

QUEM FORRAGEIA COM ESSE CALOR?!

A RELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA EFETIVA DA ÁREA DE FORRAGEAMENTO E A TOLERÂNCIA TÉRMICA DE ABELHAS SEM FERRÃO

Vinício Heidy da Silva Teixeira, Aline Oliveira de Souza, Noeide da Silva Ferreira, Michael Hrcir

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA; vinicioheidyy@gmail.com; oliveiradesouza.aos@gmail.com; noeidebio@gmail.com; michael@ufersa.edu.br

Introdução

O forrageamento em ambientes com temperaturas elevadas representa um grande desafio fisiológico para as abelhas (HEINRICH, 1993; HEINRICH, 1996). O aquecimento excessivo do corpo pode ser letal para estes organismos acarretando falhas no funcionamento dos neurônios (CHOWN; TERBLANCHE, 2007) como também a desnaturação das proteínas (CHOWN; NICHOLSON, 2004). Com características térmicas desafiadoras para as abelhas, a Caatinga apresenta temperaturas elevadas durante todo o ano (com valores máximos próximos a 40 °C; MAIA-SILVA et al., 2015) e possui uma baixa riqueza de espécies de abelhas (ZANELLA, 2000; ZANELLA; MARTINS, 2003), o que pode estar associado à elevada temperatura ambiental.

Com o aumento de 4°C previsto para o bioma Caatinga (MARENGO, 2007) as espécies de abelhas presentes nesse bioma estarão ainda mais vulneráveis aos efeitos deletérios das altas temperaturas. Entender como a temperatura afeta a sobrevivência das abelhas fornece sinais de como as mudanças globais de temperatura podem afetar a comunidade desses organismos, como também pode auxiliar no manejo saudável para as espécies assegurando a sua manutenção na natureza. Com isso, nosso objetivo foi analisar a temperatura que as abelhas estão expostas ao forragear e relaciona-las com a sua tolerância a altas temperaturas.

Máterial e Métodos

Espécies Estudadas

Melipona subnitida é uma abelha de tamanho médio (Distância intertegular: 2,79 mm), com coloração escura da cabeça ao abdômen e uma pelagem dourada no tórax, enquanto que (2)

Scaptotrigona sp. é uma abelha de tamanho pequeno (Distância intertegular: 1,76 mm), de cor escura e com pouca pelagem no tórax. Ambas as espécies estudadas pertencem ao grupo das abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini) e ocorrem naturalmente no bioma Caatinga (ZANELLA, 2000)

Temperatura efetiva na área de forrageamento

Para investigar a temperatura que as abelhas estão submetidas ao forragear (temperatura efetiva; T_e) foram alocados quatro *data logger* (Onset Computer Corporation; StowAway; UA-002) em diferentes extremidades da copa de uma árvore de Jucazeiro (*Libidibia ferrea*). Essa é uma espécie de grande porte, utilizada para a coleta de néctar e pólen por diversas abelhas, entre elas *M. subnitida* (MAIA-SILVA, et al., 2012). Os *data loggers* registraram a temperatura, com intervalos de 5 minutos, do dia 6 a 13 de novembro de 2013. Simultaneamente foi coletada a temperatura ambiental (T_a) à sombra pela estação meteorológica (Onset Computer Corporation; HOBO) da Fazenda Experimental da UFERSA – Mossoró, RN. A média horária das temperaturas efetivas registradas em cada região da copa foi comparada com a temperatura do ambiente.

Tolerância térmica

O experimento para analisar a tolerância térmica das operárias de *M. subnitida* e de *Scaptotrigona* sp. seguiu o método proposto por Kovac et al. (2014) com modificações. Operárias capturadas no interior das colônias, foram separadas em grupos experimentais com 10 a 20 indivíduos/grupo. Cada grupo foi colocado em uma caixa de madeira (10×10×5 cm) com as laterais vasadas cobertas com uma tela de tecido, e suprido com 5 ml de xarope de água e açúcar (50 %). As caixas com as abelhas foram colocadas em incubadoras D.B.O. (NT 703, Novatecnica, Brasil) a uma temperatura inicial de 28°C durante 30 min para garantir o início do experimento em condições uniformes. Depois disso, a temperatura foi aumentada até atingir a temperatura experimental (40-56° C). Para cada temperatura experimental foram submetidos dois grupos de abelha de cada espécie por um período de 20 minutos. Depois, a temperatura foi reduzida a temperatura inicial de 28 °C e mantida por 8 horas. Após esse período foi avaliada a taxa de sobrevivência de cada grupo. Com os dados avaliamos a relação entre a taxa de mortalidade das abelhas e a temperatura experimental através de uma regressão sigmoideal. Com os resultados identificamos a TL_{100} (temperatura em que ocorre a morte de todos os indivíduos expostos) e com a função gerada pela análise sigmoideal foi calculada a TL_{50} (temperatura em que morrem 50 % dos indivíduos expostos).

Resultados

Temperatura efetiva na região de forrageamento

As médias por hora da temperatura na área de forrageamento foram maiores do que a da estação meteorológica (Fig. 1). Sendo elas 31,22 ($\pm 6,83$ °C), 30,86 ($\pm 6,55$ °C), 30,31 ($\pm 5,80$ °C) e 31,33 °C ($\pm 7,96$ °C) para as áreas 1, 2, 3 e 4, respectivamente, enquanto que a temperatura média da estação meteorológica foi de 28,36 °C ($\pm 3,32$ °C). A temperatura na região de forrageamento foi maior no intervalo entre 5 e 16 horas (Fig. 1) em alguns momentos superando os 50 °C.

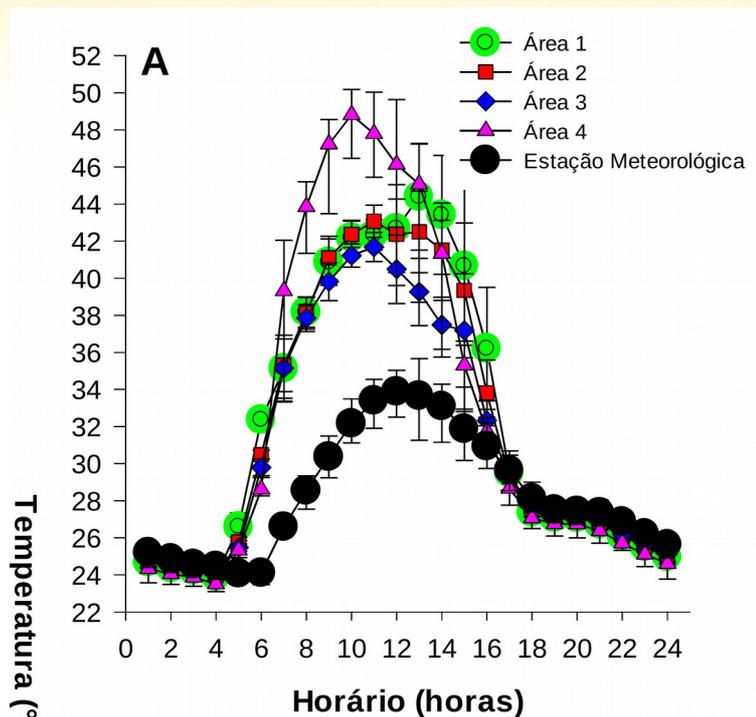


Figura 1. Temperatura na região de forrageamento. Variação ao longo do dia, da temperatura efetiva na área de forrageamento de uma árvore e da temperatura ambiental.

Tolerância térmica

A TL_{50} de *Melipona subnitida* foi 5 °C superior à TL_{50} de *Scaptotrigona* sp. (*Melipona* TL_{50} : 51,6° C; *Scaptotrigona* TL_{50} : 46,5° C; Fig. 2). Para a TL_{100} o resultado não foi muito diferente, sendo que, enquanto *M. subnitida* tolerou até 54 °C, a temperatura máxima tolerada por *Scaptotrigona* sp. foi de 48 °C (Fig. 2).

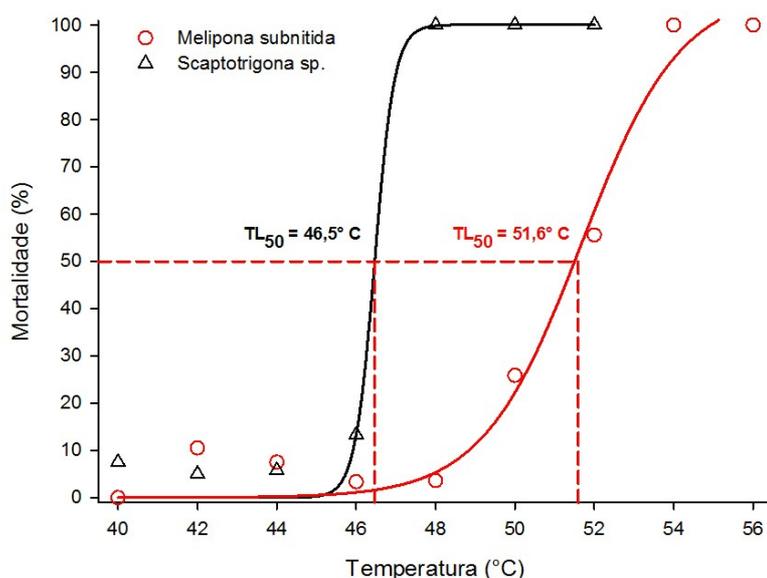


Figura 2. Taxa de mortalidade de operárias de *M. subnitida* (círculos vermelhos) e *Scaptotrigona* sp. (triângulos pretos) em diferentes temperaturas. A temperatura letal (TL_{50}) foi determinada pela função gerada da regressão sigmoidal $f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$. A linha pontilhada em vermelho representa a TL_{50} ; as linhas sólidas (vermelha e preta) representam a regressão sigmoidal para as duas espécies (*M. subnitida* e *Scaptotrigona* sp. respectivamente). Regressão sigmoidal: *M. subnitida*: $R^2 = 0,98$; *Scaptotrigona* sp.: $R^2: 0,99$; $p < 0,0001$.

Discussão

A Caatinga é caracterizada por apresentar temperaturas ambientais elevadas ao longo do ano, com médias que variam entre 26 a 34 °C (MOURA et al., 2007; SOUZA et al., 2009). Entretanto, a T_a não representa bem as variações de temperatura a que os animais estão expostos e pode subestimar o estresse sofrido por eles durante suas atividades. A T_e é um parâmetro muito mais eficaz para representar o estresse térmico dos animais, pois avalia o efeito da convecção, da condução, da radiação e da evaporação sobre os organismos (BAKKEN, 1992; BUCKLEY, et. al., 2013).

Nossos dados mostram que a temperatura efetiva pode ser mais de 13 °C acima da T_a alcançando valores de 49 °C nos horários com exposição direta da radiação solar (Fig. 1). Tais temperaturas são consideradas elevadas para os animais ectotérmicos, uma vez que a temperatura considerada letal para estes organismos encontra-se frequentemente entre 40 e 50 °C (TERBLANCHE et al., 2011). Entretanto, *Melipona subnitida* tolera temperaturas superiores a 50° C (TL_{50} : 51,6 °C; Fig. 2) mostrando que ela está adaptada as elevadas temperaturas encontradas na Caatinga. Para *Scaptotrigona* sp. não aconteceu a mesma coisa, a sua TL_{50} (48 °C), foi inferior a temperatura ambiental máxima encontra. Esta espécie já deve sofrer com restrições térmicas de forrageamento e com o aumento deve ser ainda pior. Para que esta espécie consiga sobreviver forrageando sob as temperaturas elevadas encontradas na Caatinga precisa de mecanismos que evitem o aquecimento excessivo do corpo, como a preferência por locais sombreados para forragear nos horários de alta radiação (BIESMEIJER et al., 1999).

Conclusões

É provável que *M. subnitida* tolere o aumento da temperatura por 4 °C nas próximas décadas prevista para a Caatinga, uma vez que as temperaturas críticas e letais desta espécie são superiores as atualmente encontradas neste bioma. Na situação atual, *Scaptotrigona* sp. não tolera as temperaturas ambientais mais elevadas encontradas na Caatinga, o que restringe o seu forrageamento para os horários mais frios do dia. Assim, com o aumento da temperatura previsto para a Caatinga, o forrageamento dessa espécie de abelha pode ser ainda mais limitado. A restrição no forrageamento pode modificar a sua distribuição geográfica, ficando limitada a locais com temperaturas mais amenas, ou até impossibilitar sua permanência em sua região de origem.

Referências Bibliográficas

BAKKEN, G.S. Measurement and Application of Operative and Standard Operative Temperatures in Ecology. **American Zoologist**, v. 32, p.194 – 216, 1992.

BIESMEIJER, J.C. et al. Niche differentiation in nectar-collecting stingless bees: the influence of morphology, floral choice and interference competition. **Ecological Entomology**, v.24, p.380-388, 1999.

BUCKLEY, L.B., MILLER E.F., KINGSOLVER, J.G. Ectotherm thermal stress and specialization across altitude and latitude. **Integrative and Comparative Biology**, v.53, p.571–581.2013

CHOWN, S.L.; NICOLSON, S.W. **Insect Physiological Ecology**. Mechanisms and Patterns. Oxford University Press, USA. 2004.

CHOWN, S.L.; TERBLANCHE, J.S. Physiological diversity in insects: ecological and evolutionary contexts. **Advances in Insect Physiology**, v.33, p.50-152. 2007.

HEIRINCH, B. **The hot-blooded insects: strategies and mechanisms of thermoregulation**. Harvard University Pr, 1993.

HEINRICH B. **The Thermal Warriors**: strategies of insect survival. Harvard University Press, USA. 1996.

KOVAC, H. et al. Metabolism and upper thermal limits of *Apis mellifera carnica* and *A. m. ligustica*. **Apidologie**, França. 2014.

MAIA-SILVA, C., SILVA, C.I., HRNCIR, M., QUEIROZ, R.T., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., 2012. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Fundação Brasil Cidadão, Brasil.

MAIA-SILVA, C.; HRNCIR, M; SILVA, C.I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, v.46, p.631-643, 2015.

MARENGO, J.A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2007. 212 p. (Série Biodiversidade, 26).

MOURA, M. S. B. et al. Clima e água de chuva no semiárido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, MS. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Brasil, 2007. P.37-59.

SOUZA, B.A., CARVALHO, C.A.L., ALVES, R.M.O., DIAS, C.S., CLARTON, L., 2009. **Mundurí (Melipona asilvai)**: a abelha sestrota. Cruz das Almas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

TERBLANCHE, J.S., HOFFMANN, A.A., MITCHELL, K.A., RAKO, L., LE ROUX, P.C., CHOWN, S.L. Ecologically relevant measures of tolerance to potentially lethal temperatures. **Journal of Experimental Biology**, v.214, p.3713-3725, 2011.

ZANELLA, Fernando César Vieira; MARTINS, Celso Feitosa. Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I.R., TABARELLI, M., SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p.75-134.

ZANELLA, Fernando César Vieira; MARTINS, Celso Feitosa. Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I.R., TABARELLI, M., SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p.75-134.