

INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO PESCOÇO DO MAMOEIRO NO BRASIL

Sara Morra Coser¹, Wanderson Bucker Moraes¹, Leonardo Azevedo Peixoto¹, Willian Bucker Moraes², Waldir Cintra de Jesus Júnior¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias/Departamento de Produção Vegetal, Laboratório de Fitopatologia, CEP 29500-000, Alegre, ES, Brasil, saracoser@yahoo.com.br; wandersonbucker@yahoo.com.br; leonardopeixotoagro@hotmail.com, wcintra@yahoo.com

² Departamento de Defesa Fitossanitária, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 18603-970, Botucatu – SP, moraeswb@hotmail.com

Resumo- As mudanças climáticas globais (MCG) provavelmente alterarão o cenário agrícola gerando novas distribuições geográficas das culturas e dos problemas fitossanitários que as afetam. O distúrbio fisiológico do Pescoço do mamoeiro causa falhas na frutificação sendo responsável por grandes perdas na produção de mamão no Brasil. Devido à forte interação entre os distúrbios fisiológicos e as condições ambientais, o presente trabalho objetivou analisar o efeito dos impactos das MCG na distribuição geográfica do Pescoço do mamoeiro no Brasil. Para isso, elaboraram-se mapas de favorabilidade climática à ocorrência do distúrbio fisiológico, confeccionados a partir de dados climáticos atuais e dos cenários futuros A2 e B2 (2020, 2050 e 2080) disponibilizados pelo IPCC, utilizando o sistema de informações geográficas (SIG) Idrisi 32, desenvolvido pela Universidade de Clark – EUA. Empregou-se o modelo de simulação Hadley Centre for Climate Prediction and Research (HadCm3). Com base nos resultados obtidos, haverá aumento das áreas favoráveis à ocorrência do distúrbio fisiológico no Brasil, sendo que tal aumento será mais acentuada no cenário A2 do que no B2 e gradativo para as décadas de 2020, 2050 e 2080.

Palavras-chave: mudanças climáticas globais, *Carica papaya* L., pescoço do mamoeiro

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

O Brasil é o principal produtor mundial de mamão com uma produção de 1.897.639 toneladas (FAO, 2006). Dentre os estados produtores, destacam-se como principais os estados da Bahia e do Espírito Santo contribuindo com uma produção 902.525 e 630.124 ton de frutos respectivamente (IBGE, 2007), sendo este último o maior exportador de mamão do Brasil com 16 mil toneladas exportadas no ano de 2007 (IBRAF, 2007).

A agricultura mundial vem apresentando um grande avanço nos últimos anos com ampliação da área de cultivo e elevação de sua capacidade produtiva. Todavia, estima-se que qualquer mudança no clima possa afetar o zoneamento agrícola, a produtividade das culturas e as técnicas de manejo, alterando o atual cenário da agricultura, com conseqüências econômicas, sociais e ambientais (EPA, 1989).

O rendimento do mamoeiro é resultado de diversos fatores, que são inerentes à cultivar, ao manejo e às condições ambientais durante o seu ciclo vegetativo e reprodutivo. Distúrbios de ordem fisiológica das mais variadas causas são comuns nas mais diversas culturas (KANG; SALTVEIT, 2001; HOLLAND et al., 2002), entre as quais, o

mamoeiro (AZEVEDO et al., 2004; COSTA et al., 2003). Esses distúrbios quase sempre estão relacionados a fatores do ambiente que, em certos casos, são de difícil interferência por parte dos produtores.

Os distúrbios fisiológicos apresentam-se de forma sazonal ao longo do ano, com momentos de picos de ocorrência seguidos de momentos em que tal distúrbio não é encontrado nos pomares, o que demonstra, certamente, a influência dos fatores climáticos, em especial o regime de temperatura, na ocorrência desses distúrbios fisiológicos (OLIVEIRA, 2005).

Após iniciar a floração e, conseqüentemente, a produção, o mamoeiro continua o processo reprodutivo durante todo o seu ciclo de vida expondo-se assim a ocorrência de flutuações climáticas que poderão resultar em distúrbios na floração e no desenvolvimento dos frutos (COSTA et al., 2003). Dependendo das interferências climáticas, ocorrem falhas na frutificação, que poderão ser intensificadas pela característica genética da cultivar e pelas condições culturais, associadas à quantidade de água, ao manejo da fertilidade, a aeração do solo, à presença de pragas e doenças (MEDINA, 1989). Tais falhas são conhecidas pelos produtores como “pescoço”

do mamoeiro, devido à exposição do caule nas regiões ser semelhante a um “pescoço” na planta.

Programas especiais para a interpretação de imagens por satélites, associados a um banco de dados climáticos, permitem a construção de mapas de riscos climáticos a uma cultura em específico. O conhecimento das condições climáticas de determinada região, assim como suas projeções futuras poderá ser de extrema importância para o manejo das culturas, visto que a delimitação das regiões climaticamente homogêneas poderão determinar as áreas mais propensas à ocorrência de doenças e distúrbios fisiológicos. Sabe-se que as mudanças climáticas globais (MCG) poderão alterar o status dos problemas fitotécnicos na agricultura, de modo que é necessário e urgente entender os impactos dessas MCG sobre a cultura do mamoeiro.

Metodologia

Os dados atuais de temperatura média do ar e umidade relativa do ar foram originários do Climate Researc Unit (CRU) da University of East Anglia, Inglaterra (NEW et al., 2002). Para as projeções futuras, os dados foram obtidos no endereço eletrônico do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) e inseridos no banco de dados do Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Foram utilizados dois cenários futuros de acordo com Marengo (2001), A2 e B2, projetados para as décadas de 2020, 2050 e 2080; onde A2 é o cenário que descreve um mundo futuro muito heterogêneo onde a regionalização é dominante e é utilizado um acréscimo médio de 3,65°C “pessimista”; e B2 o cenário que descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental e com isso utiliza um acréscimo de 2,08°C “otimista”; em relação às mudanças climáticas (Hulme & Sheard, 1999), sendo projetados para 2020 (entre 2010 e 2039), 2050 (entre 2040 e 2069) e 2080 (entre 2070 e 2099).

Os dados futuros de temperatura foram estimados por seis modelos, a saber: GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, R-30 resolution model), CCSR/NIES (Center for Climate Research Studies Model), CSIROmk2 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization GCM mark 2), CGCM2 (Canadian Global Coupled Model version 2), ECHAM4 (European Centre Hamburg Model version 4) e HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model version 3). Os dados de umidade relativa são disponíveis apenas no HadCM3.

Foram elaborados mapas que apresentam a situação atual e para o cenário futuro A2 e B2 da

distribuição espacial das áreas favoráveis ao desenvolvimento do “pescoço” do mamoeiro no Brasil para os meses representativos do comportamento da doença ao longo do ano, de janeiro, abril, julho e outubro para as décadas de 2020, 2050 e 2080. Os mapas contendo as temperaturas e umidades previstas para os futuros anos (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2 e B2 para o Brasil foram gerados por meio de rotinas específicas do software Idrisi 32, desenvolvido pela Universidade de Clark – EUA. Para definição das classes de favorabilidade à ocorrência do pescoço foram considerados dados disponíveis na literatura especializada. Como variável para o estudo do desenvolvimento do “pescoço” foram consideradas como sujeitas ao distúrbio fisiológico as áreas com temperaturas acima de 26°C e com umidade relativa inferior a 85%, sendo que áreas com temperaturas acima de 36°C e umidade relativa inferior a 70% são consideradas ótimas para que ocorra a doença (COSTA et al., 2003).

Resultados

Este estudo é ilustrado originalmente por 96 mapas, dentre os quais 32 foram apresentados como as diferentes condições climáticas nas estações do ano do período atual e futuro (décadas de 2020, 2050 e 2080) para os cenários A2 e B2, visando à representação das áreas de favorabilidade climática ao “Pescoço” para a cultura do mamoeiro no Brasil (Figura 1 e 2).

Discussão

Os mapas de favorabilidade climática ao Pescoço do mamoeiro confeccionados para os cenários futuros indicam que, de um modo geral, haverá aumento da área favorável ao desenvolvimento do distúrbio fisiológico no país, em relação ao clima atual, tanto para o cenário A2 (Figura 1) quanto para o B2 (Figura 2). Tal aumento está projetado para meses além do período de maior favorabilidade à doença (meses de dezembro a março). A principal alteração do clima responsável por esse resultado é a redução da umidade relativa média para níveis favoráveis à ocorrência da doença, ou seja, valores abaixo de 85% e aumento da temperatura média acima de 26°C.

O aumento na ocorrência do Pescoço será mais acentuado para o cenário A2 que para o B2. O cenário A2 prevê maiores reduções de umidade que o cenário B2, resultando em condições mais favoráveis ao Pescoço. Além disso, o aumento da área favorável ao distúrbio fisiológico é gradativo nas três décadas estudadas para os dois cenários, isto é, a cada década, a área favorável sofre aumentos. Em 2020, a nível nacional, tanto para o

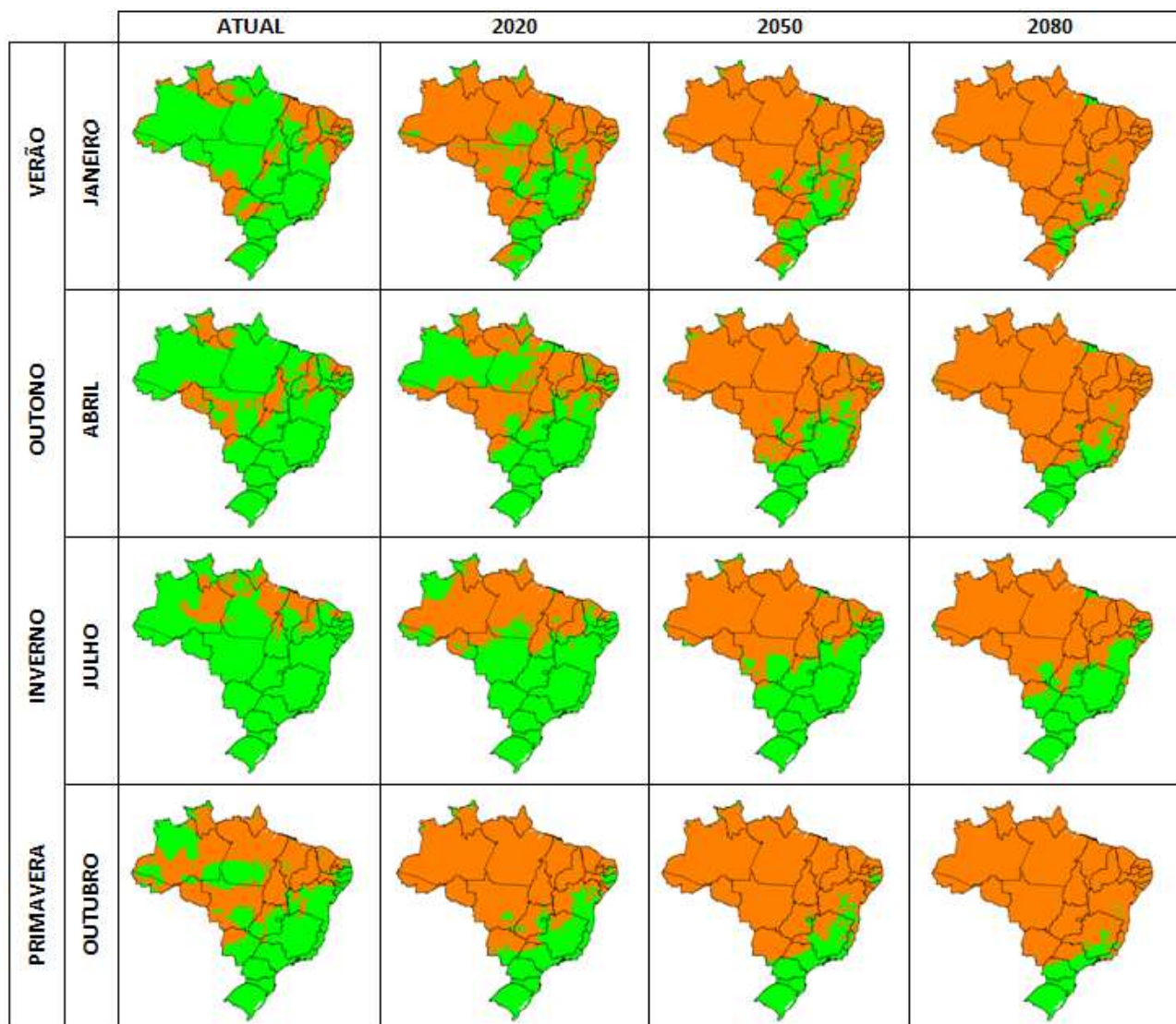


Figura 1- Mapa de favorabilidade climática ao “pesçoço” do mamoeiro no Brasil para o período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário A2. Verde: desfavorável; laranja: favorável; marrom: muito favorável.

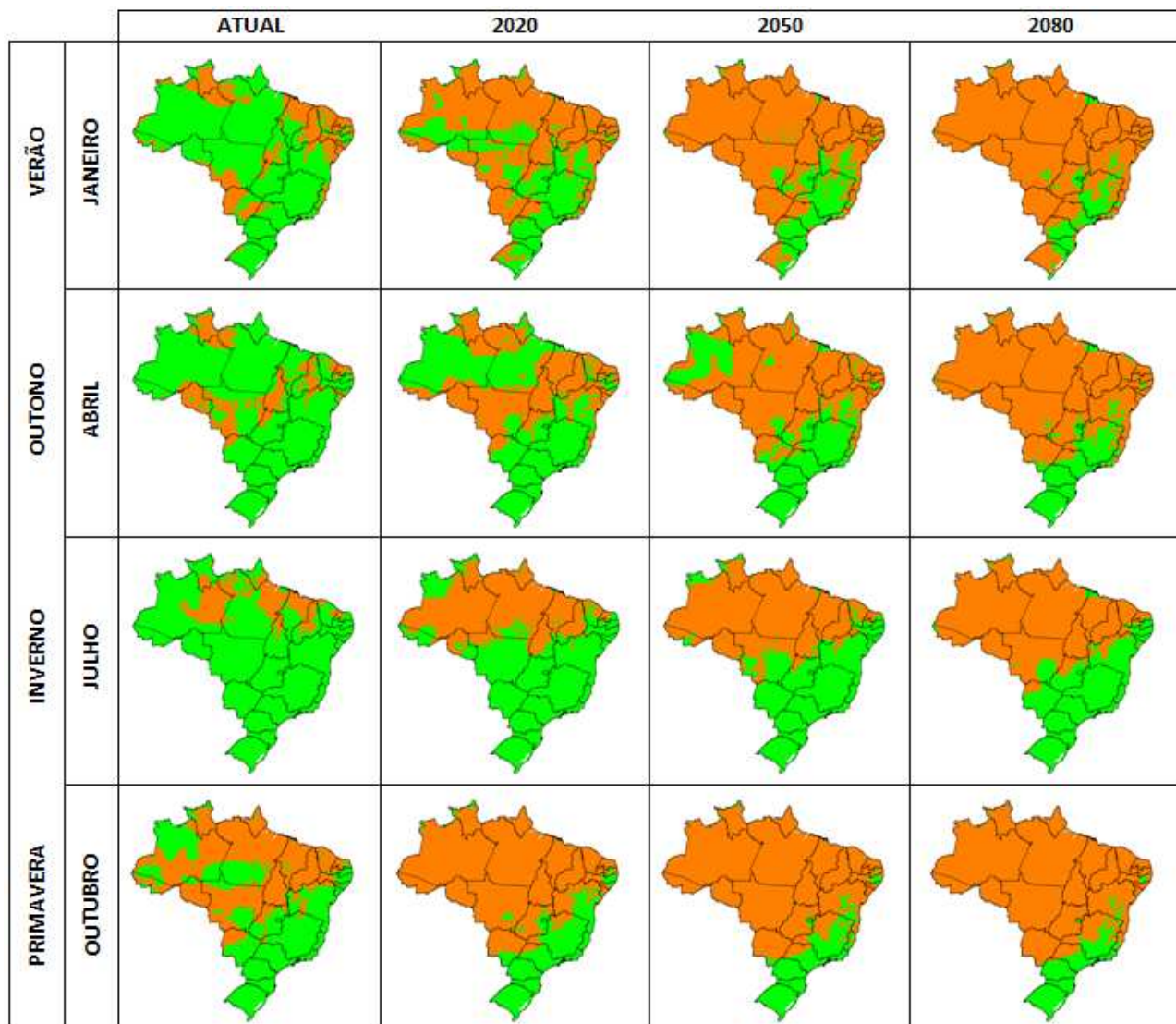


Figura 2- Mapa de favorabilidade climática ao “pescoço” do mamoeiro no Brasil para o período atual (média de 1961 a 1990) e futuro (2020, 2050 e 2080) para o cenário B2. Verde: desfavorável; laranja: favorável; marrom: muito favorável.

cenário A2 quanto para o B2, ocorrerá aumento da área afetada pelo pescoço nos meses de maior favorabilidade (verão) com relação às condições atuais, além de um novo cenário de favorabilidade para os demais meses correspondente a expansão da área favorável.

Para 2050 o aumento da área de favorabilidade ao pescoço do mamoeiro para os meses já favoráveis ao distúrbio no ano de 2020 será ainda maior compreendendo o surgimento de novas áreas favoráveis para o cenário A2 (que prevê maiores alterações climáticas futuras) e áreas ainda maiores para o cenário B2 (que prevê menores alterações climáticas futuras) e para 2080 no cenário A2 a presença de áreas de favorabilidade a ocorrência do pescoço serão observadas ao longo de todo ano, com o aumento de área nos meses de favorabilidade tomando maior parte do território nacional e englobando o aparecimento de áreas favoráveis até mesmo nos meses que registrarão menor temperatura para este cenário futuro (inverno). Devido ao aumento contínuo previsto para a temperatura com o passar dos anos, no cenário B2, mais otimista com relação às alterações climáticas futuras, haverá também um aumento de favorabilidade nas áreas já afetadas nos anos anteriores, mas não ocorrerão áreas de favorabilidade nos meses que copreendem a estação de inverno, que correspondem aos meses de menor temperatura, ou seja, para este cenário o acréscimo previsto na temperatura ao longo dos anos não será o suficiente para gerar áreas de favorabilidade na estação de inverno.

A análise da distribuição temporal mostra que extensas áreas dos estados da Bahia e do Espírito Santo (principais produtores) apresentarão condições favoráveis ao distúrbio fisiológico do pescoço do mamoeiro. Podemos observar também em análise a estes estados que no período atual os meses de dezembro a março são preocupantes com relação a favorabilidade ao distúrbio nesses estados e que com o decorrer das décadas suas extensões territoriais passam a ser favoráveis por mais tempo ao longo do ano, expandindo esse período para os meses de novembro a março (para 2020) outubro a abril (para 2050) e setembro a maio (para 2080), ou seja, as MCG tende a aumentar o período de favorabilidade ao pescoço ao longo do ano, de forma que na década de 2080 praticamente todo o território dos principais estados produtores estarão suscetíveis a ocorrência do distúrbio ao longo de quase todo o ano (com exceção do mês de julho) para o cenário A2 e comportamento semelhante, mas menos drástico, é observado também para o cenário B2, que prevê menores alterações para temperatura e umidade, situação essa preocupante para os principais estados

produtores, e que implicará na necessidade de adoção de medidas de manejo da cultura que diminuam as condições de favorabilidade a ocorrência do distúrbio fisiológico.

Estudos integrados nas áreas de fisiologia, bioquímica, nutrição mineral e irrigação, associados ao monitoramento das variáveis climáticas, são excelentes subsídios para se conhecer, profundamente, a seqüência de eventos metabólicos que conduzem ao desenvolvimento dos distúrbios fisiológicos e os mecanismos responsáveis pela otimização do crescimento e do desenvolvimento das fruteiras tropicais (OLIVEIRA, 2005). Esse entendimento, associado ao estudo do histórico do manejo da cultura, permite traçar estratégias para maximizar a produção de frutos com qualidade para os mercados interno e externo e, em última instância, gerar lucros para o produtor e um melhor saldo na balança de pagamentos do país. As mudanças climáticas certamente afetarão o desenvolvimento da planta. Nas condições atuais, o mamão é cultivado em boa parte do país, mas nos cenários futuros, áreas de inaptidão poderão causar alteração da área cultivada comercialmente. Tal situação, porém, pode ser evitada com o melhoramento de cultivares adaptadas às novas condições. Para minimizar o problema do distúrbio fisiológico do pescoço do mamoeiro, será imprescindível a realização de trabalhos de melhoramento genético visando obter cultivares e/ou variedades que sejam menos suscetíveis aos distúrbios fisiológicos.

Segundo Oliveira et al. (2004) também o manejo cultural adequado, principalmente com relação à adubação da cultura, merece devida atenção, uma vez que a deficiência severa de boro para a cultura do mamoeiro resulta em abortamento de flores em períodos de estiagem e produção de frutos de forma alternada no tronco, entre outros sintomas. Costa et al. (2003) ao desenvolver pesquisa sobre efeito das condições climáticas na frutificação do mamoeiro do grupo solo no norte do estado do Espírito Santo constatou que existe relação entre cultivar e manejo da irrigação na ocorrência do pescoço do mamoeiro. A cultivar Golden é considerada menos suscetível que a Sunrise Solo e, a irrigação por aspersão convencional é mais eficaz na redução do “pescoço” se comparado a microaspersão e gotejamento, a qual propicia aumento da umidade relativa na área.

De forma geral, para o manejo do pescoço do mamoeiro o primeiro passo deve ser dado visando melhor caracterizar o padrão de ocorrência do distúrbio em estudo, através de levantamentos precisos, com o emprego de metodologias reproduzíveis, da incidência do distúrbio ao longo de todo o ciclo da planta. Juntamente a esse

levantamento, devem ser monitoradas as variáveis climáticas (temperatura, precipitação, umidade relativa, horas de insolação, etc.), que serão fundamentais na interpretação das variações na incidência dos distúrbios. É preciso avançar nas simulações de cenários agrícolas que sejam mais próximos do futuro real e processos fisiológicos, as mudanças de métodos nos sistemas produtivos e as projeções de avanços tecnológicos devem ser passíveis de modelagem matemática e incorporável aos modelos hoje utilizados.

Conclusão

Os mapas de favorabilidade climática ao distúrbio fisiológico do pescoço do mamoeiro para os cenários futuros indicam que, de um modo geral, haverá o aumento gradativo das áreas favoráveis ao desenvolvimento da doença no Brasil para as décadas de 2020, 2050 e 2080 em relação ao clima atual, tanto para o cenário A2 quanto para o B2.

Referências

- AZEVEDO, I. G.; FAÇANHA, A. R.; OLIVEIRA, J. G. Gelificação da polpa de frutos de mamão (*Carica papaya* L. cv. Golden): atividade das bombas de prótons. In: OLIVEIRA, J.G. (Ed.) **Boletim Técnico da II Reunião de Pesquisa do Frutimamão**. Campos dos Goytacazes, RJ: 2004.
- COSTA, A.F.S.; BALBINO, J.M.S.; ANDRADE, J.S.; COUTO, A.O.F.; LIMA, R.C.A.; VENTURA, J.A.; COSTA, A.N.; MARTINS, D.S. Efeito das condições climáticas na frutificação do mamoeiro do grupo solo no norte do Estado do Espírito Santo. **Papaya Brasil**, 2003. Disponível em: http://fundagres.org.br/downloads/pi-mamao/2003_manejo_cult_11.pdf. Acesso em: 11 jul. 2010.
- COSTA, E. S.; OLIVEIRA, J. G.; PEREIRA, M. G.; BRESSAN-SMITH, R.; FAÇANHA, A. R. Modulation of H⁺-pumps in a plant physiological disturbance: gelling occurrence on papaya fruit pulp (*Carica papaya* L.) variety 'golden'. In: **congresso brasileiro de bioquímica e biologia molecular**, 32, 2003.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The potential effects of global climate change on the United States**. Washington: EPA, Chapter 6. Agriculture (EPA-230-05-89-050), p. 93-121. 1989.
- **FAO**. 2006. Disponível em: <http://www.faostat.org.br>. Acesso em: 11 jul. 2009.
- HOLLAND, N.; MENEZES, H. C.; LAFUENTE, M. T. Carbohydrates as related to the heat-induced chilling tolerance and respiratory rate of 'Fortune' mandarin fruit harvested at different maturity stages. **Postharvest Biol. Technol**, v. 25, n. 2, p. 181-191, 2002.
- HULME, M.; SHEARD, N. **Cenários de alterações climáticas para o Brasil**. Climate Research Unit, Norwich, Reino Unido. 6 pp. 1999.
- **IBGE** – Espírito Santo – Lavoura permanente 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=es&tema=lavourapermanente2007>. Acesso em: 11 jul. 2010.
- **IBRAF**. Produção Brasileira de Frutas por Estado - 2007. Disponível em: http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp. Acesso em: 11 jul. 2010.
- **IPCC**. Climate change 2001: the scientific basis: summary for policymakers. Geneva: IPCC, 2001. 20p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pub/spm22-01.pdf>. Acesso em 10 Jun. 2007.
- KANG, H. M.; SALTVEIT, M. E. Activity of enzymatic antioxidant defense systems in chilled and heat shocked cucumber seedling radicles. **Physiol. Plant**, v. 113, p. 548-556. 2001.
- MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.16, n.1, p.1-18, 2001.
- MEDINA, J. C. Cultura. In: SIMÕES, S. (ed.). **Mamão: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Revista e ampliada. Campinas: ITAL, cap.1, p.1 - 177. 1989.
- NEW, M.; LISTER, D.; HULME, M.; MAKIN, I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. **Climate Research**, v.21, p.1-25, 2002.
- OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F DA S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. DE JESUS; BERNARDI, A. C. C. Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 10 p., 2004.
- OLIVEIRA, J. G. A qualidade do mamão afetada por distúrbios fisiológicos. In: **PAPAYA BRASIL: MERCADO E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA O MAMÃO**, 1., 2005. **Anais...Vitória: INCAPER**, 2005.