Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

DINÂMICA BIOCLIMÁTICA DA MOSCA NEGRA DOS CITRUS NO BRASIL

MORAES, Bergson Cavalcanti de – bergson.moraes@vale.com
Doutor – Instituto Tecnologico Vale, Belém/Pará/Brasil

OLIVEIRA, Juarez Ventura de
Mestre – Instituto Tecnologico Vale, Belém/Pará/Brasil

MAIA, Wilson José de Mello e Silva
Doutor – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/Pará/Brasil

FERREIRA, Douglas Batista da Silva
Mestre – Instituto Tecnologico Vale, Belém/Pará/Brasil

SOUZA, Everaldo Barreiros de
Doutor – Instituto Tecnologico Vale, Belém/Pará/Brasil

RESUMO: O clima tem influencia direta sobre os animais, considerado um dos principais fatores determinante das zonas biogeográficas no planeta. O excesso de umidade do ar, ocasionado por longos períodos de precipitações, associado as intensas oscilações de temperatura do ar, possuem efeitos diretos sobre a dinâmica populacional dos animais heterotérmicos. Essas influências interferem em diversos aspectos, em especial na instalação, infestação e disseminação destes animais. A Mosca-negra-dos-citros surgiu no Brasil a partir do Estado do Pará, região amazônica com predomínio de elevada umidade do ar e altas temperaturas, ocasionado consideráveis danos às safras de citros no país. O principal objetivo deste trabalho foi à avaliação de áreas de maiores potenciais de infestação dessa praga agrícola, e suas respectivas dinâmicas sazonais em relação aos fatores do clima.
Palavras-chave: Bioclimatologia, citricultura, fitossanidade.

BIOCLIMATIC DYNAMIC OF BLACK FLY OF CITRUS IN BRAZIL

ABSTRACT: The climate has a direct influence on the animals, been considered one of the main determinant factors of the biogeographical zones on the planet. Excess of moisture in the air, caused by long periods of precipitation, associated with intense fluctuations in air temperature, have direct effects on the population dynamics of heterothermic animals. These influences interfere with many aspects, mainly on installation, infestation and dissemination of these animals. The citrus blackfly in Brazil came from the State of Pará, on the Amazonian region with a predominance of high humidity and high temperatures, and since then has caused considerable damage to citrus crops in the country. The main objective of this study was evaluation of areas with the greatest potential for agricultural pest infestation of this kind, and their seasonal dynamics in relation to climate factors.
Key words: Bioclimatology, citriculture, fitossanity.

Résumé
Le climat a une influence directe sur les animaux. Il est considéré comme l'un des principaux facteurs qui déterminent les zones biogéographiques de la planète. L'excès d'humidité dans l'air, causée par des périodes de précipitations longues, associés aux fluctuations intenses de température de l'air, ont des effets directs sur la dynamique des populations des animaux hétérothermes. Ces influences interfèrent avec des nombreux aspects de la vie des insectes spécialement liées à leur installation, l'infestation et la diffusion. Au Brésil, la mouche-noir d'agrumes a eté introduite dans l'État de Pará, dans la région amazonienne avec une prédominance d'une forte humidité et des températures élevées, et depuis, a causé des dommages considérables aux cultures d'agrumes dans le pays. L'objectif principal de cette étude était l'évaluation des zones agricoles potentiels d' infestation par des insects ravageurs et de leurs dynamiques saisonnières par rapport aux facteurs climatiques.
Mots cles: bioclimatologie, culture d'agrumes, phytosanté

Resumen
El clima tiene una influencia directa sobre los animales. Es considerado uno de los principales factores que determinan las zonas biogeográficas del planeta. El exceso de humedad en el aire, causada por largos períodos de precipitación, asociado a las intensas fluctuaciones de la temperatura del aire, tiene efectos directos sobre la dinámica poblacional de animales heterothermicos. Estas influencias interfieren en muchos aspectos de los estilos de vida de insectos especialmente relacionados con su asentamiento, la infestación y la difusión. En Brasil, la mosca-negra de cítricos (citrus black-fly) vino del estado de Pará, en la Amazonia, zona predominantemente de mucha humedad y altas temperaturas, y desde entonces ha causado daños considerables a los cultivos de cítricos en el país. El objetivo principal de este estudio fue la evaluación de las áreas de mayor potencial de infestación de plagas agrícolas y su dinámica sazonal en relación a los factores climáticos.
Palavras-llave: Bioclimatologia, citricultura, fitotosanidad.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

1. INTRODUÇÃO

O clima é considerado um dos principais fatores determinante das zonas biogeográficas no planeta. Essa característica deve-se a sua influência direta na disponibilidade e quantidade de alimentos. As condições climáticas influenciam também nos processos de instalação, adaptação, dispersão e extinção de espécies de animais, principalmente nos que se caracterizam como heteorotérmicos, espécies que regulam sua temperatura corporal conforme o ambiente.

A precipitação, principal variável meteorológica e delimitadora dos períodos de sazonalidade em regiões tropicais (MORAES *et al.*, 2005), é considerada a de maior relevância, pois seus extremos de ocorrência impactam de forma drástica a vida nas mais diversas formas.

Variação no regime de precipitação, em particular nos seus extremos, tem efeitos significativos sobre os animais, definindo períodos de reprodução e consequentemente do aumento populacional e grau de infestação (JETZ E RUBSENSTEIN, 2011).

No ciclo de vida dos insetos, o fator de interveniência da disponibilidade hídrica atmosférica é ainda maior, pois as condições bióticas desses organismos dependem diretamente das abióticas externas para a realização dos seus principais processos biológicos associados a taxa de sobrevivência (HAWKINS E HOLYOAK, 1998; TAUBER *et al.*, 1998; TODD *et al.*, 2002;. SEELY *et al.*, 2005; BRANSON, 2008; BENOIT, 2010).

A disponibilidade hídrica é também um importante fator determinante da diversidade gama de várias espécies. É expressa como sendo a diversidade regional relacionada ao número total de espécies observadas em todos os habitats dentro de uma mesma área geográfica que não inclui fronteiras significativas para a dispersão de organismos (STEINER *et al.*, 2008; KEARNEY *et al.*, 2008, 2009; KEARNEY e PORTER, 2009; TINGLEY *et al.*, 2009; VIEITES *et al.*, 2009; ROURA-PASCUAL *et al.*, 2011).

Diversos estudos também observaram significativa correlação entre a disponibilidade hídrica e a temperatura do ar, com a riqueza de espécies em muitas regiões estudadas (ERASMUS *et al.*, 2000; HAWKINS *et al.*, 2003; ALGAR *et al.*, 2009; CHOWN E KLOK, 2011).

Steidle e Reinhard (2003), utilizando espécies de Díptera, observaram que esses insetos tendem a evitar os extremos de umidade, especialmente quando associados com altas temperaturas. Em situações peculiares, alguns insetos bem hidratados pode preferir uma baixa umidade associada a alta temperatura, com objetivo de ganhos energéticos para maximização do processo de vida e reprodução.

Em outras condições climáticas, a seleção de áreas com alta umidade atmosférica permite que algumas espécies absorvam essa umidade atmosférica e, assim, mantenham o balanço de água e a hidratação corporal, evitando o ressecamento. No entanto, a absorção da umidade atmosférica não é comum em todos os insetos, sendo uma peculiaridade de determinadas espécies. (HADLEY, 1994; CHOWN E NICOLSON, 2004; BENOIT, 2010).

No caso específico da *Aleurocanthus Woglumi* (A. Woglumi), conhecida vulgarmente como Mosca-negra-dos-citros (Figura 1), sua instalação, infestação e migração no Brasil ocorreu a partir do Estado do Pará, região amazônica com predomínio de elevada umidade do ar e altas temperaturas. As preferências bioclimaticas dessa espécie são desconhecidas na literatura atual, para as condições bioclimáticas do Brasil, pais de elevada e intensa variação espacial e temporal dos fenômenos meteorológicos.



Figura 1. Mosca negra dos citros na fase de adulto (direita) e fumagina sobre folhas (esquerda).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

O principal dano às plantas causado por esse inseto é a fumagina (Figura 1), um fungo fuliginoso do gênero *Capnodium ascomiceto* pertencente à ordem *Dothideales.* Este fungo é ocasionado pela pesada carga de substância açucarada excretada pelo inseto, cobrindo parte ou totalmente as folhas, frutos e ramos.

As consequências diretas são os problemas econômicos, devido baixa produtividade das safras de várias espécies de citros a cada ano. Danos ambientais também são observados como conseqüência da elevada quantidade de defensivos agrícolas utilizados, muitas vezes sem o conhecimento do período exato para sua aplicação.

Portanto, é de extrema importância avaliar áreas de maiores potenciais de infestação dessa praga agrícola e suas respectivas dinâmicas sazonais em relação aos fatores do clima, com a finalidade de minimizar perdas de produção e de qualidade das safras agrícolas, orientando a escolha de estratégias de adaptação e manejo na agricultura.

2. METODOLOGIA

2.1. Dados climatológicos

Foi utilizada uma base de dados climáticos de 30 anos de informações de precipitação, temperatura do ar e umidade relativa provenientes de 10 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distribuídas de forma meridional ao longo do Brasil, conforme listado na Tabela 1 e ilustrado na Figura 2. A partir destes dados, foram extraídas as climatologias mensais para cada variável, ou seja, foram feitas as médias de cada mes ao longo dos 30 anos de informações.

Tabela 1. Estações meteorológicas

Código	Estação	Nome	Estado	Lat	Lon
1	82145	Tracuateua	Pará	-1,08	-47,17
2	82568	Grajaú	Maranhão	-5,8	-46,45
3	82780	Picos	Piaui	-7,07	-41,48
4	82983	Petrolina	Pernambuco	-9,38	-40,48
5	83226	Camaçari	Bahia	-12,67	-38,32
6	83437	Montes Claros	Minas Gerais	-16,72	-43,87
7	83630	Franca	São Paulo	-20,55	-47,43
8	83774	Itapeva	São Paulo	-23,95	-48,88
9	83783	Campo Mourão	Paraná	-24,05	-52,37
10	83942	Caxias do Sul	Rio Grande do Sul	-29,17	-51,2

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

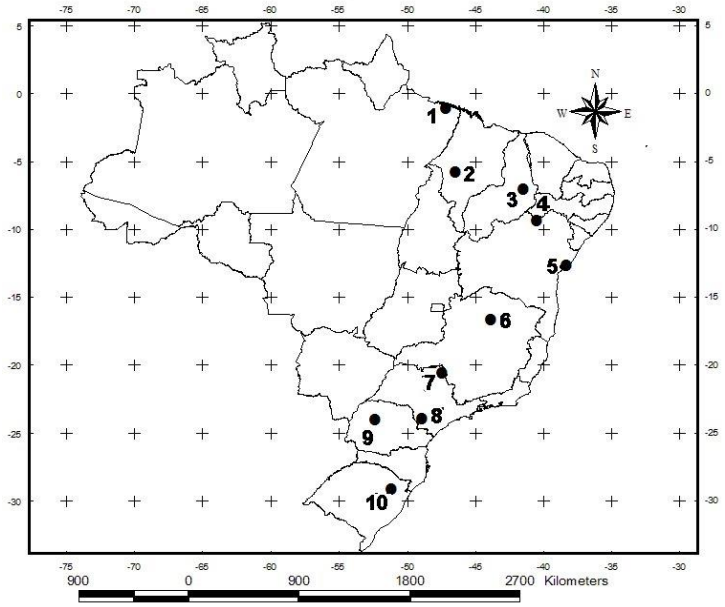


Figura 2. Variação espacial das estações meteorológicas no Brasil.

2.2. Estudos de laboratórios

Para o estudo das exigências térmicas de A. Woglumi foram realizadas infestações do inseto em mudas de laranjeira (*citrus sinensis*) recém-enxertadas, com 45 dias, cultivadas em saco de plástico com 2,5L de capacidade, contendo uma mistura de terra e esterco bovino curtido, na proporção de 9:1. Gaiolas de tecido tipo "*voil*" envolveram cada muda, onde foram acondicionados 20 casais de mosca-negra, os quais permaneceram por 72 horas para ovipositarem nas plantas (SILVEIRA NETO *et al*., 1976).

Os casais foram retirados e em seguida contados o número de oviposições. Foram mantidos 20 ovos/repetição (planta) (MAIA *et al.*, 2005). Todos os demais ovos foram retirados, raspando-os por meio de bisturi.

As amostras de laranjeira infestadas de A. Woglumi foram inseridas em câmaras climatizadas, sendo quatro por câmara, reguladas a temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 e 40 ± 0,8ºC, 85 ± 10% UR e 12 horas de fotofase.

2.3. Levantamentos de campo

Os levantamentos de infestação de A. Woglumi, em condições naturais de campo, foram realizados em propriedade agrícola (-01º 48' 38" de latitude e -47º 11' 38" de longitude) de cultivo de laranja pêra (principal cultivo infestado pela A. Woglumi), *Citrus sinensis*, no município de Capitão Poço. Através de amostragem convencional de presença-ausência, com número definido de 20 plantas por talhão de aproximadamente 2.000 plantas, foram realizados os levantamentos, sendo as plantas escolhidas aleatoriamente, com caminhamento em forma de ziguezague.

Os adultos foram coletados por meio de aspirador entomológico manual, em folhas novas, nos quatro quadrantes da planta. As observações foram realizadas a cada 45 dias entre de abril de 2006 a abril 2008.

As zonas bioclimáticas, em condições naturais, foram divididas, pelos autores deste artigo, em três classes, representadas pela distribuição de freqüência de tercil, sendo o 1° tercil (0 a 33,33%) a zona desfavorável, 2° tercil (34% a 66,66%) a zona favorável e o 3° tercil (67% a 99,99%) a zona ótima para de desenvolvimento do inseto.

2.4. Caracterização das zonas bioclimáticas e da dinâmica populacional

A partir dos resultados da dinâmica populacional do inseto, em relação às condições naturais de campo, e da caracterização das exigências térmicas do inseto em laboratório, foi desenvolvido um programa computacional, em linguagem R, utilizando a climatologia mensal, das 10 localidades do Brasil discutidas no item 2.1 do presente artigo.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

As zonas bioclimáticas foram estabelecidas conforme os resultados das exigências abióticas do inseto, em condições naturais de campo e em condições de laboratório.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Exigências térmicas

Através dos estudos em laboratórios, foi observado que uma ótima temperatura do ar, para o desenvolvimento do inseto estudado oscila próxima aos 27ºC ± 2ºC. Nessa faixa de temperatura do ar o desenvolvimento torna-se mais acelerado e como conseqüência, ocorre um aumento populacional do inseto.

O limite máximo, definido como temperatura basal superior ou limiar máximo, oscilou em torno de 38ºC ± 2ºC, enquanto que próximo aos 15ºC ± 2ºC de temperatura do ar ocorreu o limiar mínimo.

Na faixa acima de 40ºC os insetos entraram em estivação temporária. Observou-se também nesse estágio que os insetos estudados voltaram a adquirir as suas atividades vitais quando a temperatura do ar retornou as temperaturas da faixa ótima, caso contrário os insetos seriam levados à morte. Por outro lado, quando a temperatura do ar é reduzida abaixo dos 15ºC, ocorre a hibernação temporária dos insetos.

O ajuste exponencial, representado por $y=92{,}208.e^{-0{,}1049x}$, entre a temperatura do ar e os ciclos de vida de A. Woglumi apresentou um coeficiente de determinação de 0,8562, determinando dessa forma a elevada influência da temperatura do ar no ciclo de vida do inseto.

3.2. Resultado de campo

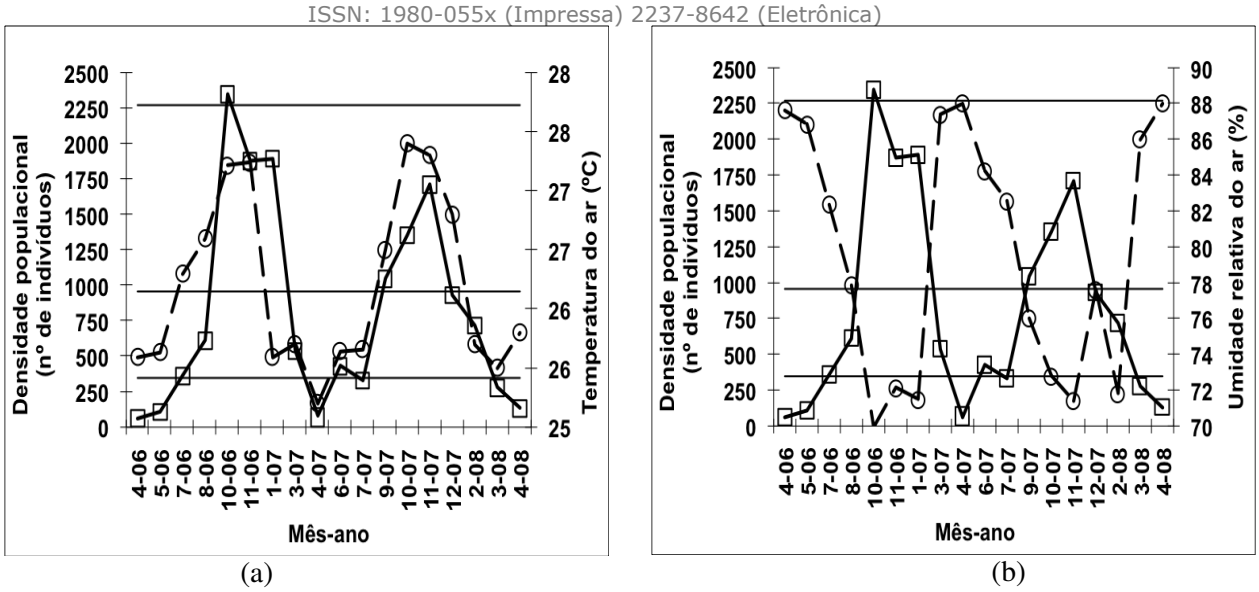
A zona ótima (figura 3) foi estabelecida entre os meses de agosto e novembro, meses de maior temperatura média do ar, com valores oscilando entre 26°C e 27,4°C. Nessa mesma zona bioclimática a umidade relativa do ar oscilou entre 70% e 73%, e a densidade populacional ultrapassou os 2250 indivíduos em outubro do ano de 2006, e 1750 indivíduos em novembro do ano de 2007.

A zona favorável (figura 3) ficou compreendida em dois períodos, sendo o primeiro entre os meses de junho, julho e agosto, e o segundo período entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Nesses períodos ocorre a transição entre os períodos de maior e menor disponibilidade hídrica atmosférica, com temperaturas do ar oscilando entre 25,3°C e 26°C, e umidade relativa do ar entre os 72,5% e 78%. A densidade populacional nesse período variou entre 300 e 900 individuos na área estudada.

Na zona desfavorável (figura 3), compreendida entre os meses de março, abril e maio, a temperatura é quase constante, com valor próximo aos 25°C e umidade relativa do ar bastante elevada, oscilando entre 86% e 88%. Nessa zona bioclimática, a densidade populacional é de 61 indivíduos em abril do ano de 2006 e 75 em abril de 2007.

Os resultados caracterizam a relação de direta proporcionalidade entre a temperatura do ar e a dimâmica populacional do inseto, com r=0,927. Caso inverso ocorre com a disponibilidade hídrica atmosférica, nesse estudo representado através da umidade relativa do ar, onde os maiores valores são característicos de uma abrupta diminuição populacional do inseto estudado, apresentando r=-0,943.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)



(a) (b)

Figura 3. Variação temporal da densidade populacional da A. Woglumi (linha contínua com quadrados), em relação as variáveis meteorológicas (linha tracejada com círculos) em condições naturais de campo. (a) temperatura do ar e (b) umidade relativa do ar. As linhas inferior, intermediária e superior representam o 1°, 2° e 3° tercil é correspondem as zonas bioclimáticas desfavorável, favorável e ótima respectivamente.

3.3. Caracterização mensal da dinâmica populacional de A. Woglumi no Brasil

Foi observada uma grande oscilação da bioclimatologia da mosca negra, de Norte a Sul do Brasil (Figura 4).

No Norte, (Figura 4 a), a zona bioclimática ótima ao desenvolvimento do inseto foi estabelecida entre os meses de outubro, novembro e dezembro. Não ocorreu zona desfavorável nessa região.

No Maranhão (Figura 4 b), o comportamento é semelhante ao da região Norte. Essas condições de semelhança bioclimática podem favorecer o processo de migração espontâneo do inseto, pois as condições bioclimaticas são as mesmas. Segundo Maia (2005), a mosca negra se estabeleu no Maranhão a partir do Pará, no segundo semestre, zona considerada como ótima em ambas as regiões.

Na região Nordeste do país, representada pelas localidades de Grajaú, Picos, Petrolina e Camaçari, Figuras 4 (b), (c) e (d), ocorrem as maiores variações temporais da dinâmica populacional, entre as zonas bioclimáticas.

No Piauí (Figura 4 c) ocorrem zonas ótimas em janeiro e fevereiro e desfavoráveis, com início no mês de julho e fim no mês de dezembro. Em Pernambuco (Figura 4 d) não ocorrem períodos de zonas bioclimaticas ótimas, e a maior concentração da dinâmica populacional fica estabelecida em zona desfavorável.

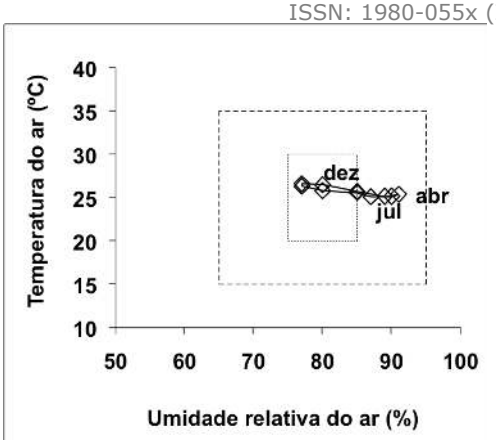
Na Bahia (Figura 4 e) foi observado que em quase todo o ano ocorrem períodos de zonas ótimas, com excessão do mês de julho, que ficou estabelecido na zona favorável. Portanto essa região do Brasil é a que mais merece atenção, nas questões de fitossanidade e defesa agrícola, por possui condiões de extremo favorecimento ao desenvolvimento do inseto estudado.

Em Minas Gerais e no norte de São Paulo (Figuras f e g) as condições são semelhantes, com zonas ótimas em dezembro e desfavorável nos meses de julho, agosto e setembro. Essas regiões também podem favorecer o processo de migração espontâneo do inseto, pois as condições bioclimaticas também são as mesmas.

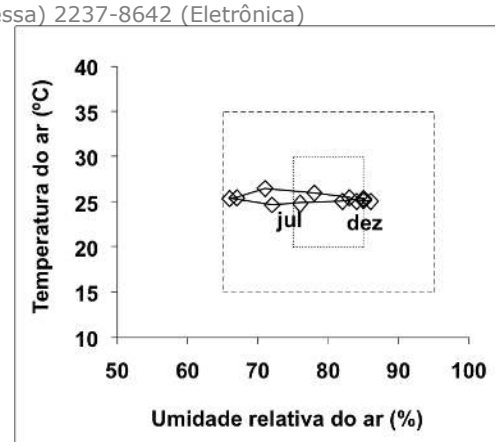
No Sul de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (Figuras h, i e j) também foi observada uma área bioclimatica homogênea. As zonas de desenvolvimento do inseto foram caracterizadas como sendo favoráveis, com excessão do mês de julho, em que as baixas temperaturas foram responsáveis pelo surgimento de zona desfavorável, em ambas as regiões.

(a) (b)

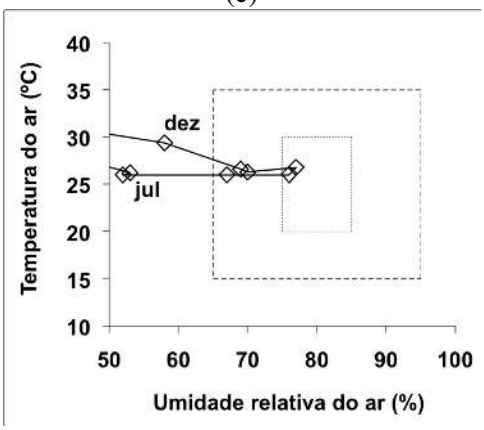
ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)



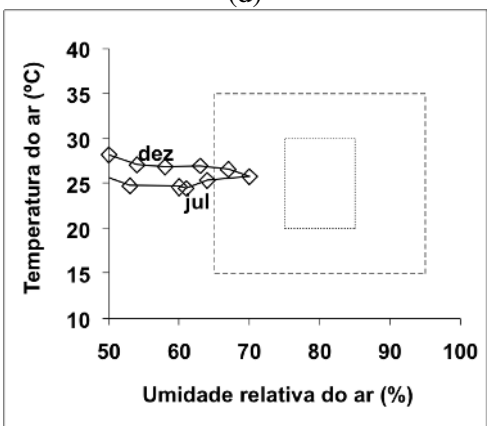
(c)



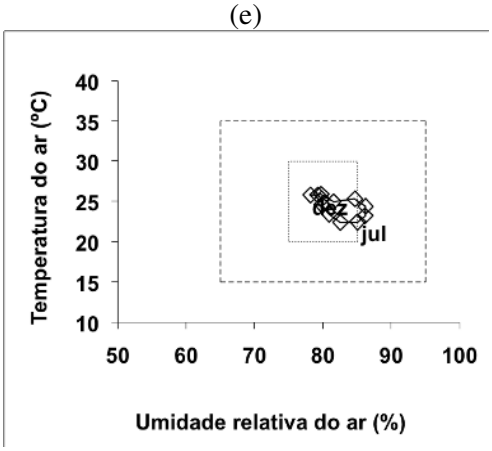
(d)



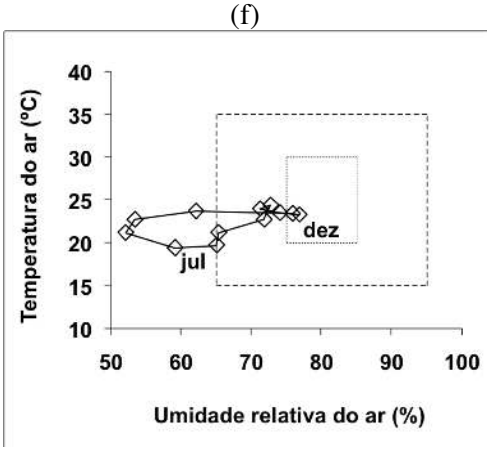
(e)



(f)



(g)



(h)

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

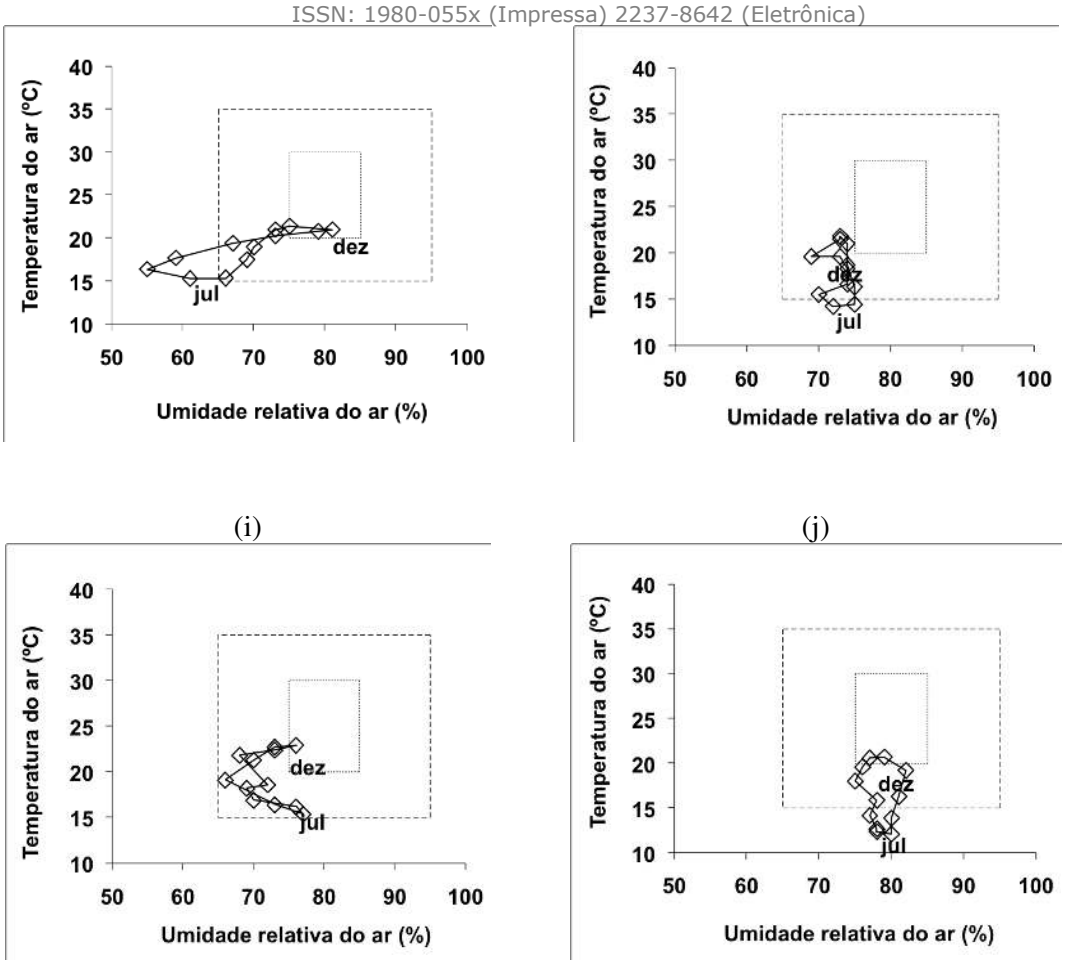


Figura 4. Variação temporal da bioclimatologia da mosca negra no Brasil. As figuras de (a) a (j) representam as localidades de 1 a 10, conforme tabela 1.

4. CONCLUSÕES

A variação de temperatura e umidade do ar são fatores importantes no desenvolvimento da A. Woglumi. De forma geral, com exceção da região nordeste que possui algumas características climáticas específicas, o período favorel pare este inseto ocorre durante o verão do Hemisfério Sul, enquanto que o oposto ocorre durante o inverno deste hemisfério.

A análise de climograma representa de forma satizfatória a variação da dinâmica populacional de uma espécie de inseto, e pode ser utilizado como forma eficaz para a determinação de calendários de manejos agricolas e questões de fitossanidade, desde que sejam conhecidas as exigências térmicas do inseto e suas respectivas respostas quanto à disponibiliade hídrica atmosférica, além das informações climáticas locais.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agracer ao Laboratorio de Biologia de Insetos (LABIN) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e a Pesquisadore Carmem Manes do Instituto Tecnologico Vale (ITV).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGAR, A.C., KERR, J.T., CURRIE, D.J. **Evolutionary constraints on regional faunas: whom, but not how many.** *Ecology Letters,* v. 12, p, 57–65, 2009.

BENOIT, J. B., DENLINGER, D. L. Meeting the challenges of on-host and off-host water balance in blood-feeding arthropods. ***Journal of Insect Physiology***, v. 56, p, 1366–1376, 2010.

BRANSON, D. Influence of a large late summer precipitation event on food limitation and grasshopper population dynamics in a Northern Plains grass- hopper. ***Environmental Entomology*** v. 37, p, 686–695, 2008.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)
CHOWN, S. L., NICOLSON, S. W. ***Insect Physiological Ecology: Mechanisms and Patterns***. Oxford: Oxford University Press, p, 243, 2004.

CHOWN, S.L., KLOK, C.J. *The ecological implications of physiological diversity in dung beetles*. In: Simmons, L.W., Ridsdill-Smith, T.J. (Eds.), **Ecology and Evolu- tion of Dung Beetles.** Oxford: Blackwell Publishing, p, 200–219, 2011.

ERASMUS, B. F. N., KSHATRIYA, M., MANSELL, M. W., CHOWN, S. L., VAN JAARSVELD, A. S. A modelling approach to antlion (Neuroptera: Myrmeleontidae) distribution patterns. **African Entomology** v. 8, p, 157–168, 2000.

HADLEY, N. F. Water Relations of Terrestrial Arthropods. **Journal of Parasitology** v. 56, p, 154–168, 1994.

HAWKINS, B. A., HOLYOAK, M. Transcontinental crashes of insect populations? **American Naturalist** v. 152, p, 480–484, 1998.

HAWKINS, B. A., FIELD, R., CORNELL, H. V., CURRIE, D. J., GUEGAN, J. F., KAUFMAN, D. M., KERR, J. T., MITTELBACH, G. G., OBERDORFF, T., O'BRIEN, E. M., PORTER, E. E., TURNER, J. R. G. *Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness.* **Ecology** v. 84, p, 3105–3117, 2003.

JETZ, W., RUBSENSTEIN, D. R. *Environmental uncertainty and the global bioge- ography of cooperative breeding in birds.* **Current Biology** v. 21, p, 1–7, 2011.

KEARNEY, M., PHILLIPS, B. L., TRACY, C. R., CHRISTIAN, K. A., BETTS, G., PORTER, W. P. *Modelling species distributions without using species distributions: the cane toad in Australia under current and future climates.* **Ecography** v. 31, p, 423–434, 2008.

KEARNEY, M., PORTER, M. *Mechanistic niche modelling: combining physiologi- cal and spatial data to predict species' ranges.* **Ecology Letters** v. 12, p, 334–350, 2009.

KEARNEY, M., PORTER, W. P., WILLIAMS, C., RITCHIE, S., HOFFMANN, A. A. *Integrating biophysical models and evolutionary theory to predict climatic impacts on species' ranges: the dengue mosquito Aedes aegypti in Australia.* **Functional Ecology** v. 23, p, 528–538, 2009.

MAIA, W. J. M. S., SOUZA, J. C., MARQUES, L. C., SILVA, L. M. S., BENADUCE, R. V., GENTIL, R. M. *Infestação em citros por Aleurocanthus woglumi (Ashby) e perspectivas de controle biológico aplicado no Pará.* **Anais do 9º Simpósio de Controle Biológico.** Recife, p. 183, 2005.

MORAES, B. C. *et al*. *Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará.* **Acta Amazonica** v. 35, p, 207 – 214, 2005.

ROURA-PASCUAL, N., HUI, C., IKEDA, T., LEDAY, G., RICHARDSON, D. M., CARPINTERO, S., ESPADELER, X., GOMEZ, C., GUENARD, B., HARTLEY, S., KRUSHELNYCKY, P., LESTER, P. J., MCGEOCH, M. A., MENKE, S. B., PEDERSEN, J. S., PITT, J. P. W., REYES, J., SANDERS, N. J., SUAREZ, A. V., TOUYAMA, Y., WARD, D., WARD, P. S., WORNER, S. P. *Relative roles of climatic suitability and anthropogenic influence in determining the pattern of spread in a global invader.* **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** v. 108, 220–225, 2011.

SEELY, M., HENSCHEL, J. R., HAMILTON III, W. J. *Long-term data show behavioural fog collection adaptations determine Namib Desert beetle abundance.* **South African Journal of Science** v. 101, p, 570–572, 2005.

SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, D., VILANOVA, N. A. *Manual de ecologia dos insetos*. **Agronomia Ceresi**, São Paulo, p. 416, 1976.

STEIDLE, J. L. M., REINHARD, J. *Low humidity as a cue for habitat preference in the parasitoid Lariophagus distinguendus.* ***BioControl*** v. 48, p, 169–175, 2003.

STEINER, F. M., SCHLICK-STEINER, B. C., VANDERWAL, J., REUTHER, K. D., CHRISTIAN, E., STAUFFER, C., SUAREZ, A. V., WILLIAMS, S. E., CROZIER, R. H. *Combined modelling of distribution and niche in invasion biology: a case study of two invasive Tetramorium ant species.* **Diversity and Distributions** v. 14, p, 538–545, 2008.

TAUBER, M. J., TAUBER, C. A., NYROP, J. P., VILLANI, M. G. *Moisture, a vital but neglected factor in the seasonal ecology of insects: hypotheses and tests of mechanisms.* **Environmental Entomology** v. 27, p, 523–530, 1998.

TINGLEY, M. W., MONAHAN, W. B., BEISSINGER, S. R., MORITZ, C. *Birds track their Grinnellian niche through a century of climate change.* **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** v. 106, p, 19637– 19643, 2009.

TODD, M. C., WASHINGTON, R., CHEKE, R. A., KNIVETON, R. *Brown locust outbreaks and climate variability in southern Africa.* **Journal of Applied Ecology** v. 39, p, 31–42, 2002.

VIEITES, D. R., NIETO-ROMA´N, S., WAKE, D. B. *Reconstruction of the climate envelopes of salamanders and their evolution through time.* **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** v. 106, p, 19715– 19722, 2009.