C; 80% – 28 e 30°C).

A longevidade de machos e fêmeas também foi reduzida com o aumento da temperatura ($F_{1,58} = 21,73$; $P < 0,0001$) (Fig 2).

Determinação das exigências térmicas e estimativas do número de gerações de *A. subrufella*. As variáveis dependentes do inverso do desenvolvimento (1/D) das fases de ovo, larva e pupa e período ovo-adulto de *A. subrufella*, quando criada a 18, 22, 25, 28 e 30°C, ajustaram-se aos modelos lineares em função das temperaturas estudadas, permitindo as estimativas de T_b e K (Tabela 1). Não há na literatura informações sobre valores de exigências térmicas para *A. subrufella*, o que torna os resultados aqui obtidos valiosos para futuros estudos. Entre outras aplicações, eles permitirão estimar o desenvolvimento populacional, planejar criações para as mais variadas finalidades e definir regiões onde a espécie poderá se desenvolver com sucesso.

Com base nas normais climatológicas referentes a duas regiões produtoras de coco de Pernambuco (litoral – Zona da Mata de Pernambuco e Sertão representado pelo município de Petrolina) e nas exigências térmicas de *A. subrufella* determinadas neste estudo, foi possível estimar que a mesma apresenta 13 gerações ao longo do ano nas condições do litoral e Sertão de Pernambuco (Fig 3). Isso evidencia que

Tabela 1 Equações do inverso do desenvolvimento (1/D) em função da temperatura e respectivos coeficientes de determinação (R^2), e estimativas da temperatura base (T_b) e constante térmica (K) para os estágios de desenvolvimento de *Atheloca subrufella* criada a 18, 22, 25, 28 e 30°C, em fotoperíodo de 12h.

| Estágio | Equação de desenvolvimento | R^2 | T_b (°C) | K (GD) |
|------------|-------------------------------------|-------|-----------------|-------------------|
| Ovo | $\hat{y} = -0,35632 + 0,02796temp$ | 0,92 | $12,7 \pm 0,28$ | $35,7 \pm 2,86$ |
| Larva | $\hat{y} = -0,06173 + 0,004999temp$ | 0,87 | $12,4 \pm 0,21$ | $200,4 \pm 9,51$ |
| Pupa | $\hat{y} = -0,07546 + 0,00679temp$ | 0,72 | $11,1 \pm 0,03$ | $147,6 \pm 7,15$ |
| Ovo-adulto | $\hat{y} = -0,03462 + 0,00276temp$ | 0,93 | $12,5 \pm 0,28$ | $362,7 \pm 17,46$ |

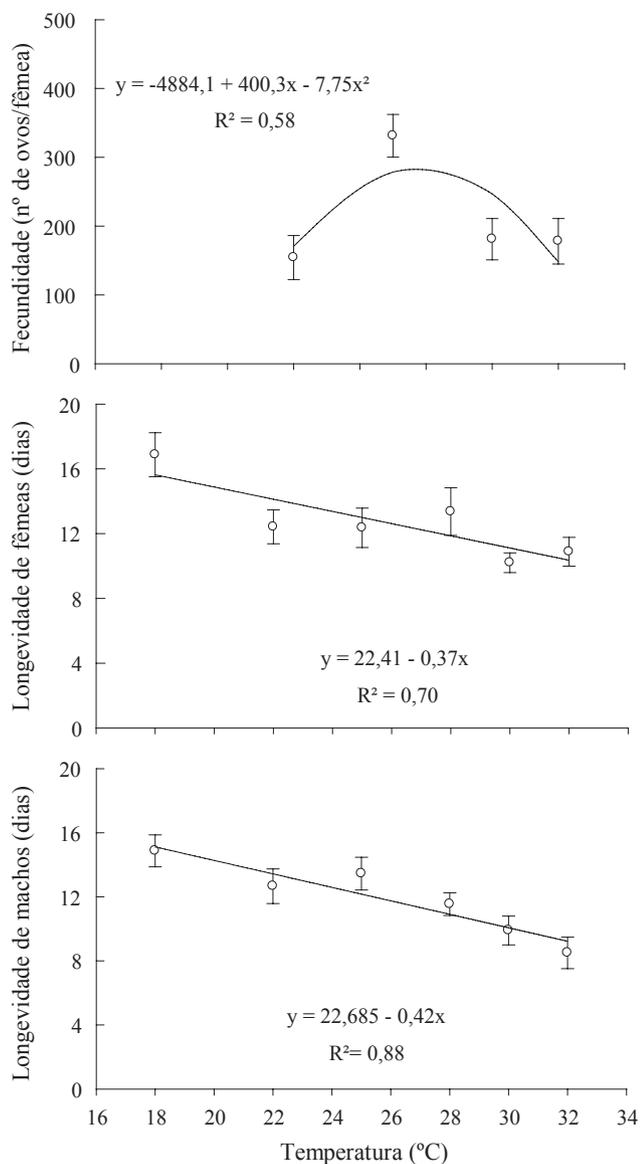


Fig 2 Fecundidade e longevidade (\pm EP) de fêmeas e machos de *Atheloca subrufella* criados em temperaturas entre 18°C e 32°C. A escala do eixo-y difere entre as variáveis analisadas.

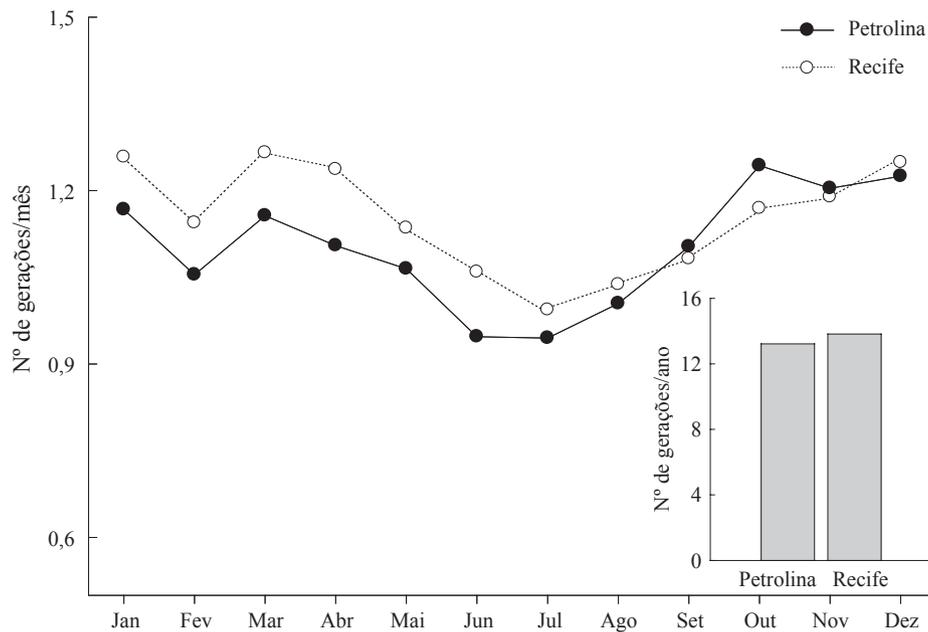


Fig 3 Estimativa do número de gerações de *Atheloca subrufella* com base nas suas exigências térmicas para duas localidades de produção de coco em Pernambuco.

as temperaturas das principais regiões produtoras de coco no estado são favoráveis ao desenvolvimento de *A. subrufella*.

Com base nessas estimativas, pode-se afirmar que *A. subrufella* possui desenvolvimento pouco alterado ao longo do ano nessas regiões. Essas informações são relevantes para programas de monitoramento e controle da espécie. O número de gerações poderá ser influenciado também por outros fatores como a umidade do ar, fotoperíodo e, principalmente, a qualidade do alimento (variedade de coco). Porém a temperatura é o principal fator limitante para o desenvolvimento dos insetos (Moris 1965), quando as condições citadas anteriormente são favoráveis.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que *A. subrufella* é um inseto que possui seu desenvolvimento determinado pelas isotérmicas entre 18°C e 32°C. Temperaturas abaixo ou acima destas são limitantes ao desenvolvimento da praga, embora a Tb estimada para a espécie seja relativamente inferior a 18°C. Isto corrobora a região de ocorrência dessa espécie no Brasil, até então constatada no litoral, do Rio de Janeiro ao Amazonas (Bondar 1940, Sefer 1963, Silva *et al* 1968).

Baseado nos resultados de desenvolvimento e exigências térmicas da praga, pode-se inferir que infestações da mesma ocorrerão durante todo o ano nos estados do Norte e Nordeste, próximo ao equador. Por outro lado, a praga terá a sua ocorrência limitada nas regiões onde o inverno apresentar temperaturas inferiores a 18°C por longos períodos.

Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas junto ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE e ao Programa PROCAD/CAPES nº 83054.

Referências

- Aghdam H R, Fathipour Y, Radjabi G, Rezapanah M (2009) Temperature-dependent development and temperature threshold of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Iran. *Environ Entomol* 38: 885-895.
- Bento J M S, Nava D E, Chagas M C M, Costa A H (2006) Biology and mating behavior of the coconut moth *Atheloca subrufella* (Lep.: Phycitidae). *Fla Entomol* 89: 199-203.
- Bondar G (1940) Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (*Cocos nucifera*) no Brasil. Salvador, Tipografia Naval, 160p.
- Campbell A, Frazer B D, Gilbert N, Gutierrez A P, Mackauer M (1974) Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J Appl Ecol* 11: 431-438
- Chow S L, Nicolson S W (2004) *Insect physiological ecology: mechanisms and patterns*. Oxford, Oxford University Press, 243p.
- Ferreira J M S, Araújo R P C, Sarro F B (2002b) Insetos e ácaros, p.10-40. In Ferreira J M S (ed) *Coco, fitossanidade*. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros (Frutas do Brasil, 28), 136p.
- Ferreira J M S, Michereff Filho M, Lins, P M P (2002a) Pragas do coqueiro: características, amostragem, nível de ação e principais métodos de controle, p.37-57. In Ferreira J M S, Michereff Filho M (eds) *Produção integrada de coco: práticas fitossanitárias*. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 107p.
- Kingsolver J G, Woods H A (1997) Thermal sensitivity of growth and feeding in *Manduca sexta* caterpillars. *Physiol Zool* 70: 631-638.
- Lepesme P (1947) *Les insectes des palmiers*. Paris, Paul Lechevalier, 904p.

- Morris R F (1965) Contemporaneous mortality factors in populations dynamics. *Can Entomol* 17: 1173-1184.
- Moura J I L, Vilela E F (1998) Pragas do coqueiro e dendezeiro. 2ª ed., Viçosa, Aprenda Fácil, 124p.
- Parra J R P (2005) Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. 6 ed., Piracicaba, ESALQ/FEALQ, 134p.
- Panizzi A R, Parra J R P (1991) Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 359p.
- Reynolds S E, Nottingham S F (1985) Effects of temperature on growth and efficiency of food utilization in fifth-instar caterpillars of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*. *J Insect Physiol* 31: 129-134.
- Santana S W J (2008) Criação e bioecologia de *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae). 2008. Tese de doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 60p.
- SAS Institute (1999-2001) SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Sefer E (1963) Catálogo dos insetos que atacam as plantas cultivadas da Amazônia. *Bol Téc Inst Agron Norte* 43: 23-53.
- Silva A G, Gonçalves C R, Galvão D M, Gonçalves A J L, Gomes J, Silva M N, Sinoni L (1968) Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: Seus parasitas e predadores. Rio de Janeiro, Serviço de Defesa Sanitária Vegetal. Parte II, Tomo 1, 622p.
- Torres J B, Musolin, D, Zanuncio, J C (2002) Thermal requirements and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures. *Biocontrol Sci Technol* 12: 583-593.
- Torres J B, Zanuncio J C, Oliveira H N (1998) Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) under fluctuating temperatures. *J Appl Entomol* 122: 509-514.

Received 07/III/08. Accepted 10/IX/09.
