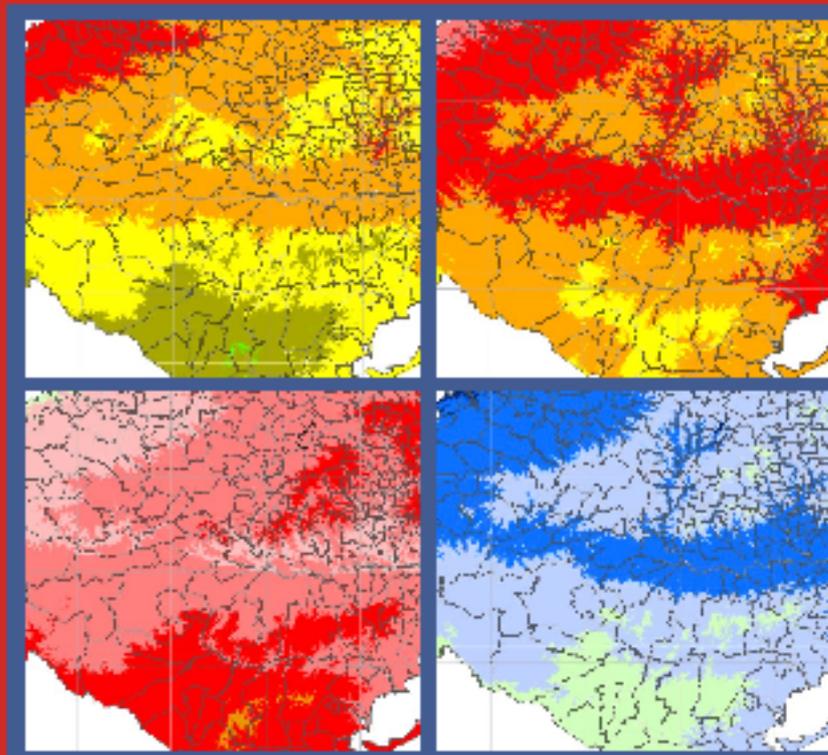


versão  
**ON-LINE**

# Documentos

ISSN 1806-0103  
Dezembro, 2008 **252**

**Zoneamento ecológico de *Spodoptera frugiperda*,  
*Anastrepha fraterculus* e *Grapholita molesta* para o  
Rio Grande do Sul e sua relação com as  
mudanças climáticas globais**



**Embrapa**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1806-9193

Dezembro, 2008

versão  
**ON LINE**

## *Documentos 252*

**Zoneamento ecológico  
de *Spodoptera  
frugiperda*, *Anastrepha  
fraterculus* e *Grapholita  
molesta* para o Rio  
Grande do Sul e sua  
relação com as  
mudanças climáticas  
globais**

### **Autores**

Ana Paula Schneid Afonso  
Dori Edson Nava  
José Francisco da Silva Martins  
Marcos Silveira Wrege  
Gabriela Inéz Diez-Rodriguez

Pelotas, RS  
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392, km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275 8199  
Fax: (53) 3275 8219 - 3275 8221  
Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro  
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia  
**Membros:** Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Vernetti Azambuja, Luís Antônio Suita de Castro, Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças V. dos Santos  
**Suplentes:** Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper  
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos  
Editoração eletrônica: Oscar Castro

**1ª edição**

1ª impressão 2008: 100 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Zoneamento ecológico de Spodoptera frugiperda, Anastrepha fraterculus e Grapholita molesta para o Rio Grande do Sul e sua relação com as mudanças climáticas globais / Ana Paula Schneid Afonso... [et al.]. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado 2008.  
23 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 252).

ISSN 1516-8840

Milho – Praga – Lagarta-do-cartucho – Mosca-das-frutas - Mariposa-oriental.  
I. Ana Paula Schneid Afonso. II. Série.

---

CDD 633.1597

---

## Autor

**Ana Paula Schneid Afonso**

Eng. Agrôn., Dr. em Agronomia  
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS  
(anapaula@cpact.embrapa.br)

**Dori Edson Nava**

Eng. Agrôn., Dr. em Entomologia  
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS  
(nava@cpact.embrapa.br)

**José Francisco da Silva Martins**

Eng. Agrôn., Dr. em Entomologia  
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS  
(martins@cpact.embrapa.br)

**Marcos Silveira Wrege**

Eng. Agrôn., Dr. em Agronomia  
Embrapa Florestas, Colombo, PR  
(wrege@cnpf.embrapa.br)

**Gabriela Inéz Diez-Rodriguez**

Eng. Agrôn., Dr. em Entomologia  
(gidiez@gmail.com)



## Apresentação

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, os insetos que rapidamente se adaptam às novas condições climáticas, devido ao seu rápido crescimento, período curto entre as gerações e alta taxa reprodutiva, podem se tornar fatores limitantes em algumas regiões.

A região Sul do Rio Grande do Sul, pela sua característica de clima e solo, apresenta uma diversidade de culturas e pragas que causam prejuízos econômicos, tornando, em muitas situações, inviável o plantio em determinados locais.

A cultura do milho é atacada por uma série de pragas; no entanto, a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* tem-se destacado pelos prejuízos causados, desde a emergência até a colheita do milho.

As fruteiras de clima temperado, em especial o pêssego, também sofrem com o ataque de pragas, sendo dado maior

destaque à broca-dos-ponteiros ou mariposa-oriental *Grapholita molesta*, por provocar expressivas perdas de frutos, quer seja pelo dano nos ramos ou ataque direto aos frutos.

O objetivo desta publicação é alertar aos produtores de arroz, milho e pêsego sobre a pré-disposição de determinados locais ao ataque destas pragas, estabelecendo-se as regiões mais adequadas para a produção, com menor ocorrência de pragas.

*Waldyr Stumpf Junior*  
Chefe-Geral  
Embrapa Clima Temperado

## Sumário

Zoneamento ecológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> , <i>Anastrepha fraterculus</i> e <i>Grapholita molesta</i> para o Rio grande do Sul e sua relação com as mudanças climáticas globais .....	9
1. Introdução .....	9
2. Zoneamento ecológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> na cultura do milho e do arroz .....	11
3. Zoneamento ecológico de <i>Anastrepha fraterculus</i> .....	15
4. Zoneamento ecológico de <i>Grapholita molesta</i> ..	18
5. Considerações finais .....	21
6. Referências .....	21



# Zoneamento ecológico de *Spodoptera frugiperda*, *Anastrepha fraterculus* e *Grapholita molesta* para o Rio Grande do Sul e sua relação com as mudanças climáticas globais

---

Ana Paula Schneid Afonso  
Dori Edson Nava  
José Francisco da Silva Martins  
Marcos Silveira Wrege  
Gabriela Inéz Diez-Rodriguez

## 1. Introdução

O clima varia ao longo dos anos; no entanto, resultados de pesquisa e simulações sofisticadas têm evidenciado que as emissões excessivas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) podem provocar mudanças permanentes e irreversíveis no clima, ocasionando novos padrões no regime de ventos, temperatura, pluviosidade e circulação dos oceanos (INTERGOVERNAMENTAL, 2001).

Os estudos do impacto das mudanças climáticas na agricultura do Brasil têm aumentado nos últimos anos e as estimativas de rendimento de várias culturas agrícolas em diversas regiões, diante desses cenários, já foram relatadas (Siqueira et al., 1994, 2000, 2001; Assad et al., 2004). No entanto, há poucos trabalhos sobre o impacto da mudança climática no desenvolvimento de

pragas agrícolas em condições brasileiras. Os possíveis impactos que as mudanças climáticas poderão causar sobre pragas de um modo geral, já têm sido preocupação para pesquisadores da área de fitossanidade.

Os insetos são muito influenciados pelas mudanças climáticas, pois alterações na temperatura ótima para as espécies afetam a fisiologia do inseto, levando a elevação das taxas de desenvolvimento e de crescimento, diminuição do intervalo entre gerações, redução da mortalidade por fatores abióticos e alteração na distribuição geográfica (MENÉNDEZ, 2007).

Segundo Baker et al. (2000) o zoneamento, baseado nos fatores climáticos que influenciam o desenvolvimento dos insetos, possibilita a definição de ambientes ecologicamente favoráveis e/ou desfavoráveis para o seu desenvolvimento.

Respostas fenológicas e de distribuição relacionadas ao aquecimento global, provavelmente envolvem processos ecológicos e evolutivos, ou seja, a mudança no clima poderá alterar a pressão de seleção dentro das populações, pois a grande maioria está adaptada ao seu ambiente (DAVIES et al., 2006).

Os insetos estão mais sujeitos às mudanças evolutivas devido ao seu rápido crescimento, período muitas vezes curto entre as gerações e alta taxa reprodutiva, indicando rápida adaptação às novas condições climáticas (PARMESAN, 2006).

Para prever a potencial distribuição dos insetos submetidos a mudanças climáticas, a principal ferramenta existente é o zoneamento ecológico/climático (BAKER et al., 2000). Pragas importantes, como a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda*, a mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* e a mariposa-oriental *Grapholita molesta* têm causado muitos prejuízos às culturas do milho, arroz e do pêssego, respectivamente. Com o intuito de prever locais menos favoráveis ao inseto, mas favoráveis à cultura, elaborou-se o

zoneamento ecológico dessas pragas para o Rio Grande do Sul, baseado nas exigências térmicas do inseto.

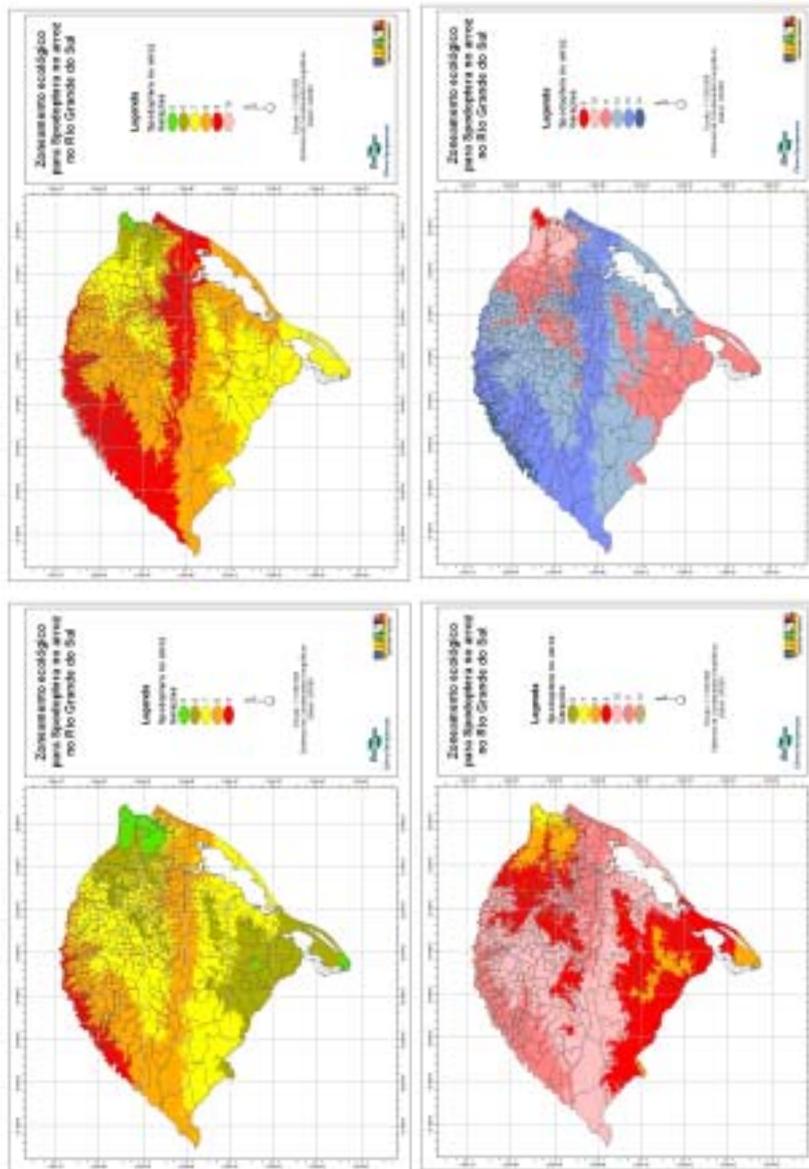
## 2. Zoneamento ecológico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho e do arroz

O biótipo "arroz" de *S. frugiperda*, detectado no Rio Grande do Sul (Busato et al., 2004), nas condições atuais de temperatura, pode atingir de cinco a nove gerações ao ano (**Figura 1A**). O menor número de gerações ocorre na Região Nordeste e no Extremo Sul, e o maior número na Região Noroeste do Estado, nas quais tradicionalmente o arroz não é cultivado. Na região do Extremo Sul, produtora de arroz o inseto atinge seis gerações.

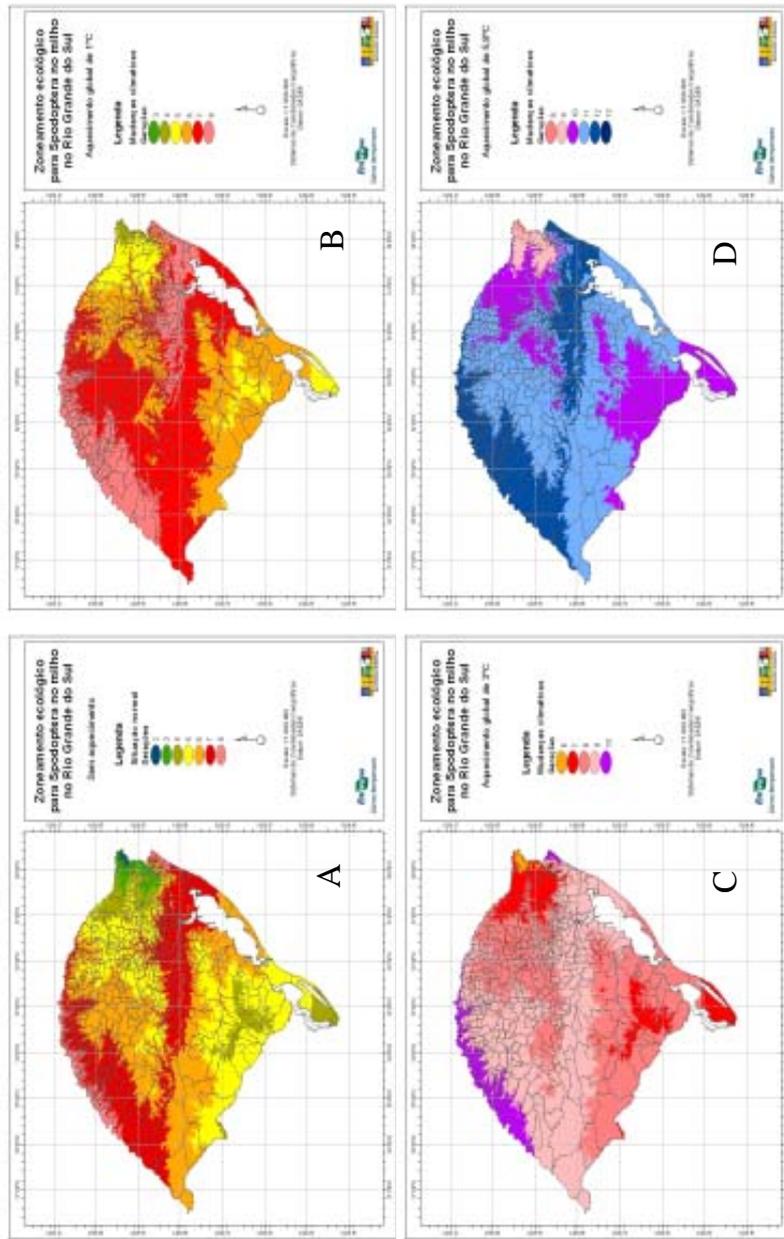
Considerando-se uma elevação de 1°C na temperatura mínima do ar (**Figura 1B**), no geral, haveria o aumento de uma geração de *S. frugiperda* em quase todas as regiões. Nas regiões orizícolas como a Sul e a Fronteira Oeste esta elevação, possivelmente, incorreria em aumento do risco de danos à cultura. Para um aumento de 3°C na temperatura mínima do ar, o número de gerações ao ano oscilaria de seis a 12 (**Figura 1C**). Nessa circunstância, áreas tradicionais de produção de arroz seriam amplamente afetadas. Em caso de uma elevação de 5,8°C na temperatura, no Rio Grande do Sul, o biótipo "arroz" de *S. frugiperda* atingiria de nove a 14 gerações ao ano, independente da região orizícola, e os danos desta lagarta seriam consideráveis (**Figura 1D**).

Em relação ao biótipo "milho" de *S. frugiperda* detectado no Rio Grande do Sul, nas condições atuais, seriam atingidas de duas a oito gerações ao ano (**Figura 2A**). Menor número de gerações do biótipo (duas a quatro), porém, ocorre na região Nordeste do Estado, provavelmente, devido ao fato da região não se caracterizar como produtora de milho. Por outro lado,

no Centro Nordeste, Fronteira Oeste e Sul o biótipo, desenvolve cinco a seis gerações. Nas demais regiões ocorrem sete gerações, até atingir oito na região Noroeste, de maior concentração de municípios produtores de milho. Havendo uma elevação na temperatura mínima do ar de 1°C (**Figura 2B**), o cenário seria completamente diferente. Em áreas onde ocorriam somente duas gerações, seriam detectadas de três a cinco, sendo que no restante do Estado, ocorreriam de seis a oito gerações. Um aumento de 3°C na temperatura mínima do ar, implicaria em mudanças ainda mais significativas. Apenas no extremo da região Nordeste, onde atualmente ocorrem duas gerações, poderiam surgir seis gerações, sendo esta a Região menos favorável ao biótipo. Nas demais regiões, ocorreriam de sete a nove gerações e, no Noroeste, mais propício ao desenvolvimento do biótipo, até mesmo dez gerações (**Figura 2C**). No caso de um aumento da temperatura mínima do ar para 5,8°C, a situação se tornaria altamente desfavorável à cultura do milho, mesmo no extremo Nordeste do Estado, onde ocorreriam de oito a nove gerações, enquanto no restante do Estado de 10 a 13 (**Figura 2D**).



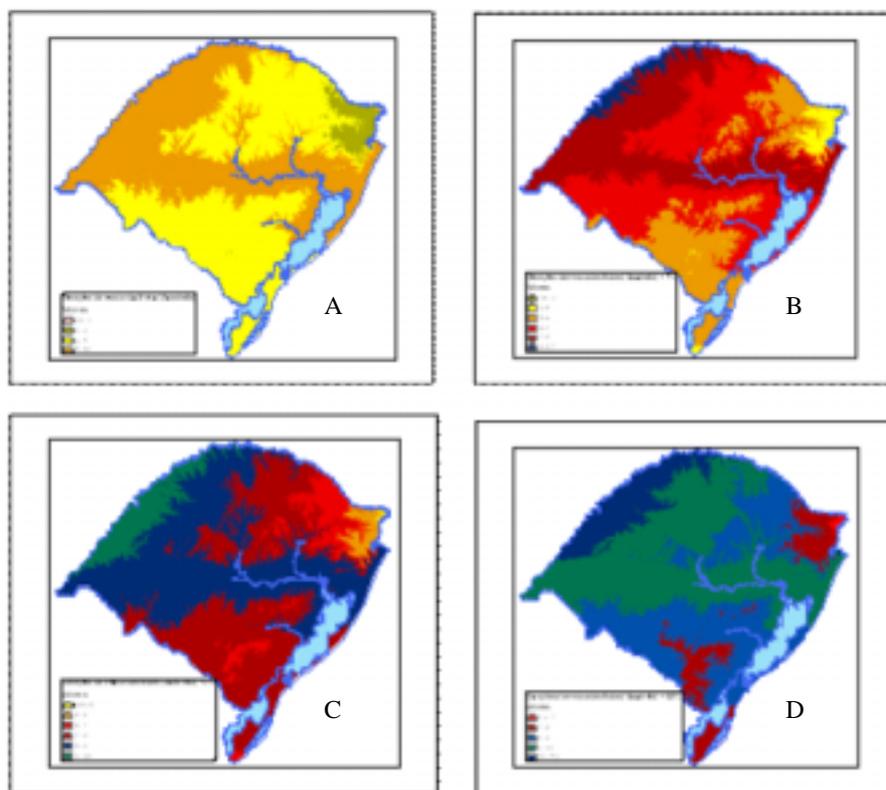
**Figura 1.** Previsão do número de gerações anuais do biótipo arroz de *Spodoptera frugiperda*, em função das condições climáticas atuais do Rio Grande do Sul (A) e de aumentos de 1°C (B), 3°C (C) e 5,8°C (D) na temperatura mínima do ar. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2008.



**Figura 2.** Previsão do número de gerações anuais do biótipo milho de *Spodoptera frugiperda*, em função das condições climáticas atuais do Rio Grande do Sul (A) e de aumentos de 1°C (B), 3°C (C) e 5,8°C (D) na temperatura mínima do ar. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2008.

### 3. Zoneamento ecológico de *Anastrepha fraterculus*

Atualmente, a mosca-das-frutas sul americana, no Rio Grande do Sul, pode ter de três a seis gerações (Figura 3A).



Fotos: Wrege, M.

**Figura 3.** Previsão do número de gerações de *Anastrepha fraterculus*, em função das condições climáticas atuais do Rio Grande do Sul (A) e de aumentos de 1°C (B), 3°C (C) e 5,8°C (D) na temperatura mínima do ar. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2008.

Nas regiões de menor altitude, como no Vale do Uruguai e na Depressão Central, que são regiões onde predominam temperaturas maiores, a mosca pode desenvolver 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 1**). 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.

**Tabela 1.** Número de gerações e área (ha x 10<sup>3</sup>) de ocupação de *A. fraterculus* para a condição térmica atual e previsões de aumento da temperatura mínima do ar em 1, 3 e 5,8°C, para o Rio Grande do Sul, Brasil. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2008.

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

No caso de haver um aquecimento global e a temperatura mínima do ar aumentar em 1°C (**Figura 3B**), 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 pode ter 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 (**Figura 3C**), 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.

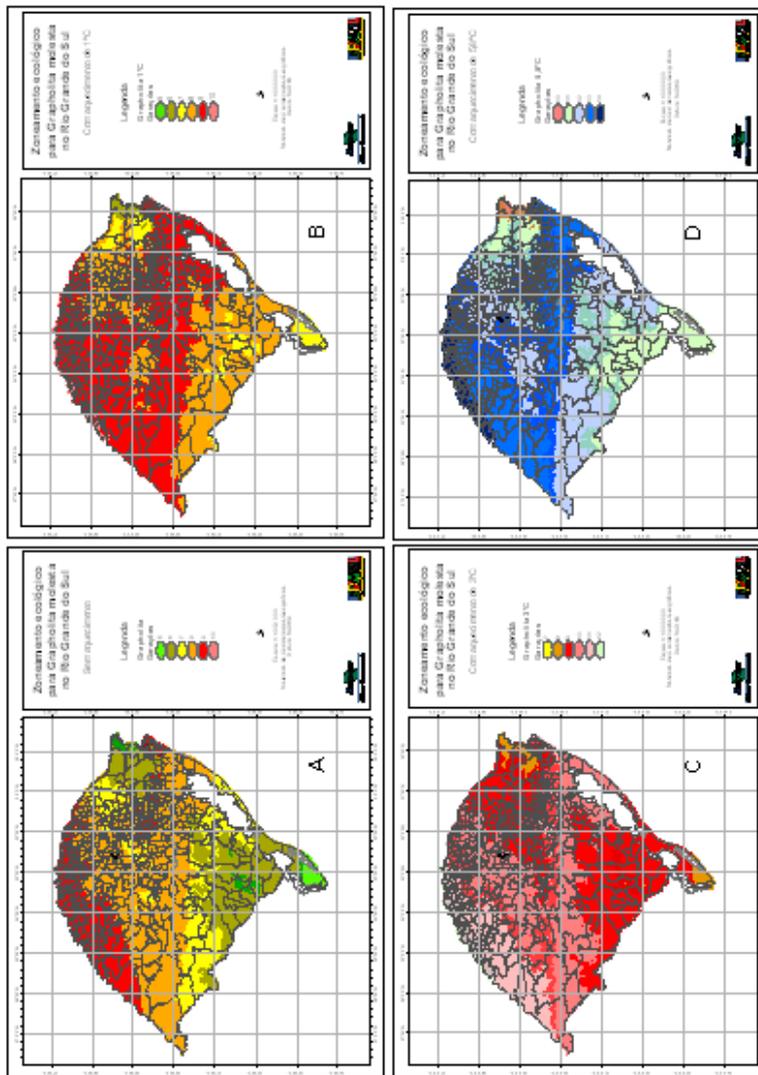
Com um aquecimento projetado de 5,8°C para a temperatura mínima do ar (**Figura 3D**), poderiam correr até 11 gerações da mosca, em uma área correspondente a 10,88% do Estado, mas o principal ficaria entre oito e 10 gerações (78,57% do Estado). Não haveria casos com menos de seis gerações, mesmo na Serra Gaúcha, onde ocorreriam 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 média 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.

#### 4. Zoneamento ecológico de *Grapholita molesta*

Atualmente, no Rio Grande do Sul, a broca-dos-ponteiros, *G. molesta*, pode ter de cinco a dez gerações por ano (**Figura 4A**). Nas regiões de menor altitude, como no Vale do Uruguai e na Depressão Central, que são regiões onde predominam temperaturas maiores, a broca pode ter até dez 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 seis, ao passo que no Planalto Médio e na Serra do Sudeste, o número de gerações anuais fica entre sete e oito. Na maior parte do Estado (97,7% da área), a broca-dos-ponteiros pode dar de seis a nove gerações. Em duas áreas pequenas, uma mais (1,5%) e uma mais quente (0,8) podem ocorrer cinco e dez gerações anuais, respectivamente (**Tabela 2**). Este número de gerações coincide com o número de gerações determinado para a região de Pelotas por Grellmann et al. (1992), cujos valores variaram de seis a sete gerações anuais.

No caso de haver um aquecimento global e a temperatura mínima do ar aumentar em 1°C, o número de gerações anuais variaria de seis a dez. Em termos quantitativos, não haveria grandes mudanças no número de gerações de *G. molesta*. Entretanto, em uma maior parte do Estado (84.4%), o inseto poderia dar de oito a nove gerações em um ano, número que não ocorre normalmente (**Tabela 2, Figura 4B**). Neste caso, não haveria regiões com até cinco gerações e aumentaria a área com 10 gerações, passando dos atuais 0,8 para 3,8 gerações por ano.



Fotos: Wrege, M.

**Figura 4.** Previsão do número de gerações anuais de *Grapholita molesta*, em função das condições climáticas atuais do Rio Grande do Sul (A) e de aumentos de 1°C (B), 3°C (C) e 5,8°C (D) na temperatura mínima do ar. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2008.

**Tabela 2.** Número de gerações e área (ha x 10<sup>3</sup>) de ocupação de *Grapholita molesta* para a condição térmica atual e previsões de aumento da temperatura mínima do ar em 1, 3 e 5,8°C, para o Rio Grande do Sul, Brasil. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2008.

Número de gerações	Área total ocupada em diferentes condições térmicas (100%)			
	Atual	+1°C	+3°C	+5,8°C
5	1,54	0	0	0
6	16,39	0,51	0	0
7	29,12	11,30	0,03	0
8	40,91	41,70	4,04	0
9	11,23	42,66	26,60	0
10	0,80	3,83	46,68	0,40
11	0	0	21,43	18,23
12	0	0	1,24	45,19
13	0	0	0	34,79
14	0	0	0	1,79

Se a temperatura mínima do ar aumentar 3°C, ocorreriam grandes mudanças na distribuição de *G. molesta*, e o número de gerações anuais variaria de sete a doze gerações (Tabela 2, **Figura 4C**). Neste caso, corresponderia a 94,7% da área do Estado haveria condições térmicas para ocorrerem de nove a onze gerações. A possibilidade de ocorrerem sete gerações é muito pequena, cerca de 0,03% da área total e caso ocorra 12 gerações a área abrangida seria de 1,2% do Estado.

Com um aquecimento global projetado para 5,8°C de temperatura mínima do ar, poderiam se dar até 14 gerações da broca, em uma área correspondente a 1,8% do Estado, mas a maior área ficaria entre onze e treze gerações (98,2%) (Tabela 2, **Figura 4D**). Não haveria áreas com menos de nove gerações, mesmo na Serra do Nordeste, onde ocorria, normalmente, até seis 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 *G. molesta*. Embora o inseto 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 realizadas com o aumento da temperatura mínima do ar, em virtude do aquecimento global, demonstram que os locais de produção de pêssego poderão sofrer grande prejuízo causados por *G. molesta*.

#### 4. Considerações finais

Estes resultados demonstram a importância do zoneamento ecológico, estabelecendo-se as regiões mais adequadas para a produção de milho, arroz e pêssego e com a menor ocorrência de *Spodoptera frugiperda*, *Anastrepha fraterculus* e *Grapholita molesta*. Embora essas pragas possam se desenvolver em praticamente todas as regiões do Estado, a escolha por localidades com uma menor temperatura pode diminuir o número de aplicações com inseticidas e facilitar o manejo.

#### 5. Referências

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.11, p.1057-1064, 2004.

BAKER, R. H. A.; SANFORD, C. E.; JARVIS, C. H.; CANNONA, R. J. C. MacLEODA, A.; WALTERS, K. F. A. The role of climatic mapping in predicting the potential geographical distribution of non-indigenous pests under current and future climates. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 82, p. 57-71, 2000.

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; ZIMMER, P.D.; KOPP, M.M.; BANDEIRA, J.M.; MAGALHÃES, T. Análise da estrutura e diversidade molecular de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) associadas às culturas de milho e arroz no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.6, p.709-716, 2004.

DAVIES, Z. G.; WILSON, R. J.; COLE, S.; THOMAS, C. D. Changing habitat associations of a thermally constrained species, the silver-spotted skipper butterfly in response to climate warming. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 75, p. 247-256, 2006.

GRELLMANN, E.O.; LOECK, A.E.; SALLES, L.A.B.; FACHINELLO, J.C. Necessidades térmicas e estimativa do número de gerações de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Olethreutidae) em Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 999-1004, 1992.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC. **Climate change, 2001**: the scientific basis IPCC WG I, TAR. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 881 p.

MENÉNDEZ, R. How are insects responding to global warming? **Tijdschrift voor Entomologie**, Gravenhage, v.150, p. 355-365, 2007.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v.37, p.637-669, 2006.

SIQUEIRA, O. J. F.; FARIAS, J. R. B.; SANS, L. M. A. Potencial effects of global climate changes for Brazilian agriculture and adaptive strategies for wheat, maize and soybean. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n.1, p. 115-129, 1994.

SIQUEIRA, O. J. W.; STEINMENTZ, S.; FERREIRA, M. F.; COSTA, A. C.; WOZNIAC, M.A. Mudanças climáticas projetadas através dos modelos GISS e reflexos na produção agrícola brasileira.

**Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 311-320, 2000.

SIQUEIRA, O. J. W.; STEINMENTZ, S.; SALLES, L. A. B. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Ed.) **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**.

Jaguariúna: EMBRAPA, 2001. p. 33-63.

**Embrapa**  
**Clima Temperado**

