

Biologia e exigências térmicas do ácaro-vermelho (*Tetranychus ludeni* Zacher) em folhas de algodoeiro⁽¹⁾

Carlos Alberto Domingues da Silva⁽²⁾

Resumo – O objetivo deste trabalho foi estudar a biologia e as exigências térmicas de *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) em folhas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* (Hutch)). Foram utilizadas câmaras climatizadas, ajustadas nas temperaturas de 20, 23, 25, 28 e 30°C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas. Os períodos de desenvolvimento de ovo a adulto variaram de 20,77 (20°C) a 8,50 dias (30°C), em fêmeas, e de 18,83 (20°C) a 7,75 dias (30°C), em machos. As temperaturas-base, estimadas pelo método da intersecção de X, para os períodos de desenvolvimento de ovo-adulto, foram de 14,05°C para fêmeas e 13,91°C para machos, enquanto os valores da constante térmica estimados de acordo com a lei de Réaumur foram de 138,34 graus-dia, para fêmeas e 130,91 graus-dia, para machos. Na temperatura de 30°C foram observados os maiores valores de razão intrínseca de crescimento (0,418), número de ovos de fêmeas/dia (3,47), fecundidade (61,29) e taxa líquida de reprodução (48,00) e o menor valor para o tempo médio de uma geração (9,27).

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, termorregulação, temperatura.

Biological and thermal requirement of *Tetranychus ludeni* Zacher on cotton leaves

Abstract – The objective of this work was to study the biology and thermal requirement of *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) on leaves of cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* (Hutch)). Bioclimatic chambers at 20, 23, 25, 28 and 30°C, relative humidity of 70±10%, and a 12 hours:12 hours (L:D) photoperiod were utilized. Development period of egg-adult, varied from 20.77 (20°C) to 8.50 days (30°C), for males and from 18.83 (20°C) to 7.75 days (30°C), for females. The threshold temperature of development, estimated by X intercession method for development period of egg-adult were 14.05°C, for females and 13.91°C, for males. While those values of thermal constant estimated by Réaumur law were 138.34 day-degrees for females and 130.91 day-degrees for males. At 30°C of temperature, the highest values of the intrinsic rate of increase (0.418), number of eggs/females/day (3.47), fecundity (61.29), reproductive rate net (48.00), and minimum value to the mean generation time (9.27) were shown.

Index terms: *Gossypium hirsutum*, thermoregulation, temperature.

Introdução

Diversas espécies de ácaros podem causar significativas reduções na colheita e na qualidade da fibra do algodão e, também, afetar outros atributos, como a viabilidade da semente (Wilson, 1993). Entre essas espécies, o ácaro-vermelho, *Tetranychus ludeni*, encontra-se amplamente distribuído nos trópicos, atravessando o sul dos Estados Unidos, Mé-

xico, Américas Central e do Sul, África do Sul e Austrália (Jeppson et al., 1975). Estudos sobre sua biologia têm sido realizados sobre a erva aquática, *Eichhornia crassipes* (Ansari & Pawar, 1992), o feijão-preto *Phaseolus vulgaris* L. (Morros & Aponte, 1994) e sobre sua preferência varietal em variedades de *Solanum melongena* L. (Reddy & Baskaran, 1991) além de trabalhos sobre sua bioecologia (Kumar & Sharma, 1993; Sumangala & Haq, 1994; Singh, 1995).

No Brasil, infestações desse ácaro têm sido observadas em lavouras de algodão no Paraná (Bleicher, 1993). O ataque tem início geralmente nas folhas mais velhas (baixeiro) para depois generalizar-se por toda a planta, inclusive nas folhas do ponteiro (Calcagnolo

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 17 de julho de 2001.

⁽²⁾ Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, Caixa Postal 174, CEP 58107-720 Campina Grande, PB. E-mail: carlos@cnpa.embrapa.br

& Sauer, 1955; Calcagnolo, 1963; Nakano et al., 1981). As folhas atacadas apresentam, de início, pequenas manchas avermelhadas entre as nervuras das folhas, as quais coalescem, tomando toda a folha que, posteriormente, seca e cai.

Apesar de essa espécie ser bastante estudada em diversas partes do mundo, constata-se que poucos são os estudos encontrados na literatura brasileira sobre sua biologia e exigências térmicas. A temperatura, segundo Jeppson et al. (1975), é o mais importante fator ambiental que afeta a população de Tetraniquídeos. O seu efeito sobre a taxa de desenvolvimento dos ácaros tem demonstrado que altas temperaturas promovem decréscimo na longevidade e aumento na taxa de oviposição e fecundidade em diversas espécies (Nickel, 1960). Os limites da temperatura a partir dos quais os ácaros deixam de sobreviver variam muito com as espécies e com a sua fase de desenvolvimento (Kim et al., 1993; Popov, 1994; Alvarez et al., 1997; Bonato, 1999). Além disso, tanto para as plantas como para os insetos e ácaros que delas dependem, os respectivos ritmos de desenvolvimento, mais do que com os valores da temperatura verificados ao longo do tempo, se correlacionam com o número de graus de temperatura que se somam durante determinado período, ou seja, com o somatório de unidades térmicas denominadas graus-dia (Carvalho, 1986). Este somatório de unidades, considerado apenas com relação a valores da temperatura acima do zero de desenvolvimento, constitui-se num fator de fundamental importância para se determinar os efeitos da temperatura sobre os insetos e ácaros e sobre o próprio condicionalismo do ambiente, notadamente sobre o sincronismo que se estabelece entre as diferentes fases de desenvolvimento desses artrópodos-praga e seus hospedeiros. Sabe-se que a empírica relação entre a temperatura e a taxa de desenvolvimento embrionário e pós-embrionário dos ácaros tetraniquídeos é curvilínea. Então, pode-se estimar os valores de temperatura-base e constante térmica desses ácaros, através da linearização da curva obtida em laboratório.

O objetivo deste trabalho foi obter informações sobre a biologia de *Tetranychus ludeni* e as exigências térmicas para as diferentes fases de seu ciclo biológico em folhas de algodoeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no laboratório de Entomologia da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, sob condições controladas nas temperaturas de 20, 23, 25, 28 e 30°C, 70±10% de umidade relativa e 12 horas de fotófase.

Na obtenção dos ovos, duzentas fêmeas de *T. ludeni* foram obtidas da criação-estoque do referido laboratório, e transferidas isoladamente para unidades de criação, para efetuar postura. A espécie foi identificada com auxílio de microscópio óptico, através da montagem do macho e análise morfológica do edeago de acordo com Pritchard & Baker (1955).

Cada unidade de criação foi constituída por um disco de 2,5 cm de diâmetro, tomado da face ventral de uma folha de algodão cultivar CNPA ITA 90. Essas unidades de criação foram colocadas sobre uma espuma de poliuretano previamente saturada com água destilada, medindo 1,5 cm de espessura e recoberta por papel de filtro dentro de uma bandeja plástica de 20 cm de diâmetro e 3 cm de altura. A espuma foi umedecida diariamente, para manter os discos de folhas de algodão túrgidos e evitar a fuga dos ácaros. Doze horas após a transferência, as fêmeas foram eliminadas, e os ovos, individualizados em 50 unidades de criação, para cada temperatura testada.

As observações biológicas foram efetuadas diariamente, sempre às 8h e às 16h, com o auxílio de um estereomicroscópio.

Em cada temperatura foram quantificadas as durações e sobrevivência das fases de ovo, larva ativa e quiescente, protonífa ativa e quiescente, deutonífa ativa e quiescente e período de ovo à emergência de adultos machos e fêmeas. Na fase adulta, observaram-se períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade e fecundidade. As diferenças nas durações de desenvolvimento entre machos e fêmeas de *T. ludeni* foram comparadas pelo teste *t*, enquanto os valores médios obtidos nos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade e taxas de fecundidade e número de ovos/fêmea/dia obtidos em cada temperatura foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na determinação da fecundidade e da razão sexual da progênie em cada temperatura, adultos machos recém-emergidos foram transferidos isoladamente para novas arenas contendo uma fêmea recém-emergida. O número de ovos depositados nessas arenas foi quantificado diariamente, até as 16h, e os dados obtidos, utilizados para a construção da Tabela de vida de fertilidade, de acordo com Birch (1948). As exigências térmicas (*K*) e temperaturas-base (*T_b*) foram estimadas para cada uma das fases imaturas e de ovo à emergência de adultos machos e fêmeas, de acordo com Lei de Réaumur com o método da intersecção de *X*, respectivamente.

Resultados e Discussão

As maiores perdas foram registradas na fase de ovo de *T. ludeni*, cujas viabilidades variaram de 56 (20°C) a 80% (28°C) (Tabela 1). Desta forma, exceto a 20°C, as viabilidades dos ovos foram superiores a 70%, demonstrando que temperaturas situadas den-

tro dos limites de 23 a 30°C são mais favoráveis ao desenvolvimento dos ovos de *T. ludeni*. Esses resultados são condizentes com a faixa ótima de temperatura (24 a 29°C) de desenvolvimento evidenciada por Boudreaux (1963), para diversas espécies de tetraniquídeos.

Tabela 1. Sobrevivência e duração média de desenvolvimento de cada uma das fases imaturas de *Tetranychus ludeni*, às temperaturas de 20 a 30°C, umidade relativa do ar de 70±10% e fotofase de 12 horas. Campina Grande, 1999.

Fase	Temperatura (°C)	Número de indivíduos	Sobrevivência (%)	Duração (dia) ± EP			N ⁽¹⁾
				Fêmea	N ⁽¹⁾	Macho	
Ovo	20	28	56,00	7,95±0,18	11	7,50±0,34 ^{ns}	3
	23	36	72,00	6,70±0,21	22	6,55±0,14 ^{ns}	10
	25	37	74,00	5,71±0,15	28	5,36±0,07 [*]	7
	28	40	80,00	4,25±0,20	33	4,08±0,07 ^{ns}	6
	30	36	72,00	3,50±0,45	28	3,57±0,12 ^{ns}	2
Larva	20	21	75,00	3,50±0,32	11	3,32±0,17 ^{ns}	3
	23	35	97,22	1,73±0,11	22	1,40±0,17 ^{ns}	10
	25	37	100,00	1,64±0,07	28	1,43±0,14 ^{ns}	7
	28	40	100,00	1,25±0,14	33	1,05±0,05 ^{ns}	6
	30	34	94,44	0,86±0,05	28	1,00±0,19 ^{ns}	2
Larva quiescente	20	15	71,43	2,18±0,18	11	1,50±0,34 ^{ns}	3
	23	34	97,14	2,05±0,07	22	1,80±0,11 ^{ns}	10
	25	37	100,00	1,00±0,07	28	1,07±0,14 ^{ns}	7
	28	40	100,00	0,94±0,05	33	1,00±0,13 ^{ns}	6
	30	33	97,06	0,71±0,06	28	1,00±0,22 ^{ns}	2
Protoninfa	20	15	100,00	1,95±0,07	11	1,50±0,14 [*]	3
	23	34	100,00	1,34±0,09	22	1,05±0,13 ^{ns}	10
	25	36	97,30	1,09±0,06	28	1,07±0,13 ^{ns}	7
	28	40	100,00	0,92±0,04	33	0,67±0,12 [*]	6
	30	31	93,94	0,95±0,05	28	0,50±0,17 [*]	2
Prot. quiescente	20	15	100,00	1,77±0,11	11	1,50±0,22 ^{ns}	3
	23	34	100,00	1,75±0,11	22	1,55±0,16 ^{ns}	10
	25	36	100,00	1,73±0,08	28	1,07±0,17 [*]	7
	28	40	100,00	0,66±0,04	33	0,58±0,10 ^{ns}	6
	30	31	100,00	0,59±0,04	28	0,50±0,17 ^{ns}	2
Deutoninfa	20	15	93,33	2,00±0,33	11	1,83±0,16 ^{ns}	3
	23	33	97,06	1,61±0,15	22	1,25±0,22 ^{ns}	10
	25	35	100,00	1,00±0,07	28	1,07±0,16 ^{ns}	7
	28	39	97,50	1,16±0,05	33	1,00±0,14 ^{ns}	6
	30	31	100,00	1,03±0,06	28	0,75±0,22 ^{ns}	2
Deut. quiescente	20	15	100,00	1,73±0,10	11	1,67±0,19 ^{ns}	3
	23	32	96,97	1,73±0,13	22	1,70±0,19 ^{ns}	10
	25	35	100,00	1,46±0,07	28	1,21±0,14 ^{ns}	7
	28	39	100,00	0,98±0,03	33	0,75±0,08 ^{ns}	6
	30	30	96,77	0,79±0,05	28	0,50±0,18 ^{ns}	2
Ovo-adulto	20	15	28,00	20,77±0,27	11	18,83±0,51 [*]	3
	23	32	64,00	16,75±0,23	22	15,45±0,34 [*]	10
	25	35	70,00	13,29±0,09	28	12,64±0,18 [*]	7
	28	39	78,00	9,79±0,09	33	9,50±0,25 ^{ns}	6
	30	30	60,00	8,50±0,12	28	7,75±0,44 ^{ns}	2

⁽¹⁾Número de indivíduos que atingiram o estágio adulto. ^{ns}Não-significativo. ^{*}Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A temperatura afetou a duração do período de incubação dos ovos e independente da temperatura, o período de incubação foi sempre maior em relação aos demais estágios imaturos (Tabela 1).

Com exceção da temperatura de 20°C, a sobrevivência de *T. ludeni* durante cada fase foi alta, sendo 28°C a temperatura que proporcionou as mais altas sobrevivências. Portanto, pode-se afirmar que temperatura constante ou inferior a 20°C desfavorece a sobrevivência de *T. ludeni*. Entre as fases imaturas, exceto a fase de ovo, as maiores perdas ocorreram na fase larval (Tabela 1).

A 25°C a duração das fases imaturas combinadas foi de 5,43 (incubação), 2,61 (larval), 2,69 (protoninfal) e 2,42 dias (deutoninfal). Esses resultados foram superiores aos valores de 4,68 (incubação), 1,75 (larval), 1,31 (protoninfal) e 1,85 dias (deutoninfal) obtidos por Morros & Aponte (1994) em feijoeiro a 26°C, sendo, porém, semelhantes aos valores de 4,00 (incubação), 3,00 (larval), 2,70 (protoninfal) e 2,80 dias (deutoninfal) constatados por Nakano et al. (1981) em algodoeiro. A duração do período de ovo-adulto para indivíduos que originaram fêmeas e machos, respectivamente, de 13,29 e 12,64 dias, foi superior aos valores de 9,98 e 9,25 dias, obtidos por Morros & Aponte (1994) em feijoeiro, à temperatura de 26°C, sendo, porém, semelhante aos 14 dias obtidos por Nakano et al. (1981) em algodoeiro.

A duração de desenvolvimento de *T. ludeni* variou em cada fase e entre os sexos, conforme a temperatura a que o ácaro foi submetido (Tabela 1). As fases imaturas de *T. ludeni* que originaram fêmeas apresentaram duração de desenvolvimento superior àquele que originou machos; entretanto, somente

foram verificadas diferenças significativas (teste t, $P = 0,05$) nas fases de ovo (25°C), protoninfa (20, 28 e 30°C) e protoninfa quiescente (25°C). A duração das fases imaturos, exceto a fase de ovo, foi semelhante dentro de cada uma das cinco temperaturas estudadas, variando de 0,44 (30°C) a 1,77 dias (20°C) para indivíduos que originaram fêmeas e de 0,50 (30°C) a 1,82 dias (20°C) para indivíduos que originaram machos.

A duração relativa das fases imaturas de *T. ludeni* foi semelhante; assim, os períodos de incubação, larva ativa, larva quiescente, protoninfa ativa, protoninfa quiescente, deutoninfa ativa e deutoninfa quiescente, representaram, respectivamente, cerca de 38-46, 10-17, 8-13, 6-11, 6-8, 10-12 e 6-9% do total dos períodos de ovo-adulto tanto para indivíduos que originaram fêmeas quanto para aqueles que originaram machos.

Nas menores temperaturas (20 e 23°C), as fêmeas de *T. ludeni* necessitam aproximadamente de dois dias após a cópula, para iniciar a postura, enquanto nas temperaturas maiores (28°C e 30°C) necessitam somente de um dia (Tabela 2). Os períodos de pré-oviposição e oviposição foram diminuindo, à medida que se aumentavam as temperaturas. O período de pós-oviposição foi semelhante nas cinco temperaturas estudadas.

A temperatura afetou a longevidade de *T. ludeni*, com tendência de redução na duração à medida que se aumentavam as temperaturas, e, independentemente da temperatura, a longevidade das fêmeas foi sempre maior que a dos machos (Tabela 3).

Os períodos de duração de desenvolvimento de ovo, larva ativa e quiescente, protoninfa ativa e

Tabela 2. Duração (dias) dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Tetranychus ludeni*, às temperaturas de 20 a 30°C, umidade relativa do ar 70±10% e fotofase de 12 horas⁽¹⁾.

Temperatura (°C)	Número de fêmeas	Pré-oviposição	Oviposição	Pós-oviposição
20	11	1,88±0,43a	22,22±11,01a	1,25±0,87a
23	22	1,70±0,62a	20,98±11,02a	1,23±0,91a
25	28	1,58±0,74a	14,13±04,90b	1,38±0,44a
28	33	1,03±0,38b	11,77±05,11c	1,08±1,47a
30	28	1,00±0,00b	10,00±00,65c	0,71±0,75a
CV (%)	-	19,14	6,76	15,35

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

quiescente, deutoninfa ativa e quiescente, de ovo à emergência de adultos que originaram fêmeas e machos de *T. ludeni*, apresentaram relação linear positiva entre a velocidade de desenvolvimento e a temperatura, entre os limites de 20 e 30°C (Tabela 4). Dentro deste limite, foram observadas diferenças de velocidades de desenvolvimento entre fases imaturas e entre os sexos. Desta forma, ácaros cuja fase larval (ativo e quiescente) originou fêmeas apresen-

taram maior velocidade de desenvolvimento que aqueles que originaram machos; por outro lado, ácaros cujas fases de protoninfa ativa, deutoninfa ativa e quiescente originaram machos, apresentaram maior velocidade de desenvolvimento do que os que originaram fêmeas, conforme pode ser verificado pelos maiores coeficientes angulares das equações de regressão estimados com relação à esses estágios. No desenvolvimento de ovo-adulto que originou fêmeas e machos de *T. ludeni*, foram requeridos 138,34 e 130,91 graus-dia, respectivamente, acima dos limites inferiores de 14,05 e 13,91°C. As temperaturas-base para o período ovo-adulto em ácaros que originaram fêmeas e machos foram superiores às temperaturas-base de 10,30°C e 13,20°C, obtidas para *T. evansi* por Bonato (1999) e Moraes & MacMurtry (1987), respectivamente. Os valores das constantes térmicas de graus-dia foram inferiores aos 148 graus-dia obtidos para *T. evansi* (Moraes & MacMurtry, 1987). O tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos combinados de *T. ludeni* decresceu rapidamente de 20 para 30°C; esse decréscimo foi menor com o aumento da temperatura.

Tabela 3. Médias (± erro padrão) de longevidade de fêmeas e machos de *Tetranychus ludeni*, às temperaturas de 20 a 30°C, umidade relativa do ar de 70±10% e fotófase de 12 horas⁽¹⁾.

Temperatura (°C)	Fêmea	Macho
20	24,16±9,33a	16,94±5,62a
23	23,74±10,94a	14,50±0,58a
25	17,38±4,84ab	8,83±2,63b
28	13,88±4,29b	7,75±2,22b
30	11,93±0,53b	5,73±1,25b

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Temperatura-base (Tb), constante térmica (K), intercepta (a) e coeficiente angular (b) da equação de regressão da velocidade de desenvolvimento das fases imaturas de fêmeas e machos de *Tetranychus ludeni* em algodoeiro, às temperaturas de 20 a 30°C, umidade relativa do ar de 70±10% e fotófase de 12 horas⁽¹⁾.

Fase	Tb (°C)	K (graus-dia)	a ± erro padrão	b ± erro padrão	p	R ²
Fêmea						
Ovo	13,16	62,01	-0,212166±0,052264**	0,016127±0,002054	0,004	0,95
Larva	16,47	12,71	-1,295858±0,316272**	0,078695±0,012428	0,008	0,93
Larva quiescente	16,07	10,33	-1,556304±0,490138*	0,096828±0,019260	0,015	0,89
Protoninfa	10,16	17,42	-0,583036±0,252062*	0,057391±0,009905	0,010	0,92
Prot. quiescente	17,53	7,78	-2,252342±0,948577*	0,128462±0,037275	0,041	0,80
Deutoninfa	8,12	21,60	-0,375903±0,454191 ^{ns}	0,046298±0,017848	0,081	0,69
Deut. quiescente	13,73	13,90	-0,987770±0,410322*	0,071953±0,016124	0,021	0,87
Ovo-adulto	14,05	138,34	-0,101585±0,015930**	0,007229±0,000626	0,001	0,98
Macho						
Ovo	12,20	65,13	-0,187387±0,041832**	0,015355±0,001643	0,003	0,97
Larva	14,20	14,99	-0,947547±0,309746*	0,066706±0,012172	0,012	0,91
Larva quiescente	6,03	23,05	-0,261788±0,425020 ^{ns}	0,043379±0,016702	0,081	0,69
Protoninfa	15,74	7,82	-2,013110±0,627416*	0,127871±0,024655	0,014	0,90
Prot. quiescente	17,18	6,71	-2,559667±0,794901*	0,148959±0,031236	0,018	0,88
Deutoninfa	12,06	14,24	-0,847369±0,271569**	0,070248±0,010672	0,007	0,94
Deut. quiescente	17,53	7,17	-2,445858±0,880815*	0,139493±0,034612	0,027	0,84
Ovo-adulto	13,91	130,91	-0,106251±0,021941**	0,007639±0,000862	0,003	0,96

⁽¹⁾D = a + bt, onde D: duração (em dias) e t: temperatura (°C); p: nível de probabilidade (teste t) referente a intercepta; R²: coeficiente de determinação. ^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

A razão intrínseca de crescimento (r_m) de cada uma das cinco temperaturas estudadas foi calculada considerando-se a variação na razão sexual da progênie durante o período de oviposição (Tabela 5). Assim, os valores de r_m e λ (razão finita de aumento) a 20°C foram, respectivamente, de 0,152 e 1,164 fêmea/fêmea/dia, porém quando submetidos a temperatura de 30°C, esses valores foram de 0,418 e 1,519 fêmea/fêmea/dia, respectivamente. Por outro lado, houve tendência de redução dos valores obtidos para o tempo médio de uma geração com o aumento da temperatura, os quais variaram de 24,20 dias a 20°C, até 9,27 dias a 30°C, ou seja, pode-se obter 15,08 e 39,37 gerações de *T. ludeni* durante o ano, respectivamente, nas temperaturas de 20 e 30°C. Os valores obtidos para a razão de crescimento (R_o) variaram de 39,75 a 20°C, até 48,00 a 30°C; portanto, verifica-se tendência de aumento da taxa líquida de reprodução com o aumento da temperatura; havendo, também, tendência de aumento na fecundidade. À temperatura de 25°C, os resultados de 46,86, 0,222 e 1,249 obtidos, respectivamente, para a razão de crescimento (R_o), a razão intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ) foram semelhantes aos valores de 44,6 (R_o), 0,207 fêmea/fêmea/dia (r_m), 1,229 fêmea/fêmea/dia (λ) e 46,8 (R_o), 0,203 fêmea/fê-

mea/dia (r_m) e 1,225 fêmea/fêmea/dia (λ) obtidos em algodoeiro em relação à *T. pacificus* e *T. turkestanii* (Carey & Bradley, 1982), respectivamente, sendo, porém, inferiores aos valores de 111,1, 0,290 fêmea/fêmea/dia, 1,336 fêmea/fêmea/dia e 74,8, 0,219 fêmea/fêmea/dia, 1,245 fêmea/fêmea/dia, constatados em algodoeiro em relação à *T. desertorum* (Nickel, 1960) e *T. urticae* (Carey & Bradley, 1982). Em feijoeiro, Morros & Aponte (1994) obtiveram, a 26°C, os valores de 77,42 ovos, 19,63 dias, 0,25 e 1,287 fêmea/fêmea/dia, respectivamente, com relação à fecundidade, o tempo médio de uma geração, a razão intrínseca de crescimento, e a razão finita de crescimento de *T. ludeni*. Esses valores foram superiores aos obtidos no presente trabalho (Tabela 5). Desta forma, é provável que essas variações tenham ocorrido devido às diferenças entre substratos utilizados por cada um dos autores. Os valores da razão sexual obtidos nas cinco temperaturas foram semelhantes, e apresentaram maior proporção de fêmeas que de machos.

De modo geral, com o aumento da temperatura, houve tendência de aumento da fecundidade e diminuição do tempo médio de uma geração e, conseqüentemente, aumento de r_m e R_o . Portanto, acredita-se que *T. ludeni* tem grande potencial para causar danos econômicos nas regiões onde ocorrem temperaturas elevadas.

Tabela 5. Efeito de cinco temperaturas sobre os parâmetros biológicos de *Tetranychus ludeni*.

Parâmetro	Temperatura (°C)				
	20	23	25	28	30
Razão intrínseca de crescimento (r_m) ⁽¹⁾	0,152	0,165	0,222	0,273	0,418
Razão finita de aumento (λ)	1,164	1,179	1,249	1,314	1,519
Razão de crescimento (R_o)	39,75	40,86	46,86	46,47	48,00
Tempo médio de uma geração (T) ⁽²⁾	24,20	22,47	17,30	14,07	9,27
Razão sexual ⁽³⁾	0,81	0,60	0,86	0,85	0,83
Fecundidade ⁽⁴⁾	43,55±18,65bc	54,58±22,29ab	51,13±27,26ab	31,07±7,18c	61,29±19,46a
Número de ovos/fêmea/dia ⁽⁴⁾	1,53±0,53c	2,38±1,35b	2,97±1,27ab	2,49±1,08b	3,47±0,44a

⁽¹⁾Fêmea/fêmea/dia. ⁽²⁾Dias. ⁽³⁾Fêmea/fêmea+macho. ⁽⁴⁾Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

1. Temperaturas entre 23°C e 30°C são favoráveis ao desenvolvimento de *Tetranychus ludeni*.
2. O efeito da temperatura no desenvolvimento de *T. ludeni* varia de acordo com a fase de desenvolvimento e o sexo.
3. Os valores das temperaturas-base e constantes térmicas variam conforme a fase de desenvolvimento, dentro de cada sexo e entre sexos de *T. ludeni*.

Referências

- ALVAREZ, R. P. P.; ROJAS, L. A.; LOPEZ, E. de la T.; BARRIOS, M. D. Umbral mínimo de desarrollo de *Tetranychus tumidus* en el cultivo del plátano. **Manejo Integrado de Plagas**, Havana, n. 44, p. 26-28, 1997.
- ANSARI, M. A.; PAWAR, A. D. Biology of spider mite, *Tetranychus ludeni*, Zacher (Acari: Tetranychidae) recorded on waterhyacinth. **Plant Protection Bulletin**, Faridabad, v. 44, n. 3, p. 28-31, 1992.
- BIRCH, L. C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, Inglaterra, v. 17, p. 15-26, 1948.
- BLEICHER, E. Importância relativa das principais pragas do algodoeiro em alguns estados do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 554-562, 1993.
- BONATO, O. The effect of temperature on life history parameters of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, London, v. 23, n. 1, p. 11-19, 1999.
- BOUDREAUX, H. B. Biological aspects of some phytophagous mites. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 8, p. 137-154, 1963.
- CALCAGNOLO, G. Influência do ataque do ácaro *Eotetranychus telarius* (L.) na produção algodoeira. **Biológico**, São Paulo, v. 29, p. 225-231, 1963.
- CALCAGNOLO, G.; SAUER, H. F. G. Novos resultados no combate ao ácaro do algodoeiro *Eotetranychus telarius* (L.). **Biológico**, São Paulo, v. 21, p. 173-184, 1955.
- CAREY, J. R.; BRADLEY, J. W. Developmental rates, vital schedules, sex ratios and life tables for *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* and *T. pacificus* (Acarina: Tetranychidae) on cotton. **Acarologia**, Montpellier, v. 23, p. 333-345, 1982.
- CARVALHO, J. P. de. **Introdução à entomologia agrícola**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986. 361 p.
- JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. **Mites injurious to economic plants**. Berkeley: University of California, 1975. 614 p.
- KIM, S. S.; PAIK, C. H.; KIM, D. I.; PARK, J. D.; LEE, S. C. Some ecological characteristics of tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina, Tetranychidae). **Korean Journal of Entomology**, Seoul, v. 23, n. 4, p. 261-266, 1993.
- KUMAR, V.; SHARMA, D. D. Bioecology and chemical control of spider mite, *Tetranychus ludeni* Zacher on okra. **Indian Journal of Plant Protection**, Bihar, v. 21, n. 1, p. 68-71, 1993.
- MORAES, J. G. de; MacMURTRY, J. A. Effect of temperature and sperm supply on the reproductive potential of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, London, v. 3, p. 95-107, 1987.
- MORROS, C. M. E.; APONTE, L. O. Biology and life Table of *Tetranychus ludeni* Zacher on black bean *Phaseolus vulgaris* L. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 44, n. 4, p. 667-677, 1994.
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. Avaliação de danos e identificação prática das pragas: pragas do algodoeiro. In: _____. **Entomologia econômica**. Piracicaba: Esalq, 1981. p. 45-86.
- NICKEL, J. L. Temperature and humidity relationships of *Tetranychus desertorum* banks with special reference to distribution. **Hilgardia**, Berkeley, v. 30, n. 2, p. 41-100, 1960.
- POPOV, S. Y. On the identification of localities of spider mites (Acariformes, Tetranychidae) using biological characteristics. **Zoologicheskii Zhurnal**, Moscow, v. 73, n. 7/8, p. 31-41, 1994.
- PRITCHARD, A. E.; BAKER, E. W. **A revision of the spider mite family Tetranychidae**. San Francisco: Pacific Coast Entomological Society, 1955. p. 405-406. (Memoirs Series, 2).
- REDDY, G. V. P.; BASKARAN, P. Biology and varietal preference of *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) on four varieties of eggplant [aubergine], *Solanum melongena* L. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, Bangalore, v. 25, n. 3, p. 331-334, 1991.
- SINGH, R. N. Studies on seasonal abundance of *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) on

cowpea (*Vigna unguiculata* Savi.). **Journal of Recent Advances in Applied Sciences**, Uttar Pradesh, v. 10, n. 1/2, p. 59-63, 1995.

SUMANGALA, K.; HAQ, M. A. Microhabitat maintenance by *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae).

Journal of Ecotoxicology & Environmental Monitoring, Anna Nagar, v. 4, n. 3/4, p. 193-199, 1994.

WILSON, L. J. Spider mites (Acari: Tetranychidae) affect yield and fiber quality of cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 86, n. 2, p. 566-585, 1993.