

INFLUÊNCIA DA UMIDADE EM DOIS TIPOS DE SOLO, NA EMERGÊNCIA DE *CERATITIS CAPITATA*¹

ELIANE M.V. MILWARD-DE-AZEVEDO² e JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA³

RESUMO - Estudou-se a influência da umidade, em dois tipos de solo, na emergência de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae), baseando-se em curvas de retenção de água. Foram selecionados seis potenciais matriciais para cada tipo de solo, quais sejam: -10^{-3} ; -5.10^{-3} ; -10^{-2} ; -3.10^{-2} ; -10^{-1} e 1,5 MPa, correspondentes a 32,8; 21,5; 15,7; 9,5; 7,6 e 5,5% de umidade em base de massa para o Podzolizado Vermelho-Amarelo variação Lins e 59,9; 46,5; 40,5; 30,3; 26,0 e 21,1% para o Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa. *C. capitata* se comportou diferentemente nos dois tipos de solo. Assim, no arenoso (Podzolizado) houve um encurtamento do período pupal com os solos mais úmidos, sendo que no argiloso (Latossolo), a duração foi constante em todos os tratamentos. Por outro lado, a viabilidade desta fase foi drasticamente afetada no Latossolo, observando-se maiores valores nas condições mais secas. Já no Podzolizado os maiores valores de percentagem de emergência ocorreram nas umidades intermediárias. Em ambos os solos, os dois sexos foram igualmente afetados, sendo que o ritmo de emergência foi diferente de acordo com a quantidade de água, havendo em ambos os casos, um período de emergência mais concentrado em solos úmidos.

Termos para indexação: Mosca-das-frutas, umidade do solo, bioecologia, textura do solo

INFLUENCE OF HUMIDITY ON THE EMERGENCE OF *CERATITIS CAPITATA* IN TWO TYPES OF SOIL

ABSTRACT - This work was carried out in order to study the effect of moisture in two soils on the emergence of *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae), using soil moisture retention curves. Six soil moisture tensions were used for each soil: -10^{-3} ; -5×10^{-3} ; -10^{-2} ; -3×10^{-2} ; -10^{-1} and -1.5 MPa which correspond to 32.8; 21.5; 15.7; 9.5; 7.6 and 5.5 of gravimetric moisture percent for the "Podzolizado Vermelho-Amarelo variação Lins" soil (sandy soil) and 59.9; 46.5; 40.5; 30.3; 26.0 and 21.1 of gravimetric moisture percent for the "Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila" soil (clay soil). *C. capitata* has had a different behavior in both soils. In the sandy soil a shorter pupal period was obtained in the wet conditions. On the other hand in the clay soil there were no differences in all treatments for the duration of the pupal period. The viability of the pupal was greatly affected in the clay soil, where there were obtained higher values in the dry conditions. In the sandy soil the higher values were obtained in the intermediate tensions of moisture. There were no differences between males and females for both soils. The emergence period was concentrated in the wet conditions.

Index terms: Mediterranean fruit-fly, soil moisture, bioecology, soil texture.

INTRODUÇÃO

São escassos os estudos de biologia de insetos de solo, incluindo aqueles que nele apresentam apenas uma fase do ciclo evolutivo. Esta falta de pesquisas se deve à dificuldade em se medir a influência de características e condições físicas ou químicas do solo sobre a bioecologia dos insetos, pois é quase impossível reproduzirem-se em labora-

tório, as condições em que o inseto vive na natureza.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da umidade sobre pupas de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824), utilizando-se diferentes níveis de potencial matricial da água em dois tipos de solos. Os solos estudados, Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila, são dos mais frequentes na região citrícola do Estado de São Paulo, e os resultados obtidos poderão fornecer subsídios ao manejo desta praga. Por outro lado, a técnica desenvolvida poderá ser utilizada para outros insetos exclusivamente subterrâneos ou que apresentem uma das

¹ Aceito para publicação em 19 de agosto de 1988.

² Méd. - Vet., Prof. - Adjunto, UFRRJ, Parasitologia, DBA, CEP 23851 Seropédica, Itaguaí, RJ.

³ Eng. - Agr., Prof. - Adjunto, ESALQ, Dep. Entomologia, Caixa Postal 9, CEP 13400, Piracicaba, SP.

fases de desenvolvimento no solo, como acontece com *C. capitata*.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Biologia do Departamento de Entomologia da ESALQ, Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP.

Os insetos utilizados no trabalho foram obtidos da criação estoque do referido Departamento, mantida em meio artificial (Tabelas 1 e 2) e baseada na metodologia de Pedroso (1972).

Para a avaliação do efeito da umidade sobre pupas de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) foram elaboradas curvas de retenção de água, através de câmaras de pressão de Richards (Richards 1965) para dois tipos de solo, quais sejam, Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins (PVln) e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila (LEd) (Tabela 3 e Fig. 1).

As determinações foram realizadas no Laboratório de Física do Solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da USP. Foram selecionados seis potenciais matriciais (tratamentos) para cada tipo de solo, quais sejam: -10^{-3} ; -5.10^{-3} ; -10^{-2} ; -3.10^{-2} ; -1.10^{-1} e -1.5 MPa, correspondentes às diferentes umidades (Tabela 3).

Estes solos têm as características físicas e valores de pH apresentados na Tabela 4.

Foram utilizadas caixas de material plástico com 15 cm de diâmetro e 1,2 l de capacidade, fechadas com tampas transparentes, sendo colocado em cada uma delas 0,5 kg do respectivo solo (fração terra fina) e com a umidade ajustada, num total de sete repetições. Após 48 horas, em cada parcela (caixa plástica) foram colocadas 20 larvas de *C. capitata*, prestes à pupação, de tal forma que elas tivessem condições de puparem na profundidade mais adequada, ou seja, nos primeiros 5 cm do solo (Delmas & Thermes 1953).

O nível de umidade, em cada parcela, foi controlado em base de massa. As pesagens foram realizadas diariamente. Como as perdas em quantidade de água mostraram-se desprezíveis, até o final do experimento, optou-se pela não abertura dos potes, para evitar-se, inclusive, contaminação do solo por microrganismos.

O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas reguladas a 25°C, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de quatorze horas, sendo avaliadas, através de observações diárias: viabilidade (percentagem de emergência) e duração da fase pupal (machos e fêmeas).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, sendo que no caso da viabilidade, os dados foram transformados para arc sen \sqrt{P} (%), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para se verificar se houve efeito da umidade sobre os sexos, submeteram-se os dados ao teste de X^2 .

TABELA 1. Meio artificial para larvas de *C. capitata*.

Cenoura crua	400 g
Levedura de cerveja	80 g
Metil parahidroxibenzoato (Nipagin)	2,5 g
Tetraciclina (Tetrex 500)	1 cápsula

TABELA 2. Meio artificial para adultos de *C. capitata*.

Fermento biológico em tabletes	6 g
Mel	10 ml
Açúcar preto	25 g
Gevral	25 g
Levedo de cerveja	1 g
Açúcar branco	35 g
Hidrolizado enzimático	5 ml
Água	40 ml

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade do solo arenoso (Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins) afetou a duração da fase pupal de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Tabela 5). Assim, nas umidades mais elevadas, as durações deste período foram menores, sendo que a partir da capacidade de campo (9,5% de umidade) até o ponto de murchamento permanente (5,5% de umidade), houve um alongamento do referido período (Tabela 5). A percentagem de emergência, ou seja, a viabilidade por tratamento, não seguiu esta mesma tendência, pois registraram-se maiores viabilidades com 15,7% de umidade e 9,5% de umidade, mostrando que os extremos de umidade, neste tipo de solo, são prejudiciais à emergência de *C. capitata*; fato semelhante fora observado por Marrone & Stinner (1983) com ovos de *Ceratoma trifurcata* (Forster) (Coleoptera, Chrysomelidae) e por Trottier & Townshend (1979) com *Rhagoletis pomonella* (Walsh.) (Diptera, Tephritidae).

Ao colocar-se 20 larvas por caixa plástica, partiu-se da hipótese de que a proporção de machos e fêmeas era de 1:1. Assim, através do valor do teste X^2 (3,78 ns), evidenciou-se que os dois sexos foram igualmente afetados pelas diferentes umidades, pois emergiu um número semelhante de machos e fêmeas em todos os tratamentos. A duração da fase pupal de machos e fêmeas seguiu a mesma tendência anteriormente discutida, ou seja, alongamento do período a partir da umidade de 9,5% (Tabela 6), não registrando-se diferenças na duração do período para machos e fêmeas.

Em função dos diferentes períodos pupais, o ritmo de emergência foi variável nos diferentes

TABELA 3. Retenção de água, potencial matricial e umidade em base de massa, dos solos Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins (PVIn) e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila (LEd).

Potencial matricial (MPa)	Umidade (g/g)		Umidade (U%)	
	PVIn	LEd	PVIn	LEd
-10^{-3}	0,328	0,599	32,8	59,9
-3.10^{-3}	0,290	0,510	29,0	51,0
-5.10^{-3}	0,215	0,465	21,5	46,5
-10^{-2}	0,157	0,405	15,7	40,5
-3.10^{-2}	0,095	0,303	9,5	30,3
-1.10^{-1}	0,076	0,260	7,6	26,0
-2.10^{-1}	0,070	0,232	7,0	23,2
-3.10^{-1}	0,068	0,224	6,8	22,4
-5.10^{-1}	0,063	0,218	6,3	21,8
-1,5	0,055	0,211	5,5	21,1

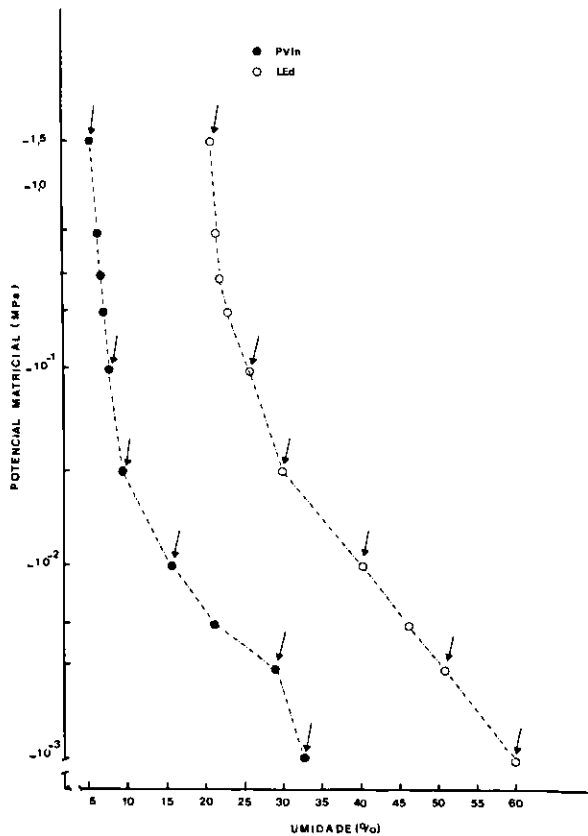


FIG. 1. Curvas de retenção de água do solo Podzolizado Vermelho-Amarelo variação Lins (PVIn) e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila (LEd). As flechas representam os potenciais matriciais utilizados na pesquisa.

TABELA 4. Análise física e valores de pH dos solos Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins (PVIn) e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila (LEd) utilizados na pesquisa.

Solo	Areia total (%)	Silte (%)	Argila total (%)	Argila natural (%)	pH
PVIn	73.2	6.3	20.4	6.6	5.6
LEd	17.2	15.1	66.2	17.9	4.7

TABELA 5. Duração e viabilidade da fase pupal de *C. capitata* sob diferentes umidades em base de massa de um solo Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins. Piracicaba, 1981.

Umidade (U%)	Duração (dias) *	Viabilidade (%)
32,8	8,44 a	83,57 a
21,5	8,42 a	83,57 a
15,7	8,33 a	92,86 b
9,5	9,83 b	96,43 b
7,6	9,82 b	88,57 a
5,5	9,52 b	86,66 a

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 6. Duração da fase pupal de machos e fêmeas de *C. capitata* sob diferentes umidades em base de massa de um solo Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins. Piracicaba, 1981.

Umidade (U%)	Duração (dias) *	
	macho	fêmea
32,8	8,55	8,43
21,5	8,52	8,34
15,7	8,39	8,42
9,5	9,82	9,83
7,6	9,82	9,83
5,5	9,57	9,48

* Não houve diferença significativa entre machos e fêmeas.

tratamentos, sendo o período de nascimento de adultos maior nos tratamentos mais secos (Fig. 2).

Por outro lado, no Latossolo Vermelho-Escuro, a umidade não afetou a duração da fase pupal, que se mostrou constante em todos os tratamentos (Tabela 7). Entretanto, a viabilidade foi drasticamente afetada, aumentando a partir de 30,3% de umidade, ou seja, próximo à capacidade de campo, e se mantendo alta até o ponto de murchamento permanente (21,1% de umidade). Embora não tenham sido realizadas análises patológicas no presente trabalho, é provável que a menor viabilidade nas maiores umidades tenha sido consequência da ocorrência de microrganismos, os quais nestes tratamentos, teriam prejudicado a emergência de *C. capitata*, desde que as doenças são responsáveis por 12,1% da mortalidade pupal de *C. capitata* (Bateman 1976).

Neste solo não houve influência do tratamento na duração da fase pupal de machos e fêmeas (Tabela 8), os quais foram igualmente afetados nas diferentes umidades, pois a emergência de ambos os sexos foi semelhante pelo teste de X^2 (5,54 ns).

De forma semelhante ao que fora observado para o Podzolizado, houve um período maior de emergência nos tratamentos mais secos, ao passo que nos mais úmidos a emergência foi mais concentrada (Fig. 3).

Os resultados obtidos sugerem que *C. capitata* se comportou diferentemente nos dois solos estudados, fato que já fora referido por Bateman (1976) para espécies de tefritídeos que se desenvolvem em solos argilosos ou vulcânicos. Entretanto, pelos resultados obtidos na presente pesquisa, a umidade parece ser mais limitante à praga em solo argiloso (Latossolo), e que neste tipo de solo devem ocorrer, durante o ano, grandes variações na emergência de *C. capitata*, em função da quantidade de água no solo (Tabela 7). Assim, Neuzschwander et al. (1981) observaram alta mortalidade de larvas de *Dacus oleae* (Gmelin) durante a inundação. Na presente pesquisa, observou-se a inadequação de altas umidades para *C. capitata*, pois em solo argiloso com 59,9% de umidade, as larvas penetravam no solo e imediatamente tentavam abandoná-lo, pupando ou morrendo na superfície. Estas informações poderão ser utilizadas em programas de manejo da praga.

Assim, considerando-se especialmente o solo argiloso, poder-se-ia pensar em irrigação, em período

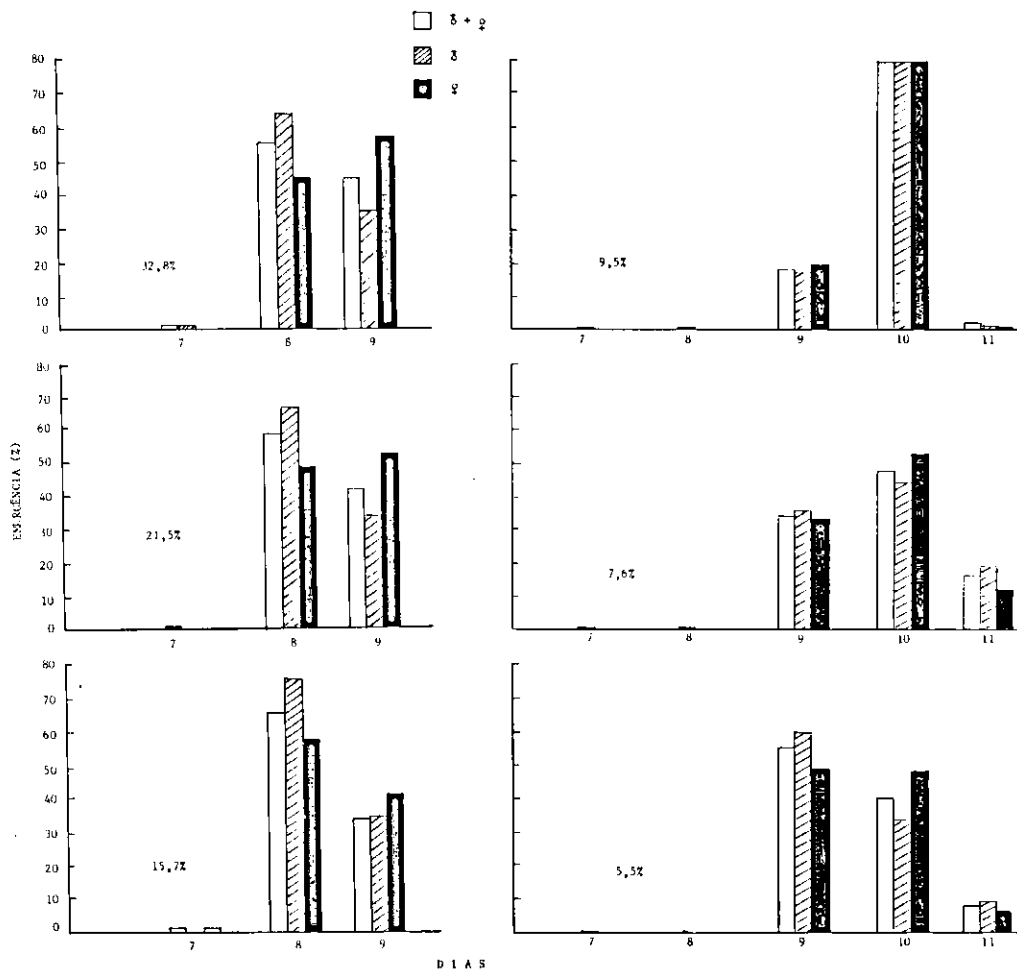


FIG. 2. Ritmo de emergência de *C. capitata* em solo com diferentes umidades, solo Podzolizado Vermelho-Amarelo, variação Lins. Temp. 25°C, UR 60 ± 10%; fotofase: 14 horas. Piracicaba, 1981.

dos de grandes populações de pupas de *C. capitata* no solo, para evitar a emergência e progressão de novas gerações; é evidente que a adoção desta técnica deveria ser compatível com as demais práticas de manejo do solo e da cultura visada. Por outro lado, os resultados sugerem que novas pesquisas devam ser conduzidas, como avaliação do efeito da compactação nestes tipos de solos, já que esta alteração no solo poderá provocar variações na biologia de insetos subterrâneos (Roach & Campbell 1983).

A própria porosidade do solo, que afeta o comportamento dos insetos (Lummus et al. 1983) poderia ser testada, desde que na presente pesquisa ela foi maior no solo argiloso e considerando-se também que a estrutura natural do solo foi alterada. Embora Bateman (1976) tenha-se referido a dessecação como um importante fator de mortalidade de pupas de *C. capitata*, Newell & Haramoto (1968) (citados por Bateman, 1972) referiram que para vários gêneros de tefritídeos como *Dacus* e *Rhagoletis*, apenas solos com

TABELA 7. Duração e viabilidade da fase pupal de *C. capitata* sob diferentes umidades em base de massa de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila. Piracicaba, 1982.

Umidade (%)	Duração (dias)*	Viabilidade** (%)
59,9	10,00 a	3,57 a
46,5	10,00 a	73,57 b
40,5	10,00 a	57,86 b
30,3	9,90 a	97,14 c
26,0	10,01 a	95,00 c
21,1	9,89 a	93,57 c

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Dados originais (para análise foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{P (\%)}$).

TABELA 8. Duração da fase pupal de machos e fêmeas de *C. capitata* sob diferentes umidades em base de massa de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila. Piracicaba, 1982.

Umidade (U%)	Duração (dias)*	
	macho	fêmea
59,9	10,00	10,00
46,5	10,00	10,00
40,5	10,00	10,00
30,3	9,87	9,94
26,0	9,97	10,04
21,1	9,87	9,91

* Não houve diferença significativa entre machos e fêmeas.

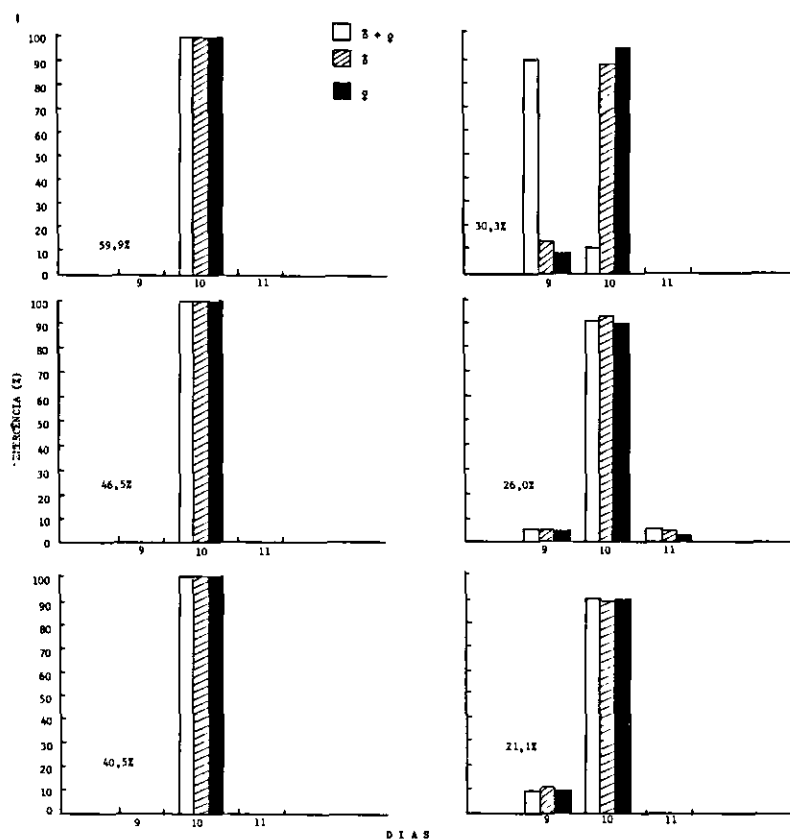


FIG. 3. Ritmo de emergência de *C. capitata* em solo com diferentes umidades, Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argila. Temp. 25°C, UR 60 ± 10%; fotofase: 14 horas. Piracicaba, 1982.

até 9% de umidade são letais às pupas destes insetos, sendo que os extremos de umidade podem afetar a capacidade de oviposição dos adultos emergidos nestas condições; assim, sugerem-se estudos neste sentido, desde que este aspecto não foi analisado na presente pesquisa.

Observa-se que a metodologia do presente trabalho mostrou-se adequada e poderá ser utilizada para outros insetos de solo ou que nele apresentem uma das fases de seu ciclo evolutivo.

CONCLUSÕES

1. A umidade afeta de forma diferente *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) nos dois solos estudados.
2. No solo arenoso (Podzolizado) há um encurtamento do período pupal nas maiores umidades, enquanto que no argiloso (Latossolo), a duração é constante em todos os tratamentos.
3. A viabilidade pupal de *C. capitata* é bastante afetada no Latossolo, sendo observados maiores valores nas condições mais secas. No Podzolizado, as maiores viabilidades ocorrem nas umidades intermediárias.
4. Nos dois tipos de solos, os sexos são igualmente afetados.
5. Para ambos os solos, há um período de emergência mais concentrado para as condições mais úmidas.

REFERÊNCIAS

- BATEMAN, M.A. The ecology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.*, 17:493-518, 1972.
- BATEMAN, M.A. Fruit flies. In: DE LUCHI, S. ed. *Studies in biological control*. s. l., Cambridge University Press, 1976. p.11-49.
- DELMAS, H.G. & THERMES, R. Sur la profondeur de pupaison de *Ceratitis capitata* Wied. *Rev. Pathol. Veg. Entomol. Agric. Fr.*, 32:45-9, 1953.
- LUMMUS, P.F.; SMITH, J.C.; POWELL, N.I. Soil moisture and texture effects on survival of immature southern corn rootworm *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.*, 12(5):1529-31, 1983.
- MARRONE, P.G. & STINNER, R.E. Effects of soil physical factors on egg survival of the bean leaf beetle *Ceratoma trifurcata* (Forster) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.*, 12(3):673-9, 1983.
- NEUZNSCHWANDER, P.; MICHELAKIS, S. BIGLER, F. Abiotic factors affecting mortality of *Dacus oleae* larvae and pupal in the soil. *Entomol. Exp. Appl.*, 30(1):1-9, 1981.
- PEDROSO, A.S. Dados bionômicos de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae) obtidos em laboratório em regime de dieta artificial. Piracicaba, ESALQ, 1972. 127p. Tese Doutorado.
- RICHARDS, L.A. Physical condition of water in soil. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.128-152.
- ROACH, S.H. & CAMPBELL, R.B. Effects of soil compaction on bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) moth emergence. *Environ. Entomol.*, 12(6):1882-5, 1983.
- TROTTIER, R. & TOWNSHEND, J.L. Influence of soil moisture on apple maggot emergence, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). *Can. Entomol.*, 111(8):975-6, 1979.