

# ZONEAMENTO ECOLÓGICO DE *Anastrepha fraterculus* PARA O RIO GRANDE DO SUL E SUA RELAÇÃO COM AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

MARCOS S. WREGE<sup>1</sup>, DORI E. NAVA<sup>1</sup>, WYRATAN DA S. SANTOS<sup>2</sup>, JOSÉ R. P. PARRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Dr, Laboratório de Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas - RS, wrege@cpact.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Dr, Depto. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP), Piracicaba - SP.

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

**RESUMO:** Realizou-se, neste trabalho, o mapeamento da distribuição geográfica do número de gerações de *Anastrepha fraterculus*, utilizando-se dados de exigências térmicas do inseto. Foram feitas simulações de aumento da temperatura mínima do ar em 1, 3 e 5,8°C e estudado o seu efeito sobre o aumento no número de gerações. Foi determinado que o número de gerações de *A. fraterculus* variou conforme a região geográfica do Rio Grande do Sul, sendo que, para as condições atuais de temperatura, podem ocorrer até 6 gerações anuais, com a maior parte do território (95,6% da área) variando de 4 a 6 gerações. Quando foram realizadas simulações com o acréscimo de 1°C, o número de gerações aumentou, variando de 3,6 a 8,7. Para acréscimos da temperatura média de 3°C, o número de gerações variou de 4,5 a 9,9 e, com aumento de 5°C, o número de gerações anuais pode variar de 6,4 a 11,3. Estes resultados demonstram a importância das alterações climáticas, especialmente com o aquecimento global, podendo favorecer a ocorrência de *A. fraterculus*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Insecta, mosca-das-frutas sul americana, adaptação térmica, aquecimento global, número de gerações.

**ABSTRACT:** In this work, the geographic distribution of the generation number of *Anastrepha fraterculus*, based on the temperature conditions was carried out. By normal temperature conditions, it was observed that the generation number is variable among different geographic regions of Rio Grande do Sul State, with populations presenting 4 to 6 generations per year in most of the territory (96%). Computer simulations demonstrated that increasing 1°C in temperature caused an increase in generations number, varying from 3.6 and 8.7, while increasing the temperature by 3°C and 5.8°C, caused an increase in the generation number varying between 4.5 and 9.9, and 6.4 and 11.3, respectively. These results show the importance of climatic changes, especially the global warming, favoring an increase in the *A. fraterculus* population.

**KEYWORDS:** Insecta, flight south, climate change, global warming, number of generation.

**INTRODUÇÃO:** A mosca-das-frutas sul americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) é considerada uma das principais pragas que afetam a fruticultura brasileira e em especial a do Rio Grande do Sul. Nos últimos anos, a densidade

populacional de espécies de importância econômica e quarentenária vem aumentando no Brasil como resultado do aumento da área plantada e da diversidade de hospedeiros.

A sua ocorrência vai desde o Texas, Sul dos Estados Unidos da América (EUA), até o Sul da América do Sul, entre as latitudes 27°N e 35°S. Nos EUA e no Chile, o inseto foi erradicado, sendo, basicamente um problema no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. No Brasil, está distribuída em praticamente todo o território, porém causa maiores problemas na região Sul e Sudeste. Estudos de abundância demonstram que *A. fraterculus* representa cerca de 96% do total das espécies do gênero coletadas no Rio Grande do Sul (SALLES & KOVALESKI, 1990).

Os danos causados pela mosca-sul-americana ocorrem quando as fêmeas realizam a oviposição no fruto com o desenvolvimento das larvas em seu interior. A punctura e as galerias abertas pelas larvas na polpa do fruto possibilitam a penetração de microrganismos fitopatogênicos. As perdas diretas são causadas pela diminuição da produção (frutos infestados caem precocemente ao chão); aumento no custo da produção (medidas de controle, como aplicação de inseticidas, ensacamento, monitoramento populacional); menor valor da produção (frutas de baixa qualidade possuem menor valor comercial) e menor tempo de armazenamento. As perdas indiretas são aquelas associadas a questões de mercado, ou seja, frutas produzidas em áreas infestadas não podem ser exportadas para países com barreiras quarentenárias, além de aspectos políticos relacionados ao comércio internacional (MALAVASI, 2001).

A fruticultura é uma atividade em pleno crescimento no Brasil e em especial no Rio Grande do Sul, sendo considerada como estratégica, por gerar grande número de empregos diretos e indiretos, renda e divisas. No entanto, barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores são os maiores entraves à ampliação do comércio internacional. Além disto, há necessidade de que as frutas destinadas ao mercado interno, tanto para o consumo *in natura* como para a indústria, sejam de melhor qualidade.

Os programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP/PIF) em fruticultura têm incentivado o uso de vários métodos e táticas de controle, como os métodos culturais, uso de atrativos, resistência varietal e o controle biológico, considerado o método ideal (CARVALHO et al., 2000). Além destes, estudos de zoneamento ecológico podem contribuir para determinar as regiões mais favoráveis para o desenvolvimento do potencial biológico de *A. fraterculus* e maximizar o seu controle.

O aquecimento global tem sido, nestes últimos anos, uma constante preocupação de todos os órgãos responsáveis governamentais e não governamentais pelo meio ambiente. Uma das conseqüências será a mudança do modelo agrícola brasileiro, já que estão previstos aumento de áreas não agricultáveis, sendo esperado um clima mais seco e quente no Nordeste, Centro Oeste e Sudeste e mais quente e úmido para o Sul. Neste contexto, plantas e animais serão afetados, podendo ocorrer, para a entomofauna, alterações no tempo de desenvolvimento, no tamanho dos insetos, na longevidade, na fecundidade, na razão sexual, no comportamento e na distribuição geográfica (HANCE et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi realizar um zoneamento ecológico, baseando-se nas exigências térmicas e fazer simulações do aumento do número de gerações com o aumento de temperaturas mínimas, previstas no relatório de mudanças climáticas globais (IPCC, 2007). Este estudo será útil para determinar o comportamento de distribuição de *A. fraterculus* e auxiliar no seu monitoramento populacional, frente às novas tendências climáticas globais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram usados dados climáticos de séries históricas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (Fepagro) e do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º Disme/Inmet), para calcular a soma térmica (graus-dia). Para as temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) diárias, foram calculados o somatório de horas de calor (GD) superiores ao limiar térmico inferior de desenvolvimento ou temperatura base (Tbase) de 10,72°C para *A. fraterculus*, determinado por MACHADO et al., (1995). A soma térmica foi calculada para todos os meses do ano, sendo utilizado o valor de 430,42 graus-dia (GD) para completar uma geração (MACHADO et al. 1995), sendo utilizado a seguinte fórmula:

$$GD = \left[ \frac{(T_{\text{máx}} + T_{\text{min}})}{2} \right] - T_{\text{base}}$$

Sobre os valores de Tmin, foram somados 1°C, 3°C e 5,8°C, simulando aquecimentos do ar com elevação das temperaturas, previstas para acontecer até o final do século XXI, devido às mudanças climáticas globais, causadas pelo aumento do CO<sub>2</sub> na atmosfera (IPCC, 2007). Esses novos valores foram aplicados sobre a equação de soma térmica anteriormente citada, simulando cenários de aquecimento global para os próximos 10 (acréscimo de 1°C) a 90 anos (acréscimo de 5,8°C).

A interpolação dos dados foi feita em sistemas de informações geográficas, utilizando o programa ArcGIS (versão 9), de acordo com a altitude, latitude e longitude. Foram usadas as equações que relacionam o número de gerações de mosca-das-frutas com as coordenadas geográficas (Tabela 1).

Foram usados valores de altitude do modelo digital de elevação do SRTM (USGS, 1999), adaptado para o sistema brasileiro de referência oficial por WEBER et al. (2004), nos quais os pontos são distribuídos espacialmente como uma grade, com um valor a cada 90 metros. A latitude e a longitude foram determinadas da mesma forma (Tabela 1).

Tabela 1. Equações usadas para determinação do número de gerações de *A. fraterculus* em função da altitude, da latitude e da longitude das estações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul.

Temperatura mínima do ar (°C)	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
Atual	25,31+0,651*latitude-0,030*longitude-0,0032*altitude	0,68
+1°C	27,15+0,534*latitude+0,059*longitude-0,0034*altitude	0,55
+3°C	17,97+0,486*latitude-0,100*longitude-0,0033*altitude	0,67
+5,8°C	27,51+0,662*latitude-0,038*longitude-0,0029*altitude	0,47

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Atualmente, a mosca-das-frutas sul americana, no Rio Grande do Sul, pode dar de três a seis gerações. Nas regiões de menor altitude, como no Vale do Uruguai e na Depressão Central, que são regiões onde predominam temperaturas maiores, a mosca pode dar até seis gerações. À medida que aumenta a altitude, a temperatura diminui, e o número de gerações é menor. Regiões com estas características, como a Serra do Nordeste, o número de gerações não passa de três, ao passo que no Planalto Médio e na Serra do Sudeste, o número de gerações fica entre quatro a cinco. Na maior parte do Estado (95,60% da área), a mosca pode dar de quatro a seis gerações e numa área muito pequena e

mais fria (4,04%), desenvolve-se em três a quatro gerações (Tabela 2). Não há, na média, mais do que seis gerações em um ano. Nos anos com temperaturas maiores que a média, pode haver mais de seis gerações, em função da variabilidade climática.

No caso de haver um aquecimento global e a temperatura mínima do ar ficar maior em 1°C, ocorreriam grandes mudanças de comportamento da mosca, com aumento do número de gerações em todas as regiões. Na maior parte do Estado (40,45%), a mosca poderia dar de seis a sete gerações em um ano, número que não ocorre normalmente. Haveria, ainda, uma área expressiva (31,41%), podendo dar de sete a oito gerações e uma área (21,90%), onde poderia dar de cinco a seis gerações. A área com quatro a seis gerações cairia de 95,60% para 24,50% do Estado.

Se a temperatura mínima do ar aumentar 3°C, as mudanças de comportamento seriam maiores e em 81,58% da área do Estado, a mosca daria de sete a nove gerações. Neste caso, haveria regiões em que a mosca poderia dar até 10 gerações (8,50% da área do Estado). A Serra do Nordeste ficaria semelhante ao que ocorre hoje no Vale do Uruguai, com quatro a cinco gerações.

Com um aquecimento projetado de 5,8°C para a temperatura mínima do ar, poderia se dar até 11 gerações da mosca, em uma área correspondente a 10,88% do Estado, mas o principal ficaria entre oito e 10 gerações (78,57% do Estado). Não haveria casos com menos de seis gerações, mesmo na Serra do Nordeste, onde ocorria, normalmente, até três gerações ou menos. Nesta situação, a possibilidade de aumento do número de gerações da Serra do Nordeste poderia ser superior àquela do Vale do Uruguai.

Estes resultados demonstram a importância do zoneamento ecológico, estabelecendo-se as regiões mais adequadas para a produção de pêssego e com a menor ocorrência de mosca-das-frutas. Embora a mosca se desenvolva em todas as regiões do Estado, a escolha por localidades com uma menor temperatura pode diminuir o número de aplicações com inseticidas e facilitar o seu manejo. As simulações feitas com o aumento da temperatura mínima, em virtude das alterações climáticas, especialmente com o aquecimento global, demonstra que os locais de produção de pêssego poderão sofrer grande ataque de *A. fraterculus*. Assim, torna-se necessário o estudo de altas temperaturas sobre o desenvolvimento da mosca-das-frutas sul americana, para determinar o seu limite térmico superior.

Tabela 2. Número de gerações e área (ha x 10<sup>3</sup>) de ocupação de *A. fraterculus* no Rio Grande do Sul.

Nº gerações	Área total ocupada em diferentes condições térmicas			
	Atual	+1°C	+3°C	+5,8°C
2,8 a 3	5	0	0	0
3 a 4	1.135	14	0	0
4 a 5	13.591	733	28	0
5 a 6	13.473	6.178	636	0
6 a 7	0	11.408	2.140	76
7 a 8	0	8.859	10.828	2.901
8 a 9	0	1.012	12.180	9.550
9 a 10	0	0	2.394	12.609
10 a 11,3	0	0	0	3.068

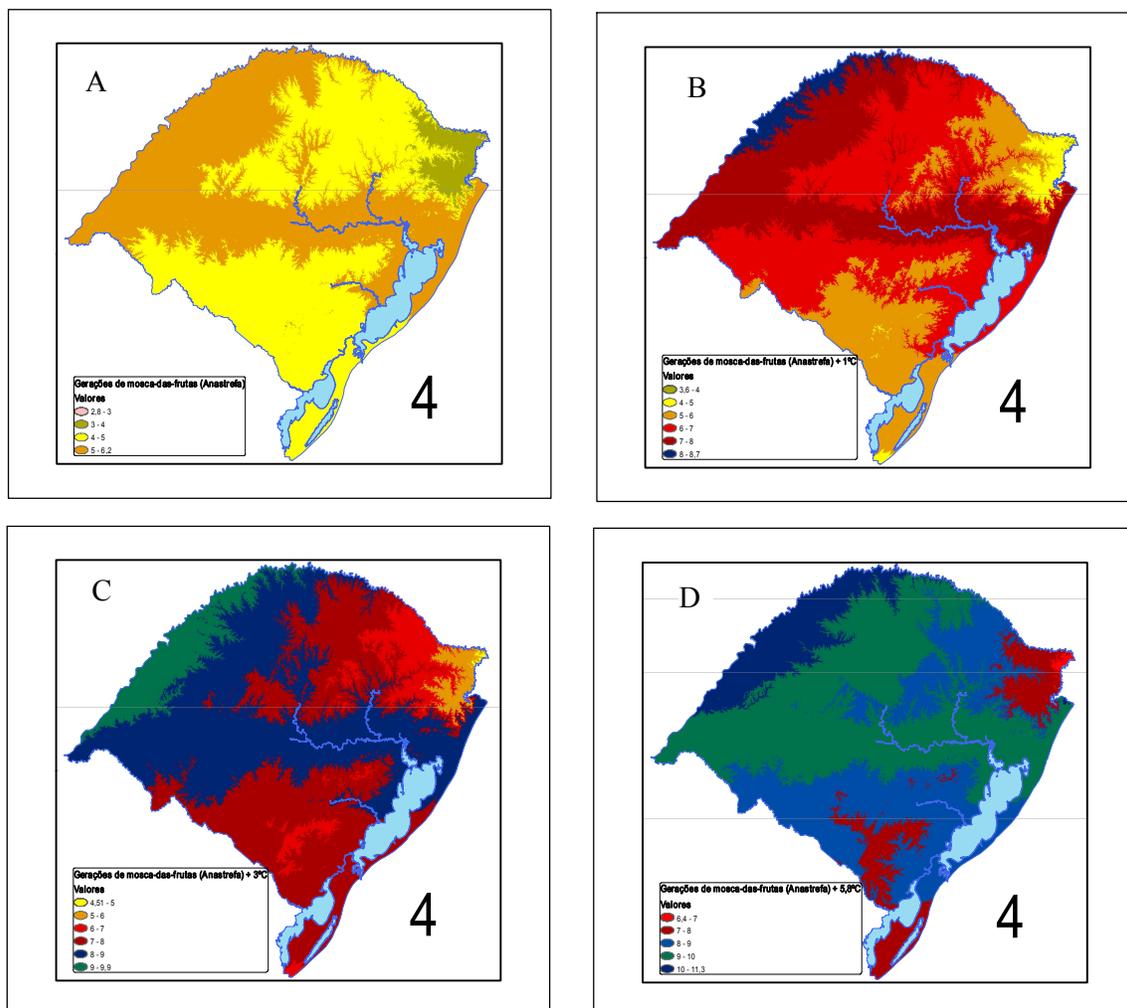


Figura 1. Número de gerações de *A. fraterculus* para as condições climáticas atuais (A), para um aumento de temperatura mínima do ar de 1°C (B), 3°C (C) e 5,8°C (D) para o Rio Grande do Sul.

## CONCLUSÕES

O aquecimento global implica no aumento do número de gerações de *A. fraterculus*: de 2,8 a 6,2, para as condições térmicas atuais do Rio Grande do Sul, para 3,6 a 8,7; 4,51 a 9,9 e 6,4 a 11,3 gerações, para aumentos de 1; 3 e 5,8°C, nos próximos 10, 50 e 90 anos, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, E.S.; NASCIMENTO, S.S.; MATRANGOLO, W.J.R. 2000. Controle biológico de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas no Brasil: taxonomia, biologia, evolução e controle. Ribeirão Preto, SP, Ed. Holos. p.113-126.

HENCE, T.; BAAREN, J.; VERNON, P.; BOIVÍN, G. 2007. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 107-126.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: The Physical Science Bases**. Switzerland: IPCC, 2007. 18 p. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

USGS. United States Geological Survey - Survey National Mapping Division: **Global 30 Arc Second Elevation Data**. Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30>>. Acesso em: 10 jul. 1999.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. 2004. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>.

MACHADO, E.M.; SALLES, L.A.B.; LOECK, A.E. 1995. **Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. n. 24, p. 573-578.

MALAVASI, A. 2001. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). p.39-41. In: **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. In: VILELA, E.F.; ZUCCHI, R.A.; CANTO, F. (eds). Ribeirão Preto, Ed. Holos, 2001. 173p.

SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. 1990. Mosca-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v.1, n. 5-9.