

ZONEAMENTO ECOLÓGICO PRELIMINAR DE *Ceratitis capitata* NO BRASIL

WYRATAN DA S. SANTOS^{1,2}, SINVAL SILVEIRA NETO^{1,3} ROBERTO A. ZUCCHI^{1,4}

¹ Depto. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba - SP, Fone: (0 xx 19) 3429 4199,

² Eng. Agrônomo, Doutorando em Entomologia (ESALQ/USP), wyratan@esalq.usp.br.

³ Eng. Agrônomo, Professor Titular, ssilveir@esalq.usp.br.

⁴ Eng. Agrônomo Professor Titular, razucchi@esalq.usp.br.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: Com o objetivo de estabelecer o zoneamento ecológico para a mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata*, foram utilizados dados climáticos de 497 estações meteorológicas de todo o Brasil. Foram confeccionados evapluviogramas para calcular o índice de desenvolvimento (ID) de *C. capitata* com base nas necessidades térmicas e de umidade de solo. Os IDs foram divididos em três classes: desfavorável (do menor ID até a média dos ID menos o desvio padrão da média), favorável (da média dos ID menos o desvio padrão da média até a média mais o desvio padrão da média) e altamente favorável (da média dos ID mais o desvio padrão da média até o maior ID), espacializados com uso de um sistema de informações geográfica (SPRING 4.1.1). O resultado preliminar apresentou as áreas desfavorável favorável, e de altamente favorável para o desenvolvimento de *C. capitata* no Brasil, que representam, respectivamente, 7,5; 84,4; e 8,1 % do território brasileiro.

PALAVRA CHAVE: SGI, Tephritidae,

ABSTRACT: With the objective to carry out an ecological zone for the medfly, *Ceratitis capitata*, in Brazil, climatic data from 497 meteorological stations throughout Brazil were used. Climograms were prepared to calculate the development index (ID) of *C. capitata* based on its thermal requirements and on ground humidity. The development index was grouped in three different classes according to the standard error (SE) of the calculated average for all determined IDs variation as follow: lowestID \leq unfavorable \leq IDavg-SE; IDavg \leq favorable \leq IDavg+SE; IDavg+SE \leq highly favorable \leq highest ID), spatially interpolated using a geographic information system (SPRING 4.1.1). According to our preliminary results, favorable, unfavorable and highly favorable areas for *C. capitata* development in Brazil represent 7.5; 84.4 and 8.1% of the Brazilian territory, respectively.

KEYWORDS: GIS, Tephritidae,

INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) causam sérios danos em frutas e vegetais cultivados na maioria dos países tropicais (White & Elson-Harris, 1992).

A introdução de *Ceratitis capitata* (Wied.) no Brasil foi relatada em 1901 e tem sido registrada em 59 espécies de frutas em 21 famílias botânicas (Zucchi, 2001).

A abundância, a distribuição e o comportamento dos insetos são influenciados pelas condições climáticas (Messenger, 1959). Os principais fatores que atuam sobre o sistema de vida dos tefritídeos são: umidade, temperatura, luminosidade, alimento, inimigos naturais e organismos simbiotes (Bateman, 1972). Os ovos, as larvas e os adultos de moscas-das-frutas têm seu desenvolvimento influenciado pela temperatura do ar e as pupas pela temperatura (Morgante, 1991) e umidade do solo (Milward-de-Azevedo & Parra, 1989).

A precipitação pluviométrica é outro importante fator climático que influencia as populações das moscas-das-frutas (Aluja, 1994). A falta de umidade no solo pode provocar a mortalidade de um grande número de pupas e de adultos recém-emergidos, que têm dificuldade em atravessar solos secos. A fecundidade das fêmeas de moscas-das-frutas é reduzida durante os períodos secos (Bateman, 1972). Milward-de-Azevedo & Parra (1989) verificaram que a umidade e o tipo do solo influencia na emergência de *C. capitata*.

A técnica de zoneamento, com base em informações dos fatores climáticos que influenciam no desenvolvimento do inseto, possibilita a definição dos ambientes ecologicamente favoráveis e/ou desfavoráveis para o seu desenvolvimento. O objetivo deste estudo foi fazer um zoneamento ecológico preliminar para *C. capitata* no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Este foi fundamentado em evapotluviogramas elaborados pelo método de Thornthwaite (1948) com dados de 497 estações meteorológicas distribuídas por todo o Brasil, obtidos na página eletrônica do Núcleo de Monitoramento Agroclimático do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ.

Construção dos evapotluviogramas. Foi utilizado o programa Excel, onde foram plotados os valores da evapotranspiração potencial nas ordenadas e os valores da precipitação real nas abscissas. Como ambos os elementos são expressos na mesma unidade (milímetros), foi possível compará-los quantitativamente pelos seus valores absolutos e não apenas de forma relativa, como é comum nos climogramas.

O evapotluviograma foi dividido em seis setores hídricos, nos quais os valores da precipitação pluvial correspondem a diferentes múltiplos da evapotranspiração potencial, em cinco faixas térmicas (Camargo, 1966), com valores correspondentes às limitações e exigências térmicas de *C. capitata* (Figura 1).

As notas dos coeficientes foram baseadas nos trabalhos de Duyck & Quilici (2002) e de Milward-de-Azevedo & Parra (1989), que definiram os limites térmicos e a influência da umidade do solo no desenvolvimento de *C. capitata* (Tabelas. 1, 2 e 3).

Os setores hídricos, adjacentes e com os ângulos no canto inferior esquerdo do diagrama, correspondem ao gradiente de umidade, que foram representados por coeficientes hídricos.

Tabela 1. Setores hídricos e respectivos coeficientes para *Ceratitis capitata*.

Setores hídricos	Relação P/EP	Coeficientes hídricos (C _h)
Árido	1:4 ou mais	0
Semi-árido	1:4 a 1:2	1
Subúmido	1:2 a 1:1	2
Úmido	1:1 a 2:1	3
Superúmido	2:1 a 4:1	4
Hiperúmido	4:1 ou menos	5

EP - Evapotranspiração potencial, P - Precipitação pluvial.

As faixas térmicas foram obtidas por transformação dos limites de temperaturas de desenvolvimento em evapotranspiração, conforme Camargo (1964), representadas por coeficientes térmicos.

Tabela 2. Faixas Térmicas de desenvolvimento de insetos com coeficientes térmicos para *Ceratitís capitata*.

Faixas térmicas	Coefficientes térmicos (C_t)
Macrotérmica	0
Hipertérmica	1
Mesotérmica	2
Hipotérmica	1
Microtérmica	0

Por meio desses coeficientes, foram construídos os evapopluiogramas de cada localidade (Figura 1).

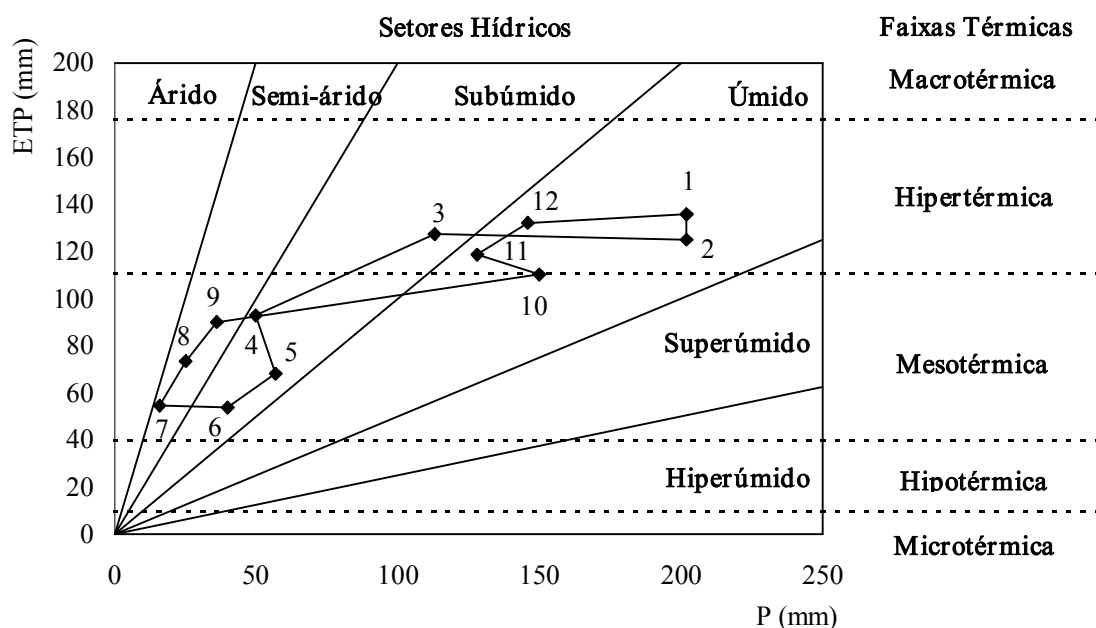


Figura 1. Evapopluiograma de Adamantina, SP, com os setores hídricos e faixas térmicas para *Ceratitís capitata*.

Tabela 3. Limites térmicos de desenvolvimento de *Ceratitís capitata*.

Valores de base	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
Limiar superior (T_{bs})	29,3
Limite superior (T_s)	24,0
Limite inferior (T_i)	17,5
Limiar inferior (T_{bi})	13,5
Constante térmica (K)	250,1
Constante térmica em Graus-dias	

Índice de desenvolvimento: Os coeficientes de desenvolvimento (C_d) foram calculados sobre o conjunto de dados obtidos dos evapopluiogramas de cada estação meteorológica através da fórmula:

$$C_d = C_h \times C_t$$

Onde: C_h = Coeficiente hídrico

C_t = Coeficiente térmico

Com os valores de C_d foram calculados os índices de desenvolvimento (I_d). Esse índice descreve as condições climáticas da região, sua viabilidade e limitações para o desenvolvimento de *C. capitata*.

$$I_d = (C_d \times N^\circ \text{ de pontos})$$

Após a obtenção dos valores de I_d para as 497 estações meteorológicas, estas foram agrupadas em três classes para a definição das áreas desfavoráveis, favoráveis, e altamente favorável ao desenvolvimento de *C. capitata* no Brasil. Essas classes foram definidas através da média dos índices de desenvolvimento e do desvio padrão da média.

Para mapear essas áreas foram cruzadas as informações do mapa do Brasil com informações obtidas por meio dos evapopluviogramas, levando-se em consideração as condições ambientais exigidas por essas moscas-das-frutas, usando o programa SPRING 4.1.1 (Camara et al., 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado preliminar para o zoneamento de *C. capitata* no Brasil foi que a área desfavorável, favorável e altamente favorável de desenvolvimento de representam respectivamente 7,5; 84,4 e 8,1 % do território brasileiro (figura 2).

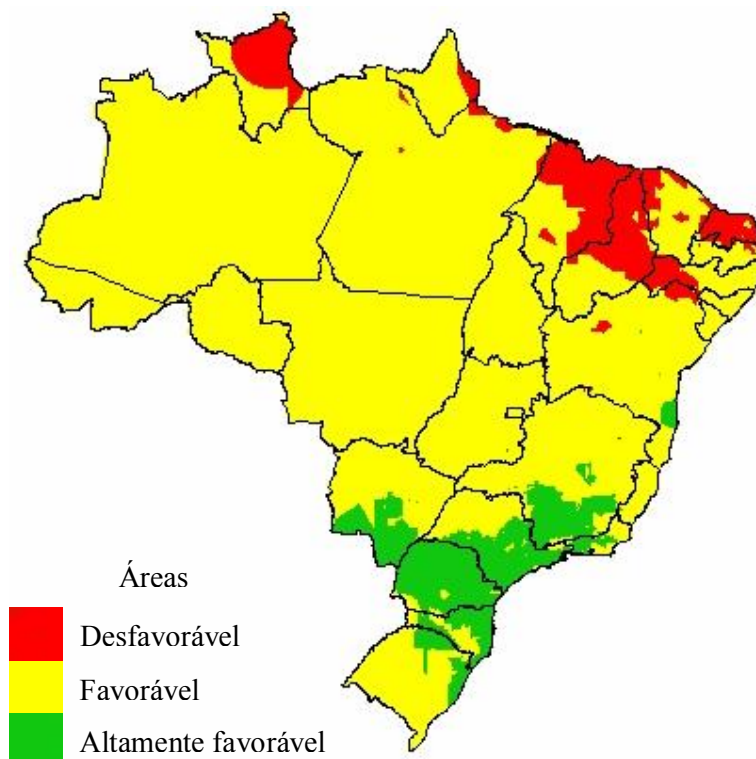


Figura 2. Zoneamento ecológico preliminar das áreas favorável, desfavorável e altamente favorável ao desenvolvimento de *Ceratitís capitata* no Brasil.

A maior parte do território brasileiro apresenta temperatura e umidade do solo favorável ao desenvolvimento de *C. capitata*, com alguns meses com deficiência de umidade de solo e ou temperaturas elevadas.

A área altamente favorável se concentra na região sudeste do Brasil, com temperatura na faixa ótima de desenvolvimento para *C. capitata*.

A região desfavorável no nordeste é em razão principalmente do baixo índice de precipitação pluviométrica. Nos pólos de fruticultura irrigada a umidade do solo, suprida pela irrigação, deixa de ser um fator limitante para o desenvolvimento de *C. capitata* e podem se tornar favorável ao seu desenvolvimento.

CONCLUSÕES

O método usado permite estabelecer um zoneamento preliminar da mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitís capitata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. Annual Review of Entomology, v. 39, p. 155-178, 1994.
- BATEMAN, M. A. The ecology of fruit flies. Annual Review of Entomology, v. 17, p. 493-518, 1972.
- CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. Computers & Graphics, v. 20, n. 3, p.395-403, 1996.
- CAMARGO, A. P. de. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas, Instituto Agrônômico, 1964. 20p. (Boletim 116).
- CAMARGO, A. P. de. Viabilidade e limitações climáticas para a cultura do milho no Brasil. In: Cultura e adubação do milho. Instituto Brasileiro de Potassa. SP, 1966. p. 225-247.
- DUYCK, P.F.; QUILICI, S. Survival and development of different life stages of three *Ceratitís* spp. (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. Bulletin of Entomological Research, v. 92, n. 6, p. 461-469, 2002.
- MESSENGER, P. S. Bioclimatic studies with insects. Annual Review Entomology, v. 4, p. 183-206. 1959.
- MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V.; PARRA, J. R. P. Influência da umidade em dois tipos de solo, na emergência de *Ceratitís capitata*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 24, n. 3, p. 321-327, 1989.
- MORGANTE, J. S. Moscas-das-frutas (Tephritidae): características biológicas, detecção e controle. Brasília: SENIR, 1991. 19p.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review v. 38, p. 55-94, 1948.
- WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. 601 pp. Wallingford, CAB International. 1992.
- ZUCCHI, R.A. Mosca-do mediterrâneo, *Ceratitís capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILHELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto: FAPESP-Holos, 2001. cap. 1, p. 15-22.