



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
*Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia*



EFEITOS DO FENÔMENO EL NIÑO – OSCILAÇÃO SUL SOBRE A PRECIPITAÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL.

DANIELLE BARROS FERREIRA¹, LUIZ ANDRÉ R. DOS SANTOS², MOZAR DE A. SALVADOR², FABRÍCIO D. DOS SANTOS SILVA², RAFAELA L. COSTA²

^{1,2}Dra. Meteorologia, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – Coordenação de Desenvolvimento e Pesquisa (CDP),
Eixo Monumental Sul – Via S1 – Setor Sudoeste. CEP: 70680-900 – Brasília (DF) – Brasil, Fone: (0xx61) 21024773,
danielle.ferreira@inmet.gov.br

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de setembro de 2013
– Centro de Eventos Benedito Nunes, Belém – PA.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) sobre a precipitação e a produtividade da soja na região centro-sul do Brasil, no período de 1989 a 2011. Observou-se que, a precipitação nos meses de janeiro a março exerceu maior influência sobre a produtividade da soja na área de estudo. Em anos considerados como neutros, os desvios de precipitação no verão foram negativos e prejudicaram o desenvolvimento da cultura da soja na maior parte da região centro-sul, porém ocorreu o contrário durante os anos de La Niña. Ressalta-se que a influência do fenômeno El Niño foi mais marcante no noroeste do Rio Grande do Sul, de acordo com estudos prévios, entretanto, na região centro-oeste e sudeste do Brasil os impactos sobre a precipitação e a produtividade da soja podem ser tanto positivos, quanto negativos.

PALAVRAS-CHAVE: produtividade da soja, precipitação, El Niño – Oscilação Sul.

EFFECTS OF EL NIÑO - SOUTHERN OSCILLATION ON PRECIPITATION AND SOYBEAN YIELDS IN SOUTH CENTRAL REGION OF BRAZIL.

ABSTRACT: The objective of this study was to verify the influence of El Niño - Southern Oscillation (ENSO) on precipitation and soybean yields in the counties of central-southern Brazil, during 1989 to 2011. The results showed that the rainfall in months from January to March had greater influence on soybean yields over study area. In neutral years, the precipitation and soybean yields anomalies in summer months were negative over most of south-central region, but the opposite occurred during La Niña years. The influence of the El Niño was most



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil
<http://www.sbagro.org.br>





notable in the northwest of Rio Grande do Sul state, according with previous studies, however, in the central and southeastern Brazil the impacts on precipitation and soybean yields can be both positive and negative.

KEYWORDS: soybean yields, precipitation, El Niño - Southern Oscillation.

INTRODUÇÃO

As lavouras de soja até a década de 80 concentravam-se nos estados da região Sul do Brasil. Com o desenvolvimento de cultivares adaptados aos solos e ao clima das diferentes regiões brasileiras, a soja se espalhou também pelas regiões Norte, Nordeste e Centro - Oeste. Atualmente, os principais estados produtores de soja são Mato Grosso (25%), Paraná (22%), Rio Grande do Sul (19%), Goiás (11%), Mato Grosso do Sul (8%) e outros estados totalizam 15 %. Embora a área plantada de soja tenha se ampliado nos últimos anos, as adversidades climáticas, aliadas aos problemas causados por pragas e doenças como a ferrugem asiática ainda provocam frustrações nas safras desta cultura. Um evento climático atípico capaz de deflagrar uma reação em cadeia com potencial para afetar a produção agrícola é o El Niño – Oscilação Sul (ENOS). Este fenômeno tem duração de 12 a 18 meses e é responsável por variações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), afetando a circulação da atmosfera (PHILANDER, 1990). Os impactos deste fenômeno sobre a agricultura dependem da cultura e época do calendário agrícola, em que a precipitação apresenta-se acima ou abaixo da normal. Diante disto, o objetivo deste trabalho é investigar a influência do fenômeno ENOS sobre a precipitação e a produtividade da soja na região centro-sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados mensais de precipitação do período de 1989 a 2011 de noventa estações meteorológicas da região centro-sul do Brasil (12–35°S, 58°–41°W), pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), como pode ser visto na Figura 1.

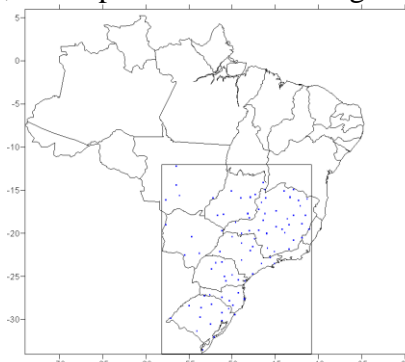


Figura 1 – Distribuição espacial das estações meteorológicas localizadas na região centro-sul do Brasil.





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



A produtividade média anual da soja (kg ha^{-1}) para 812 municípios, bem como para os estados da área de estudo, foi obtida de estatísticas oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no período de 1990 a 2011. A tendência tecnológica associada aos dados de produtividade foi retirada utilizando a metodologia adotada por CUNHA (1999), pois pretendeu-se estudar somente a influência das condições meteorológicas sobre a produtividade da cultura. Foi realizada uma análise de correlação no período em questão entre precipitação trimestral e a produtividade estadual da soja (série corrigida), visando identificar o trimestre em que a precipitação exerceu maior influência sobre a produtividade da soja. Para a determinação da significância das correlações foi aplicado o teste estatístico de *t-student* (BENDAT E PEARSON, 1986). Os anos de ocorrência de eventos ENOS foram determinados através dos valores médios anuais do Índice Oceânico do Niño (ION), retirados de NOAA (2013). Na fase quente do ENOS (El Niño), o valor de ION apresentou-se maior ou igual a $0,5^{\circ}\text{C}$, na fase fria (La Niña) o sinal de ION permaneceu igual ou menor a $-0,5^{\circ}\text{C}$ e os anos classificados como neutros obtiveram valores de ION entre $-0,5$ e $0,5^{\circ}\text{C}$, isto em cinco meses consecutivos. De acordo com os eventos de ENOS, foram calculados desvios em relação à média dos 22 anos analisados, tanto da produtividade municipal da soja, quanto da precipitação do trimestre de maior correlação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2, a correlação entre a precipitação trimestral e a produtividade média da soja (série corrigida) durante o período de 1990 a 2011 nos estados da região centro-sul é mostrada. O teste de significância foi aplicado e os valores de correlações acima de 0,36 foram significantes para o nível de confiança de 99%. Verifica-se que as precipitações correlacionaram-se positivamente com a produtividade em todos os trimestres, exceto no Distrito Federal e Santa Catarina. As correlações mais altas ocorreram nos trimestres que abrangem os meses de novembro a março, período correspondente à emergência até a maturação, segundo o calendário agrícola médio para a cultura da soja. Os valores encontrados estiveram entre 0,4 e 0,7, sendo que este último valor foi encontrado para o estado do Rio Grande do Sul no trimestre Janeiro-Fevereiro-Março (JFM). Uma média das correlações dos nove estados analisados foi realizada, em que as correlações máximas ocorreram em 4 estados no trimestre JFM, 3 no trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro (DJF) e 2 no trimestre Novembro-Dezembro-Janeiro (NDJ). O valor máximo da média das correlações foi de 0,44 no trimestre JFM, correspondendo aos meses de maior influência da precipitação sobre a produtividade da soja, bem como o período de enchimento de grãos.



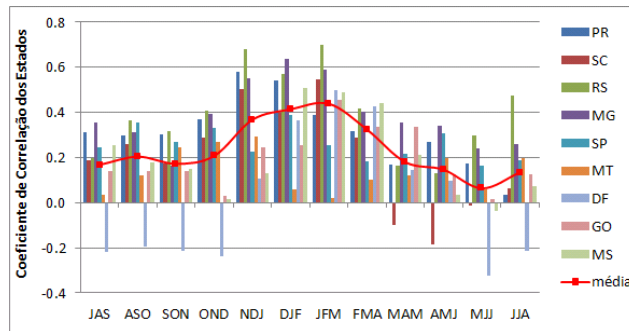


Figura 2 - Coeficientes de correlação entre a precipitação trimestral e a produtividade média dos estados da região centro-sul do Brasil (1989/1990 – 2010/2011).

No período considerado de 22 anos, ocorreram 9 eventos neutros, 7 eventos de El Niño e 6 considerados La Niña. A Figura 3 representa os desvios médios de precipitação e de produtividade da soja no trimestre JFM, durante os anos Neutros. Percebe-se que, em praticamente toda a região centro-sul os desvios de precipitação permaneceram negativos, registrando valores de até -150 mm, exceto no estado de Minas Gerais e nordeste de Goiás, em que apresentaram baixos desvios positivos de precipitação (de até 50 mm). Em relação à produtividade, os desvios também foram negativos principalmente na parte oeste da região sul e sul do Mato Grosso do Sul, chegando a reder 250 kg/ha a menos que a média. Portanto, a ocorrência de períodos de precipitação abaixo da média em anos normais, prejudicou o desenvolvimento da cultura da soja em 85% dos municípios analisados. No entanto, os estados de Minas Gerais e nordeste de Goiás não foram prejudicados, devido ao registro de chuvas acima da média visto anteriormente. Ressalta-se que São Paulo apresentou um padrão espacial variável de produtividade.

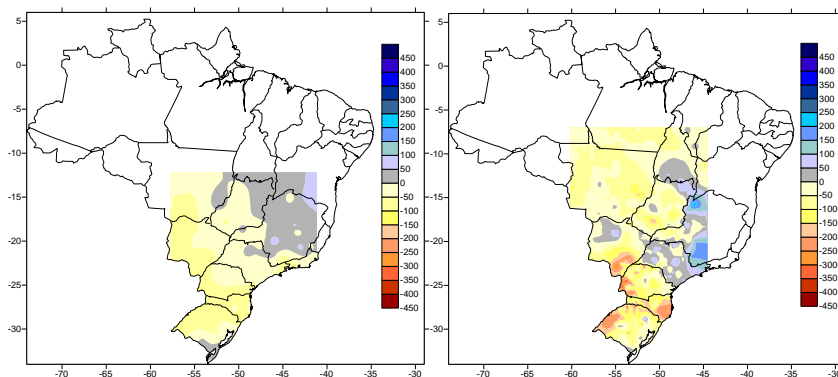


Fig.3 – Desvios de precipitação no trimestre janeiro-fevereiro-março (mm) e de produtividade corrigida da soja (kg/ha) na região centro-sul do Brasil, durante o período de 1990 a 2011, em anos Neutros.

Em anos de El Niño, observou-se a predominância de desvios positivos de precipitação de janeiro a março variando de 0 a 150 mm na maior parte da região estudada (Figura 4). Já em uma

pequena área, que abrange o sul de Goiás e Minas Gerais, norte de São Paulo e leste do Mato Grosso do Sul, os desvios negativos obtiveram valores pequenos de até -50 mm. Os maiores valores de desvios de precipitação foram observados na parte oeste da região sul e do Mato Grosso do Sul. A produtividade da soja foi beneficiada principalmente no noroeste do Rio Grande do Sul, região esta, responsável pela maior parte do total de produção de soja do estado. De acordo com estudos anteriores, geralmente em anos de El Niño a quantidade de chuvas normalmente fica acima da média climatológica na região sul, atendendo as necessidades das plantas (BERLATO E FONTANA, 2003). Porém, os impactos do El Niño sobre a produtividade da soja foram negativos em algumas partes da área de estudo, como: centro-oeste de São Paulo, sul de Minas Gerais, metade norte do Mato Grosso do Sul e centro-leste do Mato Grosso.

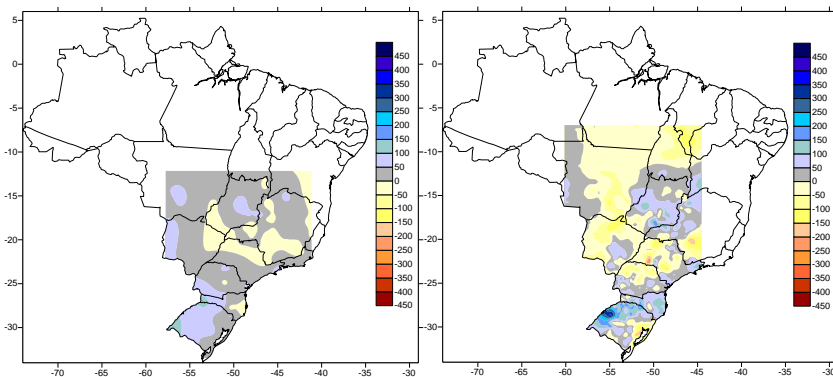


Fig.4 – Desvios de precipitação no trimestre janeiro-fevereiro-março (mm) e de produtividade corrigida da soja (kg/ha) na região centro-sul do Brasil, durante o período de 1990 a 2011, em anos de El Niño.

Na Figura 5, tem-se os desvios de precipitação no trimestre JFM e de produtividade da soja em anos de La Niña. Observa-se que, apenas os estados de Minas Gerais, Goiás e extremo sul do Rio Grande do Sul apresentaram desvios negativos de precipitação, enquanto todo o restante da região centro-sul apresentaram precipitação acima da média. Este resultado parece contradizer a intuição para a região sul do Brasil, pois normalmente associa-se o fenômeno La Niña a estiagens, porém a irregularidade espacial e temporal da chuva é um dos principais efeitos deste sobre a região em estudo. Destaca-se ainda que, este fenômeno nem sempre se manifesta tão claramente quanto o El Niño. No caso da produtividade a maior parte da área de estudo foi beneficiada pelas chuvas acima da média, apresentando desvios positivos de produtividade da soja em 78% dos municípios analisados. A parte oeste do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul apresentou maiores valores de desvios, alcançando 300 kg/ha, enquanto que a parte leste de São Paulo e oeste de Minas Gerais sofreram impactos negativos de até 250 kg/ha abaixo da média.

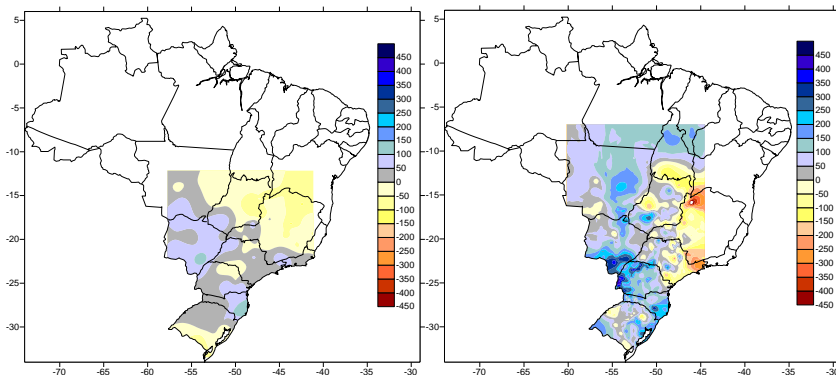


Fig.5 – Desvios de precipitação no trimestre janeiro-fevereiro-março (mm) e de produtividade corrigida da soja (kg/ha) na região centro-sul do Brasil, durante o período de 1990 a 2011, em anos de La Niña.

CONCLUSÕES

A precipitação no trimestre JFM exerceu maior influência sobre a produtividade da soja na região centro-sul do país. Durante os anos considerados como neutros, a ocorrência de períodos de precipitação abaixo da média prejudicou o desenvolvimento da cultura da soja em grande parte da área de estudo, mostrando que a quantidade de precipitação no verão não foi suficiente para o suprimento de água pela cultura da soja. No entanto, durante os anos de La Niña ocorreu o contrário, exceto em Minas Gerais e partes de Goiás. Já em anos de El Niño, a influência do fenômeno foi marcante no noroeste do Rio Grande do Sul, porém na região centro-oeste e sudeste do Brasil os impactos sobre a precipitação e a produtividade da soja não obteve uma influência significativa. Estes resultados demonstram a variabilidade espacial do ENOS sobre a precipitação no verão e a produtividade da soja. Portanto, os impactos do ENOS dependem da evolução de cada episódio (intensidade e posição do aquecimento ou resfriamento do Oceano Pacífico), bem como de outras condições climáticas: como o efeito da temperatura no Oceano Atlântico e diversos sistemas meteorológicos atuantes na região centro-sul do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENDAT, J.S.; PEARSON, A.G. Radom data – Analysis and measurement procedures. 2^a ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, pp. 525, 1986.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003, p. 110.
- CUNHA, G.R.; DALMAGO, G.A.; ESTEFANEL, V. ENSO influences on wheat crop in Brazil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.7, p.127-138, 1999.





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). Disponível em:
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears_1971-2000_climo.shtml. Acesso em junho de 2013.
PHILANDER, S.G.H. El Niño, La Niña and the Southern Oscillation. Academic Press, San Diego, CA., 1990, 289 p.



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil
<http://www.sbagro.org.br>

