

ÍNDICE PADRONIZADO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E O RENDIMENTO DA SOJA NO RIO GRANDE DO SUL

MARTA M. KOHMANN¹, MOACIR A. BERLATO², RICARDO W. DE MELO³, JULIO R. Q. MARQUES⁴

¹Bolsista de Iniciação Científica, Estudante de Graduação de Agronomia, Dpto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS - Porto Alegre- RS, marta_kohmann@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Dep de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS – Porto Alegre – RS

³Engenheiro Agrônomo, Bolsista DTI, FEPAGRO

⁴Bacharel em Meteorologia, Professor Titular, Centro de Pesquisas Meteorológicas – UFPEl – Pelotas - RS

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

RESUMO: A produtividade da soja no Rio Grande do Sul é altamente dependente dos elementos meteorológicos, em especial da precipitação pluvial. Esta, por sua vez, pode ser expressa através do Índice Padronizado de Precipitação Pluvial (IPP), que compara um evento de precipitação pluvial ocorrido com o normal esperado. O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre o rendimento da soja e o IPP no Rio Grande do Sul. Concluiu-se que o período mais influente no rendimento da soja é o quadrimestre que se estende de dezembro a março. Como o trimestre de dezembro a fevereiro também obteve alta correlação com o rendimento de soja, o IPP deste trimestre pode ter caráter preditivo do rendimento dessa oleaginosa. Também foi possível observar que os valores positivos de IPP, em sua maioria, determinaram rendimentos acima da média, estando relacionados com a fase quente do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), o El Niño. De maneira semelhante, valores negativos de IPP determinam valores abaixo da média de rendimento de soja. Contudo, estes valores negativos de IPP não tiveram relação tão clara com a fase fria (La Niña) do ENOS, que teve menos influência na produtividade da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: índice climático, riscos climáticos, ENOS.

STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX AND SOYBEAN YIELD AT RIO GRANDE DO SUL STATE

ABSTRACT: Soybean yield in Rio Grande do Sul State has a variability depending mostly of meteorological factors, specially precipitation. This can be expressed by the Standardized Precipitation Index (SPI), which compares a rain event occurred with what is normally expected. The object of this paper was to analyse the relation between soybean yield and SPI at Rio Grande do Sul. It was concluded that the most influent period in soybean yield is the one that runs from December to march. Since the period from December to February also has a high relation between soybean yield and SPI, the index value from this period has a forecast character in the production of this culture. It was also possible to notice that SPI positive values determined mostly soybean yields above the average, and were highly related to the warm events of the ENSO phenomena, El Niño. In a similar manner, SPI negative values determine below average values for the soybean yield.

However, the SPI negative values did not show such a clear relation with the cold events of ENSO (La Niña), which had a smaller influence in the soybean yield.

KEY-WORDS: climatic index, climatic risks, ENSO.

INTRODUÇÃO: O Rio Grande do Sul é um grande produtor de grãos, dentre os quais destaca-se a soja. A área cultivada com soja em 2006 chegou a 56% do total da área cultivada com grãos e 38,4% da produção total dos mesmos no Estado (IBGE, 2007). Entretanto, os rendimentos dessa oleaginosa estão altamente associados à variabilidade interanual da precipitação pluvial. Dados da EMATER- RS e FEPAGRO-RS mostram que entre os anos de 1980 e 2000 ocorreram 10 anos com estiagem, responsáveis por perdas de 37 milhões de toneladas de grãos de soja e milho no Rio Grande do Sul.

Para a análise do comportamento da precipitação pluvial e avaliação de eventos úmidos ou secos foi desenvolvido por MCKEE et al. (1993) o **Standardized Precipitation Index (SPI)**, ou, em português, Índice Padronizado de Precipitação Pluvial (IPP). O índice permite comparar a precipitação pluvial ocorrida com o normal esperado e, dessa forma, observar a anomalia de um evento seco ou úmido, além de proporcionar a comparação de eventos ocorridos em locais com climas diferentes. O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre o rendimento da cultura da soja e o IPP no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados de precipitação pluvial mensal de 28 estações meteorológicas foram obtidos da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO-RS) e do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET). Os dados de ocorrência de anos de El Niño, La Niña e neutros foram obtidos a partir do **Climate Prediction Center**, do **National Weather Service**, Estados Unidos. Os dados de rendimento da cultura da soja dos anos de 1975 a 2006 foram obtidos do *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), (<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>).

Para obtenção do IPP, primeiramente foram coletados dados de precipitação pluvial mensal do período de 1975 a 2006, somando um total de 32 anos. Este período foi separado em intervalos de tempo bimestral, trimestral e quadrimestral. A precipitação pluvial ocorrida na escala de tempo escolhida foi ajustada a uma função gama, que relaciona a probabilidade de ocorrência com o montante acumulado de precipitação pluvial. O valor de probabilidade encontrado foi utilizado em uma função normal acumulada (média zero e desvio padrão um), e o número de desvios padrão que o evento se afasta da normal é o valor do IPP.

Um exemplo pode ser verificado na Figura 1. A probabilidade de ocorrência de uma precipitação pluvial de 500 mm ocorrida em Passo Fundo (RS), pela função gama, é de 0,698. Este mesmo valor rebatido para a função normal acumulada equivale a 0,518 desvio padrão do normal esperado, que é o valor do IPP.

Em um primeiro momento, foram calculadas correlações entre os valores de IPP bimestral, trimestral e quadrimestral que incluíssem a precipitação pluvial ocorrida entre os meses de setembro e abril e o rendimento de soja, para o período de 1974/1975 a 2005/2006. Posteriormente, foram calculadas as funções de relação entre IPP e o Desvio Padronizado de Rendimento (DPR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 mostra os valores mais altos de correlações entre o IPP de diversos períodos do calendário agrícola da soja e o rendimento dessa cultura

no Estado, todas significativas estatisticamente a 1% de probabilidade segundo o teste t de *Student*. O intervalo de maior correlação para o período de 1974/1975 a 2005/2006 foi o quadrimestre de dezembro a março (com r de 0,78). Esse quadrimestre representa grande parte do período vegetativo e praticamente todo o período de enchimento de grãos da soja, este último considerado o mais crítico em relação à água. A importância da precipitação pluvial deste período também é ilustrada na Figura 2, em que valores de IPP iguais ou

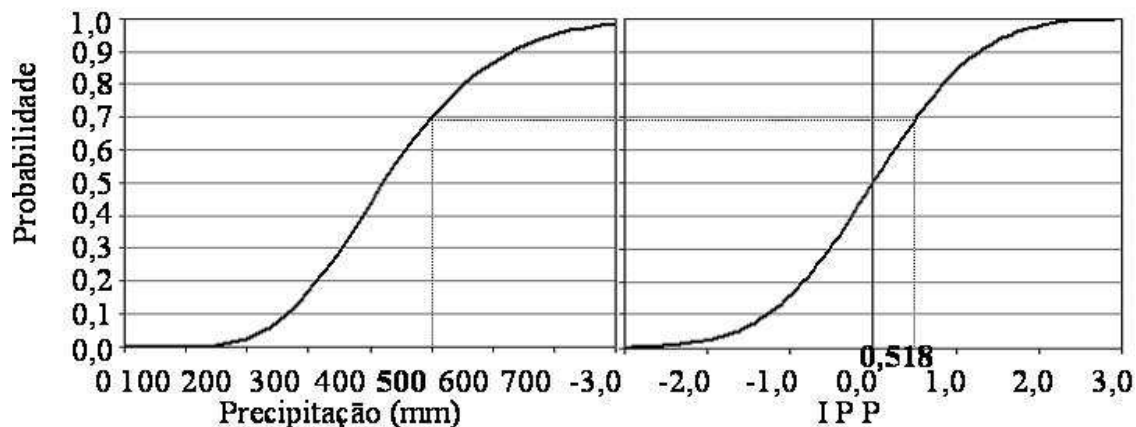


Figura 1. Determinação do valor do IPP para a estação meteorológica de Passo Fundo, RS, no período de verão, através da transformação da função ajustada em função normal padronizada.

menores que zero coincidem com baixos rendimentos da soja. Com IPP menor ou igual a -1, ocorrem frustrações de safra, com rendimentos iguais ou menores que 1000 kg/ha dessa cultura, como nos anos agrícolas de 1978/79, 1990/91 e 2004/05. A Figura 2 também mostra que anos com safras muito acima da média só ocorrem quando o IPP é igual ou maior que 2, ou seja, com precipitação pluvial bastante acima da média. Estes resultados concordam com os obtidos por BERLATO & FONTANA (1999) que, embora com outro período de dados, mostraram que a precipitação pluvial integrada de dezembro a março é a que mais se correlaciona com os rendimentos finais da cultura. Os trimestres de dezembro a fevereiro e de janeiro a março também apresentaram altas correlações (Tabela 1), novamente concordando com BERLATO & FONTANA (1999). FERREIRA (2006) também encontrou para estes dois trimestres correlações positivas entre precipitação pluvial e produtividade da soja para o Rio Grande do Sul. A alta correlação encontrada entre as variáveis no trimestre de dezembro a fevereiro mostra que, a partir dos dados de precipitação pluvial deste período, pode-se fazer uma previsão do provável rendimento final da cultura. As correlações feitas para os últimos 10 anos (não mostradas aqui) mantiveram altos valores, algumas vezes maiores que para todo o período, mostrando que apesar do incremento de tecnologia no cultivo desta oleaginosa ela ainda é fortemente dependente da precipitação pluvial. Isso pode ser observado na Figura 2.

Na Figura 3 são apresentadas as funções de relação do IPP com o Desvio Padronizado de Rendimento (DPR). As porcentagens representam quantos anos com IPP positivo coincidiram com DPR positivo (quadrante superior direito) e quantos anos com IPP negativo tiveram DPR negativo (quadrante inferior esquerdo). O quadrimestre de dezembro a março do período 1975 a 2006 apresentou 67% dos anos com IPP positivo coincidindo com DPR positivo, e 71% dos anos com IPP negativo tiveram DPR negativo.

A Figura 3 também mostra os anos neutros e aqueles com ocorrência de El Niño e La Niña. A relação entre o ENOS e a produtividade de diversas culturas já foi amplamente estudada,

constatando que o El Niño normalmente favorece culturas de verão não irrigadas, como a soja e o milho (BERLATO et. al, 2005; FERREIRA, 2006). No período estudado deste trabalho, observou-se que os maiores rendimentos da soja ocorreram em anos de El Niño forte e moderado, com exceção de 1982/1983. Contudo, nem todos os anos com eventos de La Niña apresentaram rendimentos abaixo da média. Logo, anos com El Niño provocam mudanças mais significativas no rendimento da soja que eventos de La Niña no Estado. Na Figura 3 observa-se também que nem todos os anos com anormalidades na precipitação pluvial foram influenciados pelo fenômeno ENOS, ocorrendo anos neutros com IPP positivo ou negativo independentemente do mesmo.

Tabela 1. Correlação entre o rendimento da soja e o Índice Padronizado de Precipitação Pluvial (IPP) do Rio Grande do Sul, 1974/1975 a 2005/2006.

PERÍODO			COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (r)
DEZ-	JAN-FEV-	MAR	0,78 **
DEZ-	JAN-FEV		0,71 **
	JAN-FEV-	MAR	0,71 **
	JAN-FEV		0,67 **

** significativo a 1%

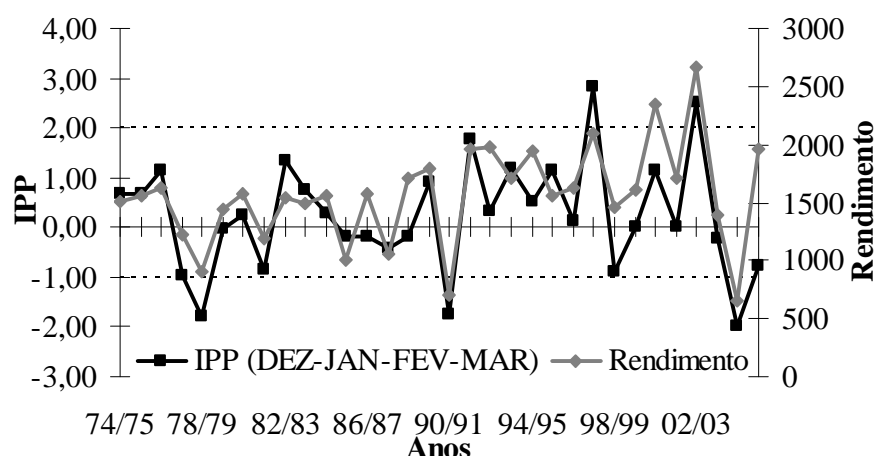


Figura 2. Rendimento da soja ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) e Índice Padronizado de Precipitação Pluvial (IPP) de dezembro a março, Rio Grande do Sul, período de 1974/1975 a 2005/2006.

CONCLUSÕES

- O Índice Padronizado de Precipitação Pluvial (IPP) está fortemente correlacionado com os rendimentos de soja no Estado;
- O período em que o IPP é mais importante para o rendimento da soja no Rio Grande do Sul é o que se estende de dezembro a março;
- Valores positivos de IPP determinam, na grande maioria dos casos, desvios positivos de rendimentos e altos rendimentos da soja ocorrem em anos de El Niño forte;
- Anos de El Niño provocam mudanças mais significativas no rendimento da soja que anos de La Niña;
- O monitoramento da precipitação pluvial através do IPP durante o ciclo da soja pode ser usado como uma ferramenta preditiva dos rendimentos dessa cultura no Rio Grande do Sul.

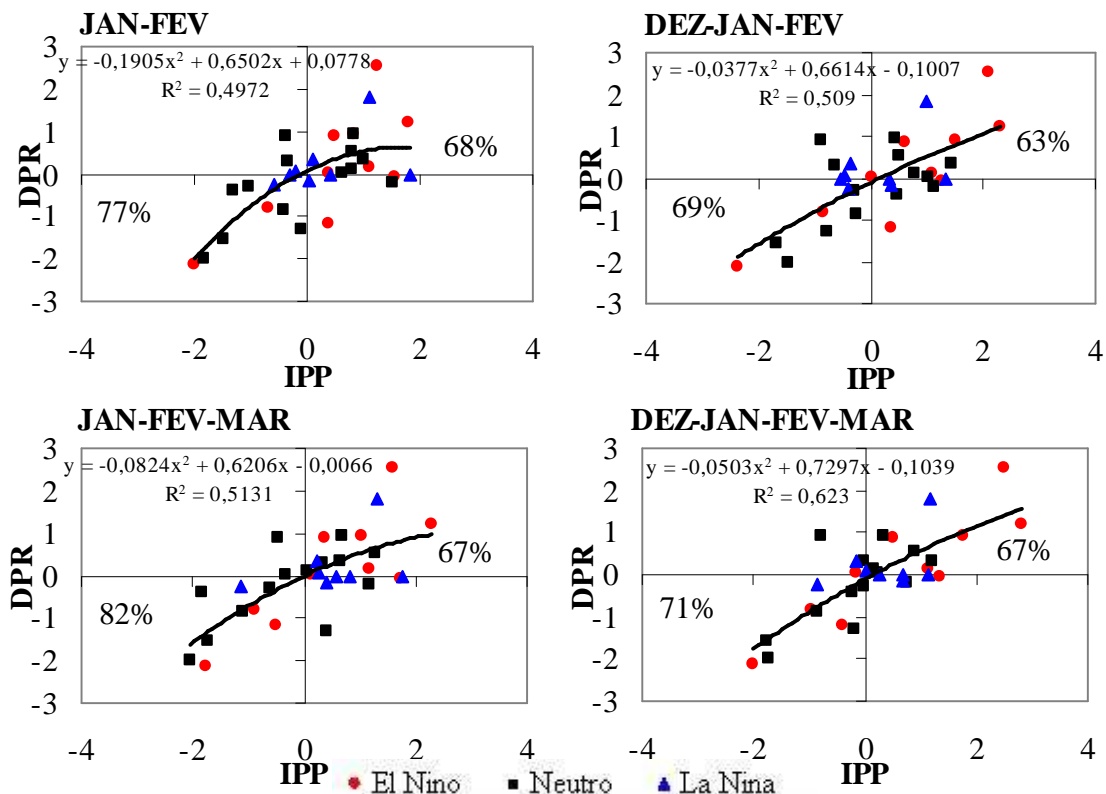


Figura 3. Função de relação entre o Desvio Padronizado de Rendimento (DPR) e o Índice Padronizado de Precipitação Pluvial (IPP) do Rio Grande do Sul, período 1974/1975 a 2005/2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERLATO, M. A., FONTANA, D. C. **Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 119-125, 1999.
- BERLATO, M. A., FARENZENA, H., FONTANA, D. C. **Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, n. 5, p. 423-432, 2005.
- FERREIRA, D. B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.** 2006. 125 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006. Disponível em: <<http://mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris%401913/2005/04.28.13.02/doc/publicacao.pdf>>. Acessado em: 08 de maio de 2008.
- MCKEE, B. T.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. **The relationship between drought frequency and duration to time scales.** Apresentado em: Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, 17 a 22 de janeiro, 1993.
- NOAA/ National Weather Service. Disponível em: <http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acessado em: 24 de abril de 2008.