

EFEITO DE ALTAS TEMPERATURAS SOBRE *Diatraea saccharalis*
(Fabr., 1794) E SEUS INIMIGOS NATURAIS

J.R.P. Parra¹
J.A.D. Aguilar¹
P.S.M. Botelho²

INTRODUÇÃO

Na condução da cultura de cana-de-açúcar, são etapas rotineiras a queima da palha para facilitar a colheita e o posterior enleiramento e queima do palhiço. Assim, o efeito do fogo sobre *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) e seus inimigos naturais é um assunto bastante controverso, sendo que muitos autores (MEYER, 1928; MONTE, 1941) condenam esta prática, enquanto que outros (CHARPENTIER & MATHES, 1969; DEGASPARI et al., 1981) afirmam que não há efeito sobre os parasitoides ou predadores da broca-da-cana, podendo até, em certos casos, ser benéfica.

Baseando-se nos dados de DEGASPARI et al. (1983) sobre as temperaturas que ocorrem no interior dos colmos da cana-de-açúcar, e o tempo de duração destas temperaturas durante a queimada, foi delineada a presente pesquisa. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de altas temperaturas (40, 44, 48, 52, 56 e 60°C) por diferentes tempos de exposição (2, 3 e 4 min) sobre lagartas e pupas de *D. saccharalis*, pupários de *Metagonistylum minense* Towns., 1927 e casulos de *Apan*

¹ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

² PLANALSUCAR, Araras. SP.

teles flavipes (Cam., 1891), para fornecer subsídios ao manejo integrado da broca-da-cana.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) de 3ª e 6ª instares (com base na medição da cápsula cefálica, segundo MELO, 1984); pupas de *D. saccharalis* de idade desconhecida e não separadas por sexo (1ª etapa) e pupas que foram denominadas novas (1-3 dias), jovens (4-5 dias) e velhas (6-8 dias) de ambos os sexos, separadas com base em BUTT & CANTU (1962) (2ª etapa); pupários de *Metagonistylum minense* Towns., 1927 e casulos de *Apanteles flavipes* (Cam., 1891), ambos separados imediatamente após a metamorfose. Estes insetos foram obtidos da criação estoque do setor de Entomologia do PLANALSUCAR, Araras-SP. Estas formas biológicas foram mantidas em estufas reguladas a 40, 44, 48, 52, 56 e 60°C, ficando os insetos no interior de pedaços de colmos de cana-de-açúcar (20 cm), em orifícios feitos com vazador. No caso de lagartas, os orifícios permaneciam fechados por fita adesiva. Nos demais casos permaneceram abertos, para simular as condições naturais. As temperaturas no interior dos colmos foram medidas com um termômetro digital com 5 canais para termistores, até a estabilização da temperatura desejada. As formas biológicas foram submetidas às diferentes temperaturas por 2, 3 e 4 min. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial. Em cada condição de temperatura e em cada tempo de exposição, utilizaram-se, em 4 repetições, 20 formas biológicas, exceto no caso de *A. flavipes*, onde foram analisados números variáveis de casulos (661 a 727) (quadro V). Para o estudo das pupas de idades conhecidas (2ª etapa) foram avaliados apenas os efeitos das temperaturas: 52, 56 e 60°C. Após os diferentes tratamentos, os colmos, que continham os insetos, eram trazidos ao laboratório (25°C; UR: 70 ± 10%; 14h de fotofase), observando-se a mortalidade de lagartas e pupas de *D. saccharalis*, pupários de *M. minense*

e casulos de *A. flavipes*. Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Como testemunha (sem tratamento) foram mantidas 100 lagartas (de 3♀ e 6♀ instares) e 100 pupas (recém formadas) de *D. saccharalis*; 100 pupários de *M. minense* e 20 massas (50 casulos em média cada uma) de *A. flavipes* recém formadas, observando-se até a transformação na fase seguinte. As diferentes formas biológicas foram mantidas de forma análoga às aquelas submetidas às altas temperaturas (no interior de pedaços de colmo de cana), sendo mantidas à 25°C; UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lagartas pequenas ou grandes de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), sofreram desidratação a 52°C, havendo mortalidade total nas exposições de 2, 3 ou 4 min (quadro I). Estes dados são bastante coerentes, pois 52°C é a temperatura máxima fatal para insetos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Para a fase de pupa de *D. saccharalis* não ocorreu interação temperatura e tempo de exposição, sendo que, através do teste de comparação de médias, ficou evidenciado que houve diminuição da emergência, a partir de 52°C (inclusive), sendo que não houve diferença significativa entre tempos de exposição (quadro II). A 56°C a emergência foi bastante baixa, sendo nula a 60°C. Entretanto, o fato de ter havido emergência a 56°C, pode estar relacionado às idades variáveis das pupas, pois MISKIMEN (1973) constatou que a resistência de *D. saccharalis* às altas temperaturas varia em função da idade da pupa, o que não foi considerado na presente pesquisa, pois se trabalhou com pupas de idades variáveis. Na 2ª etapa, onde foram levados em consideração a idade e o sexo, não houve influência nem da idade e nem do sexo da pupa na emergência da broca (quadro III). Pôde-se constatar que não houve emergência a 56 e 60°C. O fato de

Quadro I - Mortalidade (%) de lagartas de 3º ínstar (P)* e de 6º ínstar (G) ** de *D. saccharalis* submetidas à altas temperaturas por diferentes tempos de exposição.

Tempo (min)	Lagarta	Temperatura (°C)					
		40	44	48	52	56	60
2	G	0	0	0	100	100	100
	P	0	0	0	100	100	100
3	G	0	0	0	100	100	100
	P	0	0	0	100	100	100
4	G	0	0	0	100	100	100
	P	0	0	0	100	100	100

* P = pequenas (3º ínstar)

** G = grandes (6º ínstar)

Quadro II - Emergência (%) de *D. saccharalis* provenientes de pupas submetidas a altas temperaturas por diferentes tempos de exposição. 1.ª etapa.

Tempo (min)	Temperatura (°C)					\bar{X}	
	40	44	48	52	56		60
2	100	70	70	0	10	0	41,6 A
3	100	50	70	10	10	0	40,0 A
4	70	70	70	0	0	0	35,0 A
	90 a	63 a	70 a	3,3 b	6,6 b	0 b	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (tempos de exposição).

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade (temperatura).

Quadro III - Emergência (%) de *D. saccharalis* provenientes de pupas de ambos os sexos e de diferentes idades submetidas a altas temperaturas por diferentes tempos de exposição. 2ª etapa.

Temp. (°C)	Emergência (%)					
	"Pupa nova"		"Pupa jovem"		"Pupa velha"	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
52	23	16	6,7	6,7	13,3	13,3
56	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0

- "Pupa nova" = 1-3 dias; "Pupa média" = 4-6 dias; "Pupa velha" = 6-8 dias

* Não houve diferença significativa entre idade e sexos.

ter havido emergência a 56°C na 1ª etapa pode ter sido devido a algum gradiente de temperatura na estufa não detectado na presente pesquisa, desde que a 2ª etapa foi repetida por duas vezes e os resultados confirmados.

Os pupários de *Metagonistylum minense* Towns., 1927 não originaram adultos a partir de 52°C, não havendo influência do tempo de exposição (quadro IV).

De todos os insetos e fases de desenvolvimento estudados, *Apanteles flavipes* foi o que se mostrou mais resistente às altas temperaturas, pois a 52°C houve sobrevivência nos 3 tempos de exposição, embora com um decréscimo de 74,5% em relação a média obtida a 40, 44 e 48°C. Não houve também, neste caso, influência do tempo de exposição (quadro VI). Mesmo nas exposições a 60°C houve 6,3% de emergência de *A. flavipes* (quadros V e VI). É muito provável que a proteção de seda dos casulos e o aglomerado dos mesmos formando conjuntos ou massas tenham proporcionado uma maior proteção nas exposições às altas temperaturas. Embora, no presente trabalho, tenha sido feita uma simulação em condições de laboratório, onde não houve o contacto direto do fogo sobre o inseto, como ocorre na queimada da palha da cana para colheita, ficou evidente que o efeito de altas temperaturas é tão prejudicial à broca como seus inimigos naturais, sendo que o parasitóide *A. flavipes*, que é hoje o inimigo natural mais utilizado no controle da broca-da-cana, mostrou-se muito mais resistente do que a própria *D. saccharalis*.

É óbvio que houve, mesmo na menor temperatura e menor tempo de exposição, um efeito na transformação para a fase seguinte, em relação àquelas formas que não receberam tratamento (quadro VII). Entretanto, este efeito existiu tanto para a broca como para os seus inimigos naturais. Outros aspectos devem ser levados em consideração; assim, se a broca-da-cana estiver parasitada, é evidente que a sua morte por elevadas temperaturas, acarretará também o extermínio dos parasitóides; também não

Quadro IV - Emergência (%) de *M. minense* provenientes de pupários submetidos a altas temperaturas por diferentes tempos de exposição.

Tempo (min)	Temperatura (°C)					\bar{x}	
	40	44	48	52	56		60
2	50	68	70	0	0	0	31,7 A
3	50	64	50	0	0	0	27,3 A
4	30	56	30	0	0	0	22,7 A
	43,3a	62,7a	50a	0b	0b	0b	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (tempo de exposição).

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (temperaturas).

Quadro V - Porcentagem de emergência de *A. flavipes* provenientes de "casulos" submetidos a diferentes temperaturas por diferentes tempos de exposição.

Temperatura (°C)	Emergência (%)
40	61,0 (722)
44	64,3 (727)
48	53,3 (696)
52	15,3 (694)
56	12,3 (661)
60	6,3 (676)

Número total de casulos analisados por tratamento.

Quadro VI - Emergência (%) de *A. flavipes* provenientes de "casulos" submetidos a altas temperaturas por diferentes tempos de exposição.

Tempo (min)	Temperatura (9C)					\bar{x}	
	40	44	48	52	56		60
2	67	56	57	33	29	16	43,0 A
3	58	80	48	3	8	3	33,3 A
4	58	57	55	10	0	0	30,0 A
	61,0a	64,3a	53,3a	15,3b	12,3b	6,3b	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (tempo de exposição).

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (temperatura).

Quadro VII - Porcentagem de transformação das diferentes formas biológicas que não foram submetidas às altas temperaturas. Temp: 25°C; UR: 70 ± 10%; fotofase: 14 h.

Inseto	Estágio	%
<i>D. saccharalis</i>	lagarta-pupa	80
	3ª ínstar	88
	5ª ínstar pupa-adulto	95
<i>M. minense</i>	pupário-adulto	75
<i>A. flavipes</i>	casulo-adulto	87

foi considerado, no presente trabalho, o efeito sobre ovos de *D. saccharalis*. Entretanto, é sabido que os ovos da broca-da-cana são muito sensíveis ao ressecamento, diminuindo a eclosão de lagartas nas umidades relativas inferiores à 70% (PARRA et al., 1986). Desta forma, as elevadas temperaturas registradas durante a queima da levarão à morte do embrião de *D. saccharalis* e consequentemente dos seus parasitoides, os quais são abundantes na natureza.

Como a fase de ovo é a mais importante para a dinâmica populacional da broca-da-cana (BOTELHO, 1985) e pretende-se incorporar no seu programa de controle biológico também os parasitoides de ovos, como *Trichogramma* (PARRA & ZUCCHI, 1986; PARRA et al., 1987), é necessário que se compatibilize, no caso de utilização futura destes parasitoides, a queimada com a liberação destes inimigos naturais. De qualquer maneira, são necessários estudos mais detalhados neste sentido.

CONCLUSÕES

1. Altas temperaturas são prejudiciais à *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) e seus inimigos naturais;
2. Lagartas de *D. saccharalis* morrem quando expostas a 52°C por 2 minutos;
3. Pupas de *D. saccharalis* dão origem a adultos (embora em menor número), mesmo quando expostas a 52°C pelos diferentes tempos de exposição;
4. As pupas de *D. saccharalis* são igualmente afetadas, pela temperatura, independente de idade e sexo;
5. As temperaturas de 56 e 60°C são letais às pupas de *D. saccharalis*.
6. Não houve emergência de *Metagonistylum munense* Towns., 1927 quando os pupários foram submetidos a 52°C;

7. Dos insetos estudados, *Apanteles flavipes* (Cam., 1891) se mostrou mais resistente às altas temperaturas.

RESUMO

Tomando-se por base a faixa de temperatura registrada no interior dos colmos, durante a "queimada" da cana-de-açúcar, procurou-se determinar o efeito dessas altas temperaturas (40, 44, 48, 52, 56 e 60°C), registradas através de termistores, por diferentes tempos de exposição (2, 3 e 4 min) sobre lagartas e pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), pupários de *Metagonistylum minense* Towns., 1927 e casulos de *Apanteles flavipes* (Cam., 1891), visando a fornecer subsídios ao manejo integrado da broca-da-caba. Esse experimento, realizado em condições de estufa, simulou, tanto quanto possível, as condições de campo. As lagartas de *D. saccharalis* morreram a partir de 52°C, quando expostas nessa temperatura por 2 minutos; as pupas de *D. saccharalis* deram origem a adultos (embora em menor número) mesmo quando expostas a 52°C, nos diferentes tempos de exposição. Essas pupas foram igualmente afetadas pela temperatura, independentemente do sexo e da idade, sendo que as temperaturas de 56 e 60°C lhes foram letais. Não houve emergência de *M. minense* desde 52°C, mesmo no menor tempo de exposição. *A. flavipes* se mostrou mais resistente às altas temperaturas, e suportou até 60°C por 2 minutos. Os resultados obtidos sugerem que as altas temperaturas são prejudiciais à broca e a seus inimigos naturais da fase larval.

SUMMARY

EFFECT OF HIGH TEMPERATURES ON SURVIVAL OF *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) AND ITS NATURAL ENEMIES

This work was carried out to study the effect of high temperatures (40, 44, 48, 52, 56 e 60°C) at dif-

ferent exposure times (2, 3 or 4 minutes) on the survival of the sugarcane borer and its natural enemies. This research was developed in laboratory, simulating the field conditions, since it is a common practice to burn the crop before the sugarcane harvest. As a consequence, the high temperatures do affect the pests and their natural enemies. The temperatures inside the stalks were evaluated using thermocouples. The sugarcane borer did not survive at 52°C, even at the shortest exposure time; the *D. saccharalis* pupae were more resistant to high temperatures, since it was possible to get emergence (although at low percentage) when exposed to 52°C; in this biological phase there were no differences between sex and age. On the other hand, 56 and 60°C temperatures were lethal to the sugarcane borer pupae. The *Metagonistylum minense* Towns., 1927 puparia did not resist 52°C temperature, and even with 2 minutes of exposure time there was no fly emergence. The *Apanteles flavipes* (Cam., 1891) cocoons have resisted high temperatures with wasps emerging even at exposure temperature of 60°C. As a conclusion, high temperatures have equally affected sugarcane borer and its larval parasitoids.

LITERATURA CITADA

- BOTELHO, P.S.M., 1985. Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae), ESALQ, Piracicaba, SP, 110p. (Tese de Doutorado).
- BUTT, B.A. & E. CANTU, 1962. Sex determination of lepidopterous pupae. *ARS*, USDA, Washington nº 33-75, 7p.
- CHARPENTIER, L.T. & R. MATHES, 1969. Cultural practices in relation to stalk borer infestation in sugarcane. In: WILLIAM, J.R., J.R. METCALF, R.W. MUNGOMERY & E. MATHES, eds. Pests of sugar cane, Amsterdam, Elsevier, cap. 7, p.163-174.

- DEGASPARI, N., N. MACEDO, J. BORGES & P.S.M. BOTELHO, 1981. Artrópodos predadores em cana-de-açúcar. In: Congresso Nacional da STAB, 2, R.J. Anais, p. 462 - 474.
- DEGASPARI, N., N. MACEDO, P.S.M. BOTELHO, L.C. DE ALMEIDA & J.R. DE ARAÚJO, 1983. A queima da cana-de-açúcar, os efeitos sobre a população da broca *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), seus parasitos e predadores. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 7, Brasília, DF, p.207.
- MELO, A.B.P., 1984. *Biologia de Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera, Pyralidae) em diferentes temperaturas para determinação das exigências térmicas, Piracicaba, ESALQ/USP, 101p. (Dissertação de Mestrado).
- MEYER, A.C., 1928. A queima da palhaça e a broca da cana-de-açúcar. *Rev. de Agricultura*, Piracicaba, 29: 548-555.
- MISKIMEN, G.W., 1973. High temperature effects on sugar cane borer L. Survivorship and emergence time. *Environ. Entomol.* 2(6): 981-985.
- MONTE, O., 1941. Algumas pragas dos canaviais. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 17(2): 73-74.
- PARRA, J.R.P., S. SILVEIRA NETO & R.P. ALMEIDA, 1986. Efeito da umidade relativa e do déficit de saturação em ovos e pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, X, Rio de Janeiro, p.88.
- PARRA, J.R.P. & R.A. ZUCCHI, 1986. Uso de *Trichogramma* no controle de pragas. ESALQ-FEALQ, Departamento de Entomologia, II Curso de atualização sobre os métodos de Controle de Pragas, Piracicaba, SP. p.54-75. (mimeografado).

PARRA, J.R.P., R.A. ZUCCHI & S. SILVEIRA NETO, 1987. A importância de *Trichogramma* no controle de pragas na agricultura. *Agrotécnica* 1: 12-15.

SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN & N.A. VILLA NOVA, 1976. *Manual de Ecologia de Insetos*, São Paulo, Ed. Agronômica Ceres Ltda. 419p.

AGRADECIMENTOS

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo suporte financeiro da pesquisa e à Dra. Marinêia L. Haddad, do Departamento de Entomologia da ESALQ, pela análise estatística.

Ao Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi, do Departamento de Entomologia da ESALQ pela revisão crítica do texto.