



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **El Niño Oscilação Sul e a ocorrência de excesso hídrico para a cultura da soja em Planossolos da região central do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>**



*Mateus P. Bortoluzzi<sup>2</sup>; Arno B. Heldwein<sup>3</sup>, Dionéia D. P. Lucas<sup>4</sup>,  
Roberto Trentin<sup>5</sup>, Ivan C. Maldaner<sup>6</sup> Mateus Leonardi<sup>7</sup>*

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 ago. a 28 ago. 2015

<sup>2</sup> Agrônomo, Me., Doutorando PPG-Agronomia, UFSM, Santa Maria – RS, mateusbortoluzzi@hotmail.com

<sup>3</sup> Agrônomo, Dr., Prof. Titular, Depto de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria – RS, heldweinab@smail.ufsm.br

<sup>4</sup> Agrônoma, Dra., SEAPA/RS, Palmeira das Missões - RS, dio.pitol@gmail.com

<sup>5</sup> Agrônomo, Dr., Prof. Agrometeorologia FAEM, UFPEL, Pelotas – RS, trentin.rt@gmail.com

<sup>6</sup> Agrônomo, Dr., Prof. IFF/SVS, São Vicente do Sul - RS, ivan\_maldaner@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Estudante de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS, mateus-leonardi@hotmail.com

**RESUMO:** No Rio Grande do Sul, o cultivo da soja em áreas de várzea vem aumentando nos últimos anos. Apesar disso, existem diversos fatores críticos à produção, dentre os quais, a ocorrência de excesso hídrico devido ao hidromorfismo característico destes solos. No Rio Grande do Sul, de maneira geral, a precipitação é superior à média climatológica em anos sob influência do fenômeno El Niño do que em anos Neutros ou de La Niña, o que pode agravar os danos ocasionados pelo excesso hídrico. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul na ocorrência de excesso hídrico em diferentes datas de semeadura em Planossolos da Região Central do Rio Grande do Sul. Foram realizadas a simulação do desenvolvimento da soja e o cálculo do balanço hídrico sequencial diário em diferentes datas de semeadura de cada ano do período de agosto de 1968 a julho de 2012, considerando três grupos de maturidade relativa (GMR) de cultivares de soja. O número de dias com excesso hídrico para cada GMR, acumulados no ciclo da cultura, foi submetido à análise de variância e comparação de médias através do teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade. O número de dias com excesso hídrico no ciclo da cultura da soja é maior em anos sob influência do fenômeno El Niño. A ocorrência de excesso hídrico é maior em datas de semeadura até 01 de novembro, considerando o fenômeno El Niño, enquanto que para anos de La Niña, há um menor número de dias com excesso hídrico em semeaduras realizadas até 21 de novembro.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*, balanço hídrico, datas de semeadura

### **El Niño Southern Oscillation and Excess Water Occurrence for Soybean Crop in Planosols of Central Region of Rio Grande do Sul State**

**ABSTRACT:** In Rio Grande do Sul, the cultivation of soybean in the lowland areas has increased in recent years. Nevertheless, there are several critical factors to production, among which the occurrence of excess water, due the characteristic hydromorphism of these soils. In Rio Grande do Sul, in general, rainfall is higher than the climatological average in years under influence of El Niño than in Neutral or La Niña, which can aggravate the damage caused by excess water. The aim of this study was to verify the influence of El Niño Southern Oscillation phenomenon in the occurrence of excess water in different sowing dates in Planosols of the central region of Rio Grande do Sul State. We performed a simulation of soybean development and calculating the crop daily sequential water balance at different sowing dates in each year from August 1968 to July 2012, considering three relative maturity groups (GMR) of soybean cultivars. The number of days with excess water for each GMR, accumulated in crop cycle was submitted to analysis of variance and means were compared by Scott-Knott test at 5% probability. The



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

number of days with excess water in the soybean crop cycle is greater in years under influence of El Niño. The occurrence of excess water is higher in sowing dates until November 1<sup>st</sup>, considering El Niño phenomenon, while for La Niña years, there are a lower number of days with excess water in sowings performed until November 21<sup>st</sup>.

**KEY WORDS:** *Glycine Max*, water balance, sowing dates

## INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, o cultivo da soja em áreas de várzea vem aumentando nos últimos anos, atingindo aproximadamente 300 mil hectares na safra 2013/14 (IRGA, 2014). Apesar disso, existem diversos fatores críticos à produção, dentre os quais, a ocorrência de excesso hídrico devido ao hidromorfismo característico destes solos.

De maneira geral, ocorre precipitação superior à média climatológica em anos sob influência do fenômeno El Niño do que em anos Neutros ou de La Niña, sendo que o período entre outubro e dezembro é o de maior intensidade de influência do fenômeno ENOS (FONTANA; BERLATO, 1997). A Oscilação Decadal do Pacífico atua conjuntamente ao fenômeno ENOS sendo também responsável pela variabilidade interanual da precipitação (STRECK et al., 2009).

Para as condições de Santa Maria, a disponibilidade hídrica no solo é maior para anos de El Niño e conseqüentemente são os mais favoráveis ao rendimento de soja e milho, sendo que os anos Neutros são os que apresentam maiores riscos para essas culturas (ALBERTO et al., 2006). Também para a cultura do milho, Berlato; Farenzena; Fontana (2005) relatam ganho e queda de produtividade em anos sob influência de El Niño e La Niña, respectivamente.

Resultados semelhantes são encontrados para a soja, em que o rendimento de grãos é maior em anos de El Niño e está estritamente relacionado com a precipitação no período entre dezembro e março (BERLATO; FONTANA, 1999). Entretanto, em se tratando de cultivo de soja em ambiente de várzea, o aumento do volume das precipitações em períodos coincidentes com fases críticas da planta pode ser prejudicial considerando que a ocorrência de estresses por excesso hídrico no solo possa ser maior.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul na ocorrência de excesso hídrico em diferentes datas de semeadura em Planossolos da região central do Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

As variáveis necessárias para a realização do cálculo do balanço hídrico sequencial diário (BHS) foram obtidas junto à estação climatológica principal de Santa Maria (ECPSM), utilizando-se a série histórica de agosto de 1968 a julho de 2012. O clima da região é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida, conforme a classificação de Köppen (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009).

O desenvolvimento das plantas foi simulado conforme Trentin et al. (2013), considerando-se apenas cultivares de hábito de crescimento determinado, as quais foram agrupadas conforme seu grupo de maturidade relativa (GMR). Utilizaram-se para o GMR 7.4-8.0 as datas de semeadura (DS) de 1, 11 e 21 de outubro; 1, 11 e 21 de novembro e 1, 11, 21 e 31 de dezembro. Para os GMR 5.9-6.8 e GMR 6.9-7.3, consideraram-se as datas entre 11 de outubro e 21 de dezembro e de 21 de outubro até 21 de dezembro, respectivamente.

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

A estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi realizada com uso do método de Penman-Monteith. Para o cálculo da ET<sub>c</sub> foi utilizada a ET<sub>o</sub> calculada e os K<sub>c</sub> recomendados pela FAO para a cultura da soja (ALLEN et al., 1998). O cálculo do BHS foi realizado conforme a metodologia descrita por Pereira; Villa Nova; Sedyama (1997).

Considerou-se neste trabalho a classe dos Planossolos, a qual predomina nas áreas de várzea e ocupa aproximadamente 34% da área da região de abrangência da ECPSM. Essa classe pertence às unidades de mapeamento Vacacaí e São Gabriel (CARDOSO, 2005). A capacidade de água disponível inicial e final calculadas foram de 26 e 23 mm e de 82 e 92 mm para os solos São Gabriel e Vacacaí, respectivamente. Considerando que parte da água da chuva não é aproveitada pelas plantas, foi realizado o cálculo da precipitação efetiva (FRIZZONE et al., 2005).

Foi realizada a classificação dos anos de acordo com o evento ENOS, conforme o Climate Prediction Center (2014). O número de dias com excesso hídrico acumulados no ciclo da cultura para cada GMR foi submetido à análise de variância e comparação de médias através do teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade, tendo como fontes de variação as datas de semeadura, os solos, o fenômeno ENOS e suas interações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos resultados da análise de variância, verificou-se que não houve interação significativa entre os três fatores analisados (DS\*Solo\*ENOS) para nenhum GMR. O efeito isolado dos fatores “Solo” e “ENOS” foi significativo, assim como houve interação dupla (DS\*ENOS) para todos os GMR. Verificou-se que em anos sob influência de El Niño ocorre um maior número de dias sob a condição de excesso hídrico no solo, independentemente do GMR considerado (Tabela 1). O aumento da produtividade da soja é comumente associado à ocorrência do fenômeno El Niño (Berlato; Fontana, 1999; Alberto et al., 2006). Entretanto, esses trabalhos não consideraram o cultivo em Planossolos ou em áreas de várzea, em que o processo de drenagem é deficiente.

Tabela 1. Número médio de dias com excesso hídrico no ciclo da cultura da soja, dos grupos de maturidade relativa 5.9-6.8, 6.9-7.3 e 7.4-8.0, ocorridos em datas de semeadura simuladas em anos Neutros (NT) e sob influência dos fenômenos El Niño (EN) e La Niña (LN) do período de 1968 a 2012, em Planossolos.

ENOS	Grupo de Maturidade Relativa		
	5.9-6.8	6.9-7.3	7.4-8.0
El Niño	22,9 a	25,2 a	28,2 a
La Niña	18,6 b	20,1 b	23,7 b
Neutro	18,3 b	20,2 b	22,7 b
Média	20,0	21,8	24,9
CV (%)	54,1	52,3	49,8

Foi possível identificar também uma pequena tendência de que em anos Neutros o número de dias com excesso hídrico seja menor que em anos sob influência de La Niña, indo ao encontro dos resultados obtidos por Alberto et al. (2006) para a cultura do milho e da soja e por Maldaner (2012) para o girassol em que há maior risco de deficiência hídrica para essas culturas em anos Neutros.

Em anos sob influência do fenômeno El Niño, as semeaduras realizadas no início do calendário de semeadura, principalmente até 01/nov, apresentaram maior número médio de dias com excesso hídrico ao longo do ciclo da cultura em relação às demais DS (Tabela 2). Além disso, nota-se que a partir de 11/dez também ocorre um aumento das médias obtidas, o que é mais facilmente percebido quando se

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

observa os resultados do GMR 7.4-8.0. Isso acontece devido a maior influência do fenômeno ENOS no mês de maio (STRECK et al., 2008), ocasionando um “repique” de chuvas (BERLATO; FONTANA, 2003), o que aumenta o número de dias com chuva ao longo do ciclo e principalmente no subperíodo R7-R8, podendo ser prejudicial à operação da colheita.

Tabela 2. Número médio de dias com excesso hídrico no ciclo da cultura da soja, dos Grupos de Maturidade Relativa 5.9-6.8, 6.9-7.3 e 7.4-8.0, ocorridos em cada data de semeadura simulada em anos Neutros (NT) e sob influência dos fenômenos El Niño (EN) e La Niña (LN) do período de 1968 a 2012, para os solos São Gabriel e Vacacaí.

ENOS	Datas de semeadura	Grupo de Maturidade Relativa		
		5.9-6.8	6.9-7.3	7.4-8.0
El Niño	01/out	-	-	32,9 a
	11/out	-	31,3 a	32,4 a
	21/out	27,3 a	28,6 a	30,7 a
	01/nov	24,2 a	26,6 a	28,9 b
	11/nov	22,1 a	23,5 b	24,9 b
	21/nov	22,6 a	23,1 b	26,9 b
	01/dez	19,4 a	21,4 b	24,2 b
	11/dez	21,0 a	23,2 b	26,8 b
	21/dez	23,6 a	23,7 b	27,1 b
	31/dez	-	-	27,3 b
La Niña	01/out	-	-	21,7 b
	11/out	-	18,6 a	19,7 b
	21/out	17,9 a	18,1 a	20,7 b
	01/nov	16,7 a	19,2 a	21,6 b
	11/nov	17,7 a	19,2 a	22,0 b
	21/nov	17,0 a	17,9 a	24,2 b
	01/dez	19,3 a	21,2 a	27,4 a
	11/dez	20,6 a	23,1 a	28,4 a
	21/dez	20,8 a	23,3 a	28,6 a
	31/dez	-	-	28,8 a
Neutro	01/out	-	-	28,1 a
	11/out	-	25,5 a	26,8 a
	21/out	23,6 a	25,3 a	27,6 a
	01/nov	22,3 a	23,4 a	24,3 a
	11/nov	18,2 b	18,8 b	19,6 b
	21/nov	17,5 b	17,8 b	19,7 b
	01/dez	15,4 b	17,3 b	19,5 b
	11/dez	14,9 b	16,3 b	19,2 b
	21/dez	16,0 b	17,2 b	20,8 b
	31/dez	-	-	21,5 b

Já para anos sob influência do fenômeno de La Niña verificou-se que para semeaduras realizadas até 21/nov, houve o menor número médio de dias com excesso hídrico dentre os fenômenos analisados, devido ao efeito de La Niña ser mais pronunciado nos meses de outubro até dezembro (BERLATO; FONTANA, 2003). Por outro lado, as semeaduras realizadas a partir de 01/dez do GMR 7.4-8.0 foram as que apresetaram as maiores médias de dias com excesso hídrico durante o ciclo, inclusive superiores as obtidas para anos de El Niño (Tabela 2). Trentin (2013) também verificou a menor necessidade de

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

lâmina de irrigação neste período em anos de La Niña e concluiu que há menor déficit hídrico em semeaduras de fim de dezembro para a cultura da soja.

Considerando o GMR 5.9-6.8, observa-se que as plantas de soja são expostas, na média dos anos, a seis dias a mais de excesso hídrico durante o seu ciclo se cultivadas no solo Vacacai e a sete dias a mais quando utilizadas cultivares de GMR 6.9-7.3 e 7.4-8.0 (Tabela 3). Entretanto, tendo em vista que os solos localizam-se em áreas baixas, a eliminação do excesso de água por percolação profunda, de uma maneira geral, é mais difícil em solos com elevado teor de argila, como é o caso do solo São Gabriel, o que não é considerado no método de cálculo da precipitação efetiva.

Tabela 3. Número médio de dias com excesso hídrico no ciclo de desenvolvimento da soja para os grupos de maturidade relativa (GMR) 5.9-6.8, 6.9-7.3 e 7.4-8.0, calculados para as datas de semeadura simuladas em cada ano do período de 1968 a 2012, para os solos São Gabriel e Vacacai.

Solos	Grupo de Maturidade Relativa		
	5.9-6.8	6.9-7.3	7.4-8.0
São Gabriel	16,9 a*	18,6 a	21,6 a
Vacacai	22,9 b	25,0 b	28,1 b
Média	20,0	21,8	24,9
CV (%)	54,1	52,3	49,8

\*Médias seguidas por letras minúsculas iguais na vertical para cada GMR não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÕES

O número médio de dias com excesso hídrico no ciclo da cultura da soja é maior em anos sob influência do fenômeno El Niño do que em anos Neutros e de La Niña. O excesso hídrico é maior em datas de semeadura até 01 de novembro, considerando o fenômeno El Niño. Para anos de La Niña, há um menor número de dias com excesso hídrico em semeaduras realizadas até 21 de novembro.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO, C. M. et al. Água no solo e rendimento do trigo, soja e milho associados ao El Niño Oscilação Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1067-1075, 2006.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 297p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56.

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.; 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: Ed. da UFRGS, 2003. 110p.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

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.

CARDOSO, C. D. V. **Probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica nos solos da região Central do Estado do Rio Grande do Sul**. 2005. 162f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

CLIMATE PREDICTION CENTER (CPC). Online. Disponível em:

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)

Acessado em: 17 de dezembro de 2014.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1997.

FRIZZONE, J. A. et al. **Planejamento de irrigação**: Análise de decisão de investimentos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 626 p.

HELDWEIN A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Revista Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 38, p. 43-58, 2009.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. **Safras**: Soja em rotação com arroz. 2014. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras>>. Acessado em: 18 dez. 2014.

MALDANER, I. C. **Probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica na cultura do girassol na região central do Rio Grande do Sul**. 2012. 141f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

STRECK, N. A. et al. O fenômeno El Niño Oscilação Sul e a variabilidade interanual da evaporação do tanque Classe A e da umidade relativa do ar em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1452-1455. 2008.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B.; GABRIEL, L.F.; PAULA, G.M. de. Associação da variabilidade da precipitação pluvial em Santa Maria com a Oscilação Decadal do Pacífico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.1553-1561, 2009.

TRENTIN, R. **Parâmetros e probabilidades de irrigação para a cultura da soja na região central do Rio Grande do Sul por análise numérica**. 2013. 145f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

TRENTIN, R. et al. Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 7, p. 703-713, 2013.