

E QUANDO O CALOR CHEGAR? SERÁ QUE ELAS VÃO AGUENTAR? ANÁLISE DA TOLERÂNCIA TÉRMICA DE DINOPONERA QUADRÍCEPS E DO EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE O DESEMPENHO COMPORTAMENTAL DA ESPÉCIE

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

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

Introdução

A temperatura corporal de organismos ectotérmicos possui uma relação direta com a temperatura do ambiente em que se encontram, interferindo no seu *fitness* e no seu desempenho comportamental (HUEY; KINGSOLVER, 1993). O desempenho comportamental desses organismos tende a melhorar gradativamente à medida que a temperatura do ambiente aumenta até a temperatura em que eles atingem seu máximo desempenho. A partir daí, as temperaturas começam a se tornar danosas e o desempenho tende a diminuir dramaticamente até atingir temperaturas letais (HUEY; BERRIGAN, 2001).

Para algumas espécies distribuídas em regiões temperadas, o aquecimento global poderia permitir o aumento da atividade ao aproximar a temperatura ambiental de temperaturas em que elas apresentem seu melhor desempenho comportamental (DEUTSCH et al., 2008). Com as espécies de regiões tropicais, o efeito do aquecimento global deve ser totalmente inverso, elevando a temperatura média para além do que muitas espécies são capazes de suportar (DEUTSCH et al., 2008). Nesse caso, as temperaturas elevadas poderão levar a extinção de espécies a nível local (LAVERGNE et al., 2010) ou obriga-las a reduzir sua atividade aos locais e horários em que a temperatura esteja mais amena (CERDÁ, 2001). Esse cenário deve ser agravado em regiões dos trópicos em que as temperaturas médias já são elevadas ao longo de todo o ano como é o caso da região nordeste do Brasil e sobretudo na região semiárida onde se localiza o bioma Caatinga. Nesse bioma, a temperatura média varia entre 26 e 34 °C (MOURA et al., 2007; SOUZA et al., 2009) com um aumento previsto de 4 °C até o fim do século (MARENGO, 2007). Esse aquecimento global pode representar um desafio fisiológico para espécies nativas do bioma, tais como a formiga *Dinoponera quadriceps*, cuja distribuição é restrita à região nordeste do Brasil (PAIVA; BRANDÃO 1995), ocorrendo naturalmente na Caatinga.

Nesse estudo, investigamos os limites térmicos da espécie *D. quadriceps* e como seu desempenho comportamental é influenciado pela temperatura. Os resultados podem funcionar como um importante preditor da vulnerabilidade da espécie frente ao aumento global da temperatura ambiental (HUEY et al., 2012).

Material e métodos

(83) 3322.3222
contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

Espécie estudada

Foram estudados oito ninhos da formiga *Dinoponera quadriceps* Kempf 1971 (Formicidae, Ponerinae) de um remanescente de Caatinga arbóreo-arbustiva em uma área de Reserva Legal da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (5°03'54.45" S, 37°24'03.64" W; altitude, 79 m). A reserva pertence à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN, Brasil.

Desempenho comportamental

Para avaliar a influência da temperatura sobre o desempenho comportamental de forrageiras de *D. quadriceps*, foi avaliada a velocidade de movimento de forrageadoras após exposição à determinada temperatura por 24 horas. As formigas foram colocadas em potes plásticos (grupos de 5 a 10 indivíduos por pote) e colocadas em uma estufa D.B.O. (NOVATÉCNICA, NT. 703) a uma temperatura inicial de 20 °C. Após uma aclimação por 24 horas, a temperatura foi diminuída (N = 60 formigas) ou aumentada (N = 150 formigas) gradualmente a cada 24 horas até atingir a temperatura em que elas não eram mais capazes de se locomover. As temperaturas utilizadas nos experimentos de redução de temperatura foram 20 °C, 10 °C e 15 °C, e nos experimentos de aumento de temperatura foram 25 °C, 27 °C, 30 °C, 32 °C, 35 °C, 37 °C e 40 °C. As formigas sobreviventes de cada temperatura (tanto nos experimentos de aumento quanto de diminuição da temperatura) foram colocados em um túnel, (50 cm de comprimento, 5 cm de largura) onde foi registrado com um cronômetro o tempo gasto por elas para realizar o percurso. Para cada temperatura experimental foi calculada a velocidade média (cm/s) dos indivíduos. A temperatura em que as formigas tinham seu desempenho máximo (velocidade máxima) foi calculada utilizando um modelo de regressão não-linear (Pico Gaussiano).

Tolerância térmica - 24 horas de exposição

Para avaliar a capacidade das formigas de sobreviver a temperaturas elevadas foi avaliada a taxa de mortalidade de indivíduos após exposição à determinada temperatura experimental por 24 horas. As formigas (N = 150 formigas) foram colocadas em potes plásticos (grupos de 5 a 10 indivíduos por pote) e colocadas em uma estufa D.B.O. (NOVATÉCNICA, NT. 703) a uma temperatura inicial de 20 °C. Após uma aclimação por 24 horas, a temperatura foi aumentada gradualmente a cada 24 horas até atingir 100 % de mortalidade (T_{L100}). As temperaturas experimentais foram 20 °C (temperatura inicial), 25 °C, 27 °C, 30 °C, 32 °C, 35 °C, 37 °C e 40 °C. Antes de cada aumento de temperatura, foi contabilizado o número de formigas mortas. Foram consideradas vivas as formigas que apresentaram movimentos espontâneos ou em resposta a estímulos de toques leves. Foi avaliada a taxa de mortalidade em cada temperatura experimental, e a temperatura letal TL_{50} (temperatura que resulta na mortalidade de 50 % dos indivíduos) foi calculada utilizando um modelo de regressão sigmoidal. Para testar se a morte das formigas foi realmente causada pela temperatura e não pelo tempo de permanência na estufa, foi realizado um experimento controle em que as formigas (N = 20 indivíduos) foram mantidas na estufa durante 6 dias a uma temperatura de 25 °C.

Resultados

Desempenho comportamental

O desempenho comportamental de *D. quadriceps* foi significativamente influenciado pela temperatura experimental a que as formigas estiveram expostas (Regressão não linear, Pico Gaussiano: $R^2 = 0,84$; $p < 0,001$). Entre 10 °C e 25 °C a velocidade média dos indivíduos aumentou à medida que aumentou a temperatura de exposição. Em 28,1 °C as formigas atingiram seu máximo desempenho (velocidade máxima calculada pela regressão de Pico Gaussiano = 9,2cm/s). A partir de 30 °C o desempenho das forrageadoras diminuiu com o aumento da temperatura (Figura 1).

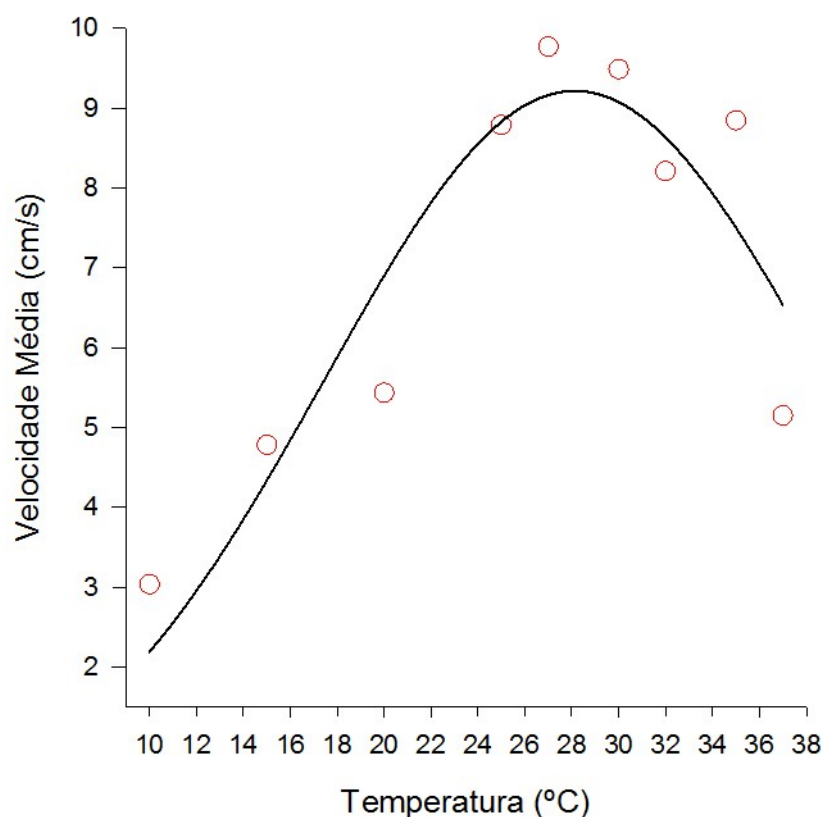


Figura 1. Desempenho comportamental de *Dinoponera quadriceps*. Os círculos indicam a velocidade média (cm/s) das formigas após 24 horas de exposição a uma dada temperatura. A linha mostra os valores do modelo de regressão de Pico Gaussiano.

Tolerância térmica - 24 horas de exposição

Para os grupos experimentais, a temperatura letal (TL_{50}) obtida após 24 horas de exposição foi de 33,6°C (calculada através de regressão sigmoidal). Nenhum dos indivíduos tolerou 24 horas de exposição a 40 °C. A temperatura experimental mais alta tolerada pelos indivíduos foi de 37 °C (Figura 2). No experimento controle, todas as formigas sobreviveram os seis dias consecutivos dentro da estufa a uma temperatura de 25 °C.

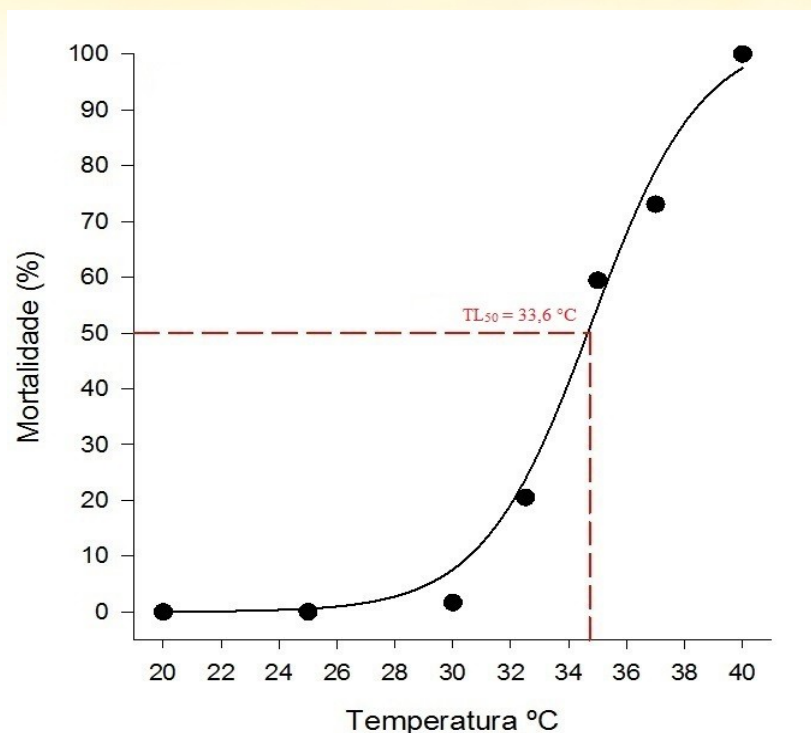


Figura 2. Tolerância térmica de *Dinoponera quadriceps* a temperaturas elevadas após vinte e quatro horas de exposição. A linha tracejada indica o ponto da temperatura letal TL_{50} calculado pelo modelo de regressão sigmoide (linha inteira).

Discussão

A forte influência da temperatura sobre a atividade de animais ectotérmicos faz com que esses organismos sejam ativos apenas em temperaturas próximas ao ideal ou enfrentem temperaturas que podem ser fisiologicamente danosas, ainda que não sejam necessariamente letais (BOZINOVIC et al., 2011). Os resultados relativos à influência da temperatura sobre o desempenho comportamental da formiga *D. quadriceps* mostraram uma forte relação entre o seu desempenho comportamental (velocidade de corrida) e as temperaturas a que os indivíduos foram expostos (Fig. 1). O ótimo desempenho próximo a 28 °C indica que o forrageamento da espécie deve ser intensificado em temperaturas próximas a essa, aumentando as chances de sucesso na busca por presas.

Em relação à tolerância térmica da espécie, o presente estudo mostrou que a partir de 33 °C as temperaturas passam a ser letais (Fig. 2) para *D. quadriceps*. Isso pode explicar a queda no desempenho comportamental em temperaturas acima de 30 °C. Com o aumento da temperatura ambiental previsto para a Caatinga, as faixas de temperatura dentro do ideal para a espécie estarão cada vez mais restritas a certos períodos do dia, fazendo com que esta espécie tenha que modificar sua dinâmica de forrageamento, ou até mesmo forragear em temperaturas fora dos valores ideais.

Conclusão

Parâmetros que testam o desempenho comportamental sob efeito de diferentes temperaturas dão subsídios para avaliação do efeito das mudanças climáticas no forrageamento das espécies. Além do desempenho comportamental, a tolerância térmica é um fator importante para definir as temperaturas ideais para o forrageamento. De acordo com os resultados, *D. quadriceps* possui uma baixa tolerância térmica e desempenhos comportamentais ótimos restritos a temperaturas baixas. Com o aumento da temperatura prevista para a Caatinga o forrageamento de *D. quadriceps* será fortemente afetado, tornando-o ainda mais restrito.

Referências Bibliográficas

BOZINOVIC, F. et al. The Mean and Variance of Environmental Temperature Interact to Determine Physiological Tolerance and Fitness. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 84, n. 6, p. 543–552, 2011.

CERDÁ, X. Behavioural and physiological traits to thermal stress tolerance in two Spanish desert ants. **Etologia**, v. 9, p. 15–27, 2001.

DEUTSCH, C. A et al. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n. 18, p. 6668–6672, 2008.

HUEY, R. B. et al. Predicting organismal vulnerability to climate warming: roles of behaviour, physiology and adaptation. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1596, p. 1665–1679, 2012.

HUEY, R. B.; BERRIGAN, D. Temperature, demography, and ectotherm fitness. **The American naturalist**, v. 158, n. 2, p. 204–210, 2001.

HUEY, R. B.; KINGSOLVER, J. G. Evolution of resistance to high temperature in ectotherms. **The American Naturalist**, v. 142, p. S21–S46, 1993.

LAVERGNE, S. et al. Biodiversity and Climate Change: Integrating Evolutionary and Ecological Responses of Species and Communities. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 41, n. 1, p. 321–350, 2010.

MARENGO, J. **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**. MMA, Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e água de chuva no semiárido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S.B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. pp. 37-59, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Brasil, 2007.

PAIVA, R. V. S.; BRANDAO, C. R. F. Nests, worker population, and reproductive status of workers, in the giant queenless ponerine ant *Dinoponera Roger* (Hymenoptera Formicidae). **Ethology Ecology & Evolution**, v. 7, n. 4, p. 297–312, 1995.

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