

AVALIAÇÃO DO USO DO MODELO CLIMÁTICO GLOBAL DO CENTRO EUROPEU PARA ANTECIPAR A ESTIMATIVA DO RISCO ASSOCIADO A EPIDEMIAS DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

Helena Turon Balbino¹, Lauro Tadeu Guimarães Fortes¹, Eduardo Gomes Pullen Parente¹

¹Instituto Nacional de Meteorologia. Eixo Monumental Via S-1, 70680-900, Brasília/DF.

helenabalbino@inmet.gov.br, lauro.fortes@inmet.gov.br, eduardo.parente@inmet.gov.br

RESUMO

Este trabalho compara a previsão do Índice de Severidade da Epidemia da Ferrugem da Soja (Del Ponte et al, 2006a e 2006b), obtida com dados do Modelo Global de Previsão Climática do Centro Europeu para Previsão do Tempo de Médio-Prazo (ECMWF), com o índice obtido utilizando-se a precipitação observada, para 54 localidades no Brasil, no período 1981–2005. Os resultados são promissores, indicando que a utilização das saídas de modelos climáticos pode se mostrar uma forma eficaz de se estender o horizonte de planejamento das atividades agrícolas e reduzir custos.

Palavras-chave: ferrugem asiática da soja, previsão para a agricultura, *hindcast*, ECMWF.

EVALUATION OF THE USE OF THE EUROPEAN CENTRE GLOBAL CLIMATE MODEL TO ANTECIPATE THE ESTIMATE OF RISK ASSOCIATED TO ASIAN SOYBEAN RUST EPIDEMICS

ABSTRACT:

This work compares the predicted values of the Soybean Rust Epidemics Severity Index (Del Ponte et al, 2006a and 2006b), obtained with data from the Climate Prediction Global Model of the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), to the index values obtained with observed precipitation data, for 54 Brazilian localities, in the 1981–2005 period. The results are promising, suggesting that the utilization of the outputs of climate models may prove to be an effective way to extend the planning horizon of agricultural activities and reduce costs.

Keywords: Asian Soybean Rust, agriculture forecasting, *hindcast*, ECMWF.

1 INTRODUÇÃO

A primeira manifestação da ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, em lavouras no Brasil ocorreu na safra 2001/2002 e rapidamente espalhou-se pelas principais regiões produtoras, em função da eficiente disseminação dos esporos do fungo pelo vento. O nível de dano que a doença pode ocasionar depende do momento em que ela incide na cultura, das condições climáticas favoráveis à sua multiplicação após a constatação dos sintomas iniciais, da resistência e do ciclo da cultivar utilizada. A decisão sobre o momento de aplicação do fungicida deve ser técnica, levando-se em conta os fatores necessários para o aparecimento da doença, como a presença do fungo na região, idade das plantas, condição climática favorável, disponibilidade de equipamentos, tamanho da propriedade, presença de outras doenças e o custo do controle. O atraso na aplicação, depois de constatados os sintomas iniciais, pode acarretar redução de produtividade, caso as condições climáticas favoreçam o progresso da doença (EMBRAPA, 2009).

A ferrugem asiática é considerada uma das doenças mais severas que afetam a cultura e pode ocorrer em qualquer estágio fenológico. Plantas infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo a formação e o enchimento de vagens, o que reduz o peso final dos grãos. O custo de ferrugem asiática da soja foi estimado para a safra de 2007/08, em julho de 2008, em U\$ 2,38 bi, considerando-se a perda em grãos mais o custo com aplicação dos produtos (Consórcio Antiferrugem, 2008).

A ferrugem da soja é dependente do clima, que afeta o ciclo da doença, tanto na liberação, dispersão e deposição dos esporos, como na reprodução, colonização e infecção. A precipitação é um fator-chave no estabelecimento da sua severidade. As epidemias no Brasil têm uma forte correlação com a precipitação e fraca correlação com a temperatura (Del Ponte et al. 2006a e 2006b).

Atualmente os agricultores do Brasil estão usando excessiva proteção contra a ferrugem asiática, chegando a até três pulverizações por safra (EMBRAPA, 2009). O Índice de Severidade da Ferrugem da Soja (ISFS) foi proposto por Del Ponte et al. (2006a e 2006b) como um indicador do risco de que uma

epidemia constatada em determinada plantação evolua para um estágio severo ou permaneça insipiente. Comprovando-se um indicador confiável, possibilitará que o agricultor utilize de forma mais eficaz as aplicações de fungicida, reduzindo seu custo esperado e os danos acarretados pelo produto ao meio ambiente, como a contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, de pessoas e alimentos.

A eficácia preditiva do ISFS determinado a partir da precipitação observada nos últimos 30 dias já foi comprovada por Del Ponte et al (2006a e 2006b). O objetivo deste estudo é verificar a possibilidade de se antecipar em um mês o valor esperado do ISFS, utilizando-se a precipitação prevista para os próximos 30 dias pelo modelo global de clima do Centro Europeu de Previsões de Médio Prazo, ECMWF. Pretende-se que constitua uma contribuição tanto para os trabalhos em andamento no âmbito do Consórcio Antiferrugem (<http://www.consorcioantiferrugem.net>) quanto para o Projeto Eurobrisa, que vem utilizando dados de modelos climáticos globais disponibilizados pelo Centro Europeu para a produção de previsões climáticas sazonais (<http://eurobrisa.cptec.inpe.br/>).

2 METODOLOGIA

Para as análises apresentadas na sequência deste trabalho, foram selecionadas 54 localidades nas regiões Sul, Centro-Oeste, oeste da região Sudeste, oeste da região Nordeste e sul da região Norte do Brasil, onde há maior densidade de municípios com área plantada com soja (IBGE, 2006). O critério de seleção exigiu a existência na localidade de uma estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com dados de precipitação disponíveis no período de janeiro de 1981 a dezembro de 2005. Foram analisados apenas os meses de janeiro, fevereiro e março – os mais críticos para a epidemia de ferrugem.

Para as análises apresentadas neste trabalho, foram utilizadas as saídas do modelo global de clima do Centro Europeu de Previsões de Médio Prazo, ECMWF, disponibilizadas em uma grade de 2,5° por 2,5° (cerca de 280 km). Para obter o ISFS previsto (esperado), empregou-se a previsão de chuva acumulada para um mês obtida como a média dos valores de onze rodadas do modelo de previsão climática. Comparou-se a série de valores de ISFS obtidos com dados de chuva disponíveis para cada uma das localidades selecionadas, medidos por estações do INMET, com a série de ISFS resultante de dados previstos correspondentes ao ponto de grade do modelo ECMWF mais próximo da localidade em questão. A Figura 1 mostra as localidades com estações do INMET selecionadas para o estudo (círculo azul), os pontos de grade do modelo ECMWF utilizados (triângulo vermelho) e, em fundo cinza, a área de soja plantada na safra de 2006.

Foram testadas duas formas funcionais alternativas, propostas por Del Ponte et al. (2006a) para o ISFS: a função linear BR2 e a função quadrática BR3, definidas por:

$$\begin{aligned} \text{ISFS_Br2} &= 7,0578 + (0,2259 * P) \\ \text{ISFS_Br3} &= -3,8983 + (0,3777 * P) - (0,0003 * P^2) \end{aligned}$$

onde:

P = precipitação acumulada no período de 30 dias (mm)

Neste trabalho apresentam-se apenas os resultados da função linear (Br2), que apresentou melhor desempenho.

Para correção do viés da previsão do modelo global utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{PRc} = \text{PR} - \text{M} + \text{MC}$$

sendo:

- PRc a precipitação corrigida com remoção do viés;
- PR a precipitação prevista;
- M a média histórica das previsões do modelo; e
- MC a média climatológica da precipitação, na localidade.

A destreza do índice previsto utilizando-se para valores de P as previsões do modelo climático do ECMWF foi estimada pelo coeficiente de correlação entre a série de valores obtidos com dados de chuva previstos pelo modelo e a série de valores obtidos com valores observados de chuva.

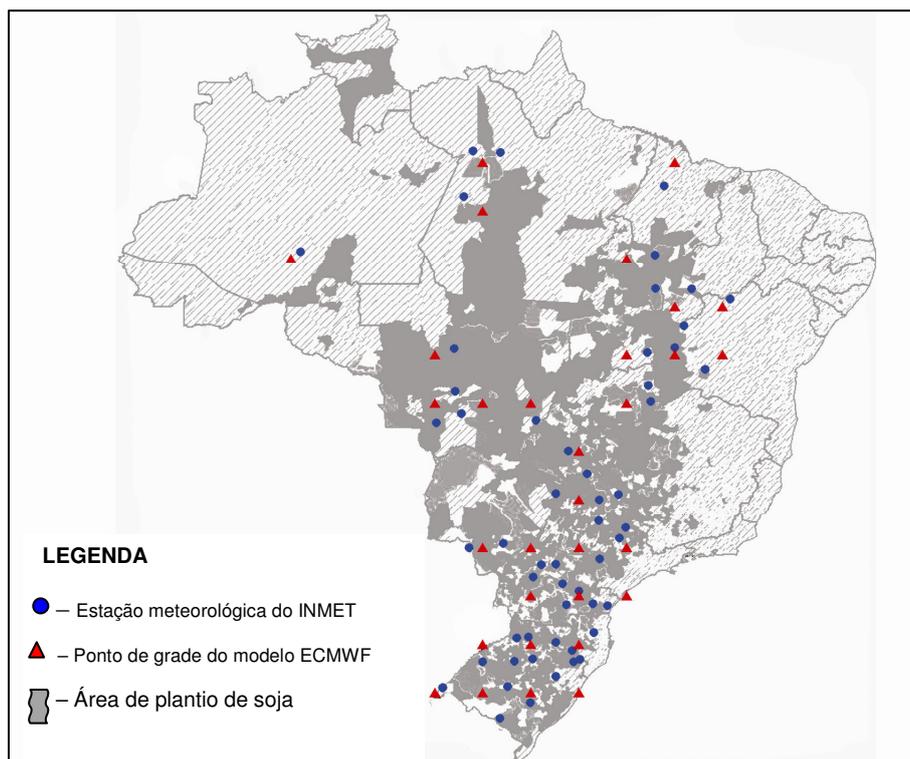


Figura 1. Área de plantio de soja, estações meteorológicas e pontos de grade do modelo climático utilizados no estudo.

Como métrica alternativa, calculou-se, também, a probabilidade de o ISFS baseado em dados observados se manter nas categorias de risco “Baixo” ou “Médio”, quando o valor estimado com dados do modelo climático indicar risco “Baixo”, conforme metodologia proposta por Fortes et al. (2008). Como referência (*benchmark*) para os valores de probabilidade obtidos, tem-se que, no caso de independência estatística entre as variáveis analisadas, a probabilidade de o índice calculado com valores observados (OBS) indicar risco “Baixo” ou “Médio”, dado que o índice calculado com valores previstos pelo modelo climático (ECMWF) indica risco “Baixo”, seria de $2/3$, isto é, aproximadamente 0,67.

Para efeito do cálculo das probabilidades descritas acima, os valores do ISFS foram classificados em 3 categorias de risco definidas como:

- até 33% : risco “Baixo” de a epidemia evoluir para uma condição severa;
- de 34% a 65%: risco “Médio”, ou moderado, de a epidemia evoluir para uma condição severa;
- acima de 66%: risco “Alto” de a epidemia evoluir para uma condição severa.

3 ANÁLISE E RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta o coeficiente de correlação entre os ISFS Previstos – isto é, calculados com valores gerados pelo modelo do ECMWF, e Observados – isto é, computados com dados observados nas estações do INMET selecionadas. Tendo-se utilizado séries de dados de 25 anos (1981 a 2005), o coeficiente de correlação será significativo a um nível de 95% quando for maior ou igual 0,34, aproximadamente. São destacadas com fundo sombreado as células cujos valores satisfazem à condição de significância estatística. Verifica-se que o resultado depende do mês do ano considerado e da região geográfica em que se localiza a estação estudada. O desempenho foi particularmente bom no mês de janeiro nas regiões Norte e Nordeste, e sofrível na região Sul, particularmente em março. Na região Sudeste, o estado de Minas Gerais apresentou bons resultados em janeiro e fevereiro. Na região Centro-oeste o resultado foi razoável apenas em fevereiro. Naturalmente estas conclusões são preliminares e devem ser tomadas com reserva, em face do número limitado de amostras

Tabela 1 – Coeficientes de Correlação entre Valores de ISFS Previstos e Observados

Estação	Estado	Região	JAN	FEV	MAR	Estação	Estado	Região	JAN	FEV	MAR
83334	MG	SE	0,43	0,67	0,39	83332	GO	CO	0,17	0,40	0,13
83514	MG	SE	0,58	0,53	-0,13	83368	GO	CO	0,23	0,28	0,07
83574	MG	SE	0,35	0,35	0,36	83470	GO	CO	0,21	-0,25	-0,12
83577	MG	SE	0,32	0,53	-0,06	83726	MG	CO	0,15	0,48	0,10
83702	MS	SE	0,10	-0,14	0,20	83565	MS	CO	0,15	0,58	0,26
83704	MS	SE	-0,09	-0,11	0,20	83264	MT	CO	0,43	0,14	0,19
83767	PR	SE	0,50	0,29	0,21	83309	MT	CO	0,14	0,36	0,18
83676	SP	SE	0,26	0,44	0,06	83361	MT	CO	0,19	0,10	0,35
% de valores significativos no SE			50%	63%	25%	83405	MT	CO	-0,04	-0,02	0,46
83783	PR	S	0,42	0,11	0,00	83766	PR	CO	0,27	0,37	0,40
83811	PR	S	0,34	0,31	0,30	83669	SP	CO	0,08	0,11	0,44
83813	PR	S	0,29	0,13	0,29	83235	TO	CO	0,38	0,16	-0,20
83836	PR	S	0,26	0,25	0,21	% de valores significativos no CO			17%	42%	33%
83842	PR	S	0,15	0,36	0,11	82723	AM	N	-0,32	-0,03	-0,47
83844	PR	S	-0,08	0,62	0,26	82178	PA	N	0,52	0,48	0,62
83872	PR	S	-0,12	0,32	-0,12	82181	PA	N	0,47	0,32	0,11
83881	PR	S	0,34	0,10	0,21	82445	PA	N	0,71	0,49	0,44
83887	RS	S	0,33	0,05	-0,16	% de valores significativos no N			75%	50%	50%
83914	RS	S	0,09	0,11	-0,03	82979	BA	NE	0,46	0,20	0,45
83919	RS	S	0,25	0,09	-0,18	83076	BA	NE	0,32	0,44	0,15
83920	RS	S	0,25	-0,05	-0,19	83236	BA	NE	0,37	0,47	0,27
83927	RS	S	0,52	0,46	0,00	83288	BA	NE	0,50	0,23	0,58
83942	RS	S	0,04	0,02	-0,04	82376	MA	NE	-0,06	0,20	0,09
83964	RS	S	0,40	0,53	-0,08	82768	MA	NE	0,42	0,47	0,19
83980	RS	S	0,33	0,38	-0,18	82970	MA	NE	0,49	0,24	0,10
83883	SC	S	0,36	0,23	0,13	82975	PI	NE	0,36	0,34	0,71
83891	SC	S	0,01	0,24	-0,21	% de valores significativos no NE			75%	38%	38%
83907	SC	S	0,07	0,18	-0,07	CÉLULAS EM FUNDO VERDE INDICAM VALORES DE CORRELAÇÃO ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVOS, A UM NÍVEL DE CONFIANÇA DE 95%					
83912	SC	S	0,11	0,15	-0,12						
83936	SC	S	0,40	0,52	-0,06						
83773	SP	S	0,14	0,05	-0,10						
% de valores significativos no S			32%	27%	0%						

A análise da Probabilidade Condicional de o ISFS Observado cair nas categorias de risco “Baixo” ou “Médio”, sempre que o ISFS previsto com 30 dias de antecedência indicar risco “Baixo”, é resumida nos Quadros de 1 a 3.

Quadro 1 - Análise Probabilística Agregada para o Conjunto de 54 Localidades, no Mês de Janeiro

Janeiro					
Número de Casos					
ECMWF					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	87	231	13	331
B	M	47	452	109	608
S	A	16	203	192	411
Total		150	886	314	1350
Probabilidades					
ECMWF					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,06	0,17	0,01	0,25
B	M	0,03	0,33	0,08	0,45
S	A	0,01	0,15	0,14	0,30
Total		0,11	0,66	0,23	1,00
Cálculo de Probabilidades:					
$Pr(B B) = Prob("B"B) / Prob("B") = 0,06/0,11 = 0,58$					
$Pr(M B) = Pr("M"B) / Pr("B") = 0,03/0,11 = 0,31$					
PROBABILIDADE CONDICIONAL					
Pr("ECMWF" OBS)					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,26	0,70	0,04	1,00
B	M	0,08	0,74	0,18	1,00
S	A	0,04	0,49	0,47	1,00
Pr(OBS "ECMWF")					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,58	0,26	0,04	
B	M	0,31	0,51	0,35	
S	A	0,11	0,23	0,61	
Total		1,00	1,00	1,00	
No mês de Janeiro, se o ISFS Previsto com os dados do ECMWF cair na categoria "Baixo" então o Índice observado também cairá em "Baixo" ou "Medio" em cerca de					
89% dos casos					

Quadro 2 – Análise Probabilística Agregada para o Conjunto de 54 Localidades, no Mês de Fevereiro

Fevereiro					
Número de Casos					
ECMWF					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	164	249	7	420
B	M	85	498	47	630
S	A	10	196	94	300
	Total	259	943	148	1350

Probabilidades					
ECMWF					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,12	0,18	0,01	0,31
B	M	0,06	0,37	0,03	0,47
S	A	0,01	0,15	0,07	0,22
	Total	0,19	0,70	0,11	1,00

PROBABILIDADE CONDICIONAL					
Pr("ECMWF" OBS)					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,39	0,59	0,02	1,00
B	M	0,13	0,79	0,07	1,00
S	A	0,03	0,65	0,31	1,00
	Total	1,00	1,00	1,00	1,00

Pr(OBS "ECMWF")					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,63	0,26	0,05	
B	M	0,33	0,53	0,32	
S	A	0,04	0,21	0,64	
	Total	1,00	1,00	1,00	

Cálculo de Probabilidades:				
$Pr(B "B") = Prob("B"B) / Prob("B") = 0,12 / 0,19 = 0,63$				
$Pr(M "B") = Pr("M"B) / Pr("B") = 0,06 / 0,19 = 0,33$				

No mês de Fevereiro se o ISFS Previsto com os dados do ECMWF cair na categoria "Baixo" então o índice observado também cairá em "Baixo" ou "Medio" em cerca de				
96% dos casos				

Quadro 3 – Análise Probabilística Agregada para o Conjunto de 54 Localidades, no Mês de Março

Março					
Número de Casos					
ECMWF					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	193	255	12	460
B	M	135	400	74	609
S	A	14	145	122	281
	Total	342	800	208	1350

Probabilidades					
ECMWF					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,14	0,19	0,01	0,34
B	M	0,10	0,30	0,05	0,45
S	A	0,01	0,11	0,09	0,21
	Total	0,25	0,59	0,15	1,00

PROBABILIDADE CONDICIONAL					
Pr("ECMWF" OBS)					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,42	0,55	0,03	1,00
B	M	0,22	0,66	0,12	1,00
S	A	0,05	0,52	0,43	1,00
	Total	1,00	1,00	1,00	1,00

Pr(OBS "ECMWF")					
	"B"	"M"	"A"	Total	
O	B	0,56	0,32	0,06	
B	M	0,39	0,50	0,36	
S	A	0,04	0,18	0,59	
	Total	1,00	1,00	1,00	

Cálculo de Probabilidades:				
$Pr(B "B") = Prob("B"B) / Prob("B") = 0,14 / 0,25 = 0,56$				
$Pr(M "B") = Pr("M"B) / Pr("B") = 0,10 / 0,25 = 0,39$				

No mês de Março se o ISFS Previsto com os dados do ECMWF cair na categoria "Baixo" então o índice observado também cairá em "Baixo" ou "Medio" em cerca de				
96% dos casos				

Os resultados obtidos são em princípio animadores: se o ISFS previsto com 30 dias de antecedência com dados do modelo climático do ECMWF indicar risco "BAIXO", então a probabilidade de que o índice baseado em dados reais (30 dias depois) indique risco "ALTO" é razoavelmente pequena: 11% em janeiro e 4% em fevereiro e março, quando se considera o conjunto das 54 localidades analisadas, sem distinção de regiões.

É curioso observar uma inversão na ordem dos resultados obtidos nesta análise de probabilidades com relação à análise das correlações: janeiro apresentou os melhores resultados na análise de correlações, mas o menos expressivo na análise de probabilidades, enquanto março, que teve um mau desempenho na análise de correlações, apresentou o melhor resultado na análise da probabilidade condicional. Os autores não dispõem, ainda, de uma explicação para esse fato.

A utilização da informação probabilística apresentada nesta análise pelo produtor de soja pode ser ilustrada por um exemplo hipotético. Suponha que o produtor, analisando os diversos custos e demais fatores pertinentes ao problema, tenha estabelecido a política de pulverizar sempre que o ISFS OBSERVADO

indicar um risco ALTO de a epidemia de ferrugem detectada em sua plantação evoluir para uma forma severa. Estamos no início de janeiro, o ISFS previsto indica um risco MÉDIO e o produtor recebe a informação de que o ISFS PREVISTO indica para o mês de fevereiro um risco BAIXO. Baseado na análise climatológica apresentada acima, o produtor sabe que a probabilidade de que o ISFS OBSERVADO em fevereiro vir a indicar risco ALTO – e, portanto, de ele vir a precisar incorrer no custo da pulverização – é de apenas 4%. Em função disso ele pode, por exemplo, adiar a decisão de adquirir o fungicida. Por outro lado, se o ISFS PREVISTO tivesse indicado um risco ALTO, nosso produtor saberia, pela tabela de probabilidades condicionais contidas no Quadro 2, que haveria uma probabilidade de 64% de o ISFS OBSERVADO de fevereiro vir a indicar um risco ALTO de a epidemia evoluir para uma forma severa. Nessas condições, ele poderia se adiantar, buscando adquirir o fungicida e contratar o serviço de pulverização antecipadamente, com o objetivo de conseguir melhores preços.

É importante observar que os resultados encontrados são, naturalmente, afetados pela distância entre o a localidade de interesse e o ponto de grade mais próximo disponibilizado pelo modelo climático, que pode superar 200 km (vide Figura 1).

4 CONCLUSÕES

Este estudo indica um bom potencial de utilização dos resultados do modelo climático do ECMWF para a previsão do índice de severidade. Certamente os resultados obtidos, baseados apenas na média dos valores de 11 membros do modelo, poderão melhorar consideravelmente se forem utilizadas as saídas de outros modelos climáticos disponíveis no âmbito do Projeto Eurobrisa, e se for explorada a forma de agregação bayesiana dos resultados, desenvolvida por Caio Coelho (Coelho et al., 2006) e utilizada no âmbito daquele Projeto. Para isto, contudo será preciso adaptar a metodologia do Eurobrisa para a produção de previsões mensais e gerar previsões retroativas (“hindcast”) para o período de interesse. Sugere-se, ainda, que em trabalhos futuros aumente-se a resolução espacial da previsão climática, acoplando-se a saída do Modelo Climático Global a um modelo de escala regional (“downscaling”).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela rede de projeto EUROBRISA (F/00 144/AT), gentilmente financiados pela Leverhulme Trust. Os dados de previsão foram gentilmente fornecidos pelo ECMWF como parte do projeto EUROSIP. Três centros de previsão são os parceiros em EUROSIP: o ECMWF, o UK Met Office e o Meteo-France.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COELHO, C. A. S.; STEPHENSON, D. B.; BALMASEDA, M.; DOBLAS-REYES, F. J.; OLDENBORGH, G. J. van. Towards an integrated seasonal forecasting system for South America. **Journal of Climate**, Boston, v. 19, p. 3704-3721, 2006.
- CONSÓRCIO ANTI-FERRUGEM. **Tabela de custo da Ferrugem Asiática da soja**. 2008. Disponível em: <www.consorcioantiferrugem.net>. Acesso em: 23 mar. 2009.
- DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall model. **Phytopathology**, Saint Paul, USA, v. 96, p.797-803, 2006a.
- DEL PONTE, E. M., GODOY, C. V., CANTERI, M. G., REIS, E. M.; YANG, X. B. Models and applications for risk assessment and prediction of Asian soybean rust epidemics. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 533-544, 2006b.
- EMBRAPA. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Londrina e Tamarana, PR, na safra 2007/08**. 2009. (Circular técnica, n° 57). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/download/cirtec/cirtec57.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2009.
- FORTES, L. T. G.; CONDE, F. C.; ANUNCIAÇÃO, Y. M. T. ; FERREIRA, D. B. ; MELLO, L. T. A. ; SILVA, F. D. S.; SANTOS, L. A. R.; SALVADOR, M. A.; SARMANHO, G. Use of the EUROBRISA data in agricultural applications: forecasting the Index of Severity of Soybean Rust Epidemics and evapotranspiration figures. In: **FIRST EUROBRISA WORKSHOP**, Paraty, 2008. Disponível em: <<http://eurobrisa.cptec.inpe.br/firstworkshop.shtml>>. Acesso em: 26 ago. 2009. Apresentação de slides.
- IBGE. **Produção agrícola municipal 2006**. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/soja_2005.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2009.