

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS SOBRE O ARROZ IRRIGADO NO SUL DO BRASIL

Silvio Steinmetz. Embrapa Clima Temperado, Laboratório de Agrometeorologia, Cx. Postal, 403, 96001-970 Pelotas, RS. E-mail: silvio@cpact.embrapa.br

1. Introdução

O último relatório do “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC, 2007) traz uma série de informações a respeito das mudanças climáticas globais ocorridas nos últimos anos e as projeções para o futuro. A indicação das mudanças climáticas que têm ocorrido e as que poderão ocorrer nas distintas regiões do Brasil foram divulgadas recentemente (Marengo, 2006). Os resultados apresentados, tanto em termos globais como de Brasil, são preocupantes.

Um dos aspectos de grande relevância é avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas na agricultura. Nesta palestra, será feita uma análise de como as mudanças climáticas poderão afetar a cultura do arroz irrigado no mundo e, particularmente, na região Sul do Brasil, e de medidas que poderão ser usadas para minimizar os possíveis impactos negativos.

2. Mudanças climáticas no mundo e na região Sul do Brasil

Dentre as informações relatadas no último relatório do IPCC (2007), destacam-se:

1. a concentração de gases de efeito estufa, particularmente, do dióxido de carbono (CO_2), do metano (CH_4) e do óxido nitroso (N_2O), tem aumentado muito como resultado da atividade antrópica desde 1750. O aumento na concentração global de dióxido de carbono é devido principalmente ao uso de combustíveis fósseis e a mudanças no uso da terra, enquanto que o metano e o óxido nitroso são oriundos principalmente da atividade agrícola;
2. o aquecimento global é inequívoco, como tem sido evidenciado pelas observações de aumento global da temperatura média do ar e dos oceanos, pelo derretimento de neve e gelo e pelo aumento global do nível médio do mar. Em relação à temperatura, os dados indicam que: o aumento da temperatura do ar, média global, no período de 100 anos (1906-2005) foi de $0,74^\circ\text{C}$; a tendência linear de aquecimento nos últimos 50 anos ($0,13^\circ\text{C}$ por década) é quase o dobro do verificado nos últimos 100 anos; onze dos últimos doze anos (1995-2006) situam-se entre os mais quentes das séries de 12 anos desde 1850, quando começaram as medições da temperatura de superfície no mundo;
3. várias mudanças de longo prazo no clima têm sido observadas em escalas continental, regional e de oceano. Isso inclui mudanças na temperatura e no gelo do Ártico, grandes mudanças na quantidade de chuva, na salinidade dos oceanos, no padrão de vento e nas condições meteorológicas extremas, incluindo secas, chuvas intensas, ondas de calor e intensidade dos ciclones tropicais;
4. para as próximas duas décadas projeta-se um aquecimento da ordem de $0,2^\circ\text{C}$ por década. Mesmo que a concentração de todos os gases de efeito estufa e aerossóis fosse mantida constante ao nível de 1990, um aquecimento da ordem de $0,1^\circ\text{C}$ por década seria esperado.

Uma análise interessante sobre as mudanças climáticas que vêm ocorrendo e que poderão ocorrer nas distintas regiões brasileiras é apresentada por Marengo (2006). Para a região Sul do Brasil esse estudo indica que: a) tem sido observado, ao longo dos anos, aumento no regime de chuvas e de vazões de alguns rios. As projeções indicam aumentos nos níveis de precipitação anual e sazonal; b) tem havido um aquecimento sistemático da região Sul, detectando-se tendências positivas nas temperaturas máximas e mínimas em termos anual e sazonal. A amplitude térmica apresenta tendências negativas fortes neste período, sugerindo que as tendências na temperatura mínima são mais intensas que as máximas, especialmente no verão. As projeções também indicam aumentos de temperatura nessa região.

3. Impacto das mudanças climáticas sobre o arroz irrigado

3.1. No mundo

Um aspecto importante, é que a cultura do arroz irrigado produz o gás metano. Em regiões com grandes áreas plantadas, como na Ásia, por exemplo, ele pode contribuir para o aquecimento global (Olszyk et al., 1999). Uma análise da relação entre esse gás e a lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul é feita por Mattos & Martins (2001).

Várias pesquisas têm sido feitas visando avaliar a influência do aquecimento global sobre algumas variáveis meteorológicas, e como elas poderão afetar a cultura do arroz irrigado. No Japão, por exemplo, experimentos envolvendo aumentos nos níveis de CO₂ e de temperatura concluíram que os seus efeitos serão positivos na produtividade nas regiões norte e centro-norte e negativos no centro-sul e no sudoeste do país. Por outro lado, a variabilidade na produtividade tenderia a decrescer no norte e centro-norte mas aumentaria no centro-sul e no sudoeste devido à influência das altas temperaturas na esterilidade de espiguetas (Seino et al., 1998).

Estudos feitos com modelos de simulação para vários países da Ásia indicaram que, em geral, incrementos nos níveis de CO₂ aumentaram a produtividade, mas aumentos na temperatura diminuíram a produtividade. Na média, as estimativas indicaram que a produção de arroz na Ásia poderá ser reduzida em torno de 3,8% nos próximos 100 anos (Matthews et al., 1997).

Um dos trabalhos mais interessantes sobre o impacto do aquecimento global no arroz irrigado foi feito nas Filipinas (Peng et al., 2004), indicando o seguinte: a) num período de 25 anos (1979-2003), o aumento da temperatura mínima média anual foi de 1,13°C, sendo o aumento mais expressivo na estação seca (1,33°C) do que na estação chuvosa (0,80°C); b) o aumento da temperatura mínima foi cerca de 3,2 vezes maior do que o da temperatura máxima; c) a produção de grãos diminuiu cerca de 10% para cada aumento de 1°C na temperatura mínima durante a estação seca, devido ao efeito das temperaturas noturnas no processo de respiração das plantas; d) a produtividade potencial simulada do arroz, para as principais regiões produtoras da Ásia, com os níveis atuais de concentração de CO₂, diminuiu cerca de 7% para cada aumento de 1°C acima da temperatura média atual.

3.2. No Sul do Brasil

Na palestra, serão abordados vários aspectos relacionados com o impacto do aquecimento global sobre as variáveis meteorológicas mais importantes para o arroz irrigado na região Sul do Brasil, e principalmente no Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), devido à importância da cultura nesses estados.

A ocorrência de baixas temperaturas (frio) durante o período reprodutivo, que ocorre nos meses de verão, é considerado um dos principais problemas da cultura (Terres & Galli, 1985), principalmente nas regiões Litoral Sul e Campanha (Steinmetz et al., 2001).

Estudos conduzidos por Steinmetz et al. (2005a) indicaram que, na região de Pelotas, a temperatura mínima média anual aumentou 1,01°C no período de 1893 a 2004 e que esse aumento foi mais expressivo no período de 1955 a 2004, quando atingiu 1,66°C. Tendência de aumentos também foi verificada durante os meses de verão. Os incrementos foram de 2,68°C, 1,87°C, 1,82°C e 1,63°C, respectivamente, para dezembro, janeiro, fevereiro e março.

Marques et al. (2005) mostram tendências de aumentos da temperatura mínima nas várias regiões produtoras de arroz do Rio Grande do Sul. No período de outubro a dezembro os valores cresceram no sentido leste-oeste, variando de 0,8°C a 1,8°C. O período de janeiro a março apresentou tendência semelhante, mas os incrementos foram mais no sentido sul-norte.

A simulação de cenários de aumentos da temperatura mínima (Tn) nos meses de dezembro a março mostrou que a frequência de dias com o Tn ≤ 15°C diminuiu sensivelmente com incrementos de 1°C, 2°C e 3°C (Steinmetz et al., 2005b).

Outro possível impacto do aumento na temperatura poderá ser no comprimento do ciclo das cultivares. Embora a temperatura seja um fator importante durante todo o ciclo da planta, ela tem uma influência mais acentuada na fase vegetativa, que vai da emergência até a diferenciação da panícula (DP) (Stansel, 1975). Por isso, ao invés de expressá-la em número de dias, é preferível indicar a soma térmica ou graus-dia necessários para completar essa fase (Infeld et al., 1998; Steinmetz et al., 2004; Streck et al., 2006).

Em função do exposto anteriormente, Steinmetz et al. (2006) avaliaram a influência de cenários de aumentos da temperatura média do ar sobre a duração da fase vegetativa de grupos de cultivares de arroz irrigado, de ciclos precoce e médio, em distintas regiões produtoras do Rio Grande do Sul. Os resultados indicaram reduções significativas na fase vegetativa em função dos cenários de aumentos de temperatura.

Outro fator que pode afetar a produtividade da cultura é a ocorrência de altas temperaturas (>35°C) (Yoshida, 1981). O Rio Grande do Sul apresenta diferenças marcantes quanto à probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas iguais ou superiores a 35°C, sendo que os riscos são mais acentuados na região de Uruguiana (Mota, 1999).

Além desses, outros resultados obtidos no RS e em SC serão mostrados na palestra.

4. Medidas para minimizar o impacto das mudanças climáticas

Os resultados apresentados anteriormente, sugerem que as instituições de pesquisa precisam gerar conhecimentos e tecnologias, que permitam amenizar os impactos das mudanças climáticas futuras sobre a produção de arroz irrigado no mundo e na região Sul do Brasil. Algumas dessas medidas já estão em andamento e outras ainda precisam ser desenvolvidas, tais como:

1. Desenvolvimento de um novo tipo de planta, capaz de produzir mais, mesmo num ambiente mais quente que o atual. Estudos nesse sentido estão em andamento no Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI), nas Filipinas, e consistem em transformar o tipo atual de planta (C₃) num tipo C₄;
2. Ampliação do período de cultivo nas regiões atualmente com problemas de frio, viabilizando duas culturas ao ano ou, ao menos, a "soca";
3. Aumentar a tolerância para a esterilidade de espiguetas devido a altas temperaturas;
4. Desenvolver cultivares apropriadas para a nova realidade (maiores níveis de CO₂ na atmosfera; maiores índices de respiração devido às temperaturas noturnas mais altas; menor risco de frio; diminuição potencial do ciclo e em particular da fase vegetativa, em função de temperaturas mais elevadas, etc.);
5. Adequar o zoneamento agroclimático por épocas de semeadura (Zoneamento Agrícola) considerando-se séries mais recentes de dados climáticos;
6. Adequar as épocas de semeadura para escapar das altas temperaturas durante a floração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- INFELD, J.A.; SILVA, J.B. da; ASSIS, F.N. de. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.187-191, 1998.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Climate change 2007: the physical science basis. Summary for Policymakers. Disponível: <http://www.ipcc.ch> Consultado em 15 fev. 2007.
- MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Jose. A. Marengo- Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006

- MARQUES, J.R.Q.; STEINMETZ, S.; DINIZ, G.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar no Rio Grande do Sul, sua relação com o aquecimento global e possíveis impactos no arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4. Santa Maria. **Anais**. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p.224-226.
- MATTOS, M.L.T.; MARTINS, J.F. da S. Cultivo de arroz irrigado por inundação como fonte de Metano. In: EMBRAPA Meio Ambiente (Jaguariúna). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2001. p.367-379.
- MATTHEWS, R.B.; KROPFF, M.J.; HORIE, T.; BACHELET, D. Simulating the impact of climate change on rice production in Asia and evaluating options for adaptation. **Agricultural Systems**, Great Britain, v.54, n.3, p.399-425, 1997.
- MOTA, F.S. da.; ROSSKOFF, J.L. DA c.; SILVA, J. B. da. Probabilidade de ocorrência de dias com temperaturas iguais ou superiores a 35°C no florescimento do arroz no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.147-149, 1999.
- OLSZYK, D.M.; CENTENO, H.G.S.; ZISKA, L.H.; KERN, J.S.; MATTHEWS, R.B. Global climate change, rice productivity and methane emissions: comparison of simulated and experimental results. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.97, p.87-101, 1999.
- PENG, S., HUANG, J., SHEEHY, J.E., LAZA, R.C., VISPERAS, R.M., ZHONG, X., CENTENO, G.S., KHUSH, G.S., CASSMAN, K.G. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. **National Academy of Sciences of the USA**, Washington, D.C., v.101, n.27, p.9971-9975, jul. 2004. Disponível em: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0403720101. Acesso em: 15 jul. 2004.
- SEINO, H.; AMANO, M.; SASAKI, K. Impacts on Agriculture, Forestry and Fisheries. In: **Global warming. The potential impact on Japan**. S. Nishioka, H. Harasawa (Eds.). Hong Kong. Springer-Verlag Tokyo, 1998. p.101-129.
- STANSEL, J.W. The rice plant – its development and yield. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS. Beaumont: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. P.9-21.
- STEINMETZ, S.; ASSIS, F.N. de; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. Regionalização do risco de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz no estado do Rio Grande do Sul. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v.4, n.1, p.79-91, junho, 2001.
- STEINMETZ, S.; INFELD, J.A.; ASSIS, F.N. de.; WREGE, M. S.; FERREIRA, J.S.A. Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de grupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 2004. 33p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 126).
- STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar na região de Pelotas, sua relação com o aquecimento global e possíveis consequências para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14. Campinas. **Anais**. Campinas. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005a. 1CD-ROM.
- STEINMETZ, S.; WREGE, M.S.; PINHEIRO, M.J.; FERREIRA, J.S.A. Impacto do aquecimento global na redução do risco de frio em arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4. Santa Maria. **Anais**. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005b. p.247-250.
- STEINMETZ, S.; PINHEIRO, M.J.; FERREIRA, J.S.A.; DEIBLER, A.N. Impacto do aquecimento global sobre a duração da fase vegetativa do arroz irrigado, estimada pelo método de graus-dia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2º REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ-RENAPA, 8ª. **Anais**. Brasília, DF, 26 a 28 de abril de 2006. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1 CD-ROM.

STRECK, N.A.; BOSCO, L.C.; MICHELON, S.; WALTER, L.C.; MARCOLIN, E. Duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.4, p.1086-1093, 2006.

TERRES, A.L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas e Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.83-94.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.