

# INFLUÊNCIA DA LA NIÑA NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) NO SUL DE SANTA CATARINA

EVALDO DE P. LIMA<sup>1</sup>, ROSANDRO B. MINUZZI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Meteorologista, Doutorando em Meteorologia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa - MG, Fone: (0 xx 31) 3899 1900, lima\_evaldo@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Meteorologista, CIRAM, EPAGRI, Florianópolis - SC.

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

**RESUMO:** Este trabalho teve o objetivo de analisar a influência da La Niña na cultura do milho cultivado no Sul do Estado de Santa Catarina. Para tal, foram utilizadas a técnica dos quantis e o desvio normalizado para analisar a influência da La Niña de moderada e forte intensidades na chuva bimestral e o Índice de Satisfação das Necessidades de Água para definir o nível do risco climático no milho. Os resultados mostram que as chuvas dos bimestres outubro/novembro e novembro/dezembro, ficam abaixo da média climática e estão correlacionadas com a temperatura da superfície do mar da região do Pacífico Equatorial. As ocorrências de déficit hídrico para o milho ocorrem na fase inicial e, ou, intermediária do milho, havendo na fase final do ciclo, uma situação de solo bem suprido de água para a cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** La Niña, milho, ISNA.

**ABSTRACT:** INFLUENCE OF LA NIÑA IN THE CROP OF THE CORN (*Zea mays* L.) IN SOUTH OF THE STATE OF SANTA CATARINA. This work had the objective of analyze the influence of La Niña in the crop of the corn cultivated in the South of State of Santa Catarina. For such, were used the technique of the quantis and the deviation normalized to analyze the influence of La Niña moderate and strong intensities in the bimonthly rainfall and the Water Requirement Satisfaction Index to define the level of the climatic risk in the corn. The results show that the rainfall of the bimonthly october/november and november/december, are below the climatic average and are correlated with the sea surface temperature of the area of Equatorial Pacific. The occurrences of water deficit for the corn happen in the initial phase and, or, middleman of the corn, having in the final phase of the cycle, a soil situation well supplied of water for the crop.

**KEYWORDS:** La Niña, corn, WRSI.

**INTRODUÇÃO:** O El Nino Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial, possuindo duas fases. Um destes extremos é representado pelas condições de La Niña, quando se verifica o resfriamento das águas simultaneamente com aumento da pressão atmosférica no Pacífico leste. A ocorrência do ENOS é vista como agente de anomalias climáticas, principalmente com relação às variáveis temperatura e precipitação, que, por consequência, afetam setores da economia, como a agricultura. Embora a cultura do milho (*Zea mays* L.) responda à interação das diversas variáveis meteorológicas, uma das de maior influência sobre a cultura é a precipitação. LANDAU et al. (2009) citam que por razões essencialmente econômicas, o milho tem sido plantado principalmente no período chuvoso, uma vez que a cultura demanda um consumo mínimo de 350-500 mm para garantir uma produção satisfatória sem necessidade de irrigação. A cultura do milho no Brasil apresenta considerável dispersão geográfica, sendo produzido

em grande parte do território nacional. No Estado de Santa Catarina, pode ser semeado de setembro até novembro, tendo como referência o mês de outubro. Diante da importância em conhecer a influência de forçantes climáticas no comportamento de variáveis meteorológicas como a precipitação, e as consequências nos diferentes estádios fenológicos de culturas, objetivou-se analisar a influência da La Niña na cultura do milho no Sul de Santa Catarina.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para o desenvolvimento do presente estudo foram utilizados dados de estações pluviométricas pertencentes à Rede Hidrometeorológica, da Agência Nacional de Águas (ANA), no período de 1960 a 2004 e de estações meteorológicas localizadas nos municípios de Lages (altitude: 937 m) e Urussanga (altitude: 48m), pertencentes à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), estando todas localizadas no Sul do Estado de Santa Catarina, conforme ilustrado na Figura 1. Os valores mensais da temperatura da superfície do mar (TSM), foram obtidos na base de dados do International Research Institute for Climate and Society (IRI).

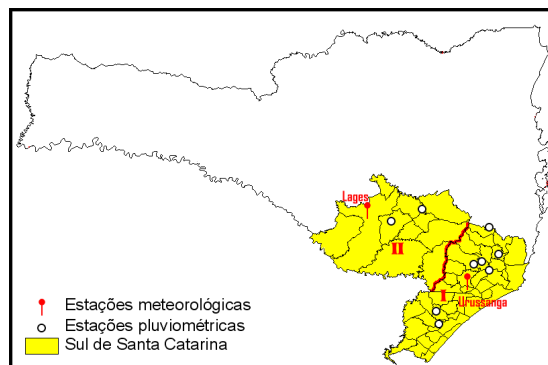


Figura 1. Localização geográfica das estações meteorológicas e pluviométricas no Sul de Santa Catarina utilizadas no estudo, subdivididas em duas regiões climaticamente homogêneas (BRAGA E GHELLRE, 1999).

Foram considerados somente eventos La Niña de moderada e forte intensidades no período de 1960 a 2004, sendo os eventos de fraca intensidade, considerados anos neutros. Assim, as classificações referentes a cronologia e intensidades da La Niña (Tabela 1) foram baseadas através da TSM da região Niño 3.4 (5°N - 5°S e 170°W - 120°W), tendo em vista que, a referida região do Pacífico, vem sendo considerada como referência na obtenção dos índices de anomalias da TSM para tais caracterizações (TRENBERTH, 1997).

Tabela 1. Cronologia das ocorrências da La Niña de intensidade forte (F) e moderada (M)

La Niña: 1999/00 (F), 1998/99 (F), 1988/89 (F), 1975/76 (F), 1973/74 (F), 1970/71 (F), 1964/65 (M).
---

A influência da La Niña na chuva bimestral (outubro/novembro a fevereiro/março) do Sul catarinense foi baseada na distribuição dos desvios normalizados (D), inserindo os períodos temporais nas seguintes classificações: muito chuvoso (MC):  $D \geq 40\%$ ; chuvoso (C):  $40\% > D \geq 20\%$ ; normal (N):  $20\% > D > -20\%$ ; seco (S):  $-20\% \geq D > -40\%$ ; e muito seco (MS):  $D \leq -40\%$ . Igualmente, fez-se o uso da técnica dos quantis ( $Q_p$ ) delimitando as ordens quantílicas 0,15, 0,35, 0,65 e 0,85, nas seguintes classes para a precipitação bimestral: muito seca (MS -  $X_i \leq Q_{0,15}$ ), seca (S -  $Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$ ), normal (N -  $Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$ ), chuvosa (C -  $Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$ ) e muito chuvosa (MC -  $X_i \geq Q_{0,85}$ ).

A correlação entre a TSM de três áreas oceânicas (Figura 2) e a precipitação da área em estudo, foi definida pela Correlação de Pearson para diferentes intervalos de tempo (lags),

sendo  $k= 1, 2$  e  $3$  meses de TSM, antes da precipitação de cada bimestre. As regressões foram testadas ao nível de 5% de significância. Tais análises estatísticas foram determinadas com a utilização do software Climate Predictability Tool (CPT), desenvolvido pelo IRI.

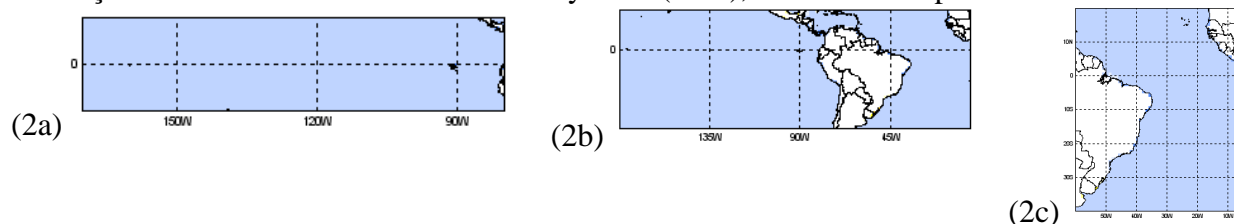


Figura 2. Regiões oceânicas utilizadas nas correlações com a precipitação, sendo: o Pacífico Equatorial (2a), o Pacífico+Atlântico (2b) e o Atlântico (2c).

A análise da influência da La Niña durante o período médio de cultivo do milho foi realizada mediante o cálculo do balanço hídrico seqüencial de cultura, visando determinar o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), de acordo com a equação 1:

$$ISNA = \frac{ET_r}{ET_c} \quad (1)$$

em que,  $ET_r$  é a evapotranspiração real (mm) e  $ET_c$  é a evapotranspiração máxima da cultura (mm).

Os valores do coeficiente de cultura ( $K_c$ ) necessários para o cálculo da  $ET_c$ , foram estabelecidos para os seguintes estádios fenológicos do milho, sendo: Estabelecimento (0,3-0,5); Vegetativo (0,7-0,9); Floração/formação de grãos (1,0-1,2) e; Maturação (0,8-0,9). Foi utilizado o valor de 50 mm para a capacidade de água disponível (CAD), considerando um solo de textura média e a profundidade média das raízes do milho entre 40 cm e 50 cm.

Assim, a caracterização do risco climático para a cultura do milho foi incluída nas seguintes classes de acordo com os valores do ISNA:  $ISNA \geq 0,55$  (baixo risco climático);  $0,55 > ISNA > 0,45$  (médio risco climático); e  $ISNA \leq 0,45$  (alto risco climático) (ANDRADE JÚNIOR et al., 2001; ASSAD et al., 2003).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As informações apresentadas na Tabela 2 mostram as classificações das precipitações bimestrais durante a ocorrência do evento La Niña.

Tabela 2. Classificações da precipitação bimestral na região climática I (2a) e na região II (2b) do Sul catarinense durante ocorrências da La Niña com utilização dos quantis e do desvio normalizado (D)

(2a)						(2b)					
Região I	out/nov	nov/dez	dez/jan	jan/fev	fev/mar	Região II	out/nov	nov/dez	dez/jan	jan/fev	fev/mar
1964/65	S	MS	MS	MS	MS	1964/65	S	S	S	MS	MS
1970/71	S	MS	N	MC	MC	1970/71	MS	C	MC	C	C
1973/74	S	S	MS	N	MC	1973/74	MS	S	N	N	N
1975/76	C	C	N	S	C	1975/76	S	C	C	MS	S
1988/89	MS	MS	N	N	N	1988/89	S	N	C	C	N
1998/99	MS	N	S	S	S	1998/99	MS	MS	N	N	S
1999/00	N	S	C	MC	C	1999/00	N	S	S	N	N
D	S	S	N	N	C	D	S	N	C	N	N

No período que envolve a primavera e início do verão (outubro/novembro e novembro/dezembro) houve uma tendência de chuvas com valores abaixo da 'normal' climatológica, principalmente na região I. GRIMM E FERRAZ (1998) em uma análise mais abrangente, destacam que em anos La Niña a região Sul do Brasil apresenta anomalias negativas na primavera do ano de início do evento e positivas no ano seguinte. Apenas em um bimestre da região I (fev/mar) e da região II (dez/jan) as chuvas foram caracterizadas acima

da média. A análise por evento mostra que, situações adversas às citadas tendências podem ocorrer. Como exemplo, nos bimestres “chuvosos” de ambas regiões climáticas, percebe-se que em dois eventos La Niña as chuvas estiveram abaixo da climatologia.

Os valores destacados na Tabela 3 mostram a correlação da chuva de cada bimestre analisado com a TSM de três regiões oceânicas. Nota-se que as águas superficiais são as que possuem menor número de correlações significativas com as chuvas do Sul de Santa Catarina. Em contrapartida, nos bimestres em que foram observados desvios fora da condição ‘normal’ de chuva, como nos bimestres out/nov em ambas regiões climáticas e em nov/dez, na região I, o maior número de correlações significativas foi observado com a TSM da região de ocorrência da La Niña (Pacífico Equatorial) e com sinais positivos que condizem com a tendência de ‘seca’ dos referidos períodos, ou seja, a medida que a TSM diminui (resfriamento) as chuvas também diminuem. No único bimestre ‘chuvoso’ encontrado em cada região climática, o número de correlações significativas a 5% foram pequenas, mesmo que, os sinais das correlações façam juz as tendências, sendo de aumento da chuva a medida que diminui a TSM (resfriamento). Assim, pode-se afirmar categoricamente que a tendência de ‘seca’ no Sul de Santa Catarina possui relação com o fenômeno La Niña.

Tabela 3. Coeficientes de Correlação de Pearson entre a precipitação bimestral das duas regiões climáticas no Sul catarinense com a TSM de três regiões oceânicas defasadas em até três meses. Valores em destaque são significativos a 5%.

	Temperatura da Superfície do Mar (TSM) mensal								
	Pacífico+Atlântico			Pacífico Equatorial			Atlântico		
	Correlação (chuva bimestral x TSM mensal)								
<i>Chuva out/nov</i>	set	ago	jul	set	ago	jul	set	ago	jul
Região I	<b>0,48</b>	<b>0,42</b>	0,3	<b>0,48</b>	<b>0,44</b>	<b>0,37</b>	0,23	0,28	0,29
Região II	<b>0,51</b>	<b>0,45</b>	0,25	<b>0,52</b>	<b>0,45</b>	<b>0,36</b>	0,25	<b>0,41</b>	0,31
<i>Chuva nov/dez</i>	out	set	ago	out	set	ago	out	set	ago
Região I	<b>0,43</b>	<b>0,42</b>	<b>0,51</b>	<b>0,43</b>	<b>0,42</b>	<b>0,48</b>	0,18	0,18	<b>0,4</b>
Região II	<b>0,39</b>	0,34	<b>0,38</b>	<b>0,41</b>	0,31	0,25	-0,29	0,07	0,23
<i>Chuva dez/jan</i>	nov	out	set	nov	out	set	nov	out	set
Região I	-0,06	-0,31	-0,24	-0,3	-0,32	-0,34	0,01	0,03	-0,11
Região II	-0,1	-0,27	-0,3	0	0,04	-0,02	-0,07	-0,13	<b>-0,47</b>
<i>Chuva jan/fev</i>	dez	nov	out	dez	nov	out	dez	nov	out
Região I	-0,13	-0,05	-0,05	0,04	-0,06	0,06	<b>-0,51</b>	-0,33	-0,3
Região II	<b>-0,39</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,39</b>	0,24	0,17	0,28	-0,23	-0,32	-0,34
<i>Chuva fev/mar</i>	jan	dez	nov	jan	dez	nov	jan	dez	nov
Região I	-0,36	-0,27	-0,33	-0,29	<b>-0,49</b>	-0,33	-0,04	0,01	<b>-0,44</b>
Região II	<b>-0,42</b>	-0,31	<b>-0,46</b>	<b>-0,47</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,42</b>	0,16	0,29	-0,12

O comportamento de água no solo com cultivo de milho em dois municípios localizados no Sul catarinense durante alguns eventos La Niña é apresentado na Figura 3. Os valores do ISNA por pântada no período de 20 de outubro a 13 de março mostram situações de risco climático durante o ciclo do milho nos eventos de 1988/89 e 1998/99, em Urussanga; e 1998/99 e 1999/00, em Lages. Estas situações de risco para a cultura concentraram-se somente nas fases inicial e, principalmente na intermediária. Déficits hídricos severos durante o período de floração particularmente na época de formação da espiga e da polinização podem resultar num rendimento baixo ou nulo de grãos, devido ao secamento dos estigmas. ÁVILA E PEZZI (1999) destacam que o rendimento do milho foi afetado devido a estiagem de novembro de 1998, coincidindo com a época de semeadura e desenvolvimento vegetativo. A referida safra inicialmente prevista de 2.920.000 toneladas acabou sendo de 2.670.000 toneladas. Em contrapartida, uma unanimidade foi a situação de solo bem suprido de água no final do ciclo, significando que a precipitação ocorre regularmente. Tendo em vista as

diferentes épocas de plantio e adoção de diferentes cultivares, caso o referido período de março coincida com a época de colheita, este cenário pode resultar em disseminação de fungos nos grãos e, ou, atrasar a referida atividade, haja vista que, não é recomendado à colheita do milho, estando os grãos com alto teor de umidade.

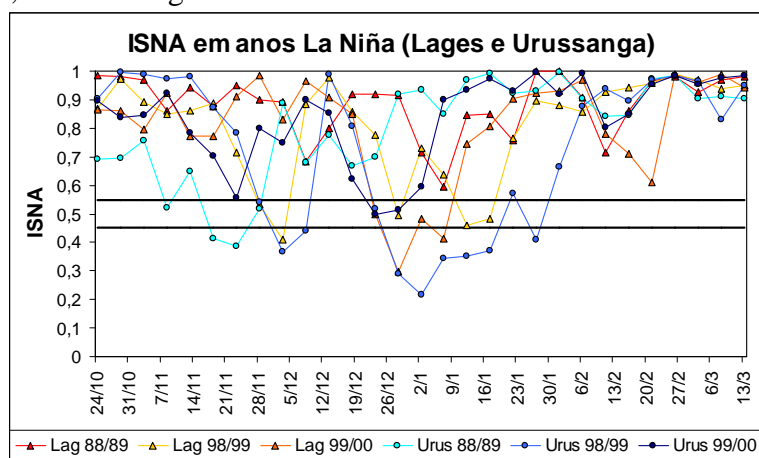


Figura 3. Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) em anos La Niña para os municípios de Lages e Urussanga.

**CONCLUSÕES:** As chuvas dos bimestres outubro/novembro (em ambas regiões climáticas) e novembro/dezembro (na região climática I) ficam abaixo da média climática e estão correlacionadas com a temperatura da superfície do mar (TSM) da região do Pacífico Equatorial; e as ocorrências de déficit hídrico para o milho ocorrem nas fases inicial e, ou, intermediária do milho, havendo na fase final do ciclo, uma situação de solo bem suprido de água para a cultura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; SENTELHAS, P.C.; LIMA, M.G. de; AGUIAR, M. de J.N.; LEITE, D.A.S.R. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.544-550. 2001.
- ASSAD, E.D.; MACEDO, M.A.de; ZULLO JÚNIOR; PINTO, H.S.; BRUNINI, O. Avaliação de métodos geoestatísticos na espacialização de índices agrometeorológicos para definir riscos climáticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.38, n.2, p.161-171. 2003.
- AVILA, A.H.; PEZZI, L.P. Estimativa de rendimento e comportamento da La Niña 1998/99 para a região Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11, 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.
- BRAGA, H.J.; GHELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11, 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.
- GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte II: La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBMet, 1998. CD-Rom.
- LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A.; SANTANA, D.P. **Clima e solo**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/climaesolo.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2009.
- TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Washington, v.78, n.12, p.2771-2777. 1997.