

Capacidade de resistência a altas e baixas temperaturas em operárias de *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera, Apidae) durante os períodos de verão e inverno

Oilton José Dias Macieira & Edson Aparecido Proni

¹ Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Animal e Vegetal. Campus Universitário, Caixa Postal 6001, 86051-990 Londrina, Paraná, Brasil E-mail: macieira@uel.br; proni@uel.br

ABSTRACT. Capacity of resistance to high and low temperatures in workers of *Scaptotrigona postica* Latreille (Hymenoptera, Apidae) during periods of summer and winter. Stingless bees are considered of great importance for the ecosystem by many authors because of their efficiency as pollinators. The present work studied the tolerance of workers of *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) to temperature changes in order to determine the lethal thermal limits for high and low temperatures (LT – lethal temperature) during summer and winter. The results showed a tolerance interval between -3,5°C and 40°C in summer and of -4°C up to 39,5°C in winter for 50% of mortality (LT₅₀). The thermal limits at 100% of mortality (LT₁₀₀) was between -5°C and 41°C in summer and between -5°C and 40,5°C in winter.

KEY WORDS. Lethal temperature, stingless bees, temperature limits, thermal tolerance.

RESUMO. As abelhas sem ferrão são consideradas por muitos autores de grande importância para o ecossistema devido a sua eficiência como polinizadoras. O presente trabalho estudou a tolerância de operárias de *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) à mudanças de temperatura, com o objetivo de determinar os limites térmicos letais (TL – temperatura letal) para altas e baixas temperaturas durante o verão e inverno. Os resultados mostraram um intervalo de tolerância entre -3,5°C e 40°C no verão e de -4,0 a 39,5°C no inverno a 50% de sobrevivência de uma população (LT₅₀). Os limites a 100% de mortalidade (LT₁₀₀) foram entre -5°C e 41°C no verão e -5°C e 40,5°C no inverno.

PALAVRAS CHAVE. Abelhas sem ferrão, limites de temperatura, temperatura letal, tolerância térmica.

As chamadas abelhas “sem ferrão” são reconhecidas como as principais polinizadoras de algumas culturas, tais como melancia (*Citrulus lanatus* L.), cebola (*Allium cepa* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), café (*Coffea arabica* L.) entre outras. *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) também conhecida como “mandaguari”, é uma espécie de abelha pertencente a um grupo de meliponídeos que vivem em ocos de árvores e podem ser encontradas em todas as áreas de clima tropical e subtropical, estendendo-se desde o México até o Rio Grande do Sul (NOGUEIRA-NETO 1997). Essa espécie de abelha mantém uma temperatura interna de 32 ± 3°C e sua temperatura ideal para atividade externa vai de 20 a 32°C (ENGELS *et al.* 1995).

AMANO *et al.* (2000) constataram que a potencialidade de algumas espécies dessas abelhas para polinização em estufa no Japão é muito promissora, pois são inofensivas aos trabalhadores de estufa, visitam uma gama extensiva de flores, são tolerantes a temperaturas altas, mostram-se ativas ao longo do ano, podem ser transportadas facilmente e não representariam um risco de se tornarem espécies invasoras caso escapassem, como o ocorrido no Brasil em 1957 quando abelhas africanas escaparam de um laboratório no Horto Florestal de Camacua,

Rio Claro, São Paulo (KERR *et al.* 1982). Porém ainda há algumas limitações para o uso dessas abelhas em tais países, pois no ambiente natural, fora das estufas, não sobreviveriam a um inverno rigoroso.

De acordo com PROSSER (1973) as diferentes espécies de organismos se diferenciam segundo suas preferências e tolerâncias térmicas, expressando assim o seu grau de adaptação. A temperatura pode determinar a distribuição e ao mesmo tempo limitar as atividades dos organismos. No ambiente, com raras exceções, as preferências térmicas dentro das quais os processos vitais ocorrem, podem estar entre 0 e 40°C, mas a maioria dos organismos geralmente se distribui dentro de estreitos limites de temperatura, aos quais estão adaptados. Poucas espécies sobrevivem e até mesmo conseguem manter uma atividade abaixo de 0°C ou, em fontes termais com temperaturas de até 70°C, o que provavelmente estaria relacionado com a existência de adaptações para enfrentar certos fatores limitantes do ambiente.

VERMA & EDWARDS (1971) observaram uma alteração na tolerância a altas e baixas temperaturas em *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) e *A. cerana indica* (Fabricius 1798), onde as

duas espécies sobreviveram por mais tempo a 50°C no outono do que no inverno, sendo a tolerância maior para *A. mellifera* nas duas estações. Entretanto, na temperatura de 5°C não houve diferenças entre as espécies. Portanto, o fato de ambas as espécies terem morrido após 60 horas no outono e 84 horas no inverno, forneceu evidências de uma aclimatização a baixas temperaturas.

PRONI & HEBLING (1994) estabeleceram com base nos valores das temperaturas letais a 50% de uma população (TL_{50}), zonas de tolerância térmica no inverno e no verão para *Tetragonisca angustula fiebrigi* (Schwarz, 1938) e *T. angustula angustula* (Latreille, 1807) observando assim uma zona de tolerância ligeiramente mais ampla nas temperaturas baixas, para a primeira subespécie.

ARTMOWIDJOJO *et al.* (1997) estudaram a tolerância a altas temperaturas no deserto do Arizona em *A. mellifera* e chegaram a um limite de 57°C. Observou-se também uma significativa perda de água com o aumento da temperatura.

MARDAN & KEVAN (2002), submetem larvas e operárias de *Apis dorsata* (Fabricius, 1793) a temperaturas que variaram entre 26°C e 45°C para estudar mortalidade, capacidade de sobrevivência e consumo de alimento (xarope). As larvas morreram acima de 36°C e a temperatura ótima para emergirem adultos saudáveis foi de 34°C. Operárias sobreviveram de 26 a 36°C, a 38°C morreram depois de cinco dias e a 45°C morreram em 48 horas. A utilização de xarope não foi diferente com o aumento da temperatura, entretanto o consumo de água aumentou rapidamente acima de 38°C comprovando sua importância para o controle da temperatura dentro do ninho.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a capacidade de resistência a variações de temperaturas em operárias de *S. postica* com o intuito de se determinar os limites térmicos letais de temperaturas altas e baixas durante os períodos de verão e inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

As abelhas forrageiras foram coletadas na entrada do ninho no momento de saída para o exterior e transportadas para o laboratório com temperatura mantida a $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Todos os experimentos foram realizados nos períodos de verão e inverno de 2002, com abelhas do mesmo ninho localizado no meliponário do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, cidade de Londrina, Paraná ($23^\circ 23' 30''\text{S}$ e $51^\circ 11' 05''\text{W}$). De acordo com dados obtidos no Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) as temperaturas médias da região variam entre 18 e 28°C durante o verão e entre 12 e 23°C no inverno.

Segundo PRECHT (1973) os métodos utilizados para determinação de limites de temperatura, podem ser classificados em dois tipos: a) o animal é transferido de um meio com temperatura ambiente para uma temperatura experimental extrema, abruptamente ou por mudança gradual de temperatura. O critério empregado pode ser tanto o tempo de sobrevivência dos

animais, bem como a temperatura em que certa percentagem de animais sobrevivem por um determinado período de tempo arbitrário (curto ou longo); b) o aquecimento ou resfriamento é feito a uma velocidade constante e, mede-se a temperatura na qual aparecem os sintomas típicos da resistência ou morte do animal.

No presente trabalho foi utilizada uma metodologia que está enquadrada dentro do primeiro tipo descrito por PRECHT *l.c.* Os limites de temperatura para forrageiras de *S. postica* foram avaliados através de uma temperatura letal a 50% de uma amostra (TL_{50}) e a 100% (TL_{100}) e o nível de significância foi determinado através de análise de probito (SOKAL 1981).

Os experimentos tiveram duração de seis horas e foram desenvolvidos nas temperaturas de -5; -4,5; -4; -3,5; -3; -2,5 e -2°C (temperaturas baixas) e 38,5; 39; 39,5; 40; 40,5 e 41°C (temperaturas altas) durante o verão e inverno. Para cada uma das temperaturas foi realizada uma repetição com a finalidade de se obter uma maior precisão nos resultados.

Em cada experimento, foram colocados 10 exemplares das abelhas em uma câmara climática de 250 ml monitorada por um termômetro digital de precisão. Como fonte de alimento foi colocada no interior da câmara uma tampa de plástico com algodão embebido em 1ml de solução de sacarose a 50%. A contagem da mortalidade foi feita 60 minutos depois do término do experimento e determinada em percentagem (HOAR 1966). Após esse tempo de recuperação, os insetos que não apresentaram movimentação foram considerados mortos.

RESULTADOS

A figura 1 mostra os resultados da relação entre mortalidade e temperatura para operárias de *S. postica* submetidas a temperaturas altas onde foram obtidos os valores a 50% de mortalidade (TL_{50}) de 40°C no verão e 39,5°C no inverno. Para uma mortalidade de 100% (TL_{100}) chegou-se ao limite de 41°C no verão e 40,5°C no inverno.

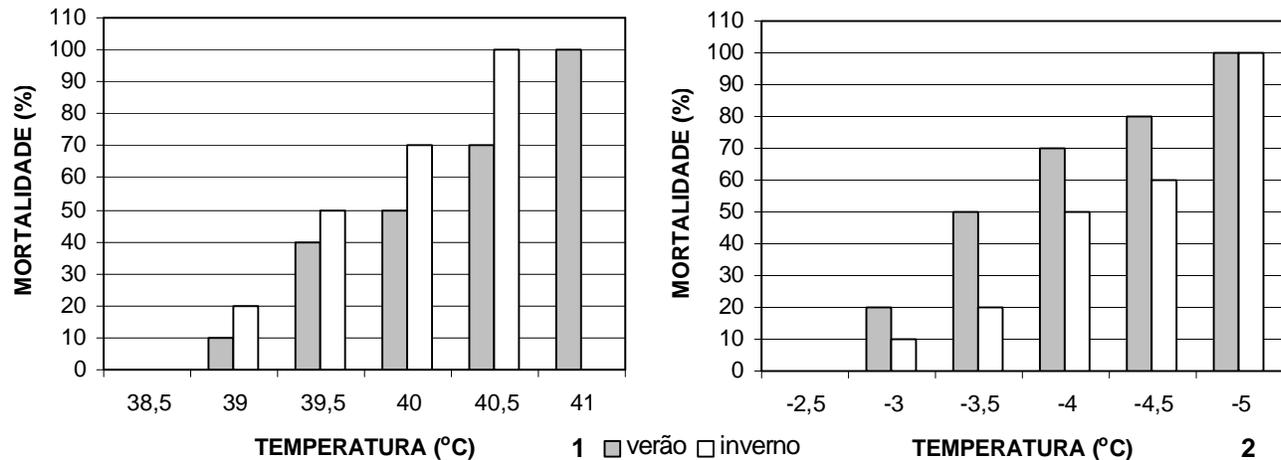
A figura 2 registra a mortalidade em relação às temperaturas baixas para operárias de *S. postica* onde os valores determinados para a TL_{50} foram -3,5°C no verão e -4°C no inverno. Os limites térmicos letais (TL_{100}) chegaram a -5°C tanto no verão como no inverno.

A tabela I mostra os resultados das análises estatísticas de probito a 50% de mortalidade. Os valores de χ^2 foram estabelecidos com três graus de liberdade, e o intervalo de confiança de TL_{50} a um nível de 5% de probabilidade.

DISCUSSÃO

A temperatura é um fator limitante para a distribuição dos animais, ao mesmo tempo que regula seu índice de atividade e é também um fator de regulação do crescimento e do metabolismo (PROSSER 1968).

De acordo com MUTCHOR (1967) a tolerância, com manutenção das atividades, a altas e baixas temperaturas reflete a



Figuras 1-2. Relações entre mortalidade e temperatura para operárias de *Scaptotrigona postica*, durante períodos de verão e inverno.

Tabela I. Análise de probito dos limites térmicos letais para operárias de *Scaptotrigona postica*.

Temperaturas (°C)	TL ₅₀	Limites de confiança (95%)	χ^2
Baixa/verão	-3,5	-3,3 – -3,8	1,33
Baixa/inverno	-4,0	-3,5 – -4,4	2,67
Alta/verão	40,0	39,4 – 40,3	1,94
Alta/inverno	39,5	39,0 – 39,8	1,11

capacidade de adaptação e também as características térmicas do habitat natural de uma espécie. Desse modo, a determinação das temperaturas letais proporciona uma idéia aproximada da faixa de tolerância térmica da espécie.

Os resultados do presente trabalho, segundo os conceitos de temperatura letal a 50% de uma amostra (PROSSER 1973), indicaram uma faixa de tolerância térmica para operárias de *S. postica* entre -3,5 e 40°C no verão e -4 e 39,5°C no inverno, onde se destaca principalmente, uma boa tolerância ao frio. Considerando-se os limites térmicos máximos (TL₁₀₀) para essas abelhas as zonas de tolerância térmica foram ampliadas para -5 e 41,5°C no verão e entre -5 a 40,5°C no inverno.

A aclimatização sazonal é um fator importante que pode exercer uma influência significativa nos estudos sobre temperatura letal. FREE & SPENCER-BOOTH (1960) constataram que *A. mellifera* apresentou um maior índice de tolerância ao frio do que ao calor durante o período de inverno, mas depois de um período de aclimatização a 35°C não foi observada diferença de resistência durante o verão e inverno. VERMA & EDWARDS (1971) também registraram alterações na tolerância a altas e baixas temperaturas em *A. mellifera* e *A. cerana indica*, onde as duas espécies sobreviveram por mais tempo a 50°C em outono (outono) do que em janeiro (inverno). Quando submetidas à temperatura de 5°C as abelhas morreram após 60 horas

no outono e 84 horas no inverno. PRECHT (1973) concluiu que as mudanças na resistência a extremos de temperatura frequentemente dependem da sazonalidade, observando-se um aumento na resistência ao calor no verão e ao frio no inverno. Os resultados do presente trabalho mostraram portanto uma aclimatização sazonal de *S. postica* tendo sido observada uma maior resistência às temperaturas altas no verão e uma melhor adaptação às temperaturas baixas no inverno.

PRONI & HEBLING (1994) trabalhando com as abelhas sem ferrão *T. angustula angustula* e *T. angustula fiebrigi*, verificaram, com base nos valores de TL₅₀, zonas de tolerância térmica entre -1,18 e 41,4°C e -1,25 e 41,25°C, respectivamente, no verão e entre -1,25 e 41,25°C e 1,75 e 40,83°C no inverno. Uma comparação interespecífica dos resultados revela que as operárias de *S. postica* apresentaram uma faixa de tolerância mais ampla para baixas temperaturas do que as duas subespécies de *T. angustula*, tanto no verão quanto no inverno.

ENGELS *et al.* (1995) estudando a termoregulação de ninhos de *S. postica* observaram que as operárias mantinham a área de cria a 32 ± 3°C; a 15°C no exterior o ninho era fechado pelas abelhas e quando a temperatura interna do ninho foi experimentalmente elevada acima de 40°C as operárias não puderam mais controlar a temperatura. No presente trabalho as operárias de *S. postica* foram testadas individualmente a limites extremos de temperaturas e apresentaram uma mortalidade de 100% a 41°C no verão e 40,5°C no inverno.

Considerando-se a temperatura de referência em todo o presente trabalho para as operárias de *S. postica* (25°C), observou-se uma maior amplitude na capacidade adaptativa ao frio do que ao calor nos períodos de verão e inverno.

A sobrevivência ao calor pode depender de um complexo de fatores. Segundo SCHMIDT-NIELSEN (1983) três variáveis podem atuar: 1) as condições de temperatura ambiente em que o animal estava habituado antes da exposição ao calor; 2) as condições gerais do organismo, tais como a quantidade de lí-

quido do corpo, alimento, isolamento térmico etc.; 3) tempo de exposição do organismo a extremos de calor. De acordo com as variáveis mencionadas as operárias de *S. postica* utilizadas nos experimentos estavam habituadas a uma temperatura média fora do ninho de 28°C. Durante os experimentos as abelhas receberam alimentação (água + sacarose a 50%), não foram submetidas a isolamento térmico e, o tempo de exposição às diferentes temperaturas foi de seis horas.

O fatores que podem induzir a resistência a altas temperaturas foram estudados por alguns autores. Segundo LINDQUIST & GRAIG (1988) a tolerância térmica é um efeito temporário contra temperaturas letais, induzida por proteínas em células e organismos após um condicionamento térmico a temperaturas intermediárias ou depois do stress provocado principalmente por tratamento com calor. ANDERSON (1986), seguindo a mesma linha experimental, observou células com diferentes níveis de tolerância ao calor, mas sem alteração da síntese de proteínas de resistência a altas temperaturas.

ARTMOWIDJOJO *et al.* (1997) estudaram a tolerância a altas temperaturas no deserto do Arizona em *A. mellifera* e chegaram a um limite de 57°C atingindo um limite de sobrevivência bem mais elevado do que *S. postica* que suportou no seu limite extremo 41,5°C no verão.

MARDAN & KEVAN (2002) realizaram experimentos com tolerância térmica em operárias adultas de *A. dorsata* que sobreviveram até 36°C, morrendo depois de cinco dias a 38°C e a 45°C morreram em 48 horas. Comparando com os resultados com os do presente trabalho observou-se uma menor capacidade de tolerância a altas temperaturas em operárias de *S. postica*.

Analisando-se os dados de uma maneira geral pode-se concluir que as operárias de *S. postica* apresentaram uma boa capacidade de resistência a altas e baixas temperaturas durante o período de seis horas de duração dos experimentos. Não foram observadas alterações significativas nos limites máximos superiores e inferiores de temperatura no verão e inverno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANO, K.; T. NEMOTO & T.A. HEARD. 2000. What are stingless bees and how to use a crop pollinators? A review. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ohwashi, **34** (3): 183-190.
- ANDERSON, R.L. 1986. Heat shock protein levels are not elevated in heat resistance B16 melanoma cells. **Radiation Research**, Lawrence, **105**: 240-246.
- ARTMOWIDJOJO, A.H.; D.E. WHEELER; E.H. ERICKSON & A.C. COHEN. 1997. Temperature tolerance and water balance in feral and domestic honeybees *Apis mellifera* L. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Vancouver, **118** (4): 1349-1403.
- ENGELS, W.; P. ROSENKRANZ & E. ENGELS. 1995. Thermoregulation in the nest of the neotropical stingless bee *Scaptotrigona postica* and a hypothesis on the evolution of temperature homeostasis in highly eusocial bees. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. Tübingen, **30** (4): 193-205.
- FREE, J.B. & Y. SPENCER-BOOTH. 1960. Chill coma and cold-death temperatures of *Apis mellifera*. **Entomological Experimental and Applied**, Chicago, **3**: 222-230.
- HOAR, W.S. 1966. **General and Comparative Physiology**. New Jersey, Prentice-Hall Inc., 815p.
- KERR, W.E.; S.R. LEON & M.B. DARDO. 1982. The southern limits of the distribution of the Africanized honeybee in South America. **American Bee Journal**, Hamilton, **122**: 196-198.
- LINDQUIST, S. & E.A. GRAIG. 1988. The heat shock proteins. **Annual Reviews of Genetics**, Palo Alto, **22**: 631-677.
- MARDAN, M. & P.G. KEVAN. 2002. Critical temperatures for survival of brood and adult workers of the giant honeybee *Apis dorsata* (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie**, Avignon, **33** (3): 295-301.
- MUTCHMOR, J.A. 1967. Temperature adaptation in insects. **American Association for the Advancement of Science**, Washington, **84**: 165-173.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1997. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo, Ed. Nogueirapis, 446p.
- PRECHT, H. 1973. **Temperature and life**. New York, Springer Verlag, 779p.
- PRONI, E.A. & M.J.A. HEBLING. 1994. Tolerance to temperature variation in workers of *Tetragonisca angustula fiebrigi* Schwars, 1938 and *Tetragonisca angustula angustula* Latreille, 1807 (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **54** (1): 85-90.
- PROSSER, C.L. 1968. Temperatura, p. 256-306. *In*: C.L. PROSSER & F.A. BROWN JR. (Eds). **Fisiologia Comparada**. Mexico, Editora Interamericana, 2ª ed., 966p.
- . 1973. **Comparative Animal Physiology**. London, W.B. Saunders Co., vol. 1, 3ª ed., 966p.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. 1983. **Fisiologia animal: adaptación y medio ambiente**. Barcelona, Ediciones Omega, VIII+347p.
- SOKAL, R.R. 1981. **Biometry: principles and practice of statistics in biological research**. Chicago, Feeman Ed., 2ª ed., 273p.
- VERMA, L.R. & D.K. EDWARDS. 1971. Metabolic acclimatization to temperature and temperature tolerance, in *Apis mellifera* and *Apis cerana indica* kept in India. **Journal of Apicultural Research**, Cardif, **10** (3): 105-108.

Recebido em 05.IV.2004; aceito em 10.XI.2004.